

VODNÍ SYSTÉMY A VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ V ČR V PODMÍNKÁCH ZMĚNY KLIMATU

– DÍLČÍ CÍL 4.2.

**Výzkum možného výskytu per- a polyfluorovaných látek
(PFAS) v průmyslových odpadních vodách v ČR
pro odhad ohlašovacího prahu do IRZ**

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

Tomáš Mičaník, Miroslav Váňa, Alena Kristová a kol.



Ing. Tomáš Mičaník, Ph.D.
Ing. Miroslav Váňa
Ing. Alena Kristová
Ing. František Sýkora
Ing. Anna Břicháčková
Bc. Martina Plecítá
doc. Ing. Darina Dvořáková, Ph.D.

VODNÍ SYSTÉMY A VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ V ČR V PODMÍNKÁCH ZMĚNY KLIMATU – DÍLČÍ CÍL 4.2.

**Výzkum možného výskytu per- a polyfluorovaných látek
(PFAS) v průmyslových odpadních vodách v ČR
pro odhad ohlašovacího prahu do IRZ**

**Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.
Praha 2023**

Název a sídlo organizace:

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

Ředitel:

Ing. Tomáš Fojtík

Zadavatel:

Technologická agentura ČR

Odborná garance:

Ministerstvo životního prostředí

Zástupce zadavatele:

RNDr. Helena Kameníčková, Ing. Tereza Davidová, Ph.D.

Zahájení a ukončení úkolu:

7/2022–12/2024 (II. etapa)

Náměstek ředitele pro výzkumnou a odbornou činnost:

Ing. Libor Ansorge, Ph.D.

Vedoucí odboru:

Ing. Miroslav Váňa

Hlavní řešitel:

Ing. Miroslav Váňa

Spoluřešitelé:

Ing. Tomáš Mičaník, Ph.D., Ing. Alena Kristová, Ing. František Sýkora, Ing. Tomáš Sezima, Ph.D., Ing. Anna Břicháčková, Bc. Martina Plecítá, doc. Ing. Darina Dvořáková, Ph.D.

OBSAH

1. Úvod.....	5
2. Výběr zájmových subjektů a screening	7
3. Výsledky.....	9
3.1 Zastoupení jednotlivých látek PFAS v průmyslových odpadních vodách.....	9
3.2 Vyhodnocení výskytu látek PFAS podle kategorií činností IPPC.....	11
3.2.1 Zpracování železných kovů, provoz válcoven za tepla o kapacitě větší než 20 t surové oceli za hodinu (2.3.a)	12
3.2.2 Provoz sléváren železných kovů o výrobní kapacitě větší než 20 t denně (2.4).....	12
3.2.3 Zpracování neželezných kovů: tavení, včetně slévání slitin, neželezných kovů, včetně přetavovaných produktů a provoz sléváren neželezných kovů o kapacitě tavení větší než 4 t za den u olova a kadmia nebo 20 t denně u všech ostatních kovů (2.5.b)	12
3.2.4 Povrchová úprava kovů nebo plastických hmot s použitím elektrolytických nebo chemických postupů, je-li obsah lázně větší než 30 m ³ (2.6)	13
3.2.5 Výroba organických chemických látek, jako jsou kyslíkaté deriváty uhlovodíků jako alkoholy, aldehydy, ketony, karboxylové kyseliny, estery a směsi esterů, acetáty, ethery, peroxidy a epoxidové pryskyřice (4.1.b).....	14
3.2.6 Chemická zařízení na výrobu základních organických chemických látek, jako jsou základní plastické hmoty (syntetická vlákna na bázi polymerů, vlákna na bázi celulózy) (4.1.h).....	15
3.2.7 Výroba farmaceutických produktů, včetně meziproduktů (4.5)	15
3.2.8 Odstraňování nebo využívání nebezpečných odpadů při kapacitě větší než 10 t za den a zahrnující nejméně jednu z těchto činností: fyzikálně-chemická úprava (5.1.b)	16
3.2.9 Odstranění nebo využití odpadu v zařízeních určených k tepelnému zpracování odpadu při kapacitě větší než 3 t za hodinu v případě ostatního odpadu (5.2.a).....	16
3.2.10 Výroba buničiny, papíru a lepenky (6.1.b).....	16
3.2.11 Předúprava, operace jako praní, bělení, mercerace nebo barvení textilních vláken či textilií při kapacitě zpracování větší než 10 t za den (6.2)	17
3.2.12 Povrchová úprava látek, předmětů nebo výrobků používající organická rozpouštědla, zejména provádějící apreturu, potiskování, pokovování, odmašťování, nepromokavou úpravu, úpravu rozměrů, barvení, čištění nebo impregnaci, při spotřebě organických rozpouštědel vyšší než 150 kg za hodinu nebo než 200 t za rok (6.7).....	18
3.2.13 Samostatně prováděné čištění odpadních vod, které nejsou městskými odpadními vodami a které jsou vypouštěny zařízením, na které se vztahuje IPPC (6.11)	19
3.2.14 Subjekty nespádající pod kategorie IPPC.....	19
3.3 Rozsah analýz a jejich cena.....	20

3.3.1	Rozsah analýz látek PFAS.....	20
3.3.2	Cena analýz látek PFAS	21
3.4	Odhady ročních látkových odtoků a ohlašovací práh.....	21
4.	Závěr	23
	Seznam použité literatury	28
	Seznam zkratk.....	29
	Seznam obrázků a tabulek.....	30

1. ÚVOD

Per- a polyfluoroalkylované látky (PFAS) tvoří velkou skupinou tisíců syntetických chemických látek, které jsou používány v širokém spektru průmyslových výrob a činností. Většina zástupců PFAS je perzistentních nebo představujících prekurzor (předchůdce) perzistentní sloučeniny, které jsou odolné vůči rozkladu. Také se snadno přenáší v životním prostředí na dlouhé vzdálenosti od zdroje svého uvolnění. Dochází ke kontaminaci povrchové vody, podzemní vody, půdy a ovzduší a následně hromadění těchto látek v životním prostředí, pitné vodě a potravinách, což je vzhledem k zdravotním rizikům, které vybrané látky PFAS představují, nežádoucí.

V souvislosti s novelizací nařízení vlády č. 145/2008 Sb., kterým se stanoví seznam znečišťujících látek a prahových hodnot a údaje požadované pro ohlašování do integrovaného registru znečišťování životního prostředí (schváleno vládou České republiky 10. května 2023 a novelizovaného nařízením vlády č. 137/2023 Sb.) [1], bylo dle zadání operativního výzkumu v dílčím cíli 4.2, II. etapě, pracovního balíčku 4 výzkumného projektu „Vodní systémy a vodní hospodářství v ČR v podmínkách změny klimatu“ přikročeno k ověření výskytu a koncentrací látek skupiny PFAS v odpadních vodách u největších průmyslových zdrojů, a to z relevantních zařízení/provozoven spadajících pod působnost zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění (IPPC) a zákona č. 25/2008 Sb., o integrovaném registru znečišťování životního prostředí (IRZ) převážně s nepřímým vypouštěním odpadních vod do kanalizace. Pro sumu dvaceti vybraných látek ze skupiny PFAS stanovuje novelizované nařízení č. 145/2008 Sb. ohlašovací práh na úrovni 0,05 kilogramu za rok za provozovnu.

V rámci screeningu byla ověřována přítomnost 20 látek patřících do skupiny sumy PFAS (suma per- a polyfluorovaných alkylových sloučenin považovaných za znepokojivé, pokud jde o vodu určenou k lidské spotřebě) podle Směrnice EU 2020/2184 o jakosti vody určené k lidské spotřebě [2], tučně jsou označeny látky uvedené v registru Toxics Release Inventory (k datu zadání – duben 2022) [3]:

perfluorobutansulfonová kyselina (PFBS)
perfluoropentansulfonová kyselina (PFPS)
perfluorohexansulfonová kyselina (PFHxS)
perfluoroheptansulfonová kyselina (PFHpS)
perfluoroktansulfonová kyselina (PFOS)
perfluorononansulfonová kyselina (PFNS)
perfluorodekansulfonová kyselina (PFDS)
perfluorododekansulfonová kyselina (PFDoS)
perfluorobutanová kyselina (PFBA)
perfluoropentanová kyselina (PFPA)
perfluorohexanová kyselina (PFHxA)
perfluoroheptanová kyselina (PFHpA)
perfluoroktanová kyselina (PFOA)
perfluorononanová kyselina (PFNA)
perfluorodekanová kyselina (PFDA)
perfluoroundekanová kyselina (PFUnDA)
perfluorododekanová kyselina (PFDoDA)
perfluorotridekanová kyselina (PFTrDA)
perfluoroundekansulfonová kyselina (PFUnDS)
perfluorotridekansulfonová kyselina (PFTrDS)

Cíl výzkumu:

- 1) Provést screening látek navržených v již dříve pro MŽP zpracované studii IRZ pro 30 vytipovaných subjektů a 5 zařízení s IP spadajících do kategorie 6.11 (Průmyslové ČOV, které budou vybrány z tabulky 2) a které ohlašují do IRZ. Preferována jsou zařízení, kde již probíhá spolupráce ohledně hlavního úkolu.

- 2) Dále provést vyhodnocení – vzájemné porovnání jednotlivých hodnot a samostatně vyhodnotit hodnoty látek (v tabulce tučným písmem) odpovídajících registru Toxics Release Inventory (TRI).
- 3) Navrhnout pro vyčištěnou průmyslovou odpadní vodu potřebný rozsah analýzy látek PFAS, ve které budou zastoupeny nejvýznamnější skupiny PFAS a určit předpokládanou cenu této analýzy včetně přípravy vzorků.
- 4) Na základě screeningu rozhodnout s jakou mírou nejistoty lze:
 - a) získané výsledky aplikovat pro určení ohlašovacího prahu,
 - b) navrhnout ohlašovací práh pro ohlášení do IRZ (kg/rok).
- 5) Po dohodě s garantem (MŽP) buď definovat analýzu a ohlašovací práh dle bodu 4), nebo stanovit variantní rozsah požadovaného screeningu u relevantních odvětví, který, s mírou nejistoty požadovanou garantem (MŽP), umožní definovat rozsah analýz a ohlašovací práh.

2. VÝBĚR ZÁJMOVÝCH SUBJEKTŮ A SCREENING

V rámci šetření bylo plánováno prověření 35 subjektů (30 průmyslových podniků + 5 čistíren odpadních vod kategorie IPPC 6.11). Výběr subjektů napříč kategoriemi IPPC proběhl po předchozí analýze dostupných údajů z I. etapy řešení a rešerše předpokládaného použití ve výrobě a možného výskytu látek PFAS v odpadních vodách. [4]

Za sledované období (2. pololetí 2022 – 1. pololetí 2023) proveden odběr odpadních vod 29 vybraných subjektů (představující celkem 36 odběrných míst) vypouštějících odpadní vody nepřímo do městské kanalizace (28 odběrných míst) nebo přímo do vodního toku (8 odběrných míst). Konečný počet vybraných subjektů (29) je nižší než plánovaný (35) z důvodu odběru vzorků na více odběrových místech v rámci jednoho subjektu. Tyto odběry v rámci subjektu sloužily k upřesnění příčin původu významného výskytu látek PFAS v průmyslových odpadních vodách na koncových výustích. V kategorii činnosti IPPC 6.11 byly odzorkovány pouze 2 subjekty z původně 5 plánovaných. Důvodem nižšího počtu je jednak omezený počet čistíren se zájmovými činnostmi s předpokladem výskytu látek PFAS a dále odmítnutí spolupráce či dlouhodobá odstávka zařízení.

