

VODNÍ SYSTÉMY A VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ V ČR V PODMÍNKÁCH ZMĚNY KLIMATU

– DÍLČÍ CÍL 5.1.

**Vyhodnocení současného stavu vypouštění průmyslových
odpadních vod v kontextu využívání BAT u nepřímého
vypouštění odpadních vod**

ZPRÁVA

Miroslav Váňa, Jan Bindzar a kol.

Ing. Miroslav Váňa
Ing. Jan Bindzar, Ph.D.
Ing. Anna Břicháčková
Bc. Martina Plecítá
Ing. Tomáš Mičaník, Ph.D.

VODNÍ SYSTÉMY A VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ V ČR V PODMÍNKÁCH ZMĚNY KLIMATU – DÍLČÍ CÍL 5.1.

**Vyhodnocení současného stavu vypouštění průmyslových
odpadních vod v kontextu využívání BAT u nepřímého
vypouštění odpadních vod**

**Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.
Vysoká škola chemicko technologická v Praze
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:

Ing. Tereza Davidová, Ph.D., RNDr. Helena Kameníčková, Mgr. Martina Rozhoňová

Zahájení a ukončení úkolu:

7/2020 – 6/2023 (I. 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. Jan Bindzar, Ph.D., Ing. Anna Břicháčková, Bc. Martina Plecítá,
Ing. Tomáš Mičaník, Ph.D.

1. Úvod	1
2. Výběr a výskyt zájmových polutantů.....	2
2.1. Seznam prioritních látek a prioritních nebezpečných látek - porovnání zákona o vodách a příslušných směrnic EU.....	2
2.2. Polutanty vyskytující se ve vybraných průmyslových odvětvích.....	6
2.2.1. Informace z BREF	6
2.2.2. Výběr prioritní látek v průmyslových odpadních vodách	43
2.2.3. Výsledky stanovení screeningu ze stejných odvětví.....	45
2.2.4. Výskyt polutantů z průmyslových zdrojů v odtocích z ČOV	61
3. Přehled technologií pro čištění odpadních vod z významných průmyslových odvětví, se zaměřením na vybrané průmyslové polutanty	64
3.1. Technologie popsané v BREF u jednotlivých průmyslových odvětví.....	64
3.2. Výsledky rešerše o vhodných technologiích eliminace průmyslových polutantů z OV	68
3.3. Výsledky šetření o používaných technikách a technologiích předčištění průmyslových OV v ČR u jednotlivých podniků	72
4. závěr	93
5. Seznam použité literatury	95
6. Seznam zkratk.....	102
7. Seznam obrázků a tabulek.....	103

1. Úvod

Výzkumná zpráva je průběžným výsledkem řešení projektu, především plnění dílčího cíle 5.1 „Vyhodnocení současného stavu vypouštění průmyslových odpadních vod v kontextu využívání BAT u nepřímého vypouštění odpadních vod“, ale pro zpracování zprávy byly využity i výsledky řešení 4.1 a 4.2 a hlavního cíle 5. Součástí zprávy je seznam prioritních látek a prioritních nebezpečných látek, které jsou obsaženy v zákoně 254/2001 Sb. v platném znění a příslušných směrnic EU, především rámcové směrnice o vodách (2000/60/ES), směrnice o normách environmentální kvality (2008/105/ES) a směrnice o čištění městských odpadních vod (91/271/EHS), včetně její připravované novely.

Dále se zpráva zabývá polutanty z vybraných průmyslových odvětví, a to jak z dokumentů BREF, ale též z vlastního screeningu průmyslových odpadních vod, přehledem technologií pro čištění odpadních vod z významných průmyslových odvětví, se zaměřením na vybrané průmyslové polutanty a výsledky šetření o používaných technikách a technologiích předčištění průmyslových OV v ČR u jednotlivých podniků.

2. VÝBĚR A VÝSKYT ZÁJMOVÝCH POLUTANTŮ

2.1. Seznam prioritních látek a prioritních nebezpečných látek - porovnání zákona o vodách a příslušných směrnic EU

Zákon č. 251/2004 Sb. o vodách v § 39 historicky používá termín “závadné látky”, které dále dělí do několika skupin. Látky, které vyvolávají znepokojení s ohledem na ochranu vodního prostředí, jsou “nebezpečné závadné látky” a “zvláště nebezpečné závadné látky”. Seznam nebezpečných závadných látek a zvláště nebezpečných závadných látek nebo jejich skupin definuje příloha č. 1 tohoto zákona. Zvláště nebezpečné látky jsou taxativně vyjmenovány v příloze č. 1 části C k nařízení vlády č. 401/2015 Sb. Zvláštní kategorií nebezpečných a zvláště nebezpečných závadných látek jsou prioritní látky, které představují významné riziko pro vodní prostředí a související ekosystémy. Některé z prioritních látek jsou označeny jako prioritní nebezpečná látka, které představují vysoké riziko pro vodní prostředí z důvodu jejich perzistence, bioakumulace, ekotoxicity nebo působení na endokrinní systém živých organismů.

