SS02030008

CENTRUM ENVIRONMENTÁLNÍHO VÝZKUMU

ODPADOVÉ A OBĚHOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ A ENVIRONMENTÁLNÍ BEZPEČNOST

Zpráva o řešení

WP2.A Kontaminace vodního prostředí

za rok 2023

Hlavní řešitel: Miroslav Váňa (VÚV TGM)

Spoluřešitelé: Tomáš Cajthaml (UK)
Jan Najser (VŠB-TUO)

Garant MŽP: Mgr. Martin Udatný, Ph.D.

Reportovací období: 1. 1. – 31. 12. 2023

T A
Č R

Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.

www.tacr.cz www.mzp.cz

Obsah

1. Úvod 3
2. Plán činnosti na rok 2023 3
3. Řešení pracovního balíčku 2.A v roce 2023 5
3.1. Řešení dílčího cíle 2.A.1 5
3.2. Řešení dílčího cíle 2.A.2 7
3.3. Řešení dílčího cíle 2.A.3 8
3.4. Řešení dílčího cíle 2.A.4 11
3.5. Řešení dílčího cíle 2.A.5 15
3.6. Řešení výskytu látek ze skupiny PFAS - operativní výzkum látek 17
4. Závěr 22
Příloha 1 Průzkum možností likvidace oddělené žluté vody ze zdravotnických zařízení 23
Příloha 2 Podání užitného vzoru Zařízení pro úpravu odpadní vody působením elektrostatického pole 28

T A
Č R

Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.

www.tacr.cz www.mzp.cz

1. Úvod

Výzkumná zpráva za řešení pracovního balíčku 2.A Kontaminace vodního prostředí shrnuje postup řešení a prezentuje výsledky dosažené za rok 2023. Tato výzkumná zpráva je podkladem pro řešitele výzkumného balíčku, pro řešitele projektu CEVOOH, a dále pro odborného garanta MŽP a je řazena podle jednotlivých řešených dílčích cílů.

2. Plán činnosti na rok 2023

Výzkum WP2.A je zaměřen na problematiku znečištění vodního prostředí léčivými látkami, jejich rezidui, metabolity a případně dalšími rizikovými látkami a na riziko mikrobiálního zatížení povrchových vod odpadními vodami z ČOV. Vzhledem k tomu, že jednotlivé dílčí cíle jsou hodně provázány, aktivity v jednotlivých dílčích cílech se vzájemně doplňují.

V následujícím tabulkovém přehledu jsou uvedeny milníky, které byly plánovány na rok 2023 i s komentářem jejich dosažení.

Milníky za rok 2023

Název milníku	Krátký popis	Termín	Splnění a komentář
M.2.A.1	Vypracování přihlášky užitného vzoru experimentálního zařízení	12/2023	Přihláška byla připravena a podána.
M.2.A.3	Pokračování analýzy toků léčiv a jejich metabolitů a možnosti jejich odklonů ze stokové sítě	12/2023	Výzkum v oblasti analýzy toků léčiv pokračuje.
M.2.A.3	Analýza současných technologických postupů řešení a zneškodňování roztoků léčivých látek	12/2023	Analýza současných technologických postupů řešení a zneškodňování roztoků léčivých látek, probíhá a bude pokračovat v roce 2024
M.2.A.4	Zpracování přehledu ČOV a charakteristika průtokových poměrů v recipientech odpadních vod z pohledu mikrobiálního znečištění. Shromáždění dostupných mikrobiologických dat	12/2023	Bylo provedeno, bude sloužit jako podklad pro další řešení projektu.

T A
Č R
Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.
www.tacr.cz www.mzp.cz

Výstupy za rok 2023:

V roce 2023 pokračovaly práce na řešení výstupů jednotlivých dílčích cílů projektu. Dokončení výstupů je však plánováno až na další roky řešení projektu.

V roce 2023 byla plánovaným výstupem tato výzkumná zpráva za 2. rok řešení projektu.

Dodatečně byl zařazen další výstup – výzkumná zpráva jako výsledek od MŽP zadaného operativního výzkumu. Předmětem operativního výzkumu bylo získání nových informací v oblasti vypouštění látek ze skupiny PFAS z komunálních čistíren odpadních vod (ČOV) s kapacitou nad 30 000 EO a ověření hodnoty ohlašovacího prahu pro tyto látky navrženého v novele nařízení vlády č. 145/2028 Sb., kterým se stanoví seznam znečišťujících látek a prahových hodnot a údaje požadované pro ohlašování do integrovaného registru znečišťování životního prostředí, ve znění pozdějších předpisů.

Na rok 2022 byla původně plánovaným výstupem také metodika negativního ovlivnění vodního prostředí vypouštěnými léčivými látkami, ale její odevzdání bylo po dohodě s garantem odloženo. V polovině roku 2024 bude upřesněn, na základě vydaných evropských právních předpisů a po dohodě s odborným garantem, termín dokončení tohoto výstupu.

T A
Č R

Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.

www.tacr.cz www.mzp.cz

3. Řešení pracovního balíčku 2.A v roce 2023

V následující části jsou podrobně popsány práce na řešení jednotlivých dílčích cílů a jejich hlavní výsledky za rok 2023.

3.1. Řešení dílčího cíle 2.A.1

Analýza stávajících technologií pro eliminaci léčivých látek, jejich reziduí, metabolitů a dalších rizikových látek z kalů i vypouštěných odpadních vod z čistíren odpadních vod a ověření možnosti provozně použitelných technologií pro odstraňování léčivých látek z odpadní vody.

Největší důraz při řešení dílčího cíle 2.A.1 v roce 2023 byl kladen na finalizaci testování experimentální technologie zaměřené na fyzikální způsob zpracování odpadů a jeho využití při čištění odpadních vod za použití elektrostatického pole. Současně jsme se zaměřili na možnosti regenerace aktivního uhlí použitého při adsorpčních procesech, a dále ve spolupráci s řešením dílčího cíle 2.A.3 na možnosti likvidace urinálních sáčků s močí.

V neposlední řadě jsme průběžně aktualizovali i rešerši možných způsobů odstraňování léčivých látek v odpadních vodách a možností využití těchto technologií v ČR. V zásadě se situace v této oblasti nezměnila a stále jako nejlepší technologie odstraňování farmak v podmínkách ČR vychází jejich odstraňování pomocí adsorpčních metod (zejména na aktivním uhlí) v kombinaci s pokročilými oxidačními procesy.

Experimentální technologie odstraňování farmak z odpadních vod

V průběhu roku 2023 probíhaly ve spolupráci s řešením dílčího cíle 2.A.3 experimentální práce na realizaci a odzkoušení možnosti použití zařízení pro fyzikální způsob zpracování odpadů a jeho využití při čištění odpadních vod za použití elektrostatického pole.

V průběhu 1. pololetí roku 2023 byly současně průběžně dolaďovány jednotlivé funkční prvky (např. reakční kazetový prostor se šnekem, cirkulace vzorku, čerpadlo s řízením chodu).

Ve 2. pololetí 2023 pokračovaly laboratorní experimenty - vylepšování funkčnosti, stanovení podmínek použití zařízení ke snižování farmak v reálných vzorcích odpadních vod z komunálních ČOV samostatně nebo v kombinaci s vybranými biotechnologiemi.

V roce 2023 byly prováděny experimenty s reálnými vzorky odtoku z městských čistíren odpadních vod. Tyto vzorky byly podrobeny působením elektrostatického pole.

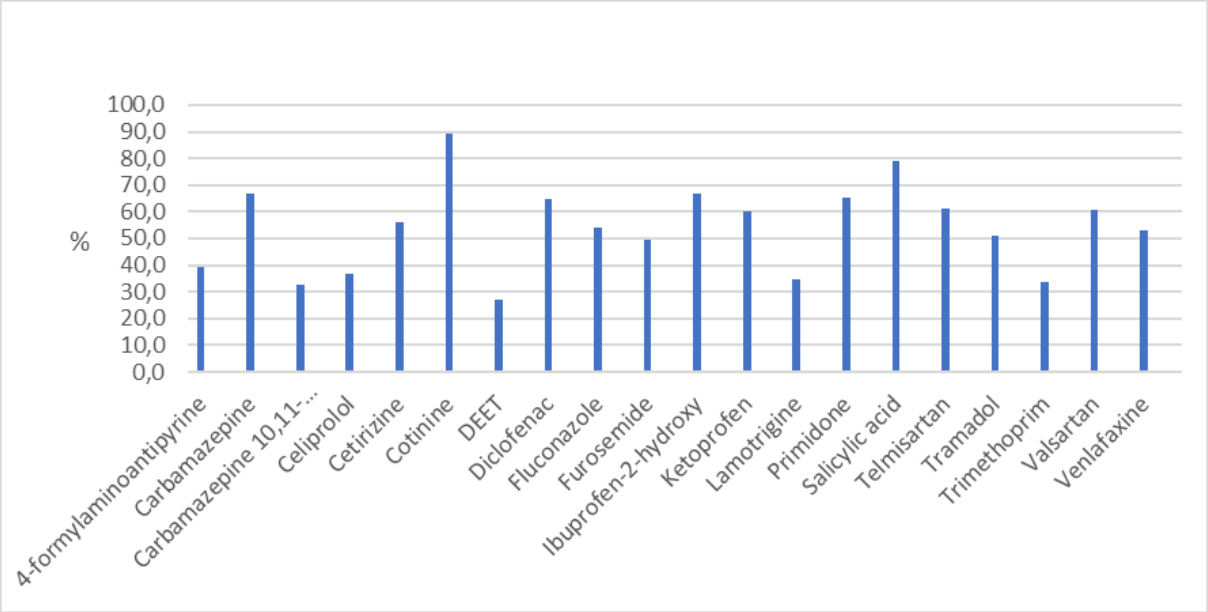
Dále byly vzorky odpadních vod bez fyzikální předúpravy a s fyzikální předúpravou elektrostatickým polem podrobeny laboratorním biodegradačním experimentům v laboratořích Katedry environmentálního inženýrství VŠB – Technické univerzity Ostrava. Pro biodegradaci byla použita směs bakterií *Rhodococcus degradans*, *Rhodococcus rhodochrous* a *Rhodococcus erythropolis*, které byly získány z České sbírky mikroorganismů působící při Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity v Brně (Česká sbírka mikroorganismů disponuje značným spektrem mikroorganismů, k nimž je vytvořena podpůrná databáze s jejich degradačními schopnostmi a specifickými vlastnostmi a podmínkami kultivace).

T A
Č R
Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.
www.tacr.cz www.mzp.cz

Pro předúpravu vzorků bylo odzkoušeno elektrostatické pole s různou dobou expozice, napětí 18,5 kV, el. proud 0,1 mA.

Vlastní biodegradace probíhala po dobu tří týdnů. Poté byly vzorky zfiltrovány a předány do laboratoře přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy na analýzu farmak. Stanovováno bylo cca 70 látek.

Z provedených experimentů je patrné, že jen za pomoci elektrostatického pole u mnohých farmak, obsažených v odpadních vodách, lze snížit obsah účinných složek farmak (např. carbamazepin, celiprolol, claritromycin, diclofenac, hydrochlorothiazide, iohexol, iomeprol, irbesartan). Kombinovaný technologický postup – fyzikální úprava elektrostatickým polem a biotechnologie za pomoci vybraných kmenů bakterií se jeví jako velmi nadějný, kdy dochází ke snížení významné části celého spektra sledovaných látek. Fyzikální předúprava výrazně zvyšuje účinnost následně zařazených biotechnologií řádově o desítky procent. Změna (zvýšení) účinnosti biodegradace vybraných farmak použitím elektrostatického pole oproti biodegradaci bez použití elektrostatického pole (vyjádřeno v %) je zobrazena na obrázku 1.