Pokryty byly níže uvedené kategorie IPPC:

- 2.3.a)** Zpracování železných kovů, provoz válcoven za tepla o kapacitě větší než 20 t surové oceli za hodinu.
- 2.4** Provoz sléváren železných kovů o výrobní kapacitě větší než 20 t denně.
- 2.5.b)** Zpracování neželezných kovů: tavení, včetně slévání slitin, neželezných kovů, včetně přetavovaných produktů a provoz sléváren neželezných kovů o kapacitě tavení větší než 4 t za den u olova a kadmia nebo 20 t denně u všech ostatních kovů.
- 2.6** Povrchová úprava kovů nebo plastických hmot s použitím elektrolytických nebo chemických postupů, je-li obsah lázně větší než 30 m³.
- 4.1.b)** Výroba organických chemických látek, jako jsou kyslíkaté deriváty uhlovodíků jako alkoholy, aldehydy, ketony, karboxylové kyseliny, estery a směsi esterů, acetáty, ethery, peroxidy a epoxidové pryskyřice.
- 4.1.h)** Chemická zařízení na výrobu základních organických chemických látek, jako jsou základní plastické hmoty (syntetická vlákna na bázi polymerů, vlákna na bázi celulózy).
- 4.5** Výroba farmaceutických produktů, včetně meziproductů.
- 5.1.b)** Odstraňování nebo využívání nebezpečných odpadů při kapacitě větší než 10 t za den a zahrnující nejméně jednu z těchto činností: fyzikálně-chemická úprava.
- 5.2.a)** Odstranění nebo využití odpadu v zařízeních určených k tepelnému zpracování odpadu při kapacitě větší než 3 t za hodinu v případě ostatního odpadu.
- 6.1.b)** Výroba buničiny, papíru a lepenky.
- 6.2** Předúprava, operace jako praní, bělení, mercerace nebo barvení textilních vláken či textilií při kapacitě zpracování větší než 10 t za den.
- 6.7** Povrchová úprava látek, předmětů nebo výrobků používající organická rozpouštědla, zejména provádějící apreturu, potiskování, pokovování, odmašťování, nepromokavou úpravu, úpravu rozměrů, barvení, čištění nebo impregnaci, při spotřebě organických rozpouštědel vyšší než 150 kg za hodinu nebo než 200 t za rok.
- 6.11** Samostatně prováděné čištění odpadních vod, které nejsou městskými odpadními vodami a které jsou vypouštěny zařízením, na které se vztahuje IPPC.

Mimo činnosti spadající pod integrovanou prevenci byly ověřeny také odpadní vody čtyř subjektů (2x výroba barev/nátěrových hmot, strojírenství a automyčka), vzhledem k předpokladu, že by se zde mohly látky PFAS vyskytovat ve zvýšené míře.

Odběr odpadních vod byl realizován jako slévaný 2hodinový vzorek. Prostý odběr byl proveden pouze v případech diskontinuálního vypouštění se záchytem odpadních vod v jímce. Četnost vzorkování odpadních vod u každého subjektu byla plánována 2x. Datum vzorkování bylo dojednáno s podniky individuálně v závislosti na režimu vypouštění odpadních vod, mimo případné odstávky provozů (celozávodní dovolená, výpadek výroby z důvodu nedostatku vstupních surovin) tak, aby screening odpadních vod probíhal při obvyklém výrobním postupu. Ve vybraných případech s ohledem na charakter vypouštěných odpadních vod a za podmínky, že nebyla při prvním odběru zjištěna významná přítomnost těchto látek v odpadní vodě, nebyl již druhý odběr realizován (5 subjektů).

Odběr odpadních vod byl realizován do plastových vzorkovnic o objemu 0,5 dm³ určených a odzkoušených analytickou laboratoří (VŠCHT Praha), aby se vyloučila případná sekundární kontaminace odebraných odpadních vod. Pozn. Dílčí objemy slévaného vzorku odpadní vody byly jímány do skleněné vzorkovnice. Na místě odběru byla měřena konduktivita a teplota odpadní vody (ve slévaném vzorku). Transport do laboratoře byl realizován v chladícím boxu. Vzorky byly do doby chromatografické analýzy zamrazeny (-18°C).

Analýzy 20 sloučenin PFAS byly realizovány na pracovišti Ústavu analýzy potravin a výživy Vysoké školy chemicko-technologické Praha. Mez stanovitelnosti jednotlivých zástupců PFAS činila 0,02 ng/l. V případech složitých matic (u 50 % vzorků) průmyslových odpadních vod musely být použity alternativní postupy s mezí stanovitelnosti od 0,05 do 0,5 ng/l.

Podniky byly podle lokalizace rozděleny na dvě skupiny. Podniky ve středních, jižních, severních a západních Čechách řešilo pražské pracoviště, podniky ve východních Čechách, na Vysočině a na Moravě ostravské pracoviště VÚV TGM, v. v. i.

Souběžně se zahájením screeningu byly po konzultaci s podnikovými ekology nebo zástupci vedení podniků vytvořeny a průběžně naplňovány „pasporty“ pro jednotlivé konkrétní subjekty. Pasport obsahuje následující informace:

- základní údaje o subjektu,
- prověřovaná činnost IPPC,
- popis vodního hospodářství,
- přehled zájmových výustí,
- datum odběrů odpadních vod,
- fotodokumentaci odběrů,
- jiná důležitá zjištění,

a slouží výhradně pro interní potřebu VÚV TGM, v. v. i. a pro doplňující informace k této zprávě.

3. VÝSLEDKY

Následující kapitoly shrnují výsledky získané screeningem odpadních vod z 29 průmyslových subjektů, které převážně vypouští odpaní vody nepřímo do městských kanalizací (23 subjektů) nebo přímo do vodního toku (6 subjektů). Subjektem se rozumí podnik resp. provozovna, kde se může nacházet jedno nebo více zařízení IPPC.

Do hodnocení byl zahrnutý každý jednotlivý odběr, který byl realizován. Níže uvedené a hodnocené údaje jsou anonymní. Subjektům bylo přiděleno pořadové číslo s obecným označením SX (kde X značí pořadí), které je použito v textu a obrázcích. U značení subjektů není rozlišeno odběrné místo, v případě potřeby je situace komentována podrobněji v textu.

Pro výpočet odhadu ročních látkových odtoků byly použity hodnoty ročního vypouštěného množství odpadních vod převážně získané od jednotlivých subjektů (nepřímé vypouštění, rok 2022) nebo ze státní bilance (přímé vypouštění, rok 2021) a v ojedinělých případech byl použitý odhad.

Výsledky analýz (k 30. 6. 2023) jsou k dispozici u 29 subjektů resp. 35 odběrných míst), které jsou dále v textu vyhodnoceny. U dalších dvou subjektů se čeká na povolení k odběru), u 1 subjektů se čeká na dodání výsledků laboratorních analýz (jedná se o druhý odběr odpadních vod).

3.1 Zastoupení jednotlivých látek PFAS v průmyslových odpadních vodách

Tabulka 1 obecně shrnuje zjištění výskytu látek PFAS v průmyslových odpadních vodách (výskyt je označen žlutou barvou pole). Z jednotlivých sledovaných 20 látek PFAS nebyly vůbec detekovány následující:

- perfluorononansulfonová kyselina (PFNS)
- perfluorodekansulfonová kyselina (PFDS)
- perfluorododekansulfonová kyselina (PFDoS)
- perfluoroundekansulfonová kyselina (PFUnDS).

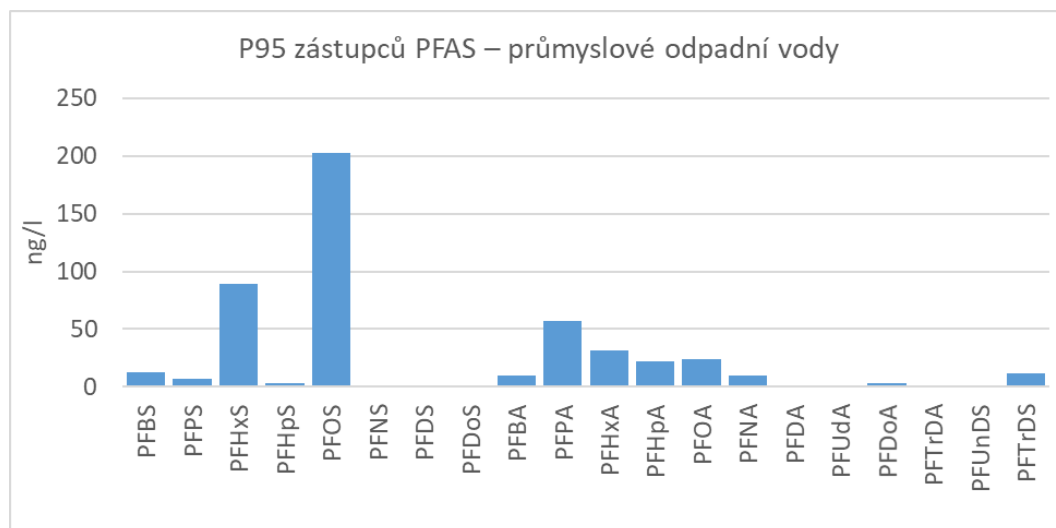
Téměř vůbec nebyly detekovány (minimální koncentrace s minimální frekvencí výskytu):

- perfluoroundekanová kyselina (PFUnDA) (dva výskyty)
- perfluorotridekanová kyselina (PFTrDA) (jeden výskyt)
- perfluorotridekansulfonová kyselina (PFTrDS) (tři výskyty).

Tabulka 1 Přehled výskytu zástupců PFAS v průmyslových odpadních vodách

	PFBS	PFPS	PFHxS	PFHpS	PFOS	PFNS	PFDS	PFDoS	PFBA	PFPA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUdA	PFDoA	PFTrDA	PFUnDS	PFTrDS
S1																				
S1																				
S2																				
S2																				
S3																				
S3																				
S3																				
S4																				
S4																				
S5																				
S6																				
S7																				
S8																				
S8																				
S9																				
S9																				
S10																				
S10																				
S11																				
S11																				
S12																				
S12																				
S13																				
S14																				
S14																				
S14																				
S14																				
S15																				
S15																				
S16																				
S16																				
S17																				
S17																				
S18																				
S19																				
S20																				
S21																				
S21																				
S21																				
S21																				
S22																				
S22																				
S23																				
S24																				
S24																				
S25																				
S25																				
S25																				
S25																				
S26																				
S27																				
S28																				
S29																				

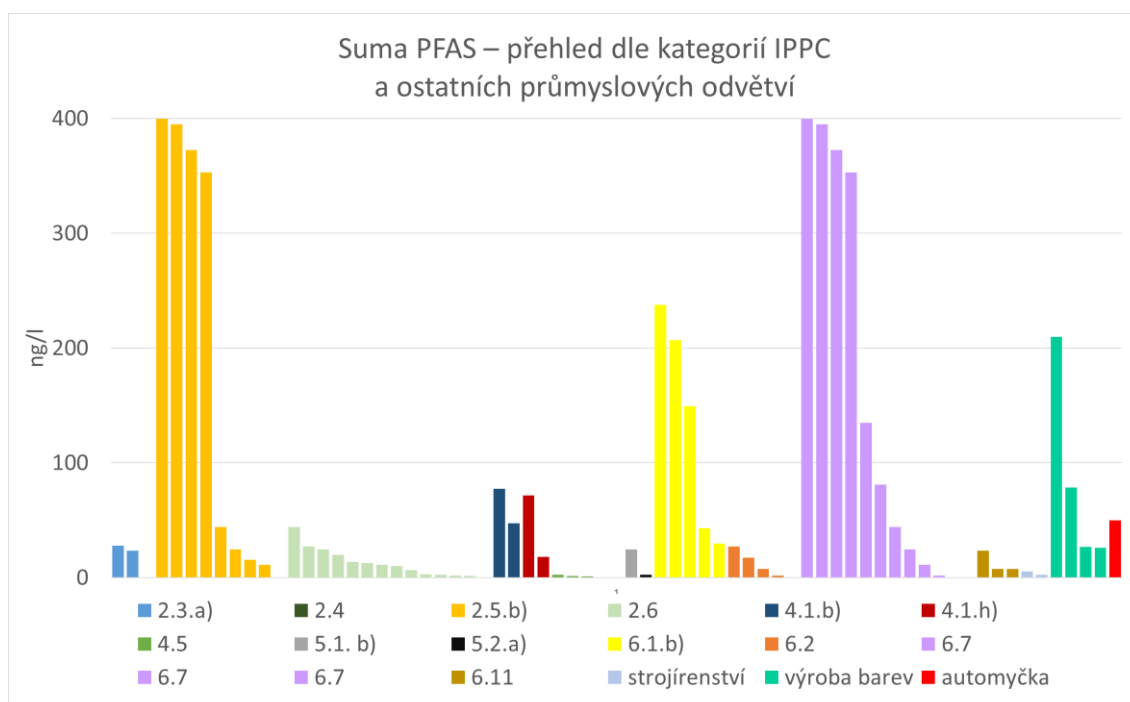
Graf (Obrázek 1) znázorňuje statistické vyhodnocení výskytu všech 20 sledovaných zástupců PFAS v průmyslových odpadních vodách vyjádřené pomocí P95, tzn. že 95 % zjištěných koncentrací se nacházelo pod uvedenou hodnotou. Nejvyšších koncentrací ze sledovaných látek PFAS v průmyslových odpadních vodách podle dosavadních výsledků dosahují perfluoroktansulfonová kyselina (PFOS) a perfluorohexansulfonová kyselina (PFHxS).



