

# NEKONEČNÝ KOLOBĚH TOXICKÝCH LÁTEK


Perfluorované  
látky a bromované  
zpomalovače  
hoření v pražských  
vodách, rybách  
a sedimentech

**Václav Mach, Jitka Straková**

Karolína Brabcová, Valeriya Grechko, Markéta Møller

Arnika 2020





# NEKONEČNÝ KOLOBĚH TOXICKÝCH LÁTEK

**Perfluorované  
látky a bromované  
zpomalovače  
hoření v pražských  
vodách, rybách  
a sedimentech**

**Autoři:** Mgr. et Mgr. Václav Mach, Ph.D., Mgr. Jitka Straková

**Spoluautoři:** Mgr. Karolína Brabcová, Bc. Valeriya Grechko, M.Sc. Markéta Møller

**Grafika:** Pavel Jaloševský, Martin Vimr, Klára Bernardyová

**Fotky:** Martin Holzknecht

**Arnika – Toxické látky a odpady**, Dělnická 13, CZ-170 00, Prague 7

Česká republika; tel. +420.774.406825

**email:** [toxic@arnika.org](mailto:toxic@arnika.org); [www.arnika.org](http://www.arnika.org)

**Praha 2020**



## Obsah

Úvod ----- 6

Cíle studie ----- 8

Mapa odběrových míst vody ----- 9

Mapa odběrových míst sedimentů ----- 9

Mapa odběrových míst ryb ----- 10

Výsledky a diskuze ----- 11

Závěry a doporučení ----- 13

Příloha I – popis vzorků ----- 14

Příloha II – výsledky analýz ----- 16



“Nekonečný koloběh toxických látek – Perfluorované látky a bromované zpomalovače hoření v pražských vodách, rybách a sedimentech” shrnuje nejdůležitější zjištění studie “FOREVER CHEMICALS ROUND AND ROUND: Pollution of water bodies by perfluorinated compounds and brominated flame retardants in Prague area”. Tato studie vznikla za finanční podpory hlavního města Prahy a nadace Global Greengrants Fund. Publikované informace nemusí vyjadřovat stanovisko dárců.

## Úvod

Perfluoroalkylované a polyfluoroalkylované látky (PFAS) a bromované zpomalovače hoření (BFRs) patří mezi syntetické polutanty znečišťující životní prostředí po celé planetě. Mnohé látky, které patří do skupiny PFAS a BFRs, vykazují charakteristiky perzistentních organických látek (POPs). Těm je v poslední době věnována velká pozornost i na mezinárodním poli.<sup>1</sup>

Jako povrchově aktivní látky (surfaktanty) našly Perfluoroalkylované a polyfluoroalkylované látky (PFAS) uplatnění v mnoha průmyslových odvětvích. Nejčastěji se používají pro zajištění voděodolnosti textilií a neprosákavosti papírových obalů potravin vůči mastnotě. Jsou používány i jako přísady do hasicích pěn a hydraulických kapalin, při produkci pokovených předmětů, polovodičů, elektronického a fotografického vybavení, v mazivech a kosmetice.<sup>2</sup> Na veřejný tlak a postupné legislativní omezení PFAS s dlouhým řetězcem průmysl zareagoval použitím jejich protějšků s krátkým řetězcem, což se ukázalo jako zcela chybné řešení. Na trh se dostaly látky označované jako GenX, u kterých se brzy projeví obdobné toxické vlastnosti jako u jejich zakázaných protějšků. GenX je v současné chvíli zařazen mezi látky vzbuzující

mimořádné obavy (SVHC). Tyto látky jsou žhavými kandidáty na definitivní zákaz v rámci evropské chemické legislativy REACH. Značné obavy vzbuzují všichni zástupci ze skupiny PFAS i z důvodu jejich silné vazby uhlíku s fluorem, díky které tyto látky do nekonečna kolují v životním prostředí a různou měrou ohrožují zdraví živých organismů.

Bromované zpomalovače hoření (BFRs) jsou funkční skupinou bromovaných organických látek, které zabraňují rychlému vznícení materiálu, a tím snižují hořlavost produktů, které je obsahují.<sup>3</sup> Běžně se používají v plastech, textiliích, a elektrických a elektronických přístrojích. Mohou jimi být ošetřeny například koberce, polštáře, nátěry, čalouněný nábytek, podlahové krytiny a mnoho dalších spotřebních výrobků.<sup>4</sup> Díky recyklaci plastů z elektrošrotu dochází ke kontaminaci spotřebního zboží včetně dětských hraček těmito látkami.<sup>5</sup>

Oběma skupinám toxických látek se dostalo mezinárodní pozornosti z důvodu jejich odolnosti vůči rozkladu v životním prostředí,



postupu potravními řetězci, hromadění se v lidském těle a toxickému působení. Obě skupiny látek začínají být sledovány kvůli obavám z kontaminace potravin a pitné vody.<sup>6 7 8</sup> Největší riziko pro lidský organismus představuje konzumace kontaminovaných ryb a pitné vody i přítomnost těchto látek ve spotřebním zboží. Na rozdíl od suchozemských ekosystémů, mají vodní ekosystémy delší potravní řetězec, proto dravé ryby a vodní živočichové na konci potravního řetězce ve svém těle hromadí více těchto toxických látek.<sup>9 10</sup>

Nejtoxičtější látky ze skupiny PFAS jsou zakázány globálně Stockholmskou úmluvou nebo vykazují vlastnosti perzistentních organických polutantů. Díky zvyšujícímu se množství případů kontaminace půdy a pitné vody v Evropské unii, tak globálně, množství lidí zasažených celým spektrem souvisejících onemocnění a s tím spojeným ekonomickým nákladům, se v dohledné době očekává zákaz PFAS látek jako celé skupiny v rámci evropské legislativy.<sup>11</sup>

<sup>1</sup> European Environmental Agency (2019): Emerging chemical risks in Europe - „PFAS“. ISBN 978-92-9480-196-8, ISSN 2467-3196, doi: 10.2800/486213

<sup>2</sup> European Environmental Agency (2019): Emerging chemical risks in Europe - „PFAS“. ISBN 978-92-9480-196-8, ISSN 2467-3196, doi: 10.2800/486213

<sup>3</sup> US EPA (2012): Brominated flame retardants. Science Inventory by US EPA. [https://cfpub.epa.gov/si/si\\_public\\_record\\_report.cfm?Lab=NHEERL&dirEntryId=226582](https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=NHEERL&dirEntryId=226582). Navštíveno 11. 11. 2020.