Obr. 1. Změna/zvýšení účinnosti biodegradace vybraných farmak použitím elektrostatického pole oproti biodegradaci bez použití elektrostatického pole [%]

Dle schváleného harmonogramu řešení byla koncem roku 2023 zpracována a podána ve spolupráci s patentovým zástupcem Liborem Markesem, Brno přihláška užitného vzoru s názvem "Zařízení pro úpravu odpadní vody působením elektrostatického pole",, podání ze dne 29. 11. 2023., spisová zn. PUV 2023-41504 (viz samostatná příloha 2). Zápis užitného vzoru „Zařízení pro úpravu odpadní vody působením elektrostatického pole“ dle dřívějších zkušeností se očekává v prvním čtvrtletí roku 2024.

T A
Č R
Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.
www.tacr.cz www.mzp.cz

Současně probíhá spolupráce s dalšími výzkumnými pracovišti, zejména vysokými školami, a zkušební testování odpadních vod v rámci uživatelské optimalizace zařízení. Dále jsou vedena jednání s výrobci zkušebních laboratorních a průmyslových technických zařízení firmou ASIO, spol. s r.o., Brno a ENVI-PUR, s.r.o., Soběslav.

V průběhu roku 2023 byl z vyhodnocených výsledků připraven odborný článek s názvem „Možnosti čištění odpadních vod za pomoci experimentálního zařízení pro fyzikální působení elektrostatickým polem se zaměřením na farmaka“, který byl vydán v prosincovém čísle časopisu VTEI č. 06/2023 (https://www.vtei.cz/2023/12/moznosti-cisteni-odpadnich-vod-za-pomoci-experimentalniho-zarizeni-pro-fyzikalni-pusobeni-elektrostatickym-polem-se-zamerenim-na-farmaka).

V průběhu roku 2023 jsme se snažili získat vzorky použitého aktivního uhlí pro testování možností jeho regenerace. V závěru roku se podařilo získat vzorky z úpravny vody, kde je technologie GAU používána. V současné době probíhají laboratorní experimenty. Výsledky budou prezentovány v průběhu roku 2024.

Současně jsme se, ve spolupráci s řešením dílčího cíle 2.A.3 zaměřili na možnosti likvidace urinálních sáčků, získané informace jsou uvedeny v příloze 1.

3.2. Řešení dílčího cíle 2.A.2

Analýza stávajících největších zdrojů znečištění povrchových zdrojů léčivými látkami a jejich metabolity.

Po revizi databáze čistíren odpadních vod (včetně záznamu technických a hydrologických parametrů), která proběhla v roce 2022, byly práce v roce 2023 zaměřeny na ověřování a zpřesňování získaných údajů, a to zejména v oblastech:

- Detailů místa vypouštění (do bezejmenných toků a alternativy do toků vyšších řádů)
- Revize odhadů průměrných průtoků zatížených vysokou nejistotou. Pořadí (priority) těchto prací se řídí údaji počtu připojených obyvatel a podle řádu toku
- Terénní ověření získaných informací, zejména u čistíren odpadních vod nad 1 000 a 2 000 připojených obyvatel

Získané výsledky slouží jako podklad pro sestavování seznamů ČOV různých velikostních kategorií podle významnosti vlivu na recipienty v období klimatické změny.

V průběhu roku 2023 byla dále upřesňována databáze komunálních ČOV a zejména kontrola extrapolovaných dat o průměrném průtoku v místech vypouštění, umožňující modelování podílu vyčištěných odpadním vod v recipientu za situace “SUCHO”, definované jako 25% Qprum.

T A
Č R
Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.
www.tacr.cz www.mzp.cz

Pro velikostní kategorii ČOV nad 2000 připojených obyvatel byla dosažena přijatelná shoda v datech, aniž by bylo nutno provádět terénní práce. V některých případech byly hodnoty modelového zatížení recipientu za sucha alternativně odhadnuty pro případy vypouštění do "krátkého resp. nevýznamného" vodního toku, který navazuje na hlavní tok (Ostrava, Pardubice, Hodonín). Velikost ČOV na základě počtu připojených obyvatel, nikoliv EO, byla zvolena proto, že eliminuje přísun z průmyslu, čili reprezentuje jen přísun od obyvatelstva (domácnosti, školy, pracoviště atd.). Data samozřejmě neumožňují zahrnout odlehčení, to je však za situace „sucho" nulové. Kategorie „ČOV > 2000" zahrnuje 550 - 560 objektů, které obsluhují 7,2 milionů lidí, čili cca 80 % obyvatelstva připojeného na veřejnou kanalizaci a proti menším sídlům lze pro tuto kategorii ČOV předpokládat, že většina obyvatel je připojena na veřejnou kanalizaci. Je u nich zajištěna pravidelná funkce, kontrola i reporting. Souhrnně je dnes situace taková, že 156 jich vypouští více než 10% průtoku v recipientu: Z toho je 50 (z celkových 135) ČOV nad 10 000 připojených obyvatel a 106 (z celkových 360) ČOV s 9 999 - 2 000 připojených obyvatel. Nejsou zahrnuta data „ČOV > 2000" vypouštějících do toků řádu <3 (Strahler), pro které je odhad zatížení vzhledem k nestabilitě průtoků problematický. Databáze bude během v 1. pololetí roku 2024 zpřístupněna veřejnosti.

Pracovní výsledky byly prezentovány a publikovány ve sbornících:

Fuksa, J. K., Matoušová Smetanová, L. (2023): Léčiva léčí a pak skončí v řece – jak to vypadá? Konference Životní prostředí – prostředí každého z nás. CENIA, Praha, 27. 4. 2023.

Fuksa, J. K., Matoušová Smetanová, L. (2023): Přísun farmak do Vltavy a Labe a transport ke hranici. 15. bienální konference CzWA, Litomyšl, 20. – 22. 9. 2023.

Fuksa, J. K., Matoušová Smetanová, L., Jačková, A. (2023): Vliv čistíren odpadních vod na řeky – co když bude sucho? Konference Životní prostředí – prostředí pro život. CENIA, Praha, 2. 3. 11. 2023.

Fuksa, J. K., Matoušová Smetanová, L. (2024 v tisku): Čistírny odpadních vod za sucha – nový problém? Odpadové Fórum 1/2024, v tisku.

3.3. Řešení dílčího cíle 2.A.3

Analýza využitelných postupů a technologií k předcházení vniku léčivých látek do kalů i do vypouštěných vyčištěných odpadních vod

Na základě provedené analýzy hlavních (hot-spots) zdrojů léčivých látek a jejich metabolitů do kanalizace byly v roce 2022 identifikovány nejdůležitější zdroje farmaceutického znečištění. Na konci roku 2022 začalo oslovování těchto zařízení s pokračováním v roce 2023 prostřednictvím Google dotazníku.

Otázky se týkaly zejména obecných informací o odpadních vodách (druh OV, způsob odvádění OV a způsoby její dezinfekce), dále o způsobu nakládání s použitými inkontinenčními pomůckami a sáčky na moč (způsob likvidace). Další otázky se pak týkaly charakteristiky daného zařízení (název, kraj a základní popis péče) a zda disponují vlastní

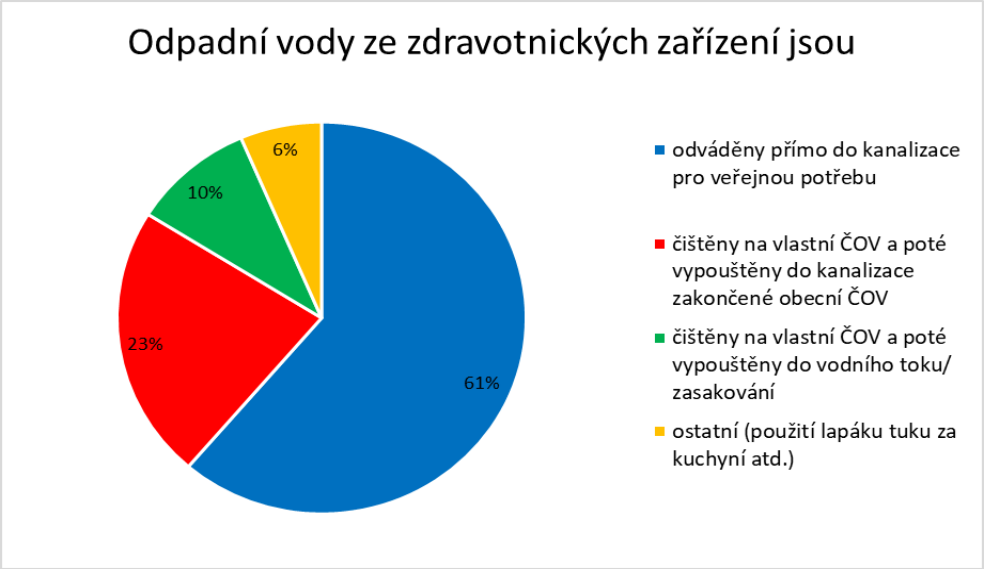
T A
Č R
Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.
www.tacr.cz www.mzp.cz

ČOV (způsob čištění - popis technologie, rok uvedení do provozu, rok poslední rekonstrukce nebo intenzifikace, sledované parametry dle kanalizačního řádu, četnost sledování, průměrná produkce OV).

Níže uvedené výsledky zatím zahrnují zařízení ústavní zdravotní péče a zařízení pro osoby s chronickým duševním onemocněním. Kapacita zařízení se pohybuje od 12 do 2300 lůžek o dlouhodobé průměrné obsazenosti 50 - 100 %.

Data získaná s pomocí dotazníku naznačují (viz obrázek č. 2), že zařízení (nemocnice - 62 %, ústavy pro osoby s duševním onemocněním - 23 % atd.) odvádějí ve většině případů svojí odpadní vodu přímo do kanalizace (61 %), případně jsou předčišťovány v různé míře na vlastní ČOV, a poté vypouštěny do veřejné kanalizace zakončené obecní ČOV (23 %). U zbylých zařízení se jedná o speciální případy jako je např. použití vlastní ČOV s trativodem, použití vlastní ČOV na předčištění pouze infekčních OV, lapáky tuků na odtoku z kuchyně atd.

Většina nemocničních čistíren odpadních vod (40 %) disponuje aktivační čistírnou s mechanickým a biologickým stupněm, 25 % obsahuje pouze mechanický stupeň čištění (např. česle, lapák písku nebo tuku, nebo usazovací stupeň) a 23 % čistíren disponuje některou z forem terciárního čištění (ultrafiltrace, filtrace přes aktivní uhlí). Zbylé případy jsou speciální formy čištění (např. termická stabilizace) a některá zařízení disponují také termickou dezinfekcí kalů párou.



Obr. 2. Způsob likvidace odpadních vod ze zdravotnických zařízení

Většina čistíren odpadních vod ve zdravotnických zařízeních byla postavena již před rokem 1997 a jen část z nich (36 %) se v posledních dvaceti letech dočkala rekonstrukce, nebo intenzifikace.

Vypouštěné odpadní vody jsou sledovány podle kanalizačního řádu podle velikosti zařízení 2x až 6x ročně a sledovány jsou obvyklé parametry jako je CHSK, BSK, nerozpuštěné látky,

T A
Č R
Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.
www.tacr.cz www.mzp.cz

amoniakální a celkový dusík a celkový fosfor. Na několika výpustích z ČOV se sledují také volný chlor, mikrobiologické parametry, těžké kovy (zejména rtuť) a radioaktivní formy jodu.

Průměrné množství vypouštěných odpadních vod se pohybovalo mezi 600 a 600 000 m^3/rok. Všechna dotázaná zařízení označila svoje odpadní vody jako splaškové, 37 % zařízení poté jako infekční, 7 % jako dešťové a 7 % jako radioaktivní.