Obrázek 1 Koncentrace P95 zástupců PFAS v průmyslových odpadních vodách

3.2 Vyhodnocení výskytu látek PFAS podle kategorií činností IPPC

Celkem byly hodnoceny odpadní vody 29 subjektů pokrývajících 13 kategorií činností IPPC a dalších 3 subjektů, které pod IPPC nespádají (2x výroba barev/nátěrových hmot, strojírenství a automyčka). Některé subjekty pokrývají více kategorií činností a jsou hodnoceny ve více kategoriích činností.



Obrázek 2 Suma PFAS – přehled dle kategorií činností IPPC a ostatních průmyslových odvětví

Graf (Obrázek 2) shrnuje údaje o sumě PFAS (ng/l) z veškerých dostupných výsledků získaných v rámci screeningu řazených dle jednotlivých kategorií činností IPPC a ostatních průmyslových odvětví.

Do přehledu je zahrnutý každý výsledek z jednotlivých provedených odběrů. Pokud odebraný vzorek technologických odpadních vod obsahoval vody z více zařízení/kategorií IPPC, je výsledek uvedený u každé kategorie. Podrobný rozbor koncentrací PFAS je komentován v následujících podkapitolách.

3.2.1 Zpracování železných kovů, provoz válcoven za tepla o kapacitě větší než 20 t surové oceli za hodinu (2.3.a)

V dané kategorii byl proveden screening odpadních vod jednoho subjektu (1 monitorovací místo). Monitorována byla výust, kterou je vypouštěno do městské kanalizace pouze malé množství chladících vod z provozu válcovny. Výust splaškových vod nebyla monitorována.

Výsledky analýz odpadních vod obou provedených odběrů byly téměř totožné. Suma PFAS byla naměřena 27,6 resp. 23,6 ng/l. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny u látek PFBA (7,77 ng/l) a PFPA (8,07 ng/l). Ostatní látky PFAS se pohybovaly v hodnotách řádově ng/l nebo nižších a z poloviny pod mezí stanovitelnosti.

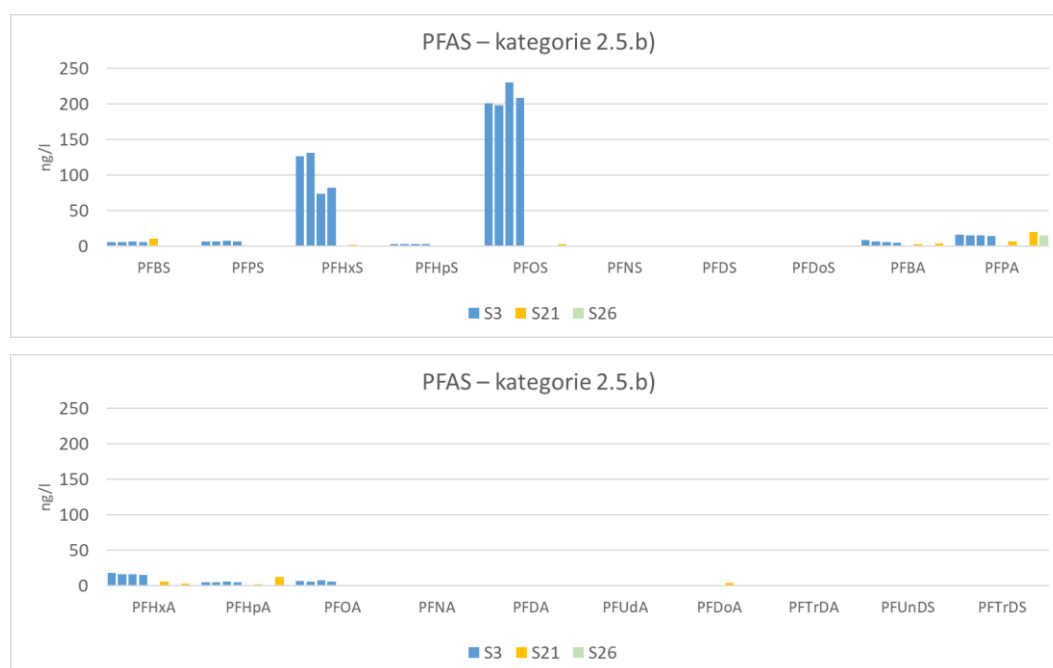
Odhad ročního látkového odtoku PFAS u odpadních vod výše uvedeného subjektu byl nižší než ohlašovací práh 0,05 kg za rok v celkovém množství dle novelizovaného nařízení č. 145/2008 Sb.

3.2.2 Provoz sléváren železných kovů o výrobní kapacitě větší než 20 t denně (2.4)

V dané kategorii byl proveden screening odpadních vod jednoho subjektu (slévárna). Všechny analyzované látky PFAS byly pod mezí stanovitelnosti.

3.2.3 Zpracování neželezných kovů: tavení, včetně slévání slitin, neželezných kovů, včetně přetavovaných produktů a provoz sléváren neželezných kovů o kapacitě tavení větší než 4 t za den u olova a kadmia nebo 20 t denně u všech ostatních kovů (2.5.b)

V dané kategorii byl proveden screening odpadních vod tří subjektů (5 odběrných míst). Odpadní vody dvou hodnocených subjektů jsou vypouštěny do městské kanalizace, u jednoho subjektu je realizováno vypouštění přímé do povrchových vod. Technologické odpadní vody subjektů S3 a S21 zahrnují také odpadní vody z povrchových úprav (kategorie 2.6 nebo 6.7).



Obrázek 3 PFAS v odpadních vodách – kategorie 2.5.b)

Z grafu (Obrázek 3) je patrné, že nejvyšší koncentrace byly zjištěny v dané kategorii IPPC u látek PFOS (maximum 230,2 ng/l) a PFHxS (maximum 131 ng/l). Nejvíce byly kontaminované odpadní vody subjektu S3, kde byl proveden screening jak vyčištěných průmyslových odpadních vod (vody na výstupu z chemické ČOV), tak odpadních vod na koncové výusti z areálu. Vody z koncové výusti, které obsahují kromě vyčištěných průmyslových odpadních vod taktéž vody splaškové, dešťové a chladicí, vykazovaly shodné nebo mírně nižší koncentrace oproti vyčištěné průmyslové odpadní vodě. Odpadní vody z koncové výusti jsou vypouštěny přímo do toku. Vzhledem k vysokým zjištěným koncentracím látek PFAS v odpadních vodách byl zjišťován možný zdroj kontaminace v rámci průmyslového areálu. V podniku se nachází Milánská těsnicí stěna a celkem 7 studen/vrtů, kdy udržováním hladiny podzemní vody pod úroveň recipientu protékajícího v těsné blízkosti průmyslového areálu je hydraulicky bráněno pronikání znečištěné kontaminovanými podzemními vodami do toku. Byly odebrány vzorky vod čerpané podzemní vody ze dvou studní/podzemních vrtů: jeden je situován pod „starou válcovnou“ druhý byl vybrán pod „novou válcovnou“. V těchto vzorcích byly nalezeny koncentrace 494 a 1 001 ng/l sumy PFAS. Podzemní vody ze studní jsou vypouštěny do podnikové kanalizace na podnikovou ČOV chemických vod. Roční objem čerpaných podzemních vod činí cca 1/3 objemu celkových odpadních vod vypouštěných subjektem do vodoteče. V podniku se používají válcovací oleje Somentor 32, Somentor 34 a Lubrilam S31L. V produktových listech těchto přípravků není uvedeno, že by látky PFAS obsahovaly. Tyto přípravky slouží především pro válcování hliníkových pásů a fólií (Somentor 32 vyhovuje US FDA Regulation 21 CFR 178.3910 pro použití jako balicí materiál v potravinářství).

U subjektu S21 byly odebrány vzorky jak předčištěných průmyslových odpadních vod, tak vod splaškových. Z rozborů vyplynula skutečnost: průmyslové předčištěné odpadní vody látky PFAS obsahovaly jen malé množství PFAS (11 ng/l a <MS), odpadní vody splaškové však více (24,4 a 44 ng/l) s převahou PFPeA a PFHpA.

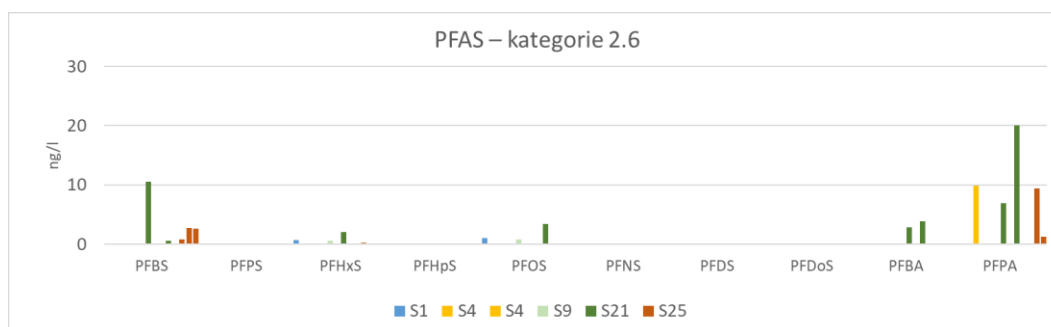
V případě subjektu S26 byla v odpadních vodách zjištěna jen jediná látka PFAS, a to PFPeA v množství 15,5 ng/l.

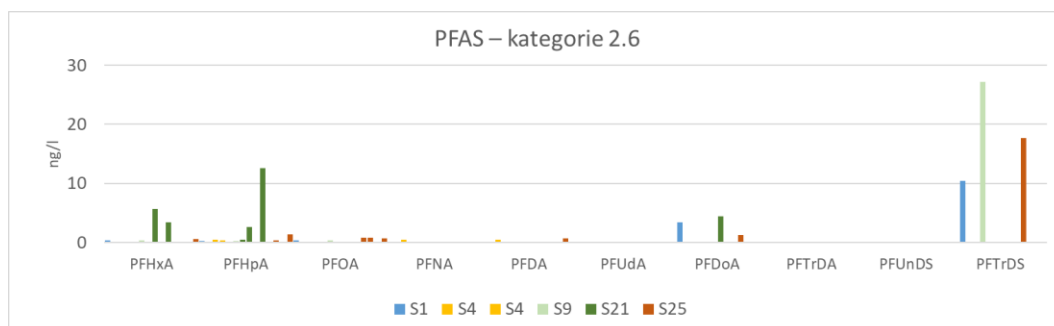
Je pravděpodobné, že v případě subjektů S21 a S26 není realizováno válcování neželezných kovů.

Odhad ročního látkového odtoku PFAS odpadními vodami na koncové výusti z areálu subjektu S3 vzhledem k vysokým koncentracím PFAS (stovky ng/l) a množství vypuštěných odpadních vod (400 tis. m³/rok) činí 0,158 kg (první odběr) resp. 0,141 kg (2. odběr) a je tedy vyšší než ohlašovací práh 0,05 kg za rok v celkovém množství dle novelizovaného nařízení č. 145/2008 Sb. U ostatních subjektů by k překročení ohlašovacího prahu pro látky PFAS nedošlo.

3.2.4 Povrchová úprava kovů nebo plastických hmot s použitím elektrolytických nebo chemických postupů, je-li obsah lázně větší než 30 m³ (2.6)

V dané kategorii byl proveden screening odpadních vod pěti subjektů (7 odběrných míst). Technologické odpadní vody subjektů S21 zahrnují také odpadní vody ze zpracování neželezných kovů (kategorie 2.5.b). Odpadní vody všech hodnocených subjektů jsou vypouštěny do městské kanalizace.