<sup>4</sup> Janssen S. (2005): Brominated Flame Retardants: Rising Levels of Concern. Health Care Without Harm, pp 39.

<sup>5</sup> Strakova J., DiGangi J., Jensen, G., Petrik J., Bell L. (2018). Toxic Loophole: Recycling Hazardous Waste into New Products: <https://english.arnika.org/publications/toxic-loophole-recycling-hazardous-waste-into-new-products>

<sup>6</sup> Schecter A., Harris T.R., Shan N., Musuba A., Päpke O. (2008): Brominated flame retardants in US food. *Molecular Nutrition & Food Research* 52: 266-272.

<sup>7</sup> Weihe P., Kato K., Calafat A.M., Nielsen F., Wanigatunga A.A., Needham L.L., Grandjean P. (2008): Serum Concentrations of Polyfluoroalkyl Compounds in Faroese Whale Meat Consumers. *Environmental Science and Technology* 42 (16): 6291-6295.

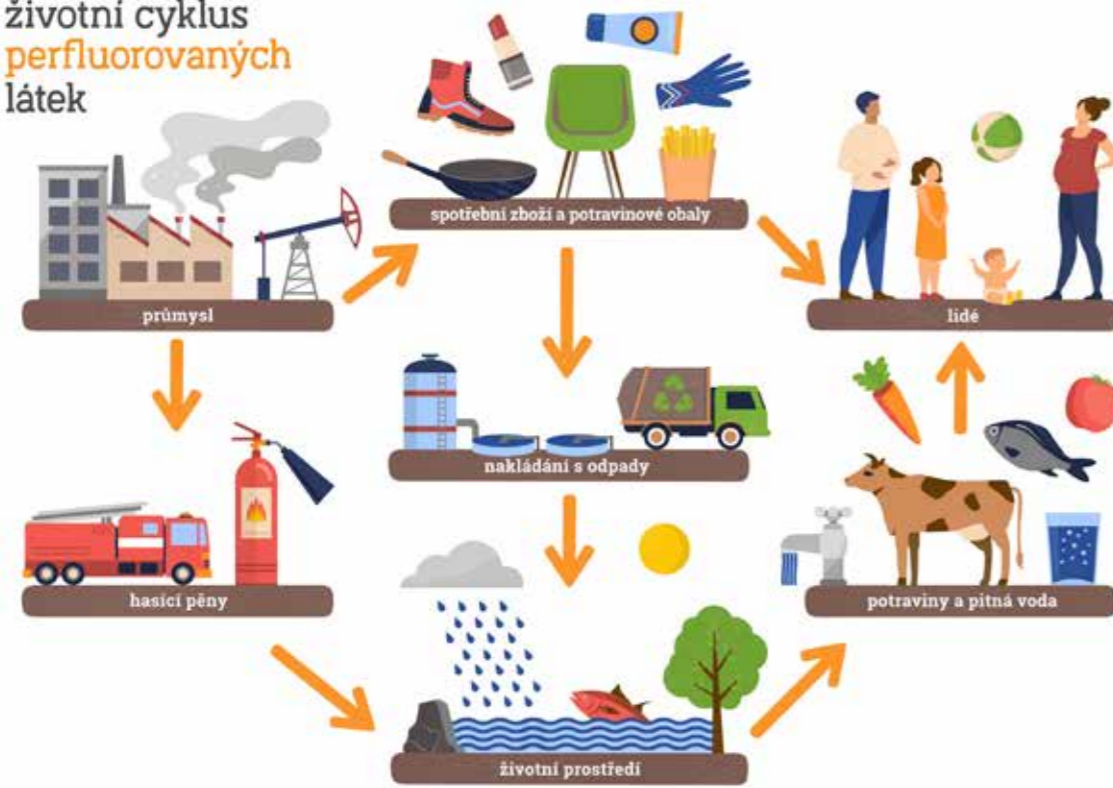
<sup>8</sup> Hoppin J., Kotlarz N.; de Kort T., Ng-A-Tham J., Starling A., Adgate J., Jakobsson K. (2019): An overview of emerging PFAS in drinking water worldwide. *Environmental Epidemiology*: 3: 162-163.

<sup>9</sup> Tao L., Zhang Y., Wu J.P., Wu S.K., Liu Y., Zeng Y.H., Luo X.J., Mai B.X. (2019): Biomagnification of PBDEs and alternative brominated flame retardants in a predatory fish: Using fatty acid signature as a primer. *Environment International* 127: 226-232.