Všechny vypouštěné odpadní vody nedezinfikuje 71,4 % a pouze infekční vody poté dezinfikuje 25 % zařízení (viz obrázek č. 3). Zbytek zařízení dezinfikuje všechny odpadní vody v případě pandemie, nebo dezinfikuje podle zdroje odpadní vody. Dezinfekce je na všech zařízeních, které ji využívají, zajištěna různými formami chloru (chlor, chlornan sodný, chlordioxid atd.).

Obr. 3. Dezinfekce odpadních vod ze zdravotnických zařízení

Inkontinenční pomůcky používá 93 % dotázaných zařízení a jen 39 % z nich je likviduje hned na místě vzniku. Většina zdravotnických zařízení využívá oprávněné osoby nebo specializované firmy pro odvoz pomůcek většinou ve formě nebezpečného odpadu. V případě odvozu mimo režim nebezpečného odpadu zařízení pravidelně dezinfikují nádoby i shromaždiště odpadů. Některé nemocnice také využívají vlastní spalovny, nebo dekontaminační jednotky pro likvidaci těchto odpadů. Jednorázové sáčky na moč využívá 57 % dotázaných zařízení. 62 % zařízení vylévá obsah sáčků přímo do výlevky, nebo do toalety. Druhá část (38 %) poté předává plné sáčky oprávněné osobě k likvidaci. Prázdné sáčky na moč se poté v 72 % předávají jako nebezpečný odpad. Zbytek zařízení používá vlastní spalovny, nebo dekontaminační jednotky. Další informace k této problematice jsou uvedeny v příloze 1.

Z této analýzy tedy vyplývá, že se ve většině případů odpadním vodám ze zdravotnických zařízení v dnešní době nevěnuje žádná speciální pozornost. Technologie, které by teoreticky mohly zabránit vypouštění farmak do přírody (terciární čištění - např. filtrace přes aktivní uhlí, ultrafiltrace) využívá jen nepatrná část těchto zařízení.

T A
Č R
Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.
www.tacr.cz www.mzp.cz

Dále v roce 2023 proběhla analýza nakládání s odpadními vodami velkých pražských nemocnic, které disponují vlastní čistírnu odpadních vod (Fakultní Thomayerovu Nemocnici v Krči, FN na Bulovce a FN v Motole). U těchto zdrojů jsme se zabývali způsoby nakládání s odpadními vodami se zvýšenou koncentrací léčivých látek. Dle současných informací spočívá běžná praxe nakládání se separovanou močí (sběrné sáčky na moč pro pacienty se zavedeným permanentním močovým katétrem) v jejich vylévání do toalety.

Dále v rámci tohoto balíčku (2.A.3) byly domluveny prohlídky a možné odběry vzorků (pro výpočet bilance s cílem zjistit významnost přísunu léčiv z těchto zařízení) nemocničních ČOV a ČOV u domů pro seniory, u kterých lze předpokládat odpadní vody s vyššími koncentracemi léčiv. Rovněž byla provedena analýza současně používaných technologií při odstraňování léčiv společně s novými technologickými možnostmi. Výsledky budou uvedeny ve zprávě za rok 2024.

A v neposlední řadě byl zjišťován obsah léčiv v jednotlivých proudech odpadních vod (žlutá, šedá a černá voda) s možnostmi jejich likvidace, zejména pak separátně likvidace žluté vody (sběrné sáčky s močí) ve spalovnách nebezpečných odpadů popř. v zařízeních charakterem podobným cementárenské peci a jejich finanční náročnost s ohledem na množství likvidovaných vod. Získané poznatky možností likvidace žluté vody jsou součástí přílohy 1 této zprávy.

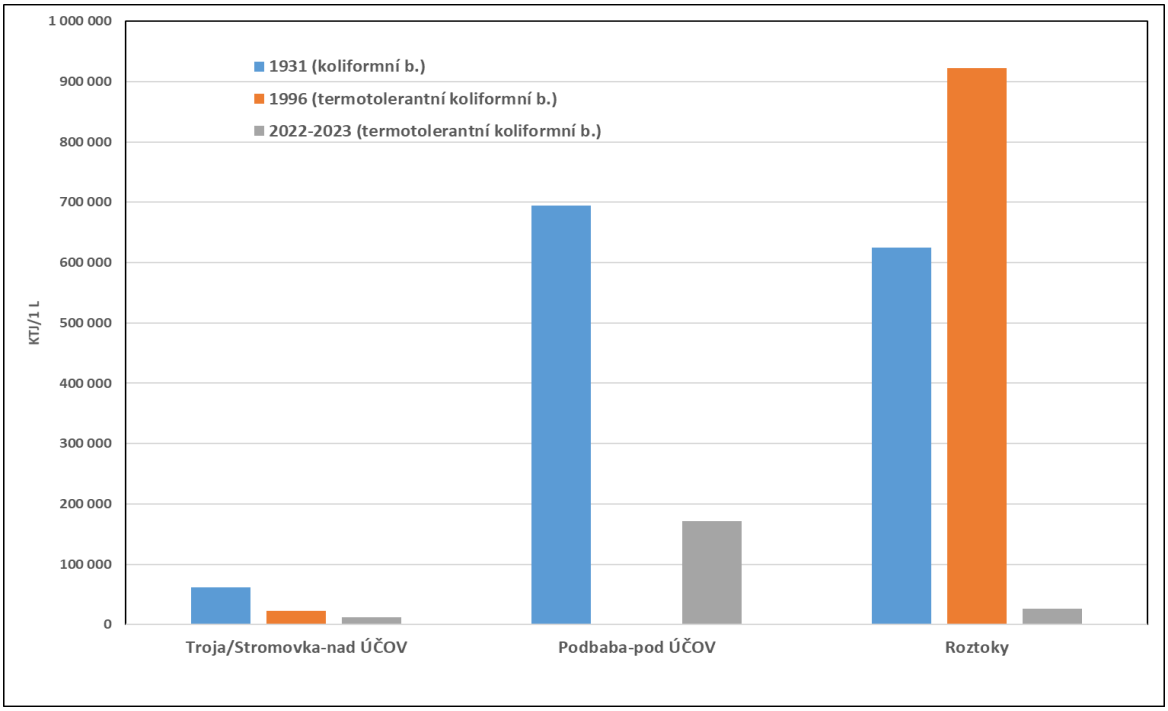
Ve spolupráci s řešením dílčího cíle 2.A.1 pokračovaly také experimentální práce na realizaci a odzkoušení možnosti použití zařízení pro fyzikální způsob zpracování odpadů a jeho využití při čištění odpadních vod za použití elektrostatického pole. Podrobnější informace jsou uvedeny v kapitole 3.1 Řešení dílčího cíle 2.A.1.

3.4. Řešení dílčího cíle 2.A.4

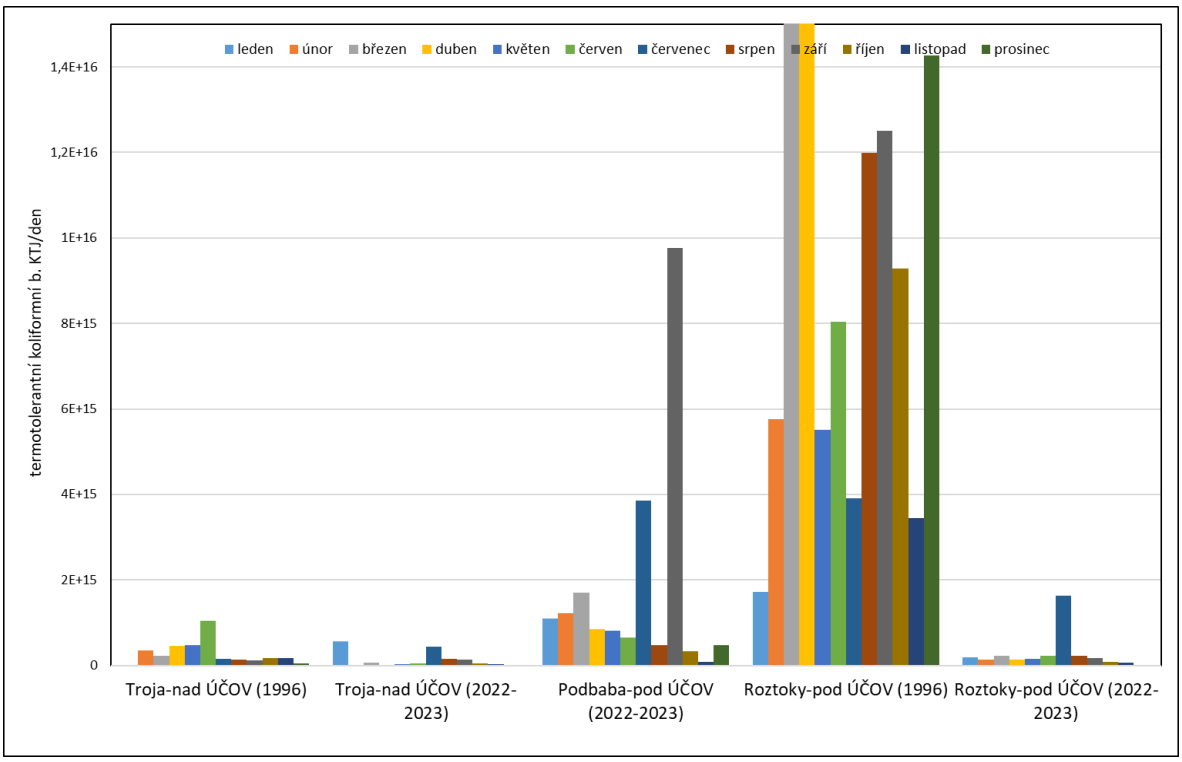
Výzkum a identifikace mikrobiálního zatížení povrchových vod odpadními vodami z ČOV v ČR

V roce 2023 bylo provedeno porovnání ovlivnění recipientu mikrobiálním znečištěním nad a pod ÚČOV Praha z aktuálního monitoringu 2022 - 2023 s historickými daty z roku 1931 a z roku 1996. Porovnání ukázalo obdobné koncentrace indikátorů fekálního znečištění ve Vltavě nad ÚČOV Praha ve všech třech obdobích, avšak jejich významně vyšší koncentrace pod výpustí odpadních vod v roce 1931 a 1996 (viz obrázek č. 4). Porovnání zatížení v letech 1996 a 2022 - 2023 pro ukazatel termotolerantní koliformní bakterie/den ukázalo obdobný stav v letech 1996 a 2022 - 2023 nad ÚČOV, tj. nízké zatížení toku. Fekální zatížení toku pod

T A
Č R
Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.
www.tacr.cz www.mzp.cz



Obr. 4. Porovnání historických a současných dat množství fekálních indikátorů ve Vltavě nad a pod ÚČOV



Obr. 5: Porovnání zatížení Vltavy termotolerantními koliformními bakteriemi/den v letech 1996 a 2022-2023