Obrázek 4 PFAS v odpadních vodách – kategorie 2.6

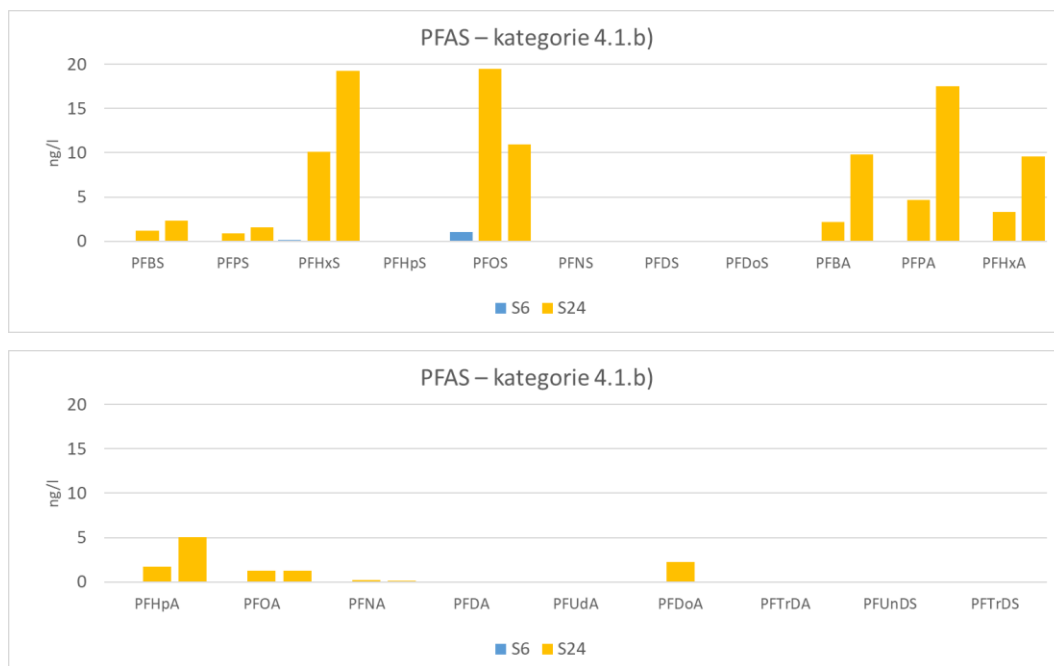
Z grafu (Obrázek 4) je patrné, že nejvyšší zjištěné koncentrace jednotlivých látek PFAS se pohybovaly v hodnotách maximálně desítek nanogramů na litr, ostatní pak v desetínách až jednotkách ng/l. Nejvyšší koncentrace v dané kategorii IPPC byly potvrzeny u látek PFTrDS (27,2 ng/l) a PFPA (20 ng/l).

U subjektů S21 a S25 byla monitorována dvě odběrná místa – technologické odpadní vody a splaškové. Výsledky ukázaly, že koncentrace PFAS je vyšší v odpadních vodách splaškových. V případě subjektu S25 byl realizován pouze první odběr, ze získaných dat nelze zatím vyvodit konečný závěr. Koncentrace se pohybovaly řádově v desítkách a jednotkách ng/l.

Odhad ročního látkového odtoku PFAS u odpadních vod všech subjektů spadajících pod danou kategorii IPPC byl nižší než ohlašovací práh 0,05 kg za rok v celkovém množství dle novelizovaného nařízení č. 145/2008 Sb.

3.2.5 Výroba organických chemických látek, jako jsou kyslíkaté deriváty uhlovodíků jako alkoholy, aldehydy, ketony, karboxylové kyseliny, estery a směsi esterů, acetáty, ethery, peroxidy a epoxidové pryskyřice (4.1.b)

V dané kategorii byl proveden screening odpadních vod dvou subjektů (2 odběrná místa). Odpadní vody jsou vypouštěny do městské kanalizace.



Obrázek 5 PFAS v odpadních vodách – kategorie 4.1.b)

Z grafu (Obrázek 5) je patrné, že nejvyšší koncentrace jednotlivých látek PFAS se pohybovaly v hodnotách maximálně desítek ng/l, ostatní pak v desetínách až jednotkách ng/l. Nejvyšší koncentrace v dané kategorii IPPC byly zjištěny u látek PFOS (19,45 ng/l), PFHxS (19,22 ng/l) a PFPA (17,53 ng/l).

Odhad ročního látkového odtoku PFAS u odpadních vod všech subjektů spadajících pod danou kategorii IPPC byl nižší než ohlašovací práh 0,05 kg za rok v celkovém množství dle novelizovaného nařízení č. 145/2008 Sb.

3.2.6 Chemická zařízení na výrobu základních organických chemických látek, jako jsou základní plastické hmoty (syntetická vlákna na bázi polymerů, vlákna na bázi celulózy) (4.1.h)

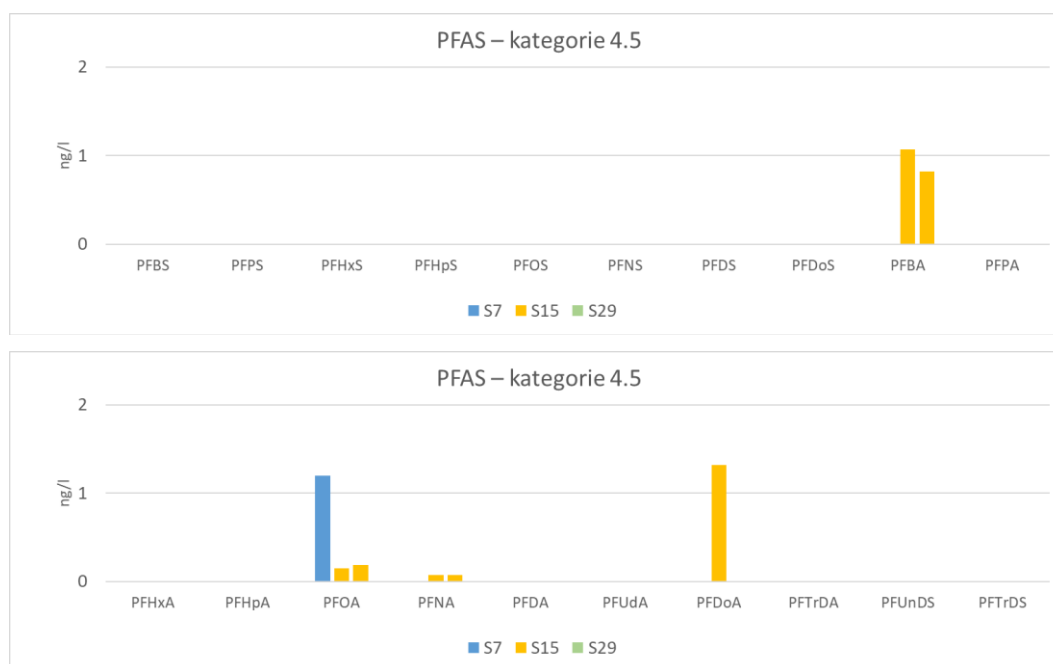
V dané kategorii byl proveden screening odpadních jednoho subjektu S10 (1 odběrné místo). Odpadní vody jsou vypouštěny do městské kanalizace. V podniku je používána technologie řezání materiálů ze syntetických hmot vodním paprskem. Objem vypouštěných vod z tohoto procesu je velice nízký.

Suma látek PFAS byla u daného subjektu naměřena ve výši 71,5 resp. 17,9 ng/l ze dvou odběrů odpadních vod. Z 20 sledovaných látek byly zastoupeny pouze PFBA, PFPA, PFHxA, PFHpA a PFOA u obou odběrů, u jednoho pak dále PFOS a PFDoA. Nejvyšší zjištěná koncentrace byla u PFHpA (32,9 ng/l) a PFPA (26,6 ng/l), ostatní hodnoty se pohybovaly řádově v jednotkách ng/l nebo pod mezí stanovitelnosti.

Odhad ročního látkového odtoku PFAS u odpadních vod výše uvedeného subjektu byl nižší než ohlašovací práh 0,05 kg za rok v celkovém množství dle novelizovaného nařízení č. 145/2008 Sb.

3.2.7 Výroba farmaceutických produktů, včetně meziproduktů (4.5)

V dané kategorii byl proveden screening odpadních vod tří subjektů (3 odběrná místa). Odpadní vody všech hodnocených subjektů jsou vypouštěny do městské kanalizace.



Obrázek 6 PFAS v odpadních vodách – kategorie 4.5

Z grafu (Obrázek 6) je patrné, že nejvyšší koncentrace jednotlivých látek PFAS se pohybovaly v hodnotách maximálně jednotek nanogramů na liter, ostatní pak v desetinách mg/l, a suma PFAS nepřesáhla 3 ng/l. Nejvyšší koncentrace v dané kategorii IPPC byly zjištěny u látek PFDoA (1,32 ng/l), PFOA (1,2 ng/l) a PFBA (1,07 ng/l). Většina analyzovaných látek PFAS byla pod mezí stanovitelnosti.

Ve farmaceutických výrobních subjektech S7 a S15 se jedná o přípravu účinných látek léčiv bez finalizace formou tablet¹. U subjektu S29 byla všechna stanovení pod mezí stanovitelnosti.

Odhad ročního látkového odtoku PFAS u odpadních vod obou subjektů spadajících pod danou kategorii IPPC byl nižší než ohlašovací práh 0,05 kg za rok v celkovém množství dle novelizovaného nařízení č. 145/2008 Sb.

3.2.8 Odstraňování nebo využívání nebezpečných odpadů při kapacitě větší než 10 t za den a zahrnující nejméně jednu z těchto činností: fyzikálně-chemická úprava (5.1.b)

V dané kategorii byl proveden screening odpadních vod jednoho subjektu S19 (1 odběrné místo). Odpadní vody jsou vypouštěny do městské kanalizace.

V odpadních vodách (slévaný odtok) byl zajištěna přítomnost pouze dvou látek PFAS: PFBS (19,1 ng/l) a PFHpA (5,5 ng/l).

Odhad ročního látkového odtoku PFAS u odpadních vod výše uvedeného subjektu byl nižší než ohlašovací práh 0,05 kg za rok v celkovém množství dle novelizovaného nařízení č. 145/2008 Sb.

3.2.9 Odstranění nebo využití odpadu v zařízeních určených k tepelnému zpracování odpadu při kapacitě větší než 3 t za hodinu v případě ostatního odpadu (5.2.a)

V dané kategorii byl proveden screening odpadních vod jednoho subjektu S13 (1 odběrné místo). Odpadní vody jsou vypouštěny do městské kanalizace. Technologická chladicí voda je v závodě recirkulována a používána pro chlazení škváry (odpadní voda chladicí zaokruhovaná). Je pouze dopouštěna a je jímána v nádrži. Dešťová voda z areálu je jímána v samostatné retenční nádrži a čerpána do městské kanalizace pouze při vystoupení hladiny na určitou úroveň. Odběr pro stanovení PFAS byl proveden pouze u odpadní vody dešťové, kde byly zjištěny velmi nízké koncentrace látek PFAS. Nejvyšší koncentrace byla u PFHxA (0,43 ng/l), suma PFAS byla ve výši 2,36 ng/l. Vzhledem k velmi nízkým koncentracím a charakteru technologických vod nebyl již odebrán druhý vzorek.

Odhad ročního látkového odtoku PFAS u odpadních vod výše uvedeného subjektu byl nižší než ohlašovací práh 0,05 kg za rok v celkovém množství dle novelizovaného nařízení č. 145/2008 Sb.