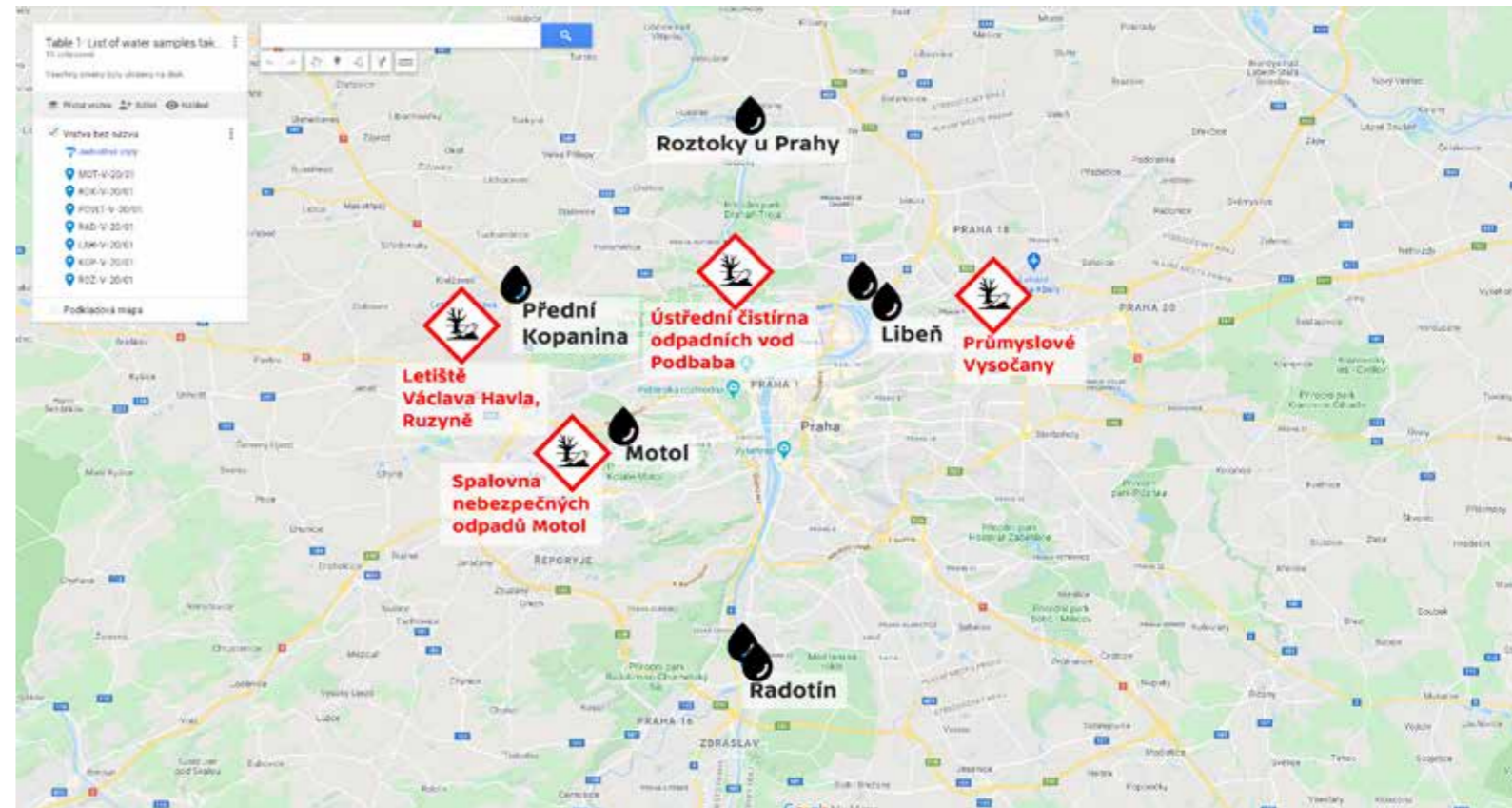
<sup>10</sup> Christensen K.Y., Raymond M., Blackowicz M., Liu Y., Thompson A.B., Anderson H.A., Turyk M. (2017): Perfluoroalkyl substances and fish consumption. *Environmental Research* 154: 145-151. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.12.032>

<sup>11</sup> COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS: Chemicals Strategy for Sustainability Towards a Toxic-Free Environment: <https://ec.europa.eu/environment/pdf/chemicals/2020/10/Strategy.pdf>