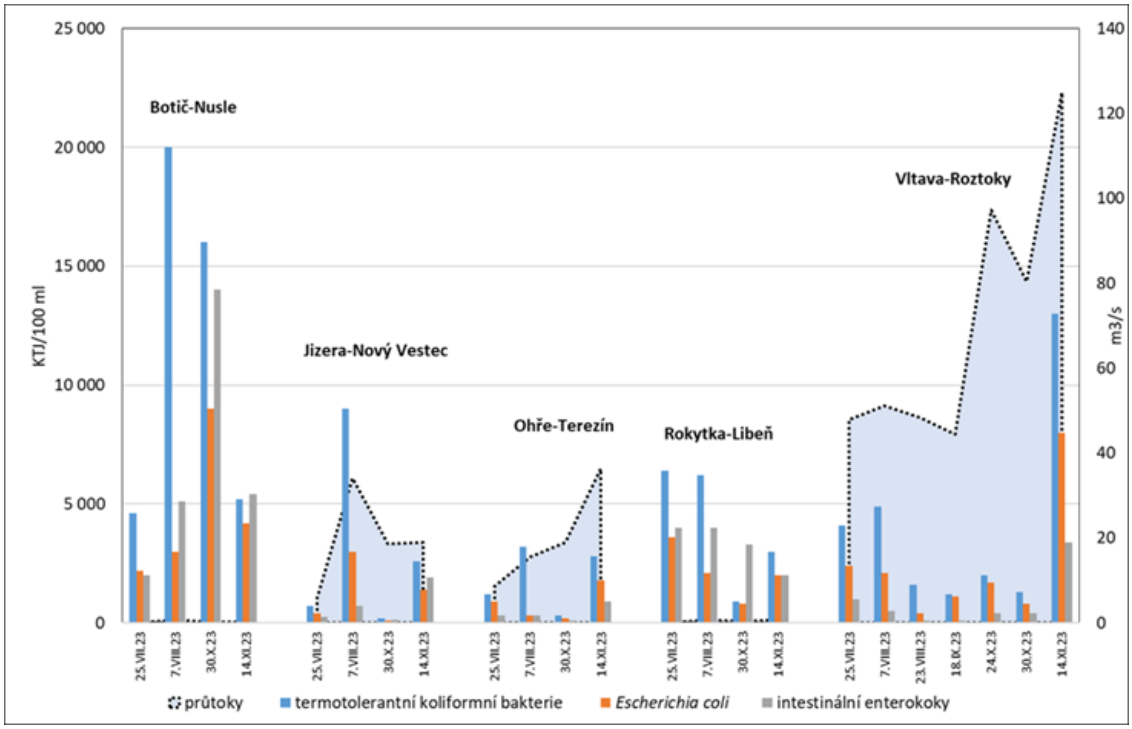
T A
Č R

Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.

www.tacr.cz www.mzp.cz

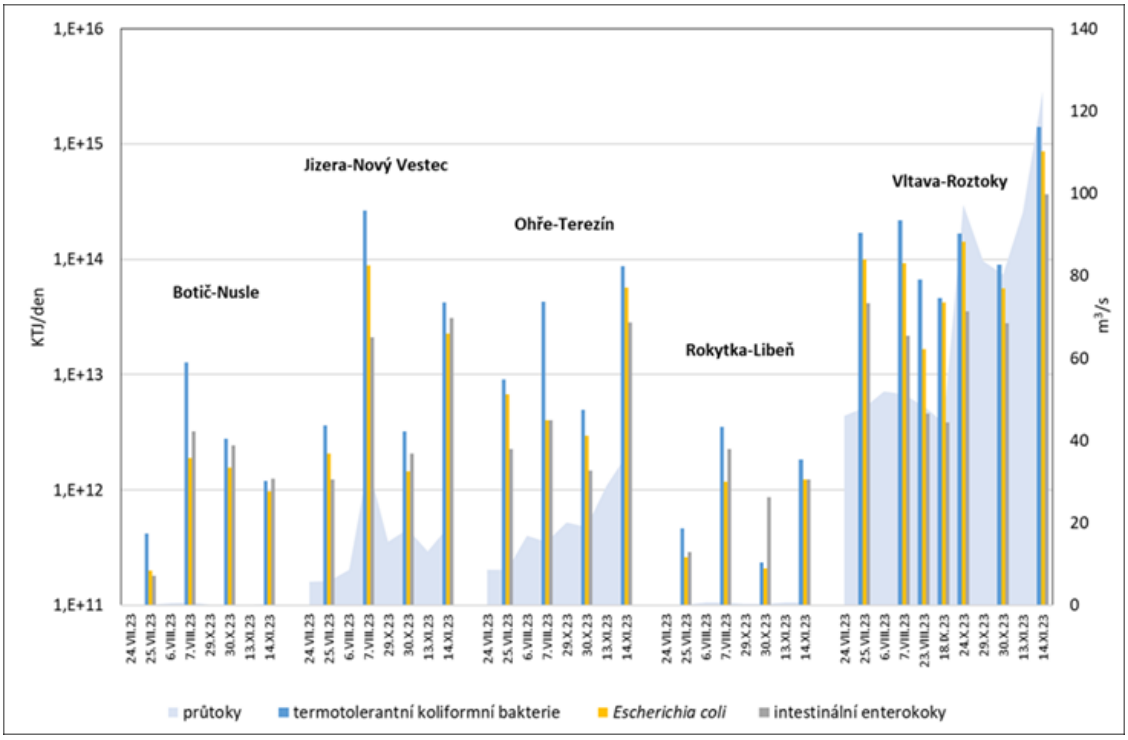
ÚČOV bylo významně vyšší v roce 1996, což ukazuje na výrazně zlepšující se trend mikrobiální jakosti Vltavy díky vysoké účinnosti čištění odpadních vod.

Ve druhé polovině roku 2023 bylo provedeno modelové sledování mikrobiální kontaminace recipientů při různých průtocích na pěti odběrových profilech vybraných tak, aby poskytly informace o mikrobiálním znečištění a aktuálních průtocích vody z blízkých vodoměrných stanic, zvolených tak, aby v úseku cca 20 km nad nimi bylo možné lokalizovat různě velké ČOV. Byla porovnána koncentrace fekálního znečištění v KTJ/100 ml a zatížení toků v KTJ/den pro indikátorové skupiny fekálního znečištění: (*E. coli-EC*, termotolerantní koliformní bakterie-FC a enterokoky-ENT) – viz obr. 5-7. Byly zachyceny průtoky velmi blízké hodnotě Q355d (25. 7. 2023), průtoky po významnějších srážkách (Ohře – 13. 11. 2023: 9,3 mm/den; Jizera, Botič a Rokytka 6. – 7. 8. 2023: 7-14 mm/den) a stavy mírně zvýšených průtoků.



Obr. 6. Počty indikátorů fekálního znečištění (KTJ/100 ml) a průtoky vody v době odběrů (m^3/s) na sledovaných profilech

T A
Č R
Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.
www.tacr.cz www.mzp.cz



Obr. 7. Mikrobiální zatížení (KTJ/den) odběrových profilů na sledovaných tocích

Výsledky ukázaly, že málo vodné i velké toky jsou velmi významně mikrobiálně zatíženy (FC 2x 1011 - 1015 KTJ/den; EC – 2x 1011 - 1014 KTJ/den; ENT 2x 1011 – 4x 1013 KTJ/den; zatížení odpovídá vodnosti toků (rozdíly až o 4 řády: 1011-1015 KTJ/den); dynamika mikrobiálního znečištění je u většiny toků podobná, tj. koncentrace bakterií v toku jsou vyšší při vyšších průtocích, koncentrace odpovídá zatížení toku; lineární korelace mezi mikrobiálním zatížením a množstvím vody v recipientech však nebyla statisticky významná; výjimka - Rokytka s odlišnou dynamikou, tj. vyšší koncentrace bakterií při nižším průtoku, odpovídá velkému podílu odpadních vod (16 %) a jejich malého naředění; Vltava - převažující znečištění z velkého zdroje (ÚČOV) a poměrně stabilní podíl odpadních vod díky regulaci toku (cca 7 %) - nejlepší korelace mikrobiálního znečištění s průtoky vody. Výsledky pilotní studie ukázaly nutnost komplexního (zahrnutí všech vlivů) a současně individuálního (zohlednění odlišnosti lokalit) přístupu k hodnocení mikrobiálního znečištění toků.

V rámci screeningu byla provedena pilotní studie výskytu antimikrobiální rezistence, která ukázala na vysoký výskyt rezistentních i multirezistentních kmenů *Escherichia coli* ve Vltavě i v odpadních vodách z ČOV. Nejčastěji byla zjištěna rezistence ke gentamicinu (54 %), fosfomycinu (17 %) a k cefuroximu.

Naše pilotní studie potvrdila velký význam vodního prostředí z pohledu výskytu a šíření antibioticky rezistentních mikroorganismů, kterému bude nutné se nadále intenzivně věnovat. Některé aktivity dílčího cíle 2.A.4 byly prováděny společně s řešením interních grantů VÚV TGM. Výsledky pilotních studií budou prezentovány na Vodárenské biologii 2024.

T A
Č R
Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.

www.tacr.cz www.mzp.cz

3.5. Řešení dílčího cíle 2.A.5

Výzkum a identifikace množství a druhů používaných léčivých látek a kvalifikovaný odhad míry negativního ovlivnění vodního prostředí vypouštěním odpadních vod s obsahem těchto látek

Pro analýzu trendů spotřeby léčivých přípravků v České republice využíváme veřejně dostupná data Státního ústavu pro kontrolu léčiv (SÚKL). Jedná se o údaje o dodávkách léčivých přípravků do lékáren a jiných zdravotnických zařízení s rozlišením podle ATC (kódy odpovídají indexu ATC podle WHO) a cesty podání.

V roce 2023 byla doplněna data o spotřebě léčivých přípravků v České republice (zatím do 3. čtvrtletí 2023, data jsou reportována s určitým zpožděním) a byla provedena analýza trendů spotřeby léčivých přípravků v ČR za roky 2018 - 2022. Byl aktualizován seznam nejvýznamnějších léčiv s největšími spotřebami, probíhá hodnocení jejich vlivu na vodní prostředí na základě jejich struktury, chemicko-fyzikálních vlastností a chování ve vodním prostředí.

Ve spotřebě léčiv v jednotlivých letech období 2018 -2022, resp. 2023 pro nejvíce užívané látky nejsou významné rozdíly. Spektrum látek s roční spotřebou více než 5 milionů definovaných denních dávek (DDD) je v jednotlivých letech víceméně stejné - z celkově vykazovaných cca 2 000 léčiv se jedná o přibližně 200 látek.

Dále probíhá analýza spotřeby léčivých přípravků, které jsou podávány jako kombinace více léčivých látek nebo těch, u nichž je definovaná denní dávka vyjádřena v jiných než hmotnostních jednotkách.

Termín zpracování metodiky negativního ovlivnění vodního prostředí byl odložen na rok 2024, protože teprve v druhé polovině roku 2022 byly zveřejněny legislativní návrhy EU týkající se regulace konkrétních léčivých přípravků a některé předpisy stále nejsou ve finální podobě. Jedná se o revizi Směrnice ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky (2000/60/ES), Směrnici o ochraně podzemních vod před znečištěním a zhoršováním stavu (2006/118/ES), Směrnice o normách environmentální kvality v oblasti vodní politiky (2008/105/ES) a návrh nové Směrnice UWWTD - Urban Waste Water Treatment Directive (91/271/EHS).

V návrzích dokumentů jsou již pro konkrétní léčiva definovány konkrétní požadavky (např. NEK, minimální účinnost odstranění). Jedná se o následující látky: 17 alpha-ethinylestradiol (EE), 17 beta-estradiol (E2), Azithromycin, Candesartan, Carbamazepine, Citalopram, Clarithromycin, Diclofenac, Hydrochlorothiazide, Erythromycin, Estrone (E1), Ibuprofen. Metoprolol a Venlafaxin. Všechny uvedené látky jsou spotřebovávány i v ČR, většina z nich ve významných množstvích. V tabulce 1 jsou uvedeny spotřeby pro jednotlivé látky za období 2018 až 2022 (pro rok 2023 nejsou k dispozici data za poslední čtvrtletí), nicméně podle dosud vyhodnocených dat lze očekávat, že nedojde k významné změně.