3.2.10 Výroba buničiny, papíru a lepenky (6.1.b)

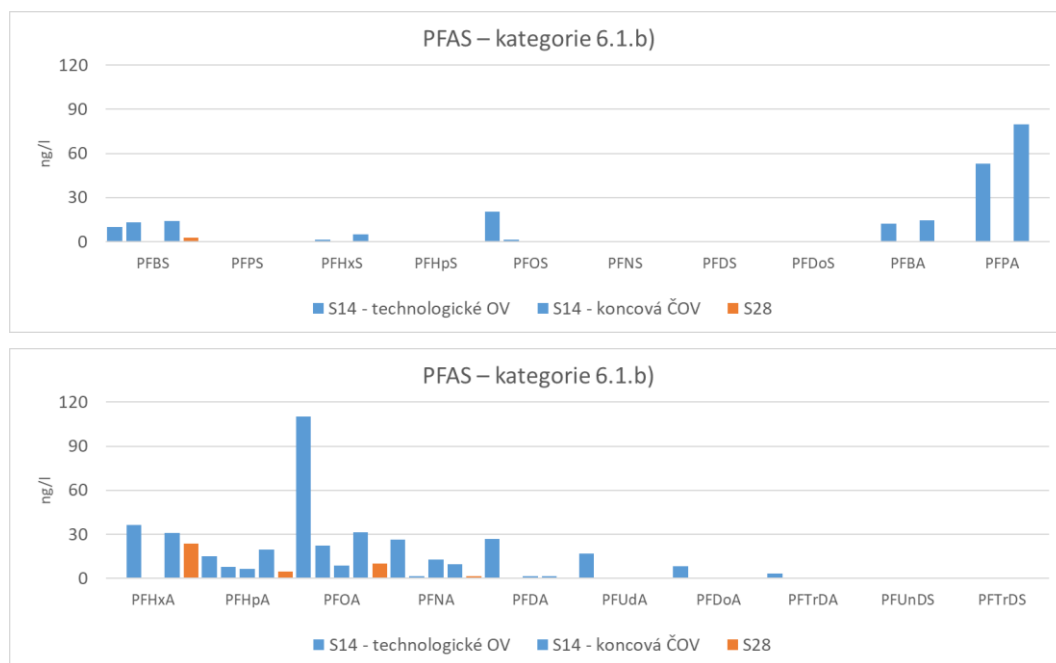
V dané kategorii byl proveden screening odpadních vod dvou subjektů (3 odběrná místa). Subjekt S14 vypouští odpadní vody do kanalizace, S28 přímo do toku.

Podnik S14 se zabývá zpracováním sběrového papíru za účelem výroby obalů z lepenky. V průmyslovém areálu dochází k prvotnímu předčištění technologických odpadních vod anaerobním způsobem v IC reaktoru (první odběrné místo). Následně jsou veškeré odpadní vody z areálu podniku vedeny na podnikovou biologickou ČOV, která je situována pod obcí a čistí zároveň odpadní vody z této obce (druhé odběrné místo). Odpadní vody z koncové biologické ČOV jsou vypouštěny přímo do toku.

Přehled koncentrací PFAS na obou odběrných místech subjektu S14 je zobrazen v grafu (Obrázek 7). Ve vodách technologických byla nejvyšší koncentrace zjištěna u PFOA (110 ng/l) a dále u PFDA, PFOS a PFNA (desítky ng/l). Suma PFAS byla 237,7 ng/l resp. 29,70 ng/l. Vody na koncové čistírně byly znečištěny: suma PFAS (149,3 resp. 206,88 ng/l), nejvyšší koncentrace byly u PFPA a PFHxA. Zdrojem PFAS mohou být potisky nebo impregnace obalového materiálu.

U subjektu S28 byly naměřeny koncentrace nižší, suma PFAS 42,01 ng/l, maximum 23,62 ng/l (PFHxA). Podnik je zaměřen na zpracování recyklovaného papíru a výrobu produktů papírové hygieny.

¹ Látky PFAS mohou být součástí koncové úpravy povrchu tablet.

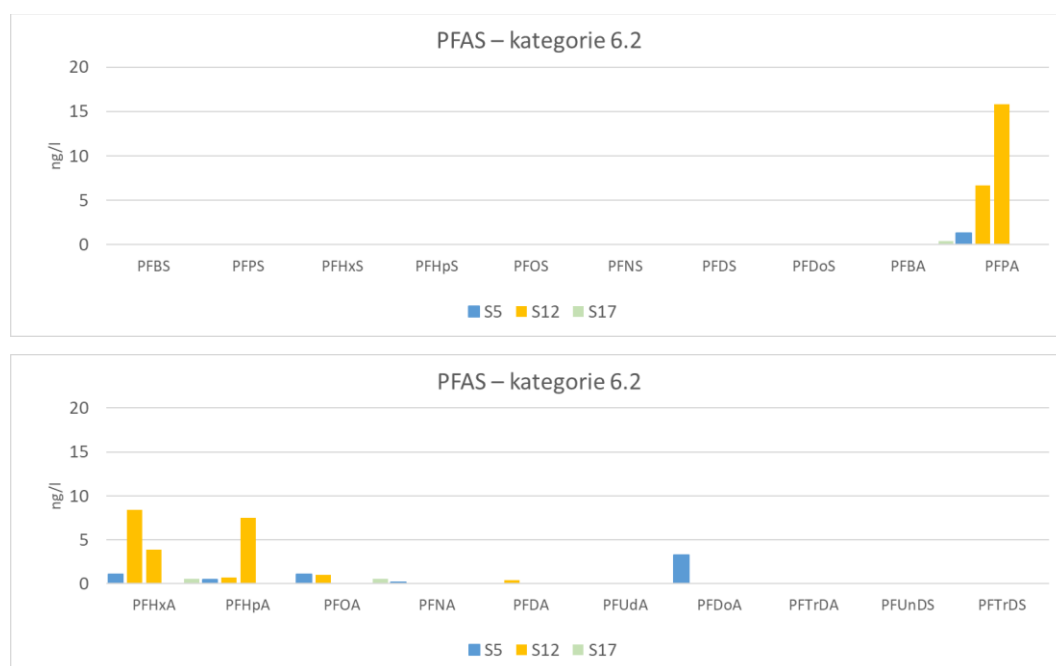


Obrázek 7 PFAS v odpadních vodách – kategorie 6.1.b)

Odhad ročního látkového odtoku PFAS subjektu S14 na koncové čistírně vzhledem k vyšším koncentracím PFAS (stovky ng/l) a k objemu odpadních vod (366,7 tis. m³/rok) činí 0,075 resp. 0,054 kg a mírně přesahuje ohlašovací práh 0,05 kg za rok v celkovém množství dle novelizovaného nařízení č. 145/2008 Sb. Odhad ročního látkového odtoku PFAS subjektu S28 nepřesahuje ohlašovací práh.

3.2.11 Předúprava, operace jako praní, bělení, mercerace nebo barvení textilních vláken či textilií při kapacitě zpracování větší než 10 t za den (6.2)

V dané kategorii byl proveden screening odpadních vod tří subjektů (3 odběrná místa). Odpadní vody všech subjektů jsou vypouštěny do městské kanalizace. Technologické odpadní vody subjektu S17 zahrnují také odpadní vody z povrchových úprav (kategorie 6.7). Procesy v uvedených subjektech zahrnují některé z následujících technologických operací: přečesávání, mísení, přádelnu, soukání, sdružování, skaní, paření, klížení, tkaní, snování, barvení, opalování, odšlichtování, vyvážku, bělení, sušení. Základním materiálem je vlna, bavlna, polyester, polyamid.



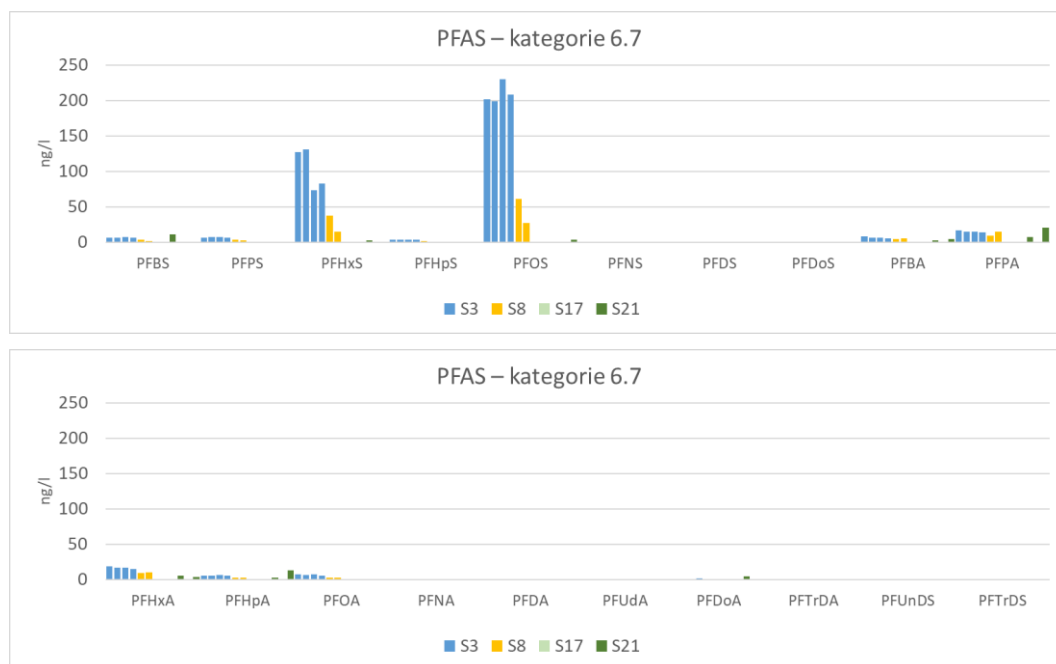
Obrázek 8 PFAS v odpadních vodách – kategorie 6.2

Z grafu (Obrázek 8) je patrné, že nejvyšší koncentrace jednotlivých látek PFAS se pohybovaly kolem 10 ng/l nebo v jednotkách ng/l a většina byla pod mezí stanovitelnosti ng/l. Nejvyšší hodnoty byly zjištěny u PFPA (15,8 ng/l), PFHxA (8,4 ng/l) a PFHpA (7,52 ng/l).

Odhad ročního látkového odtoku PFAS u odpadních vod výše uvedeného subjektu byl nižší než ohlašovací práh 0,05 kg za rok v celkovém množství dle novelizovaného nařízení č. 145/2008 Sb.

3.2.12 Povrchová úprava látek, předmětů nebo výrobků používající organická rozpouštědla, zejména provádějící apreturu, potiskování, pokovování, odmašťování, nepromokavou úpravu, úpravu rozměrů, barvení, čištění nebo impregnaci, při spotřebě organických rozpouštědel vyšší než 150 kg za hodinu nebo než 200 t za rok (6.7)

V dané kategorii byl proveden screening odpadních vod čtyř subjektů (6 odběrných míst). Odpadní subjektu S3 jsou vypouštěny přímo do toku, odpadní vody všech zbývajících subjektů do městské kanalizace. Technologické odpadní vody subjektů S3 a S17 zahrnují také odpadní vody ze zpracování neželezných kovů (kategorie 2.5.b) a povrchových úprav (kategorie 2.6).



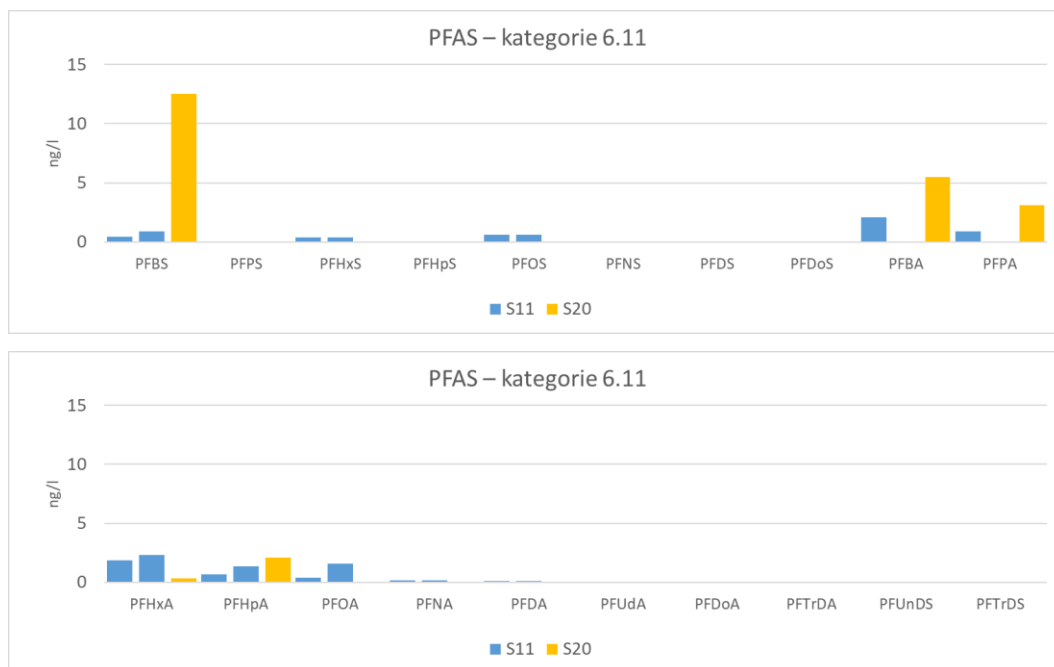
Obrázek 9 PFAS v odpadních vodách – kategorie 6.7

Z grafu (Obrázek 9) je patrné, že nejvyšší koncentrace byly zjištěny u látek PFOS (230,2 ng/l) a PFHxS (131 ng/l) v odpadních vodách subjektu S3 (komentář je uveden u kategorie činnosti 2.5.b). Druhé nejvyšší hodnoty byly naměřeny u subjektu S8, 81 a 134 ng/l s převahou PFOS, PFHxS a PFPeA. Jedná se o výrobu výrobků z PVC.