## životní cyklus perfluorovaných látek



## Mapa odběrových míst vody



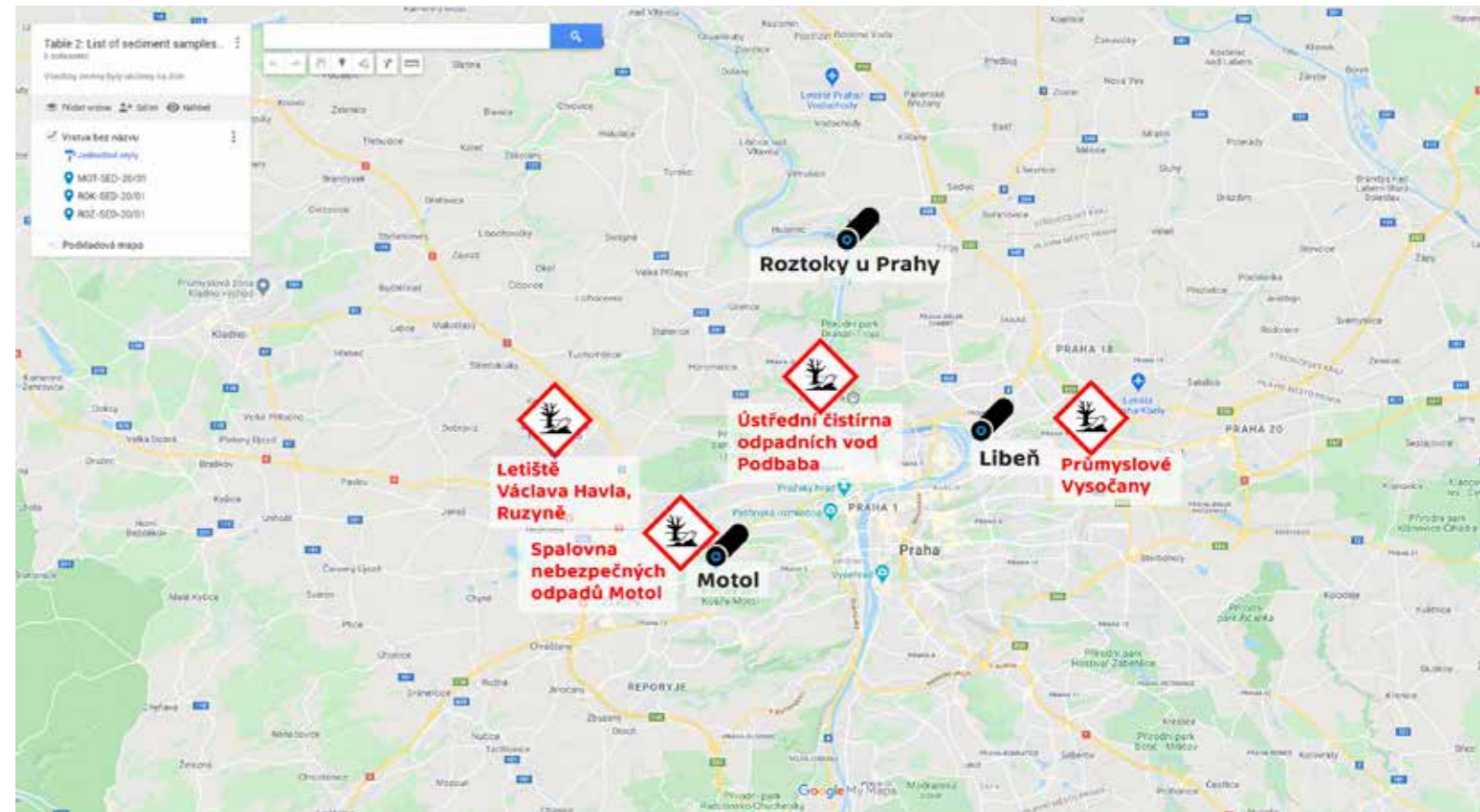
## Cíle studie

Studie si klade za cíl zmapovat hodnoty PFAS a BFRs v pražských vodách, případně zjistit hlavní zdroje znečištění pražských vodních toků a obecně přispět k lepšímu poznání o znečištění těmito látkami v České republice. Navzdory ambici zmapovat horká místa znečištění ve vodním prostředí Prahy, nemůže omezený počet vzorků v této studii nahradit širší a souvislé monitorování. Za účelem dosažení cílů projektu jsme nechali analyzovat a vyhodnotit vzorky vody, sedimentů a ryb odebraných na několika lokalitách na říčních tocích a na jednom rybníce. Studie byla provedena spolkem Arnika, který má dlouholeté zkušenosti s monitorováním znečištění prostředí perzistentními organickými látkami.

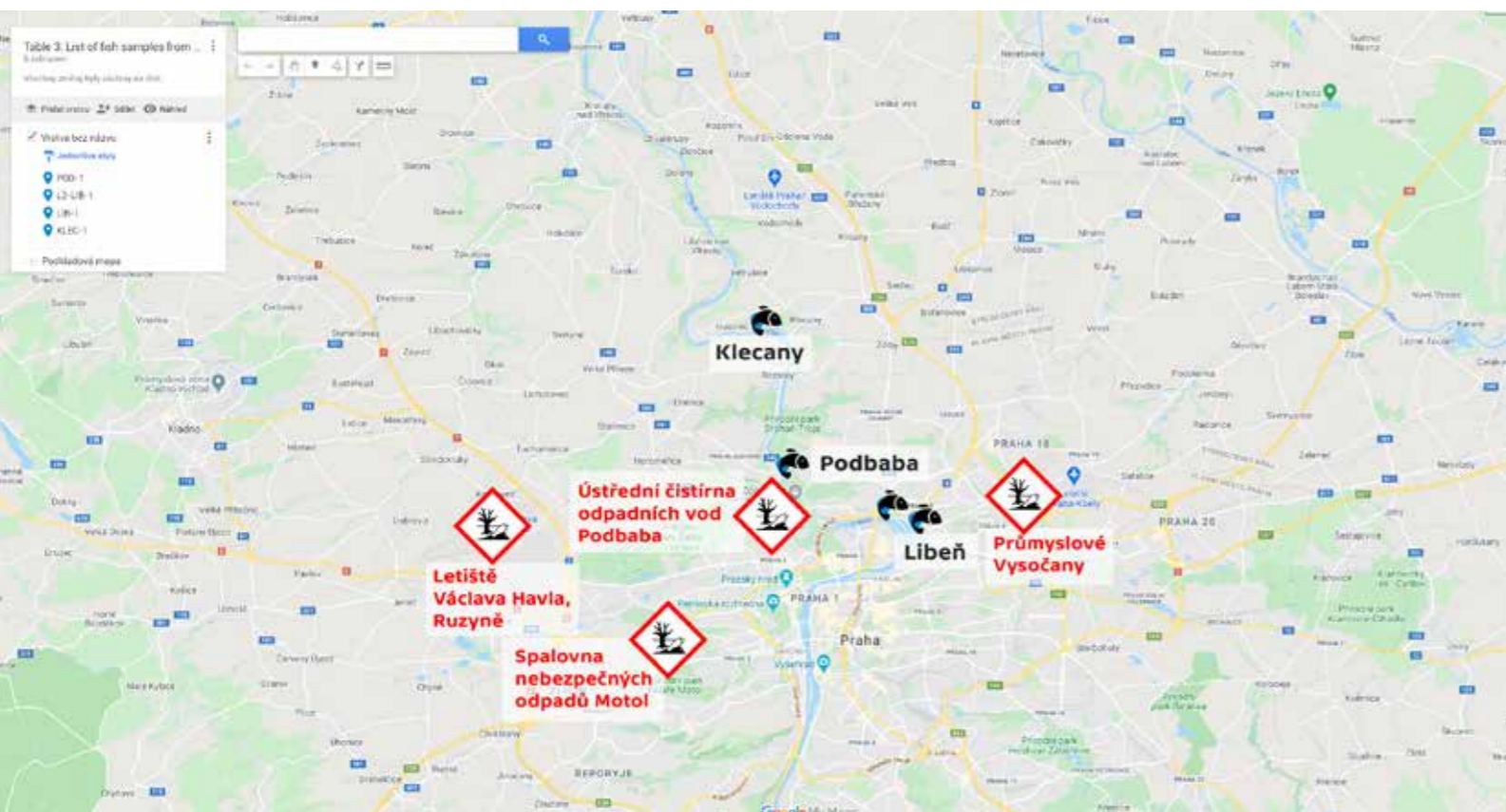
Celkový počet sedmi vzorků vody, třech vzorků sedimentů a čtyřech vzorků ryb z Vltavy, pražských potoků a rybníku byl analyzován na obsah PFAS a BFRs.