T A
Č R
Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.
www.tacr.cz www.mzp.cz

Tabulka 1 Spotřeby léčiv vybraných s ohledem na možné budoucí legislativní požadavky - definované denní dávky za období 2018-2022

Kód ATC7	Název ATC7	Cesta podání	2018 DDD celkem	2019 DDD celkem	2020 DDD celkem	2021 DDD celkem	2022 DDD celkem
N05AL05	**AMISULPRID**	Perorální podání	1 394 040	1 424 070	1 467 086	1 399 384	1 371 413
J01FA10	**AZITHROMYCIN**	Perorální podání	3 580 424	3 344 354	2 795 512	2 836 938	3 822 877
C09CA06	**KANDESARTAN**	Perorální podání	28 744 192	33 843 288	39 642 536	41 538 476	43 836 412
N03AF01	**KARBAMAZEPIN**	Perorální podání	3 928 826	3 736 363	3 539 633	3 276 926	3 222 479
N06AB04	**CITALOPRAM**	Perorální podání	34 675 995	34 925 176	32 933 382	32 978 504	32 715 287
J01FA09	**KLARITHROMYCIN**	Perorální podání	9 224 871	8 693 877	6 113 175	6 241 773	9 380 156
J01FF01	**KLINDAMYCIN**	Perorální podání	1 421 584	1 467 810	1 364 338	1 441 334	1 643 604
M01AB05	**DIKLOFENAK**	Perorální podání	31 026 677	33 013 433	31 449 852	31 754 765	30 579 280
J02AC01	**FLUKONAZOL**	Perorální podání	472 356	480 707	467 774	527 499	523 905
C03AA03	**HYDROCHLOROTHIAZID**	Perorální podání	8 348 720	7 428 900	6 862 080	6 562 040	6 983 860
M01AE01	**IBUPROFEN**	Perorální podání	126 267 522	116 904 256	128 160 535	122 385 147	141 183 687
C09CA04	**IRBESARTAN**	Perorální podání	10 639 968	9 191 936	4 365 992	4 247 022	4 062 464
G03AD01	**LEVONORGESTREL**	Perorální podání	83 324	85 458	75 342	78 977	93 506
G03AA07	**LEVONORGESTREL A ETHINYLESTRADIOL**	Perorální podání	12 725 552	12 256 972	12 047 252	11 377 968	11 075 148
G03AB03	**LEVONORGESTREL A ETHINYLESTRADIOL**	Perorální podání	5 262 348	4 640 748	4 156 488	3 759 168	3 421 824
A10BA02	**METFORMIN**	Perorální podání	108 674 723	113 052 433	110 581 362	118 993 089	118 329 758
C07AB02	**METOPROLOL**	Perorální podání	79 405 395	76 605 837	73 902 187	70 520 305	68 465 895
G03DC02	**NORETHISTERON**	Perorální podání	6 083 640	5 863 185	3 904 740	4 393 215	5 557 995
G03FA01	**NORETHISTERON A ESTROGEN**	Perorální podání	3 990 308	4 088 924	3 816 008	3 512 824	3 301 732
G03FB05	**NORETHISTERON A ESTROGEN**	Perorální podání	659 848	739 508	747 404	768 180	813 456
J01EE01	**SULFAMETHOXAZOL A TRIMETHOPRIM**	Perorální podání	3 124 917	3 283 597	2 898 938	2 817 888	3 320 636
J01EA01	**TRIMETHOPRIM**	Perorální podání	439 270	140 433	89 093	20 174	39 333
N06AX16	**VENLAFAXIN**	Perorální podání	26 004 812	28 022 387	29 645 088	30 502 290	33 745 892

T A
Č R

Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.

www.tacr.cz www.mzp.cz

Kód ATC7	Název ATC7	Cesta podání	2018 DDD celkem	2019 DDD celkem	2020 DDD celkem	2021 DDD celkem	2022 DDD celkem
G03AA09	**DESOGESTREL A ETHINYLESTRADIOL**	Perorální podání	11 306 568	9 969 736	8 921 500	8 095 696	7 333 284
G03AB05	**DESOGESTREL A ETHINYLESTRADIOL**	Perorální podání	393 960	301 392	269 556	244 608	234 948
G03AB08	**DIENOGEST A ESTRADIOL**	Perorální podání	1 388 408	1 339 408	1 317 708	1 208 116	1 137 276
G03AA16	**DIENOGEST A ETHINYLESTRADIOL**	Perorální podání	25 532 360	26 308 128	25 302 200	24 741 500	24 626 616
G03AA12	**DROSPIRENON A ETHINYLESTRADIOL**	Perorální podání	35 643 776	34 805 148	34 507 648	34 000 232	33 793 676
G03CA03	**ESTRADIOL**	Perorální podání	4 994 402	110 508	4 734 646	154 500	191 450
G03AA10	**GESTODEN A ETHINYLESTRADIOL**	Perorální podání	53 177 432	49 737 884	46 245 948	42 345 492	40 411 812
G03AA15	**CHLORMADINON A ETHINYLESTRADIOL**	Perorální podání	6 320 216	5 830 692	5 471 508	5 344 248	5 222 616
G03AA07	**LEVONORGESTREL A ETHINYLESTRADIOL**	Perorální podání	12 725 552	12 256 972	12 047 252	11 377 968	11 075 148
G03AB03	**LEVONORGESTREL A ETHINYLESTRADIOL**	Perorální podání	5 262 348	4 640 748	4 156 488	3 759 168	3 421 824
G03AA11	**NORGESTIMÁT A ETHINYLESTRADIOL**	Perorální podání	405 468	454 104	421 932	492 912	207 732

V rámci tohoto dílčího cíle byla pracovišti Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy zpracována pod vedením prof. RNDr. Tomáše Cajthamla, Ph.D., DSc. bakalářská práce studentky Evy Stonawski pod názvem „Prioritní mikropolutanty ze skupiny farmak v kontextu ČR a návrhu Rámcové směrnice o vodách“.

Hlavním cílem této práce bylo vyhodnotit, zda je návrh Rámcové směrnice o vodách adekvátní pro řešení problému znečištění mikropolutanty v ČR. Zohlednění informací o dodávkách léčiv a monitorovaných dat umožnilo posoudit rozsah a intenzitu přítomnosti látek v českém vodním prostředí. Na základě těchto informací bylo následně provedeno zhodnocení, zda je návrh Rámcové směrnice o vodách relevantní pro ČR.

Výsledky této bakalářské práce budou využity při dalším řešení tohoto dílčího cíle.

3.6. Řešení výskytu látek ze skupiny PFAS - operativní výzkum látek

V rámci balíčku 2.A Kontaminace vodního prostředí byl zadán od MŽP operativní výzkum na sledování výskytu látek PFAS na odtoku z komunálních čistíren odpadních vod. Na základě tohoto zadání bylo vybráno 30 ČOV s kapacitou větší než 30 000 EO a v roce 2023 začal odběr 24hodinových slévaných vzorků odtoku z těchto čistíren. Analyzováno bylo nejen 20 látek uvedených ve směrnici EU 2020/2184 o jakosti vody určené k lidské spotřebě, ale 20 dalších látek ze skupiny PFAS mimo tento seznam (pro případnou úpravu výčtu

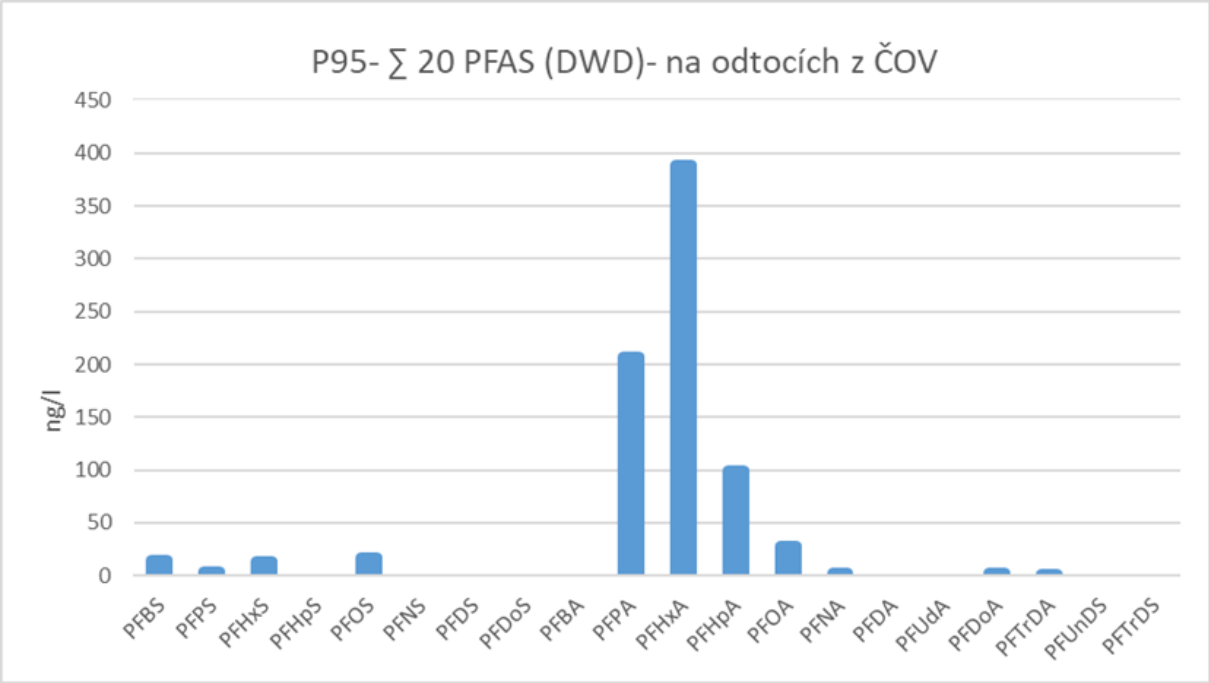
T A
Č R
Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.
www.tacr.cz www.mzp.cz

monitorovaných látek ze skupiny PFAS). Na základě zjištěných koncentrací a znalosti hodnot průtoku byla vyhodnocena bilance vypouštěných látek pro ověření návrhu ohlašovacího prahu, který byl stanoven v nařízení vlády č. 137/2023 Sb.

Hodnota tohoto ohlašovacího prahu pro úniky do vody pro skupinu 20 látek PFAS (uvedených ve směrnici EU 2020/2184 o jakosti vody určené k lidské spotřebě) byla stanovena na 0,05 kg/rok.

Na obrázku 8 jsou zobrazeny výsledky statistického vyhodnocení výskytu 20 sledovaných zástupců PFAS na odtocích z 23 ČOV, které jsou vyjádřeny pomocí P95, (to znamená, že 95 % zjištěných koncentrací se nacházelo pod uvedenou hodnotou).

Nejvyšších koncentrací ve vyčištěných odpadních vodách dosahují perfluorohexanová kyselina (PFHxA) se sumou hodnot přesahující 389 ng/l, dále perfluoropentanová kyselina (PFPA), perfluoroheptanová kyselina (PFHpA), perfluoroktanová kyselina (PFOA). Nižších hodnot do 30 ng/l pak dosahovaly látky, perfluorobutansulfonová kyselina (PFBS), perfluoropentansulfonová kyselina (PFPS), perfluorohexansulfonová kyselina (PFHxS), perfluoroktansulfonová kyselina (PFOS).