Odhad ročního látkového odtoku PFAS u odpadních vod na koncové výusti z areálu subjektu S3 vzhledem k vyšším koncentracím PFAS (stovky ng/l) a množství vypuštěných odpadních vod (400 tis. m³/rok) činí 0,158 kg (první odběr) resp. 0,141 kg (druhý odběr) a je vyšší než ohlašovací práh 0,05 kg za rok v celkovém množství dle novelizovaného nařízení č. 145/2008 Sb. (viz též kapitola 1.2.3). U ostatních subjektů by k překročení ohlašovací prahu nedošlo.

3.2.13 Samostatně prováděné čištění odpadních vod, které nejsou městskými odpadními vodami a které jsou vypouštěny zařízením, na které se vztahuje IPPC (6.11)

V dané kategorii byl proveden screening odpadních vod dvou subjektů S11 a S20 (2 odběrná místa). Odpadní z obou subjektů jsou vypouštěny přímo do povrchových vod.



Obrázek 10 PFAS v odpadních vodách – kategorie 6.11

Z grafu (Obrázek 10) je patrné, že koncentrace látek PFAS se pohybovaly maximálně do hodnoty 12,5 ng/l (PFBS), ostatní byly řádově pouze v ng/l nebo pod mezí stanovitelnosti. V případě subjektu S11 je v průmyslovém areálu situováno několik průmyslových subjektů zahrnujících slévárny, obrábění kovů, galvanovnu a výrobu kabelů pro automobilový průmysl. V subjektu 20, který se zabývá výrobou automobilů, převažoval PFBS a PFBA.

Odhad ročního látkového odtoku PFAS u odpadních vod všech subjektů spadajících pod danou kategorii IPPC byl nižší než ohlašovací práh 0,05 kg za rok v celkovém množství dle novelizovaného nařízení č. 145/2008 Sb.

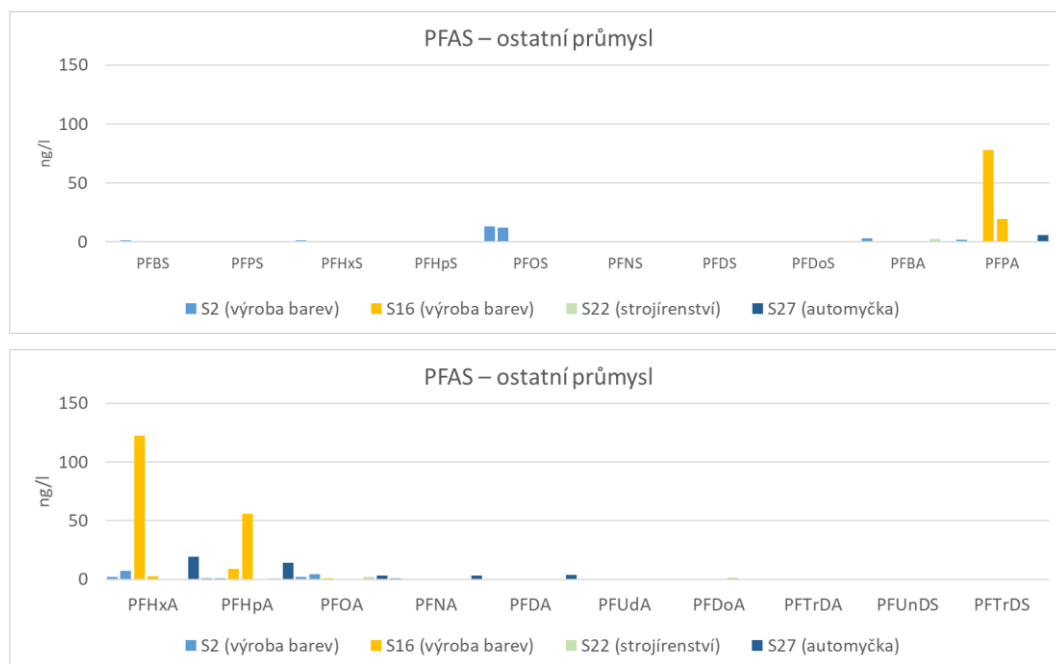
3.2.14 Subjekty nespádající pod kategorie IPPC

Kromě subjektů spadajících pod působnost zákona o IPPC byly ověřovány také odpadní vody několika výrobních, v nichž se předpokládá výskyt látek PFAS, ale pod tento zákon nespádají. Screening byl proveden u čtyř takových subjektů (4 odběrná místa). Odpadní vody subjektu S16 jsou vypouštěny přímo do toku, odpadní vody zbývajících subjektů do městské kanalizace. Specifikace výrobních činností je uvedena v legendě následujícího grafu (Obrázek 11).

V subjektu S2 je předmětem činnosti výroba práškových nátěrových hmot na bázi epoxidových a polyesterových pryskyřic nebo jejich směsí ve stanoveném poměru. Tyto nátěrové hmoty jsou pigmentovány. Dřívější výroba rozpouštědlových NH byla ukončena. Odpadní vody technologické vznikají z oplachu výrobních zařízení, extruderů, ofukovacího stroje a podlah. Obsahují zbytky pigmentů a plniv. Odpadní vody technologické, splaškové a dešťové jsou jímány a přečerpávány na ČOV jiného průmyslového subjektu.

V subjektu S22 je prováděna montáž kolejových vozidel. Hlavní technologické činnosti zahrnují operace s Al kovem, svařování pod argonovou clonou, ohýbání, stříhání a tvarování, tmelení, broušení, lakování, lepení, lakování, vystrojování, elektroinstalace, vnitřní vybavování interiérů vozidel. Technologické odpadní vody nevznikají.

Subjekt S27 je veřejná automyčka umístěná v městské zástavbě.



Obrázek 11 PFAS v odpadních vodách – ostatní průmysl

Z grafu (Obrázek 11) je patrné, že koncentrace jednotlivých látek PFAS se v odpadních vodách ze subjektů S2 a S22 pohybovaly maximálně v jednotkách ng/l nebo pod mezí stanovitelnosti. Výjimkou jsou odpadní vody subjektu S16: nejvíce byly zastoupeny PFHxA (122 ng/l), PFPA (77,7 ng/l) a u druhého odběru PFHpA (55,9 ng/l). V subjektu S16 je realizována výroba vodou ředitelných a rozpouštědlových barev pro interiér i exteriér. Nátěrové jsou barveny pigmenty anorganickými i organickými. Odpadní vody technologické vznikají z oplachu výrobních zařízení. Dle sdělení vedoucího technického úseku a ekologa se ve výrobě nepoužívají žádné vstupní suroviny s obsahem PFAS (v bezpečnostních listech nejsou patrně zmíněny). Znečištění odpadních vod subjektu S27 (automyčka) bylo minimální (suma PFAS 49,8 ng/l, maximum 19,52 ng/l PFHxA).

Odhad ročního látkového odtoku PFAS u odpadních vod všech výše hodnocených subjektů byl nižší než ohlašovací práh 0,05 kg za rok v celkovém množství dle novelizovaného nařízení č. 145/2008 Sb. (objem produkováných odpadních vod u všech tří subjektů je nízký).

3.3 Rozsah analýz a jejich cena

3.3.1 Rozsah analýz látek PFAS

Vzhledem k malému rozsahu ověřených průmyslových podniků doporučujeme po zavedení ohlašovací povinnosti látek PFAS s celostátní působností zachovat současný navržený rozsah 20 PFAS určených podle směrnice 2020/2184, ačkoliv 4 látky PFAS (PFNS, PFDS, PFDoS a PFUnDS) z této skupiny nebyly v průmyslových odpadních vodách tímto screeningem zjištěny.²

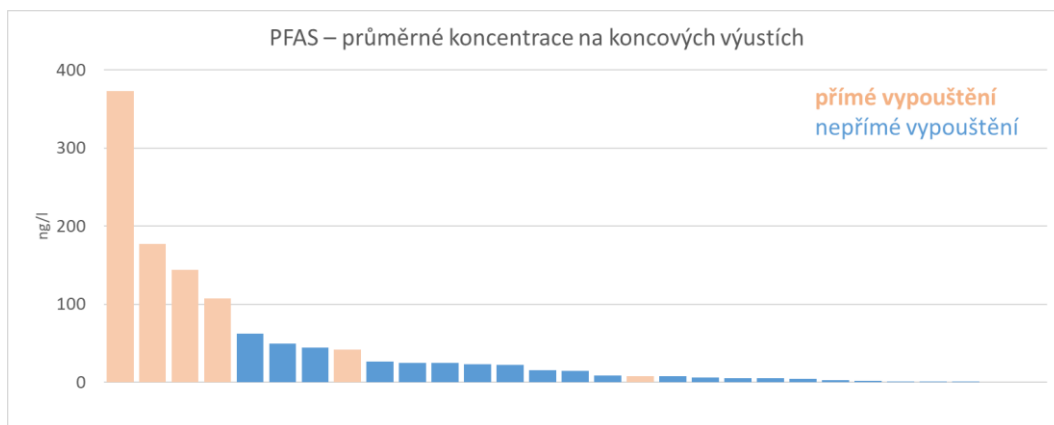
² V rámci jiného výzkumného projektu byly VÚV TGM v. v. i. ověřovány látky PFAS v komunálních odpadních vodách širším rozsahu celkem 40 látek, kdy byly zjištěny pozitivní nálezy i jiných látek PFAS, než uvádí směrnice 2020/2184 o jakosti vody určené k lidské spotřebě.

3.3.2 Cena analýz látek PFAS

Analytické stanovení látek ze skupiny PFAS vyžaduje špičkovou analytickou techniku a složitou přípravu vzorku. Je rovněž důležité, aby zvolená analytická technika byla dostatečně citlivá s deklarovanou mezí stanovitelnosti pod 1 ng/l. Základní cena stanovení 20 látek PFAS v rozsahu stanoveném směrnici 2020/2184 včetně přípravy vzorků v případech, kdy matrice odpadní vody není komplikovaná, činí 2 950 Kč bez DPH/vzorek. Cena pro stanovení v komplikované matrici činí 3 950 Kč bez DPH/vzorek. Z celkového počtu 70 provedených analýz (VŠCHT Praha) se o komplikovanou matrici průmyslové odpadní vody jednalo v 50 % případů. Uvedená cena je cena konkrétní jedné laboratoře, jiné ceníky se mohou lišit. Pokud si odběr vzorku nebude zajišťovat příslušný průmyslový podnik sám, je třeba k ceně analytického stanovení připočítat cenu za odběr vzorku a jeho dopravu do laboratoře.