## Mapa odběrových míst sedimentů



## Mapa odběrových míst ryb



Vzorky byly analyzovány v laboratoři Ústavu analýzy potravin a výživy při Vysoké škole chemicko-technologické v Praze.



## Výsledky a diskuze

Sebraná data z analýz ukazují, že znečištění povrchových vod těmito látkami je všudypřítomné.

PFAS byly zjištěny ve všech vzorcích vody a ryb. Vzorky vody z referenční lokality nezatížené průmyslovou aktivitou nebyly výjimkou. Nicméně PFAS látky nebyly zjištěny ve vzorcích sedimentů. Nejvyšší koncentrace nejdiskutovanějších zástupců PFAS - perfluorkarboxylových kyselin (PFCA) a perfluorooktansulfonátu (PFOS), byly z odebraných vzorků vody naměřeny v Kopaninském potoce (celková koncentrace 9 PFCA byla 164.34 ng/l). Tyto hodnoty jsou výrazně vyšší ve srovnání s běžným zatížením povrchových vod v Evropě.<sup>12</sup> Jsou srovnatelné s koncentracemi PFAS ve vodách velkých průmyslových aglomerací.<sup>13</sup> Zdrojem znečištění je pravděpodobně Letiště Václava Havla v Praze Ruzyni díky použití hasicích pěn s obsahem PFAS. Dle sdělení letiště se ovšem pěny s PFOS, karcinogenním zástupcem skupiny PFAS, přestaly používat v roce 2011.<sup>14</sup> Současné nálezy této látky ve vodě podtrhují nutnost vážně se zabývat zákazem používání i dalších zástupců PFAS, které budou v životním prostředí patrně spousta dalších let. Letiště Ruzyně by mělo neprodleně přejít k náhradě pěn s obsahem PFAS. Alternativy jsou již běžně dostupné na trhu.<sup>15</sup> Letiště by mělo také rozšířit a zveřejnit výsledky z monitorování zatížení prostředí včetně vody, půdy a živých organismů v okolí letiště. Dále je třeba zhodnotit rizika zatížení prostředí v okolí letiště PFAS a zavést patřičná opatření.

V porovnání s ostatními vzorky, vyšší koncentrace PFAS a perfluoralkylsulfonátů (PFSA) byly naměřeny ve vzorcích ryb a vody odebraných

u ústí Rokytky v Libni. Další vzorek ryb z ne-daleké lokality v Libni pak vykazuje nejvyšší naměřené koncentrace polybromovaných difenyléterů (PBDE) mezi analyzovanými vzorky. U těchto vzorků z Libně se pravděpodobně projevuje historická zátěž z průmyslového areálu ve Vysočanech, kde lze očekávat znečištění jak již v minulosti zakázanými látkami, tak novými kontaminanty. Pro potvrzení důvodů znečištění vzorků ovlivněných činností letiště a průmyslu by bylo vhodné pokračovat v monitoringu. Bylo by tak možné postihnout potenciální zdroje znečištění Vltavy.

BFRs s charakteristikami perzistentních organických látek (polybromované difenylétery, hexabromcyklododekan) byly také naměřeny ve všech vzorcích sedimentů a ryb. Standard kvality životního prostředí pro polybromované difenylétery stanovený směrnicí Evropského parlamentu a Rady č. 2008/105/EC byl překročen ve všech 4 vzorcích ryb. Navíc ve dvou ze čtyřech sedimentů a ve všech vzorcích ryb byly vedle polybromovaných difenyléterů (PBDE) naměřeny i další bromované zpomalovače hoření, které se často používají jako náhrady již zakázaných látek, přestože u nich panuje podezření z obdobných toxických účinků. U koncentrací hexabromcyklododekanu ve vzorcích ryb standardy stanovené touto směrnicí překročeny nebyly. Úroveň znečištění pražských vod BFRs je obdobná jako v jiných evropských tocích.