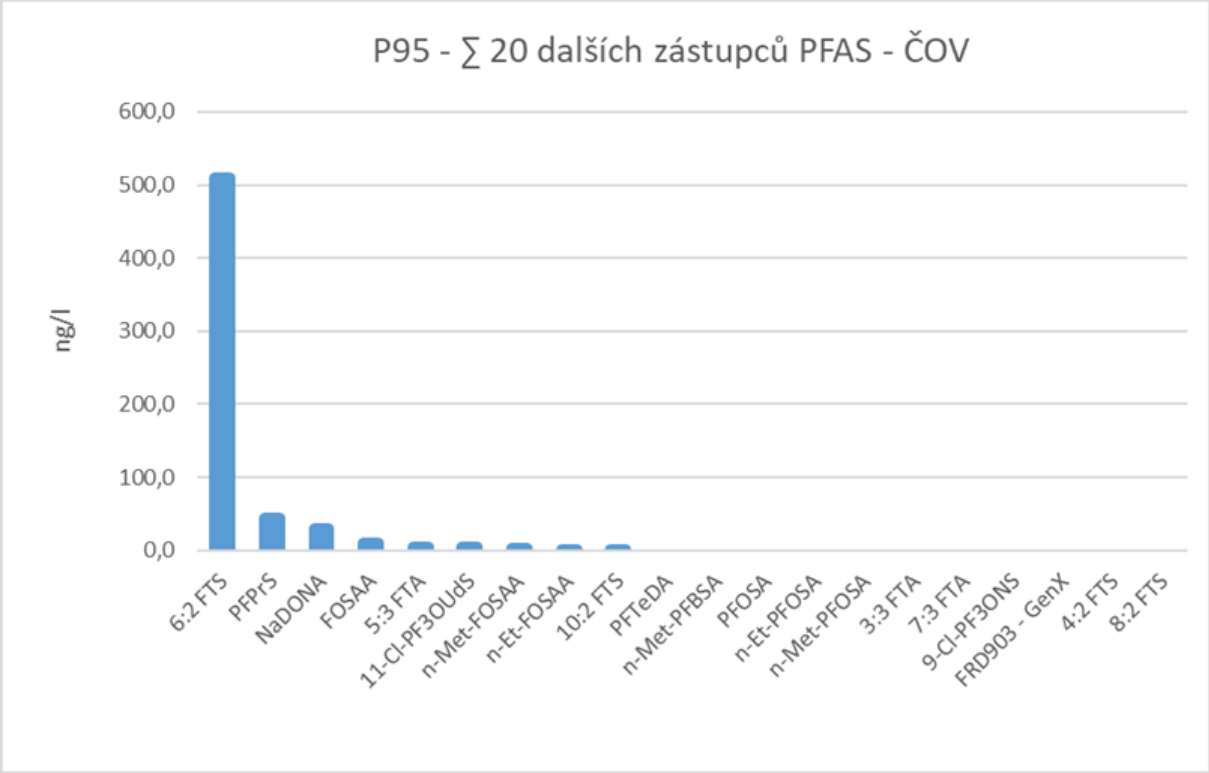


Obr. 8. Koncentrace P95 zástupců PFAS na odtocích z ČOV

Aby bylo možné ověřit rozsah analýzy pro sledování látek PFAS, byl na odtocích z ČOV proveden screening dalších dvaceti látek ze skupiny PFAS. Na obrázku 9 si tak lze povšimnout vysokých koncentrací zatím běžně nesledovaných látek. Nejvyšších koncentrací dosahovala látka Fluorotelomer sulfonát 6:2 (6:2 FTS). Tato látka, jejíž hodnoty přesáhly 500 ng/l snadno podléhá za aerobních podmínek biotransformaci a působí jako sekundární zdroj

T A
Č R
Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.
www.tacr.cz www.mzp.cz

perfluorkarboxylových kyselin (PFCA) do životního prostředí. Mezi další detekované látky patří sodná sůl dodekafluor-3H-4,8-dioxanonanoát (NaDONA), Perfluorpropansulfonát (PFPrS), kyselina perfluoroktansulfonamidooctová (FOSAA), N-methylperfluoroktan sulfonamidooctová kyselina (n-Met-FOSAA) a Fluorovaná kyselina telomerová 5:3 (5:3 FTA).



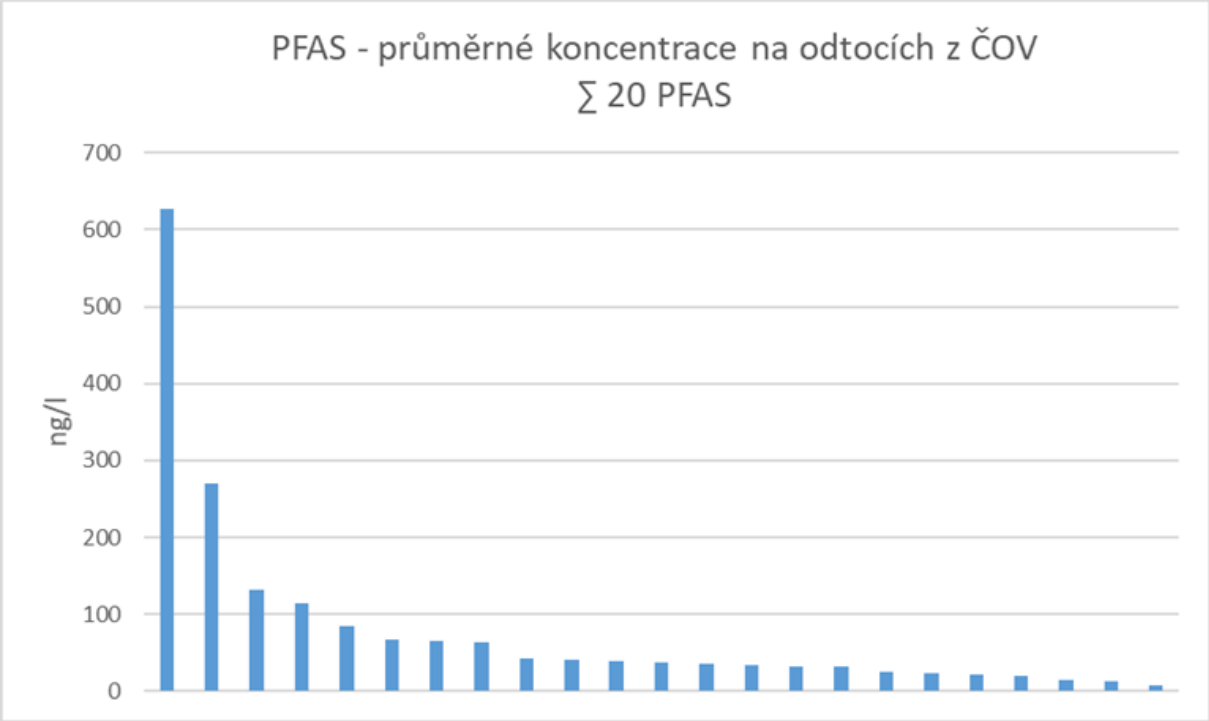
Obr. 9. Koncentrace P95 zástupců PFAS na odtocích z ČOV

Odhady látkových odtoků ve vyčištěných vodách na ČOV

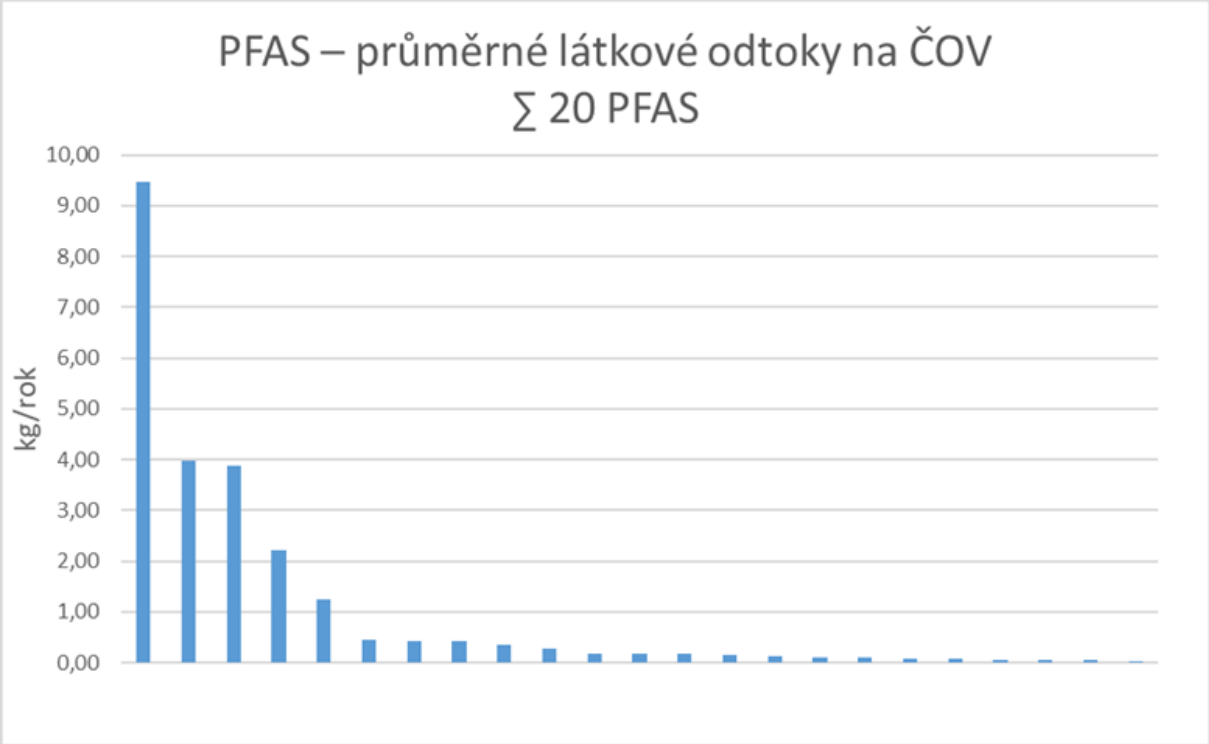
Pro odhad látkových odtoků byly použity průměrné koncentrace z 20 stanovovaných látek ze skupiny PFAS. Koncentrace látek ve vyčištěných odpadních vodách znázorňuje obrázek 10, přičemž na ose x jsou jednotlivé ČOV.

Pro výpočet odhadu ročních látkových odtoků byly použity hodnoty ročního vypouštěného množství odpadních vod. Odhad látkových odtoků je zobrazen na obrázku 11 a podle novely 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 kg/rok v celkovém množství. Na obrázku 11 nebyla tato hodnota vyznačena z důvodu vysokých látkových odtoků, ale v podstatě z odhadů vyplývá, že všechny sledované ČOV tuto hodnotu překračují.

T A
Č R
Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.
www.tacr.cz www.mzp.cz



Obr. 10. PFAS – průměrné koncentrace na odtocích z ČOV



Obr. 11. PFAS – odhady látkových odtoků z ČOV

T A
Č R

Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.

www.tacr.cz www.mzp.cz

Ze získaných výsledků lze do budoucna uvažovat o rozšíření spektra analyzovaných látek PFAS dle Doporučení komise 2022/1431, 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)

Výskyt a návrh ohlašovacího prahu 20 látek PFAS do IRZ z čistíren odpadních vod byl řešen ve spolupráci s projektem Centrum Voda (SS02030027), který se zabývá těmito látkami vypouštěnými s odpadními vodami z průmyslových činností.

Dosavadní výsledky výskytu látek PFAS v odtocích z komunálních a průmyslových ČOV byly v roce 2023 prezentovány na 15. bilaterální konferenci CzWA VODA 2023 v Litomyšli, na konferenci Životní prostředí – Prostředí pro život, a dále na 3. konferenci Centra Voda.