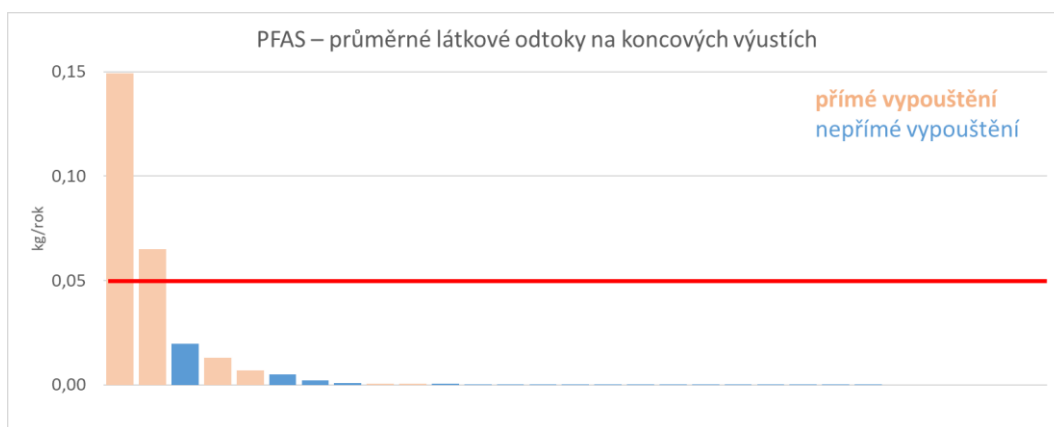
3.4 Odhady ročních látkových odtoků a ohlašovací práh

Roční látkové odtoky byly vypočteny pouze pro koncové výusti subjektů. Pro výpočet byla použita průměrná hodnota sumy 20 PFAS (průměr ze dvou výsledků), v některých případech byl realizován jen jeden odběr odpadních vod. Nejvyšší koncentrace látek PFAS byly zjištěny u subjektů s přímým vypouštěním odpadních vod do vod povrchových (Obrázek 12).



Obrázek 12 PFAS – průměrné koncentrace na koncových výustích

Pro výpočet odhadu ročních látkových odtoků byly použity hodnoty ročního vypouštěného množství odpadních vod převážně získané od jednotlivých subjektů (nepřímé vypouštění, rok 2022) nebo ze státní bilance (přímé vypouštění, rok 2021), v ojedinělých případech byl použitý odhad.



Obrázek 13 PFAS – průměrné látkové odtoky na koncových výustích

Novelizované nařízení vlády č. 145/2008 Sb., kterým se stanoví seznam znečišťujících látek a prahových hodnot a údaje požadované pro ohlašování do integrovaného registru znečišťování životního prostředí,

stanovuje u dvaceti vybraných látek ze skupiny PFAS ohlašovací práh na úrovni 0,05 kilogramu za rok v celkovém množství.

Z dat získaných screeningem lze konstatovat, že pouze u dvou průmyslových subjektů došlo k překročení ohlašovacího prahu stanoveného novelizovaným nařízením vlády č. 145/2008 Sb. V obou případech se jedná o přímé vypouštění do povrchových vod (*Obrázek 13*). V obou případech byly zjištěny koncentrace PFAS ve výši řádově stovek ng/l a zároveň bylo vypouštěno množství odpadních vod ve stovkách tisíc m³/rok. Při jaké koncentraci a objemu vypouštěných odpadních vod by bylo dosaženo ohlašovacího prahu 0,05 kg/rok, uvádí (*Tabulka 2*).

Tabulka 2 Podmínky dosažení ohlašovacího prahu (koncentrace vs. objem vypouštěných odpadních vod)

Koncentrace 20 PFAS v ng/l	Objem vypouštěných odpadních vod v tis. m ³ /rok
10	5 000
50	1 000
100	500
500	100
1000	50

Ačkoliv tedy byly koncentrace PFAS v odpadních vodách některých průmyslových subjektů vysoké (např. výroba rozpouštědlových nátěrových hmot), vzhledem k malému objemu vypouštěných odpadních vod nepřekročí stanovený ohlašovací práh pro látky PFAS.

První ohlašování za vybrané látky ze skupiny PFAS se bude vztahovat na rok 2024, k samotnému ohlašování dojde v následujícím roce 2025.

4. ZÁVĚR

Všechny látky PFAS ze sledované skupiny 20 zástupců byly až na výjimky nalezeny v každém odebraném vzorku odpadních vod odebraném napříč vybranými průmyslovými kategoriemi. Převážně se jednalo o vody technologické na koncových výustích, ale také o vody z kanalizačních větví splaškových vod či podzemních vrtů hydraulické clony. Odpadní vody byly vypouštěny nepřímo do kanalizace nebo přímo do povrchových vod. Druhé odběry odpadních vod vesměs potvrdily zjištěnou skladbu PFAS a řádově taktéž koncentrace PFAS prvního odběru.

Plnění cílů výzkumu:

Ad 1) Provést screening látek navržených v již dříve pro MŽP zpracované studii IRZ pro 30 vytipovaných subjektů a 5 zařízení s IP spadajících do kategorie 6.11 (Průmyslové ČOV, které budou vybrány z tabulky 2) a které ohlašují do IRZ. Preferována jsou zařízení, kde již probíhá spolupráce ohledně hlavního úkolu.

Za sledované období (2. pololetí 2022 – 1. pololetí 2023) byl k 30. 6. 2023 proveden odběr odpadních vod 29 vybraných subjektů (36 odběrných míst) vypouštějících odpadní vody nepřímo do městských kanalizací nebo přímo do vodního toku. Konečný počet vybraných subjektů (29) je nižší než plánovaný (35) z důvodu odběru vzorků na více odběrových místech (různé kanalizační větve, podzemní vrty hydraulické clony). Tyto odběry sloužily k upřesnění příčin původu výskytu látek PFAS v průmyslových odpadních vodách na koncových výustích.

Preferována byla zařízení, kde již probíhala spolupráce s průmyslovými podniky v rámci I. etapy řešení dílčího cíle 4.2. K nim byly doplněny další průmyslové podniky s předpokládanou relevancí výskytu látek PFAS v odpadních vodách dle rešerše poskytnuté MŽP: Do výběru bylo zahrnuto i několik průmyslových podniků s přímým vypouštěním odpadních vod (5 subjektů), jelikož součástí ohlašování do IRZ jsou zdroje znečištění přímého i nepřímého vypouštění odpadních vod.

Ad 2) Dále provést vyhodnocení – vzájemné porovnání jednotlivých hodnot a samostatně vyhodnotit hodnoty látek (v tabulce tučným písmem) odpovídajících registru Toxics Release Inventory (TRI).

Z jednotlivých dvaceti PFAS ve sledovaných v odpadních vodách nebyly vůbec detekovány:

- perfluorononansulfonová kyselina (PFNS)
- perfluorodekansulfonová kyselina (PFDS)
- perfluorododekansulfonová kyselina (PFDoS)
- perfluoroundekansulfonová kyselina (PFUnDS).

V minimální koncentraci a s minimální frekvencí byly detekovány:

- perfluoroundekanová kyselina (PFUnDA) (dva výskyty)
- perfluorotridekanová kyselina (PFTrDA) (jeden výskyt)
- perfluorotridekansulfonová kyselina (PFTrDS) (tři výskyty).

Nejvyšší koncentrace (nad 100 ng/l) zjištěných v odpadních vodách na koncových výustích (2 subjekty) jsou:

- perfluoroktansulfonová kyselina (PFOS), 208,2 ng/l, kategorie činnosti 2.5.b) a 6.7, přímé vypouštění,
- perfluorohexansulfonová kyselina (PFHxS), 131 ng/l, kategorie činnosti 2.5.b) a 6.7, přímé vypouštění,
- perfluorohexanová kyselina (PFHxA), 122 ng/l, kategorie činnosti výroba barev (nespadá pod IPPC), přímé vypouštění.

Nejvyšší sumy 20 PFAS (nad 100 ng/l) byly naměřeny v odpadních vodách na koncových výustích čtyř subjektů:

- z výroby zpracování neželezných kovů a povrchových úprav, směs odpadních vod ze zařízení kategorie 2.5.b) a 6.7 (koncentrace PFAS 394,8 a 352,9 ng/l, jeden subjekt, dva odběry, přímé vypouštění), odhadovaný roční látkový odtok 0,16 resp. 0,15 kg PFAS. Příčinou vysokých koncentrací PFAS mohou být lubrikační oleje, používané v procesu válcování neželezných kovů (v případě válcování železa se takové koncentrace PFAS nepotvrdily),
- z výroby papíru, odpadní vody ze zařízení kategorie 6.1.b) (koncentrace PFAS 206,88 ng/l resp. 149,3 ng/l, dva odběry, přímé vypouštění), odhadovaný roční látkový odtok 0,075 resp. 0,055 kg PFAS,
- z povrchových úprav, odpadní vody ze zařízení kategorie 6.7 (koncentrace PFAS 134,7 a 80,8 ng/l, jeden subjekt, dva odběry, přímé vypouštění), odhadovaný roční látkový odtok 0,02 resp. 0,01 kg PFAS,
- z výroby barev (koncentrace PFAS 209,8 a 78,5 ng/l, jeden subjekt, dva odběry, přímé vypouštění), odhadovaný roční látkový odtok 0,001 resp. 0,0003 kg PFAS. Tato výroba nespadá pod IPPC.

K překročení ohlašovacího prahu IRZ došlo pouze ve dvou případech (směs odpadních vod ze zařízení kategorie 2.5.b) a 6.7 a odpadní vody ze zařízení kategorie 6.1.b). V obou případech se jedná o přímé vypouštění odpadních vod do vodního toku.

Výskyt látek PFAS ze seznamu Toxics Release Inventory je uveden v následujícím přehledu (*Tabulka 3*). Jedná se o 12 látek PFAS, které jsou zahrnuty zároveň do Směrnice EU 2020/2184 o jakosti vody určené k lidské spotřebě. Přehled udává počty subjektů, v jejichž odpadní vodě na koncové výusti byla nalezena některá z uvedených látek. Dále je uveden výčet dotčených kategorií IPPC a maximální zjištěná koncentrace. S výjimkou maximálních zjištěných koncentrací u látek PFOS a PFHxS, které byly naměřeny u jediného subjektu (kategorie 2.5.b) a 6.7, přímé vypouštění), se maxima nejčastěji pohybovala v řádu jednotek ng/l.

Tabulka 3 Přehled výskytu zástupců PFAS ze seznamu Toxics Release Inventory

Látka	Počet subjektů	Kategorie IPPC	Max. konc. (ng/l)
perfluoropentansulfonová kyselina (PFPS)	3	2.5.b), 4.1.b), 6.7	6,85
perfluorohexansulfonová kyselina (PFHxS)	9	2.5.b), 2.6, 4.1.b), 6.1.b), 6.7, 6.11, výroba barev	131,00
perfluoroheptansulfonová kyselina (PFHpS)	3	2.5.b), 6.7, výroba barev	3,23
perfluoroktansulfonová kyselina (PFOS)	12	2.3.a), 2.5.b), 2.6, 4.1.b), 4.1.h), 5.2.a), 6.1.b), 6.7, 6.11, výroba barev	208,50
perfluorononansulfonová kyselina (PFNS)	0	-	-
perfluorodekansulfonová kyselina (PFDS)	0	-	-
perfluorododekansulfonová kyselina (PFDoS)	0	-	-
perfluorobutanová kyselina (PFBA)	13	2.3.a), 2.5.b), 4.1.b), 4.1.h), 5.2.a), 6.1.b), 6.2, 6.7, 6.11, strojírenství, výroba barev	14,67
perfluoroktanová kyselina (PFOA)	19	2.3.a), 2.5.b), 2.6, 4.1.b), 4.1.h), 5.2.a), 6.1.b), 6.2, 6.7, 6.11, strojírenství, výroba barev, automyčka	22,40
perfluorononanová kyselina (PFNA)	13	2.3.a), 2.5.b), 2.6, 4.1.b), 4.1.h), 5.2.a), 6.1.b), 6.2, 6.7, 6.11, strojírenství, výroba barev, automyčka	1,38
perfluorodekanová kyselina (PFDA)	12	2.3.a), 2.5.b), 2.6, 6.1.b), 6.2, 6.7, 6.11, výroba barev, automyčka	4,16
perfluorododekanová kyselina (PFDoDA)	8	2.3.a), 2.5.b), 2.6, 4.1.a), 4.1.b), 4.5, 6.2, 6.7, strojírenství	3,35

Ad 3) Navrhnout pro vyčištěnou průmyslovou odpadní vodu potřebný rozsah analýzy látek PFAS, ve které budou zastoupeny nejvýznamnější skupiny PFAS a určit předpokládanou cenu této analýzy včetně přípravy vzorků.