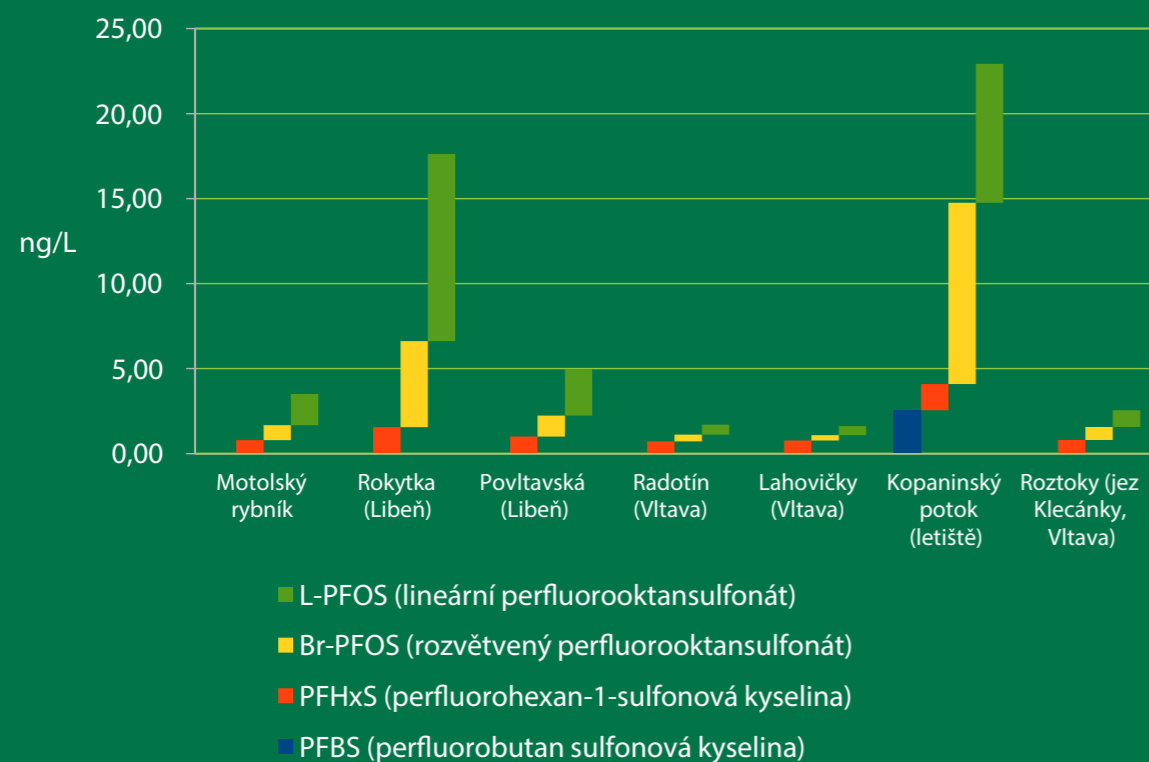
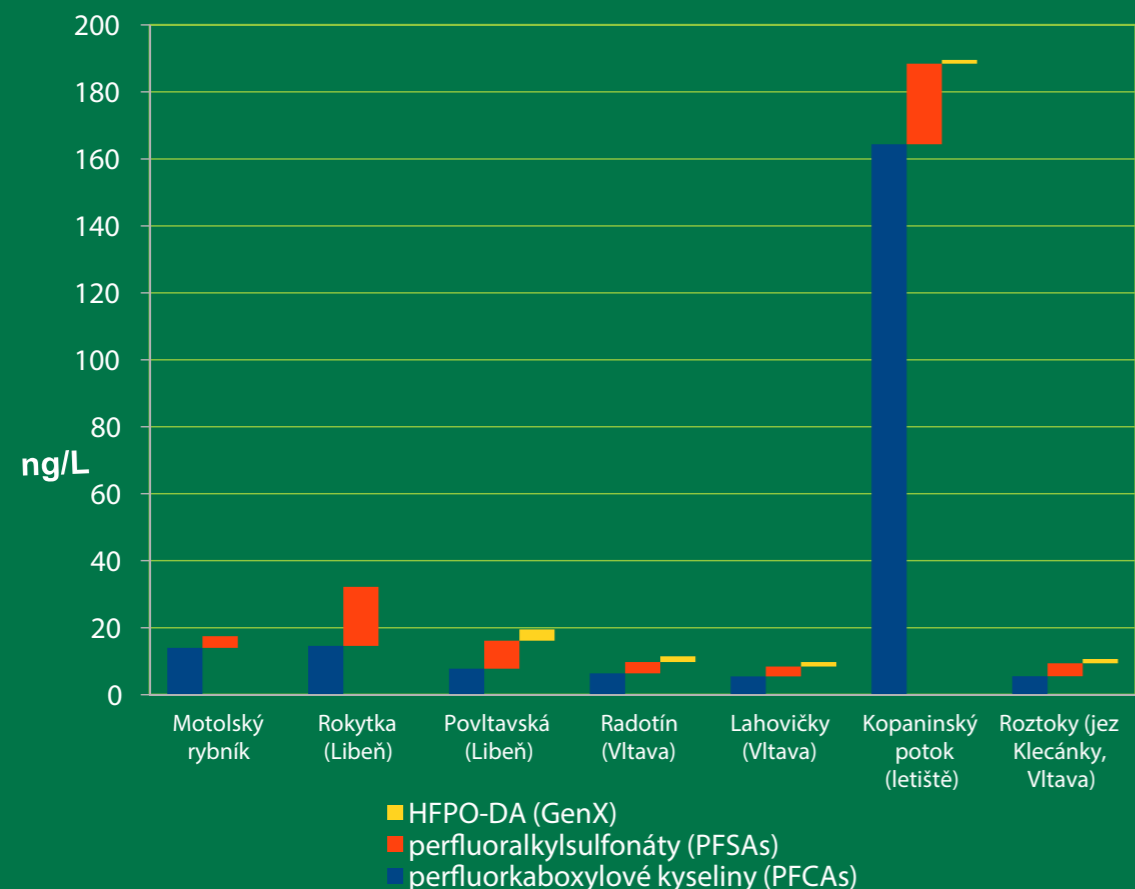
<sup>12</sup> McLachlan S., Holmstrom K., Reth M., Berger U. (2007): Riverine Discharge of Perfluorinated Carboxylates from the European Continent. *Environmental Science and Technology* 41: 7260-7265.

<sup>13</sup> Zhou Y., Tao Y., Li H. et al. (2016): Occurrence investigation of perfluorinated compounds in surface water from East Lake (Wuhan, China) upon rapid and selective magnetic solid-phase extraction. *Scientific Reports* 6: 38633. <https://doi.org/10.1038/srep38633>

<sup>14</sup> Letiště Praha: Monitoring vlivu provozu: <https://www.prg.aero/monitoring-vlivu-provozu> (navštíveno 11.11.2020)

<sup>15</sup> Independent Expert Panel Convened by IPEN (2018): FLUORINE-FREE FIREFIGHTING FOAMS (3F) VIABLE ALTERNATIVES TO FLUORINATED AQUEOUS FILM-FORMING FOAMS (AFFF): [https://ipen.org/sites/default/files/documents/IPEN\\_F3\\_Position\\_Paper\\_POPRC-14\\_12September2018d.pdf](https://ipen.org/sites/default/files/documents/IPEN_F3_Position_Paper_POPRC-14_12September2018d.pdf)

Graf 1 a 2. Zatížení pražských vodních toků PFAS



## Závěry a doporučení

Sebraná data z analýz ukazují, že znečištění povrchových vod těmito látkami v Praze je všudypřítomné. Perfluorované látky (PFAS) byly naměřeny ve všech vzorcích vody a ryb. Bromované zpomalovače hoření (BFRs) s charakteristikami perzistentních organických látek (polybromované difenylétery, hexabromcyklo-dodekan) byly také naměřeny ve všech vzorcích sedimentů a ryb.