T A
Č R
Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.

www.tacr.cz www.mzp.cz

4. Závěr

V roce 2023 pokračovaly práce na všech dílčích cílech pracovního balíčku 2.A. V rámci prací na dílčím cíli 2.A.1 se pokračovalo ověřování experimentální technologie odstraňování farmak na fyzikálním principu, výzkum v oblasti regenerace použitého aktivního uhlí a možnostech odstraňování roztoků se zvýšeným množství léčivých látek.

V rámci řešení 2.A.2 byla provedena revize dostupných databází ČOV a doplnění technických parametrů ČOV a především hydrologických parametrů jejich recipientů.

V návaznosti na analýzu hlavních vstupů (zdrojů) léčivých látek a jejich metabolitů do kanalizace byl v roce 2023 v rámci řešení 2.A.3 byl vyhodnocen dotazník, zařízení ústavní zdravotní péče a zařízení pro osoby s chronickým duševním onemocněním.

V rámci řešení 2.A.4 bylo v roce 2023 provedeno porovnání ovlivnění recipientu mikrobiálním znečištěním nad a pod ÚČOV Praha z aktuálního monitoringu 2022-2023 s historickými daty z roku 1931 a z roku 1996 s pozitivním zjištěním významně zlepšujícího se trendu. Ve druhé polovině roku 2023 bylo provedeno modelové sledování mikrobiální kontaminace recipientů při různých průtocích na pěti odběrových profilech vybraných tak, aby poskytly informace o mikrobiálním znečištění a aktuálních průtocích vody z blízkých vodoměrných stanic, zvolených tak, aby v úseku cca 20 km nad nimi bylo možné lokalizovat různě velké ČOV. Pokračovaly aktivity, zaměřené na screening výskytu rezistentních a multirezistentních kmenů *Escherichia coli* ve Vltavě i v odpadních vodách. Získané výsledky přispěly k celkovému záměru rozšíření znalostí o dynamice mikrobiálního oživení vodního prostředí, které jsou nezbytné pro pochopení a určení významu probíhajících procesů, zejména v kontextu s probíhající klimatickou změnou.

V roce 2022 byla v rámci prací na 2.A.5 doplněna data o spotřebě léčivých přípravků v České republice za rok 2022 (data jsou reportována s určitým zpožděním) a byla provedena analýza trendů spotřeby léčivých přípravků v ČR za roky 2018-2021. V roce 2022 měla být dle původního plánu zpracována metodika týkající se negativního ovlivnění vodního prostředí vypouštěnými léčivými látkami. Termín byl ale odložen na rok 2024, protože teprve v druhé polovině roku 2022 byly zveřejněny legislativní návrhy EU týkající se regulace konkrétních léčivých přípravků.

Na základě žádosti MŽP byl v roce 2023 rozšířen výzkum v balíčku 2.A o problematiku výskytu látka PFAS v odtocích z komunálních čistíren odpadních vod. Z výsledků je však zřejmé, že většina čistíren odpadních vod větších než 30 000 EO bude překračovat navrženou hodnotu ohlašovacího prahu dle nařízení vlády č. 137/2023 Sb.

Výsledky jsou zpracovány do podoby výzkumné zprávy a budou odeslány odbornému garantovi k připomínkám

T A
Č R
Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.
www.tacr.cz www.mzp.cz

Příloha 1 Průzkum možností likvidace oddělené žluté vody ze zdravotnických zařízení

V rámci řešení pracovního balíčku Kontaminace vodního prostředí byly ve spolupráci s řešením dílčího cíle 2.A.3 prozkoumány možnosti likvidace oddělené žluté vody ze zdravotnických zařízení (nemocnice, léčebny dlouhodobě nemocných, ústavy sociální péče).

Oddělení žluté vody může probíhat prakticky dvěma způsoby. Jednak se jedná o záchyt pomocí urinálních sáčků, které jsou využívány u pacientů upoutaných na lůžko, a jednak o oddělení pomocí speciálních toalet a svod oddělené žluté vody do záchytných jímek. V závislosti na způsobu sběru oddělené žluté vody se také nabízí rozdílné přístupy k jejich likvidaci.

V prvním případě je nutné využití takových rozkladných procesů, které budou vhodné jak pro likvidaci samotné moči, tak plastového obalu. Zpravidla se jedná pouze o technologie založené na termickém rozkladu.

Druhou možností využitelnou pro separované žluté vody pomocí speciálních toalet, je tyto vody zachycovat do záchytných jímek a před vypuštěním do stokové sítě z nich odstranit metabolity léčivých látek např. s využitím technologie pracující na principu AOP- pokročilé oxidační techniky v kombinací s následnou adsorpcí na aktivní uhlí, která je aktuálně testována v rámci pracovního balíčku 2.A.1. Na základě provedeného průzkumu pomocí zasílaných dotazníků v rámci řešení projektu bylo zjištěno že, ve zdravotnických zařízeních často dochází k vypouštění zachycených žlutých vod z urinálních sáčků do kanalizační sítě prostřednictvím toalet, popř. výlevek.

Dle metodiky státního zdravotního ústavu se mohou tekuté odpady, jež obsahují tělní tekutiny (moč, fekálie a zvratky), předávat pouze do zařízení k tomu určených, která mají souhlas dle § 14, odst. 1 zákona č. 185/2001 Sb. Ve smyslu zákona o odpadech není kanalizace zařízením určeným k nakládání s odpadem. Pro tyto sáčky se jeví jako nevhodnější varianta jejich likvidace spalovna nemocničních a nebezpečných odpadů, popř. využití průmyslových zařízení jako např. cementárenských pecí. Aktuálně není známo, kolik zdravotnických a sociálních zařízení využívá pro separaci žlutých vod speciální toalety, proto je tato varianta předcházení vniku léčivých látek do odpadních vod spojena s vysokými investičními náklady na dovybavení těchto zařízení, realizaci záchytných jímek a doplnění nemocničních čistíren odpadních vod stupněm čištění, který by zájmové látky z vod odstranil.

Likvidace ve spalovnách nemocničního a nebezpečného odpadu

V ČR je v současné době v provozu 22 spaloven průmyslových a nemocničních odpadů, mezi kterými lze uvést průmyslové spalovny v lokalitách: Ústí nad Labem, Valašské Meziříčí, Zlín – Malenovice, Plzeň – Koterov, Jablonec, Kolín, Kralupy, Trmice, Ostrava, Prostějov, Pustiměř, Nové Město na Moravě, Jihlava a Strakonice.

Dále jsou v provozu spalovny v 8 nemocnicích, a to v Hradci Králové, Pardubicích, Benešově, Trutnově, Motole, Znojmě, Uherském Hradišti a v Luži – Košumberku.

T A
Č R
Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.
www.tacr.cz www.mzp.cz

Spalovna nemocničních odpadů přestavuje jeden z možných způsobů efektivní termické likvidace odpadů, a tedy i sáčků moče ze zdravotnických zařízení. Tato metoda výrazně zmenšuje objem odpadů (až na 10 % původního objemu a váhově až na 30 % původní váhy) a navíc, pokud spalovna náleží ke zdravotnickému zařízení, uvolněné teplo se může nadále využívat nejen pro jeho vytápění, ale i k provozu například prádelny nebo ke sterilizaci případně k dalším technologickým procesům. Pokud nemocniční zařízení nedisponuje vlastní spalovnou, jsou zdravotnické odpady (zde tedy sáčky s močí) shromažďovány a následně jsou přepraveny do spalovny odpadů společnostmi, které se zabývají nakládání s odpadem.

Při likvidaci odpadu například v nemocnici v Benešově dochází k pyrolýznímu spalování, kdy dodaný odpad se mění na vysokoenergetický plyn, který je poté spalován za teplot odpovídajících přibližně 1 100 °C. Kromě vzniklého plynu se tvoří ještě tuhý zbytek – popel, který tvoří zhruba 5 % z původního objemu odpadu.

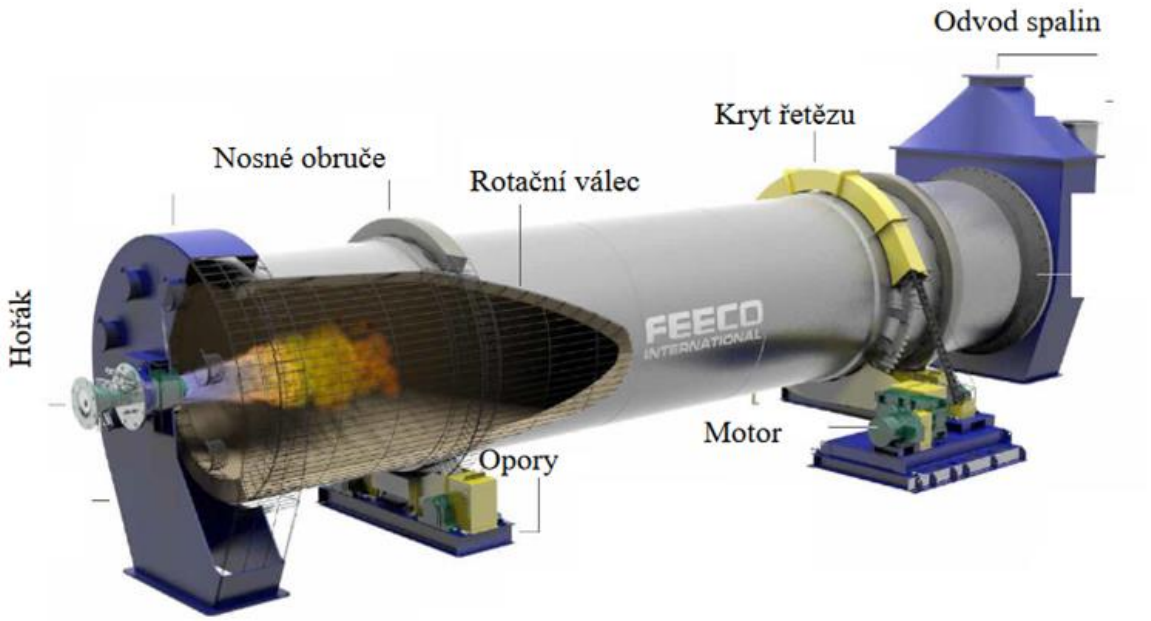
Na stejném principu pyrolýzního spalování pracuje i spalovna zdravotnického odpadu ve Znojmě, kdy odpad je přiváděn do pyrolýzní komory, kde při omezeném přístupu vzduchu za teploty přibližně 600 °C probíhá jeho řízený rozklad. V této části procesu se škodliviny dostávají do plynné fáze a do termoreaktoru, kde dochází k jejich likvidaci při teplotě dosahující 1 200 °C a době zdržení 2 sekundy.

Po telefonické konzultaci s odborníkem v oblasti hygieny a nakládání s nemocničními odpady bylo zjištěno, že urinální sáčky s močí se vozí do spalovny nemocničního odpadu již prázdné, neboť v nemocnici dochází v průběhu jejich používání k odpouštění moči a vylévání do toalety. Nicméně na základě telefonického hovoru s technologem spalovny (Recovera Využití zdrojů a.s. – Spalovna NO Ostrava) bylo zjištěno, že sáčky s močí, který by byly plné je možné z technologického hlediska na spalovně spalovat jako infekční materiál v klinik boxech (podobně jako např. zbytky těl, které se ukládají do těchto nádob na nebezpečný a kontaminovaný zdravotnický materiál a odpad). Ovšem jednalo se by se o významně nákladnou a logisticky náročnou variantu likvidace tohoto typu odpadu, už jenom z hlediska jeho množství, shromažďování, dopravy a jeho dalšího nakládání.