Četnost výskytu (vyjádřená v procentech) jednotlivých látek PFAS ze skupiny 20 PFAS stanovených směrnicí 2020/2184 ze souboru výsledků získaných v tomto dílčím cíli 4.2 u 29 průmyslových podniků shrnuje následující *Tabulka 4*.

Tabulka 4 Četnost výskytu jednotlivých látek PFAS ze skupiny 20 PFAS u ověřených průmyslových podniků (%)

PFBS	PFPS	PFHxS	PFHpS	PFOS	PFNS	PFDS	PFUnDS	PFDoS	PFTTrDS
45	10	38	10	48	0	0	0	0	10
PFBA	PFPA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUDa	PFDoA	PFTTrDA
48	62	66	76	72	45	45	7	38	3

Z tabulky je patrné, že převažují PFAS ve formě kyselin, sulfonáty jsou méně zastoupené. V případě kyselin převažují perfluorované sloučeniny na butanovém, hexanovém a oktanovém uhlovodíkovém řetězci.

Vzhledem k malému rozsahu ověřených průmyslových podniků doporučujeme z důvodu zavedení ohlašovací povinnosti nařízení vlády č. 145/2008 Sb., novelizovaného nařízením č. 137/2023 Sb. nadále zachovat současný navržený rozsah 20 PFAS podle směrnice 2020/2184, ačkoliv některé z látek PFAS nebyly shledány jako relevantní v průmyslových odpadních vodách.

Základní cena stanovení včetně přípravy vzorků v případech, kdy matrice není komplikovaná, činí 2 950 Kč bez DPH/vzorek. Cena pro stanovení v komplikované matrici činí 3 950 Kč bez DPH/vzorek. Uvedená cena je cena konkrétní jedné laboratoře, jiné ceníky se mohou lišit. Z celkového počtu 70 provedených analýz (VŠCHT Praha) se o komplikovanou matrici průmyslové odpadní vody jednalo v 50 % případů. To potvrzuje různorodost matrice průmyslových odpadních vod a obtížnost stanovení látek PFAS s dostatečnou citlivostí analytické metody a s vyloučením rušivých vlivů, které výsledek mohou ovlivnit. Počet laboratorních pracovišť, které tyto látky stanovují, je omezen. Analýzy realizované VŠCHT Praha byly prováděny s vysokou pečlivostí a erudicí.

Do budoucna lze uvažovat o rozšíření spektra analyzovaných látek PFAS dle Doporučení komise 2022/1431 [5], které uvádí: „Členské státy by měly pokud možno testovat také na přítomnost sloučenin, které jsou kyselinám PFOS, PFOA, PFNA a PFHxS podobné, avšak mají jiný alkylový řetězec a jejichž výskyt v potravinách, vodě k napájení a/nebo v lidském séru je významný, jako jsou:

- C4-C14 PFCA
- C4-C13 PFSA
- FOSA
- 2-[[6-chlor-1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6-dodekafluorhexyl)oxy]-1,1,2,2-tetrafluorethansulfonová kyselina (kyselá forma F53B);
- 2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy)-propanová kyselina (kyselá forma GenX)
- 2,2,3-trifluor-3-[1,1,2,2,3,3-hexafluor-3-(trifluormethoxy)propoxy]-propionová kyselina (kyselá forma ADONA);
- 1-propanaminium,N,N-dimethyl-N-oxid-3-[[[(3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-tridekafluoroktyl)sulfonyl]amino]-, hydroxid (Capstone A);
- 1-propanaminium, N-(karboxymethyl)-N,N-dimethyl-3-[[[(3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-tridekafluoroktyl)sulfonyl] amino]-, hydroxid (Capstone B);
- fluortelomerové alkoholy a sulfonáty."

V rámci výzkumného centra CEVOH byly VÚV TGM v. v. i. ověřovány látky PFAS v komunálních odpadních vodách v širším rozsahu celkem 40 látek, kdy byly zjištěny pozitivní nálezy i jiných látek PFAS, než uvádí směrnice 2020/2184 o jakosti vody určené k lidské spotřebě.

Ad 4) Na základě screeningu rozhodnout s jakou mírou nejistoty lze:

- a) získané výsledky aplikovat pro určení ohlašovacího prahu,
- b) navrhnout ohlašovací práh pro ohlášení do IRZ (kg/rok).

Ohlašovací práh stanovuje novela nařízení vlády č. 145/2008 Sb., kterou se stanoví seznam znečišťujících látek a prahových hodnot a údaje požadované pro ohlašování do integrovaného registru znečišťování životního prostředí (schválená vládou České republiky 10. května 2023 a novelizovaného nařízením vlády č. 137/2023 Sb.) na úrovni 0,05 kg za rok 20 látek PFAS v celkovém množství.

Překročení ročního látkového odtoku PFAS nad stanovený ohlašovací práh 0,05 kg závisí na dvou faktorech:

- vypouštěné množství odpadních vod
- průměrná roční koncentrace PFAS v odpadních vodách.

Ze získaných výsledků se překročení ohlašovacího prahu týkalo případů, kde byly zjištěny koncentrace PFAS řádově ve výši stovek ng/l a zároveň bylo vypouštěno větší množství odpadních vod (stovky tisíc m³/rok). Ze získaných dat vyplývá, že překročení ohlašovacího prahu průmyslovými subjekty je více ovlivněno množstvím vypouštěných odpadních vod než koncentrační úrovní látek PFAS.

K překročení ohlašovacího prahu došlo ve zkoumaném vzorku subjektů u přímého vypouštění odpadních vod do vod povrchových. Tento závěr však nelze aplikovat obecně z důvodu omezeného počtu subjektů, které byly předmětem screeningu.

Z předpokladu, že při dosažení průměrné roční koncentrace 100 ng/l a více (charakteristická koncentrace percentil P80-85 u ověřených subjektů v tomto projektu) lze předpokládat, že stanovený ohlašovací práh 0,05 kg bude překročen při vypouštění množství odpadních vod nad 500 tis. m³/rok. Při dosažení koncentrace 50 ng/l a více (charakteristická koncentrace percentil P75) by ohlašovacího prahu 0,05 kg/rok bylo dosaženo při vypouštění množství odpadních vod nad 1 000 tis. m³/rok.

U přímého vypouštění eviduje státní bilance (rok 2021) necelých 100 výustí z průmyslu vypouštějících odpadní vody v objemu nad 500 tis. m³/rok, přibližně polovina z nich (tj. 50) vypouští odpadní vody v objemu nad 1 000 tis. m³/rok. U nepřímého vypouštění (pouze subjekty zahrnuté do řešení tohoto úkolu) se roční vypouštěná množství odpadních vod na koncových výustích pohybovala do 1 000 tis. m³.

Odlišná situace je v případě komunálních ČOV, které vypouští velké objemy odpadních vod. Ohlašovací práh 0,05 kg bude překročen i při nízkých koncentracích PFAS v odpadních vodách. Ze zahraničních studií vyplývá, že hranicí pro překročení ohlašovacího prahu 0,05 kg je u komunálních ČOV roční vypouštění odpadních vod zhruba 1 000 tis. m³.

Z prvních získaných předběžných výsledků stanovení látek PFAS v komunálních odpadních vodách v České republice u ČOV o velikosti nad 30 000 EO (řešeno v rámci výzkumného centra CEVOH) vyplývá koncentrační úroveň zastoupení 20 látek PFAS 8 až 133 ng/l. Ohlašovací práh je překročen u většině z nich (k 10. 6. 2023 jsou k dispozici výsledky z 8 komunálních ČOV).

Ad 5) Po dohodě s garantem (MŽP) buď definovat analýzu a ohlašovací práh dle bodu 4), nebo stanovit variantní rozsah požadovaného screeningu u relevantních odvětví, který, s mírou nejistoty požadovanou garantem (MŽP), umožní definovat rozsah analýz a ohlašovací práh.

Nařízení vlády č. 137/2023 Sb., které novelizuje nařízení vlády č. 145/2008 Sb., stanoví ohlašovací práh do vody v úrovni 0,05 kg/rok. Tato prahová hodnota byla navržena v rámci řešení tohoto dílčího cíle 4.2 na podzim 2022 na základě prvotních zjištění úrovně kontaminace průmyslových odpadních vod. Pro průmyslové subjekty se tato hodnota jeví jako opodstatněná a vyhovující, nicméně až první výsledky z plnění ohlašovací povinnosti za rok 2024 (první ohlášení na počátku roku 2025) ukáží, zda je tato prahová hodnota nastavena správně.

V případě komunálních odpadních vod se prahová hodnota 0,05 kg/rok jeví jako „citlivá“ vzhledem k tomu, že látky PFAS jsou všudypřítomné, relevantní i pro komunální odpadní vody (mohou být součástí prostředků spotřební chemie a prostředků osobní péče včetně kosmetických a dříve vyráběných textilních výrobků). Ve spojení s vysokým objemem vypouštěných odpadních vod je pravděpodobné, že většina komunálních ČOV na velikostní úrovni okresních měst a výše (nad 30 000 EO) tento ohlašovací práh překročí, ačkoliv u největších komunálních zdrojů budou koncentrace sumy 20 PFAS dosahovat jen jednotek ng/l.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] NAŘÍZENÍ VLÁDY Č. 145/2008 SB., ve znění nařízení vlády č. 137/2023 Sb., kterým se stanoví seznam znečišťujících látek a prahových hodnot a údaje požadované pro ohlašování do integrovaného registru znečišťování životního prostředí.
- [2] SMĚRNICE EU 2020/2184 o jakosti vody určené k lidské spotřebě.
- [3] EPA Toxics Release Inventory Program: List of PFAS Added to the TRI by the NDAA (xlsx) <https://www.epa.gov/toxics-release-inventory-tri-program/addition-certain-pfas-tri-national-defense-authorization-act>
- [4] AUDRLICKÁ VAVRUŠOVÁ, L., BRUNCLÍK, T., POUZAR, M. Možnosti ohlašování per- a polyfluorovaných látek (PFAS) do IRZ. Rešeršní materiál poskytnutý odd. IPPC MŽP, prosinec 2021.
- [5] Doporučení komise (EU) 2022/1431 ze dne 24. srpna 2022 o monitorování perfluoralkylovaných látek v potravinách.

SEZNAM ZKRATEK

ČOV	čistírna odpadních vod
EU	Evropská unie
IPPC	Integrated Prevention and Pollution Control
IRZ	Integrovaný registr znečišťování
PFAS	per- a polyfluoroalkylované látky
v. v. i.	veřejná výzkumná instituce
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1 Koncentrace P95 zástupců PFAS v průmyslových odpadních vodách	11
Obrázek 2 Suma PFAS – přehled dle kategorií činností IPPC a ostatních průmyslových odvětví	11
Obrázek 3 PFAS v odpadních vodách – kategorie 2.5.b).....	12
Obrázek 4 PFAS v odpadních vodách – kategorie 2.6.....	14
Obrázek 5 PFAS v odpadních vodách – kategorie 4.1.b).....	14
Obrázek 6 PFAS v odpadních vodách – kategorie 4.5.....	15
Obrázek 7 PFAS v odpadních vodách – kategorie 6.1.b).....	17
Obrázek 8 PFAS v odpadních vodách – kategorie 6.2.....	18
Obrázek 9 PFAS v odpadních vodách – kategorie 6.7.....	18
Obrázek 10 PFAS v odpadních vodách – kategorie 6.11.....	19
Obrázek 11 PFAS v odpadních vodách – ostatní průmysl.....	20
Obrázek 12 PFAS – průměrné koncentrace na koncových výústích	21
Obrázek 13 PFAS – průměrné látkové odtoky na koncových výústích	21
Tabulka 1 Přehled výskytu zástupců PFAS v průmyslových odpadních vodách	10
Tabulka 2 Podmínky dosažení ohlašovacího prahu (koncentrace vs. objem vypouštěných odpadních vod	22
Tabulka 3 Přehled výskytu zástupců PFAS ze seznamu Toxics Release Inventory.....	24
Tabulka 4 Četnost výskytu jednotlivých látek PFAS ze skupiny 20 PFAS (%).....	25