Nejvyšší koncentrace perfluorovaných látek (především PFOS) v odebraných vzorcích vody byly naměřeny v Kopaninském potoce. Zdrojem znečištění je pravděpodobně Letiště Václava Havla v Praze Ruzyni díky používání hasicích pěn s obsahem perfluorovaných látek. Letiště Ruzyně by mělo bezpodmínečně nahradit hasicí pěny s PFAS dostupnými alternativami. Letiště by mělo také rozšířit a zveřejnit výsledky

z monitorování zatížení prostředí včetně vody, půdy a živých organismů v okolí letiště. Dále je třeba zhodnotit rizika zatížení prostředí v okolí letiště látkami PFAS a zavést patřičná opatření.

Abychom důsledně ochránili čistotu jak povrchové, tak pitné vody, je třeba souvislého monitorování PFAS a BFRs nejen u pražských vodních toků. Povinnost sledovat vypouštění PFAS látek v rámci Integrovaného registru znečištění (IRZ) by přispělo k většímu povědomí o zdrojích znečištění, případně by napomohlo k identifikaci možných kontaminovaných míst. Toto doporučení je v souladu s revizí implementace evropského registru E-PRTR (Registr uniků a přenosů znečišťujících látek) a souvisejících doporučení<sup>16</sup>, která vybízejí ke sledování uniků třech zástupců PFAS (PFHxS, PFOS and PFOA) do prostředí.



<sup>16</sup> 2019 Review of E-PRTR Implementation and related guidance: [https://circabc.europa.eu/ui/group/f80de80b-a5bc-4c2b-b0fc-9c-597dde0e42/library/b4eacd6d-4425-479a-a225-77306de6b060?p=1&n=10&sort=modified\\_DESC](https://circabc.europa.eu/ui/group/f80de80b-a5bc-4c2b-b0fc-9c-597dde0e42/library/b4eacd6d-4425-479a-a225-77306de6b060?p=1&n=10&sort=modified_DESC)

## Příloha I – popis vzorků

Tabulka 1: Seznam odebraných vzorků vody ve vybraných lokalitách (7/2020)

ID vzorku	Místo odběru	GPS	Možný zdroj znečištění
MOT-V-20/01	Motolský rybník R3	50.0693323N 14.3400060E	Spalovna nebezpečných odpadů Motol
ROK-V-20/01	Soutok Vltavy a Rokytky	50.1078117N, 14.4668342E	Průmyslová zóna Vysočany
POVLT-V-20/01	Vltava u Povltavské, Libeň	50.1136015N 14.4578187E	Průmyslová zóna Vysočany
RAD-V-20/01	Pod soutokem Vltavy a Berounky	49.9979184N 14.4015046E	Žádné. Referenční vzorek
LAH-V-20/01	Vltava u přívozu Lahovičky	50.0023414N 14.4012615E	Žádné. Referenční vzorek
KOP-V-20/01	Kopaninský potok	50.1139017N 14.2890232E	Letiště Václava Havla Ruzyně
ROZ-V-20/01	Vltava (jez Klecánky, Roztoky u Prahy)	50.1663087N 14.4025799E	Ústřední čistírna odpadních vod (ÚČOV), Praha Podbaba

Tabulka 2: Seznam odebraných vzorků sedimentů ve vybraných lokalitách (7/2020)

ID vzorku	Místo odběru	GPS	Možný zdroj znečištění
MOT-SED-20/01	Motolský rybník R3	50.0693323N 14.3400060E	Spalovna nebezpečných odpadů Motol
ROK-SED-20/01	Soutok Vltavy a Rokytky	50.1078117N, 14.4668342E	Průmyslová zóna Vysočany
ROZ-SED-20/01	Vltava (jez Klecánky, Roztoky u Prahy)	50.1663087N 14.4025799E	Ústřední čistírna odpadních vod, Praha Podbaba

Tabulka 3: Seznam odebraných vzorků ryb ve vybraných lokalitách (8-9/2019)

ID vzorku	Druh ryby	Množství ryb v jednom vzorku	Datum odběru	Odběrné místo	Délka ryby včetně ocasu [cm]	Váha ryby [g]	Věk ryby [roky]	Možný zdroj znečištění
POD-1	Plotice obecná (Rutilus rutilus)	2	5.9.2019	Vltava pod ÚČOV Podbaba	30, 31	294, 359	6, 7	Ústřední čistírna odpadních vod, Praha Podbaba
L2-LIB-1	Cejn velký (Abramis brama)	2	8.8.2019	Vltava u Povltavské, Libeň	53, 47	1756, 876	11, 10	Průmyslová zóna Vysočany
LIB-1	Okoun říční (Perca fluviatilis)	3	4.9.2019	Soutok Vltavy a Rokytky	19, 16, 15,5	90, 51, 43	4, 3, 3	Průmyslová zóna Vysočany
KLEC-1	Okoun říční (Perca fluviatilis)	1	5.9.2019	Vltava (jez Klecánky, Roztoky u Prahy)	25	223	7	Ústřední čistírna odpadních vod, Praha Podbaba



## Příloha II – výsledky analýz

**Tabulka 4:** Koncentrace perfluorovaných látek ve vzorcích vody [ng/l]. PFTTrDA, PFTTeDA, PFPrS, PFPeS, PFNS, PFHpS, PFDS, PFDoS, NaDONNA, 9CI-PF3ONS, a 11CI-PF3OUdS nebyly ve vzorcích vody naměřeny (detekční limit 0.02 ng/l).