Likvidace s využitím cementárenské peci

Technologie výroby cementu patří k vysokoteplotním technologiím, neboť slínkové minerály, které jsou podstatou cementářského slinku, vznikají za teplot nad 1 450 °C. To znamená, že teplota spalin musí být vzhledem k nutnému přestupu tepla o 300-500 °C vyšší, než je teplota materiálu, a tedy teplota plamene je 1 800 – 2 000 °C. Tak vysokých teplot se dosahuje díky předehřevu spalovacího vzduchu a exotermním reakcím, které probíhají v žárovém pásmu rotační pece a jejichž podstatou je tvorba slínkových minerálů (schéma rotační pece je na obrázku 12).

T A
Č R
Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.
www.tacr.cz www.mzp.cz



Obr. 12: Schéma rotační cementářské pece

V průběhu reakcí, při nichž dochází k uvolňování tepla, se vypalovaný materiál dostává do stadia taveniny, ze které rekrystalují nové minerály, které jsou nositelem hydraulických vlastností cementu. V krystalické mřížce těchto nových minerálů je při tomto fyzikálním procesu velmi pevně zabudována většina těžkých kovů, obsažených ve všech materiálech, vstupujících v průběhu výpalu do technologického systému. Jedná se o surovinovou směs, technologické palivo a případně i palivo alternativní, připravené na bázi spalitelných odpadů. Přednost technologie výpalu cementářského slínku není tedy jen ve vysokých teplotách, ale také ve vysoké schopnosti vázat škodliviny (S, Cl, alkálie) a těžké kovy, obsažené v nespalitelné části paliva. To se týká všech těžkých kovů s výjimkou kovů lehce prchavých, jako je rtuť, kadmium a thalium.

Teplota a doba zdržení spolu s mírně oxidačním prostředím představují ideální podmínky pro tepelnou destrukci a oxidaci molekul i takových látek, jako jsou halogenované uhlovodíky, PCB nebo PCDD/DF. Spalování v cementářské rotační peci probíhá za minimálního nutného přebytku vzduchu.

Prvními alternativními palivy, která byly v cementářských provozech využívány, jsou odpadní oleje a chemická rozpouštědla. Na likvidaci ropných lagun v Koramu Kolín, Paramu Pardubice a Unipetrolu Litvínov/Kralupy a koneckonců i na likvidaci ostravských lagun po zaniklém Ostramu se v minulosti významnou měrou podílela Cementárna Lafarge Čížkovice u Lovosic.

T A
Č R
Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.
www.tacr.cz www.mzp.cz

Aktuálně se v cementářských pecích využívají (nebo se jejich využití plánuje) následující kapalné odpady:

- Upotřebené oleje
- Ředidla a rozpouštědla
- Zbytky z výroby parafinu a z destilace minerálních olejů
- Kaly z recyklace olejů
- Živočišné tuky z jatek
- Filtrační hlinky
- Odpadní voda znečištěná organickými komponenty
- Metanol
- Pyrolytické produkty lignocelulózy
- Dehty z petrochemického průmyslu
- Lanolin z prané vlny

Průzkum možností využití cementářských pecí pro likvidaci oddělené žluté vody

V rámci průzkumu možností využití cementářských pecí pro likvidaci oddělené žluté vody byly osloveny vybrané společnosti, zabývající se výrobou cementu, které již vlastní technologii k likvidaci různých typů odpadů využívají. Předmětem průzkumu bylo ověření technologické proveditelnosti likvidace urinálních sáčku s močí spálením v cementárenské peci a také ověření certifikace nutné pro nakládání s tímto typem odpadů. Pro likvidaci oddělené žluté vody pomocí separačních toalet zachycených v záchytných jímkách, není metoda spalování v cementárenské peci vhodná z technologických důvodů.

Vybrané společnosti:

Cement Hranice, akciová společnost

Zařízení je využíváno k likvidaci odpadů ze zpracování dřeva, plastového odpadu, absorpčních činidel, filtračních materiálů, čisticí tkaniny a ochranných oděvů, pneumatik, plastů a kaučuku, textilu, spalitelného odpadu (palivo vyrobené z odpadu), odpadů z mechanické úpravy odpadu, kalů z čištění komunálních odpadních vod.

CEMEX Czech Republic, s.r.o.

Likvidované odpady: odpady (včetně směsí materiálů) z mechanické úpravy odpadu obsahující nebezpečné látky, spalitelný odpad (palivo vyrobené z odpadu), pneumatiky.

Českomoravský cement, a.s. – Závod Mokrá

Likvidované odpady: pneumatiky, odpadní surový benzin, zbytkový produkt oxoalkoholů, plastový odpad, čistírenské odpadní kaly, spalitelný odpad (palivo vyrobené z odpadu), odpadní rozpouštědla

T A
Č R
Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.
www.tacr.cz www.mzp.cz

Lafarge Cement, a.s.

Likvidované odpady: hnědouhelný generátorový dehet, stabilizované kaly (sludge), spalitelný odpad (palivo vyrobené z odpadu), celé i drcené pneumatiky, surový odpadní benzin, odpadní oleje, ředidla a glycerin, Lipix, dřevní odpad, drcená odpadní pryž, vlastní odpady, briketovaný odpad (skelná vlákna/plast)

Po telefonické konzultaci se zaměstnanci jednotlivých cementárenských společností, jež se zabývají metodikou a proveditelností spoluspalování jednotlivých typů odpadů při výrobě cementu, není možné z technologického hlediska spalovat jakýkoliv odpad s nižší výhřevností než 6,5 MJ/kg. Odpady spalované v těchto zařízeních, musí mít vlastní energetický potenciál, aby nedocházelo ke snižování teploty procesu. Přidávání odpadů do cementárenské pece je možné pouze za předpokladu zvýšení teploty procesu. Z diskuze dále vyplynulo, že přidáváním odpadů nesmí dojít ke zhoršení parametrů výsledného produktu (cementu) a pro zkušební provoz by bylo nutné zahájit monitorovací kontinuální provoz, při které by bylo ověřeno, zda nedošlo k ovlivnění vznikajících emisí (posouzení vlivu na ŽP- proces EIA).

Z výše uvedených důvodů, není možné touto cestou termicky likvidovat sběrné urinální sáčky.

Shrnutí

Z provedeného průzkumu vyplývá, že likvidace oddělených žlutých vod pomocí urinálních sáčků, není z technologického hlediska proveditelná v zařízeních disponujících rotační cementářskou pecí. Jediná možnost likvidace těchto odpadů, je využití spaloven nemocničního a nebezpečného odpadu. I tato varianta má však svá negativa. Prvním jsou vysoké ekonomické náklady spojené s likvidací těchto odpadů a dále také logistika, kdy je potřeba aby veškerá zdravotnická zařízení začala tyto urinální sáčky shromažďovat a zajistit logistiku a manipulaci pro jejich dopravu do místa likvidace. Jedním z efektivních řešení je vybudování záchytných jímek a dovybavení nemocničních čistíren o dodatkový stupeň, kterým by procházely pouze tyto zachycené žluté vody, a který by byl tvořen např. technologií testovanou v rámci pracovního balíčku 2.A.1.

T A
Č R
Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.
www.tacr.cz www.mzp.cz

Příloha 2 Podání užitného vzoru Zařízení pro úpravu odpadní vody působením elektrostatického pole

T A
Č R

Projekt SS02030008 **Centrum environmentálního výzkumu: Odpadové a oběhové hospodářství a environmentální bezpečnost (CEVOOH)** je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci **Programu Prostředí pro život**.

www.tacr.cz www.mzp.cz

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ
Antonína Čermáka 2a 160 68 Praha 6

UPV.GOV.CZ

Tel.: 220 383 111 Fax: 224 324 718 E-mail: posta@upv.gov.cz Datová schránka: ix6aa38

PŘIHLÁŠKA UŽITNÉHO VZORU
se žádostí o zápis užitného vzoru do rejstříku

Pořadové číslo: D23104406
(Vyplní Úřad)

Spisová značka přihlášky: PUV 2023-41504

Potvrzení o přijetí vydáno dne:	**29.11.2023 17:55:18**
MPT	
Vyřizuje	
Kód	

DRUH PŘIHLÁŠKY

Typ přihlášky	národní
Druh přihlášky	Nová přihláška užitného vzoru

NÁZEV UŽITNÉHO VZORU

Zařízení pro úpravu odpadní vody působením elektrostatického pole

PŘIHLAŠOVATEL

1 Právnická osoba: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., Podbabská 2582/30, 16000 Praha 6, Dejvice, Česká republika

Přihlašovatel je i původcem Ne

PŮVODCE

1 Ing. Sezima Tomáš, Ph.D., 30. dubna 1638/23, 70200 Ostrava, Moravská Ostrava, Česká republika

Pokud si původce **nepřeje být zveřejněn** - vyplňte "ANO" Ne

ZÁSTUPCE

1 Fyzická osoba: Ing. Markes Libor, Grohova 145/54, 60200 Brno, Veveří, Česká republika

Tel. :543247560, Fax: 543247560

Další identifikační údaje
IČ: 16317831, Dat.nar.: 04.03.1943

Plná moc již byla u Úřadu uložena jako prezidiální
Číslo prezidiální plné moci 12216

PODNIKOVÝ UŽITNÝ VZOR

Jedná se o PODNIKOVÝ UŽITNÝ VZOR | Ano

SEZNAM PŘÍLOH

Typ přílohy	Soubor
Nároky na ochranu	Nároky.docx
otisk přílohy (sha1): 40b47ccdf9778f6837db779e5cc32f6feab8dfcb	
Popis technického řešení	Popis.docx
otisk přílohy (sha1): 270ed899a59c8c8497b4f38d7d3daca18d5e36a4	
Výkresy	ELEKTROSTATIKA 2.pdf
otisk přílohy (sha1): ebbf3f5ff2eb7b3e570e457efa6580dbf88e11de	
Výkresy	ELEKTROSTATIKA 1.pdf
otisk přílohy (sha1): 90bc4d646502cf5107006d8f5c202c24db67d297	

INFORMACE O VÝŠI SPRÁVNÍHO POPLATKU

Způsob platby Převodem z účtu (možnost využít QR kód) *

poplatek 1000 Kč - PUV - podání přihlašovatelem
Správní poplatek se platí při podání přihlášky.

Celkem k úhradě	1000 Kč
Číslo účtu	3711-21526001/0710
Variabilní symbol	9900449768
Konstantní symbol	1148

Potvrzuji pravdivost a úplnost shora uvedených údajů a žádám o zápis užitného vzoru do rejstříku.

Zástupce

Datum	29.11.2023	**Jméno a příjmení**	Libor Markes
Email	markes@markes.cz		

Podpis
(U právnické osoby případně i razítko)

VAROVÁNÍ PŘED AKTIVITOU PODVODNÝCH SUBJEKTŮ

Podvodné faktury vyzývající k zaplacení poplatků | Rejstříky, které nesouvisí s oficiálními rejstříky průmyslových práv Úřadu průmyslového vlastnictví

Úřad průmyslového vlastnictví upozorňuje přihlašovatele a vlastníky průmyslových práv a jejich zástupce, že mohou být písemně nebo elektronicky osloveni některými soukromými společnostmi s kontaktními údaji na území ČR nebo jiných států.

Nabízejí za různé poplatky v různých měnách zveřejnění, registraci či evidenci průmyslových práv v jejich rejstřících nebo databázích vedených na Internetu.

Úřad průmyslového vlastnictví opětovně varuje, že takovéto služby nikterak nesouvisí ani s úředními rejstříky či databázemi vedenými Úřadem průmyslového vlastnictví ani s právní ochranou poskytovanou podle příslušných právních předpisů. Nevyužití nabízených služeb nemá žádné právní účinky týkající se platnosti průmyslových práv.

Klamavé výzvy můžete zasílat na adresu: fraud@upv.gov.cz
více na upv.gov.cz