Perfluorované látky	MOT-V -20/01	ROK-V -20/01	POVLT-V -20/01	RAD-V -20/01	LAH-V -20/01	KOP-V -20/01	ROZ-V -20/01
PFHxA	5.41	5.64	3.33	3.02	2.57	102	2.47
PFHpA	2.40	3.51	1.68	1.39	1.08	56.9	1.10
PFOA	3.43	3.45	1.65	1.20	1.11	4.41	1.22
PFNA	1.02	0.912	0.610	0.517	0.432	0.807	0.450
PFDA	1.39	0.924	0.464	0.223	0.246	0.285	0.234
PFUdA	0.140	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
PFDoA	0.159	0.128	0.034	<0.02	<0.02	<0.02	0.03
PFBS	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	2.56	<0.02
PFHxS	0.798	1.56	1.00	0.718	0.776	1.53	0.807
Br-PFOS	0.879	5.06	1.24	0.397	0.309	10.7	0.758
L-PFOS	1.83	11.0	2.73	0.593	0.535	8.17	0.995
HFPO-DA	<0.02	<0.02	3.39	1.70	1.34	1.14	1.29
Suma 9 PFCAs	13.95	14.57	7.77	6.35	5.44	164.35	5.52
Suma 10 PFSAAs	3.51	17.63	4.97	1.71	1.62	22.92	2.56
Celkem	17.46	32.20	16.13	9.76	8.40	188.42	9.37

**Tabulka 5:** Koncentrace perfluorovaných látek ve vzorcích ryb [µg/kg WW (čerstvé váhy)]. PFHpA a PFBS nebyly ve vzorcích ryb naměřeny (detekční limit 0.006 µg/kg WW).

Perfluorované látky	POD-1	L2-LIB-1	LIB-1	KLEC-1
PFBA	4.46	2.93	26.5	0.917
PFPeA	0.021	<0.013	<0.013	0.064
PFHxA	<0.006	<0.006	0.015	<0.006
PFOA	0.007	0.012	0.008	<0.006
PFNA	<0.006	0.051	0.101	<0.006
PFDA	0.122	0.212	1.39	0.082
PFUdA	0.143	0.180	1.27	0.090
PFDoA	0.231	0.320	1.19	0.182
PFTTrDA	0.057	0.123	0.240	0.044
PFTTeDA	0.027	0.062	0.124	0.038
PFHxS	0.019	0.006	<0.006	0.012
Br-PFOS	0.431	0.262	0.911	0.352
L-PFOS	3.51	1.62	16.5	4.83
PFDS	<0.006	<0.006	0.064	<0.006
PFOSA	0.051	0.046	0.073	0.037
Suma 11 PFCAs	5.07	3.89	30.80	1.42
Suma 5 PFSAAs	3.96	1.89	17.43	5.19
Celkem	9.09	5.83	48.30	6.64

**Tabulka 6:** Koncentrace bromovaných zpomalovačů hoření ve vzorcích sedimentů [µg/kg sušiny]. Kongenery PBDE 28, 49, 66, 85, 100, 153, 154, 196, 197, 203 (detekční limit 0.01 µg/kg sušiny), kongenery PBDE 206, 207 (detekční limit 0.5 µg/kg sušiny), α- a β-HBCD isomery (detekční limit 0.75 µg/kg sušiny) a některé nové BFRs (BTBPE, PBEB, PBT, a OBIND; detekční limit 0.01 µg/kg sušiny) nebyly ve vzorcích sedimentů naměřeny.

Bromované zpomalovače hoření	MOT-SED-20/01	ROK-SED-20/01	ROZ-SED-20/01
PBDE 47	0.033	<0.01	<0.01
PBDE 99	<0.01	0.143	0.329
PBDE 183	<0.01	0.069	0.064
PBDE 209 (decaBDE)	<5.0	8.01	5.63
γ-HBCD	<0.75	1.13	<0.75
DBDPE	<10	60.0	19.9
HBBz	<0.01	0.075	0.029
Komerční směs PentaBDE	0.033	0.143	0.329
Komerční směs OktaBDE	< LOD	0.069	0.064
Suma 16 PBDEs	0.033	8.22	6.22
Celkem	0.033	69.44	26.16

Tabulka 7: Koncentrace bromovaných zpomalovačů hoření ve vzorcích ryb [ $\mu\text{g}/\text{kg}$  WW]. Kongenery PBDE 85, 196, 197, 203 (LOD 0.005  $\mu\text{g}/\text{kg}$  WW) a 206, 207, 209 (LOD 0.05  $\mu\text{g}/\text{kg}$  WW), a nové BFRs (DBDPE, LOD 0.1  $\mu\text{g}/\text{kg}$  WW); HBBz, PBEB, PBT (LOD 0.005  $\mu\text{g}/\text{kg}$  WW); a OBIND nebyly ve vzorcích sedimentů naměřeny (LOD 0.05  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ).

Brominated flame retardant	POD-1	L2-LIB-1	LIB-1	KLEC-1
PBDE 28	0.012	0.047	0.006	0.027
PBDE 47	0.315	2.40	0.205	0.680
PBDE 49	0.014	0.108	0.018	0.036
PBDE 66	<0.005	0.007	0.006	<0.005
PBDE 99	<0.003	0.018	0.088	0.007
PBDE 100	0.047	0.416	0.040	0.090
PBDE 153	<0.003	0.160	0.012	0.007
PBDE 154	0.038	0.442	0.021	0.072
PBDE 183	<0.003	0.009	<0.003	<0.003
$\alpha$ -HBCD	0.830	8.50	1.31	0.531
$\beta$ -HBCD	<0.01	0.184	<0.01	<0.01
$\gamma$ -HBCD	0.049	0.295	<0.01	0.077
BTBPE	<0.01	0.036	<0.01	0.010
Komerční směs PentaBDE	0.34	2.58	0.32	0.75
Komerční směs OktaBDE	0.09	1.03	0.07	0.17
Suma 16 PBDEs	0.426	3.61	0.395	0.920
Suma 6 PBDEs <sup>l)</sup>	0.412	3.48	0.372	0.883
Suma HBCD isomerů	0.88	8.80	1.31	0.61
Celkem	1.30	12.62	1.71	1.54

l) Suma 6 PBDEs = suma PBDE 28, PBDE 47, PBDE 99, PBDE 100, PBDE 153 a PBDE 154.





Tato studie vznikl za finanční podpory hlavního města Prahy a Global Greengrants Fund. Nemusí vyjadřovat stanoviska dárců.

Copyright © Arnika 2020