Výše uvedenou národní právní úpravou jsou transponovány požadavky směrnic EU. Je to především směrnice 2000/60/ES ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky a na ni navazující směrnice 2008/105/ES o normách environmentální kvality v oblasti vodní politiky. Směrnice 2008/105/ES jako první specifikovala seznam prioritních látek a k 22. 12. 2012 zrušila předchozí směrnice, které specifikovaly normy kvality a emisní standardy pro zvláště nebezpečné závadné látky. Směrnice 2008/105/ES byla v roce 2013 novelizována směrnicí 2013/39/EU, kdy mj. došlo k rozšíření seznamu prioritních látek, částečné revizi označení některých látek za prioritní nebezpečné a k úpravě norem environmentální kvality na základě přesnějších dat o jejich nebezpečných vlastnostech.

Seznam prioritních látek a prioritních nebezpečných látek v oblasti vodní politiky zohledňující aktuální požadavky evropských směrnic je uveden v příloze č. 6 k nařízení vlády č. 401/2015 Sb. [1]. V Tabulka 1 převzaté z uvedené přílohy jsou zvýrazněny látky, které jsou běžně neodstranitelné v komunálních ČOV, dle výsledků DC 4. 2. [2]

Tabulka 1: Seznam prioritních látek a prioritních nebezpečných látek v oblasti vodní politiky

číslo látky	Číslo CAS	Číslo EU	Název prioritní látky		Prioritní nebezpečná látka
			CZ	EN	
1	15972-60-8	240-110-8	alachlor	alachlor	
2	120-12-7	204-371-1	anthracen*	anthracene	X
3	1912-24-9	217-617-8	atrazin	atrazine	
4	71-43-2	200-753-7	benzen*	benzene	

číslo látky	Číslo CAS	Číslo EU	Název prioritní látky		Prioritní nebezpečná látka
			CZ	EN	
5	nepoužije se	nepoužije se	bromované difenylethery*	brominated diphenylether (BDE)	X
6	7440-43-9	231-152-8	kadmium a jeho sloučeniny*	cadmium and its compounds	X
7	85535-84-8	287-476-5	chloralkany, C10-13	chloroalkanes, C10-13	X
8	470-90-6	207-432-0	chlorfenvinfos	chlorfenvinphos	
9	2921-88-2	220-864-4	chlorpyrifos (chlorpyrifos-ethyl)	chlorpyrifos (chlorpyrifos-ethyl)	
10	107-06-2	203-458-1	1,2 - dichlorethan	1,2 - dichloroethane (DCE)	
11	75-09-2	200-838-9	dichlormethan*	dichloromethane	
12	117-81-7	204-211-0	Bis(2 - ethylhexyl)ftalát (DEHP)*	di(2 - ethylhexyl)phthalate (DEHP)	X
13	330-54-1	206-354-4	diuron	diuron	
14	115-29-7	204-079-4	endosulfan	endosulfan	X
15	206-44-0	205-912-4	fluoranthen*	fluoranthene	
16	118-74-1	204-273-9	hexachlorbenzen	hexachlorobenzene	X
17	87-68-3	201-765-5	hexachlorbutadie n	hexachlorobutadiene	X
18	608-73-1	210-158-9	hexachlorcyklohe xan	hexachlorocyclohexane	X
19	34123-59-6	251-835-4	isoproturon	isoproturon	

číslo látky	Číslo CAS	Číslo EU	Název prioritní látky		Prioritní nebezpečná látka
			CZ	EN	
20	7439-92-1	231-100-4	olovo a jeho sloučeniny*	lead and its compounds	
21	7439-97-6	231-106-7	rtuť a její sloučeniny*	mercury and its compounds	X
22	91-20-3	202-049-5	naftalen*	naphthalene	
23	7440-02-0	231-111-4	nikl a jeho sloučeniny*	nickel and its compounds	
24	nepoužije se	nepoužije se	nonylfenoly*	nonylphenols	X
25	nepoužije se	nepoužije se	oktylfenoly	octylphenols	
26	608-93-5	210-172-5	pentachlorbenzen	pentachlorobenzene	X
27	87-86-5	201-778-6	pentachlorfenol*	pentachlorophenol	
28	nepoužije se	nepoužije se	polyaromatické uhlovodíky (PAU)* (1)	polyaromatic hydrocarbons	X
29	122-34-9	204-535-2	simazin	simazine	
30	nepoužije se	nepoužije se	tributylcín a jeho sloučeniny	tributyltin compounds (TBT)	X
31	12002-48-1	234-413-4	trichlorbenzeny* (2)	trichlorobenzenes	
32	67-66-3	200-663-8	trichlormethan (chloroform)*	trichloromethane (chloroform)	
33	1582-09-8	216-428-8	trifluralin	trifluralin	X
34	115-32-2	204-082-0	dikofol	dicofol	X

Číslo látky	Číslo CAS	Číslo EU	Název prioritní látky		Prioritní nebezpečná látka
			CZ	EN	
35	1763-23-1	217-179-8	perfluoroktansulfonová kyselina a její deriváty (PFOS)*	perfluorooctanesulphonic acid (PFOS)	X
36	124495-18-7	nepoužije se	chinoxifen	quinoxifen	X
37	nepoužije se	nepoužije se	dioxiny a sloučeniny s dioxinovým efektem*	dioxins	X
38	74070-46-5	277-704-1	aclonifen	aclonifen	
39	42576-02-3	255-894-7	bifenox	bifenox	
40	28159-98-0	248-872-3	cybutryn	cybutryne OR cybutryn	
41	52315-07-8	257-842-9	cypermethrin	cypermethrin	
42	62-73-7	200-547-7	dichlorvos	dichlorvos	
43	nepoužije se	nepoužije se	hexabromcyklodo dekany (HBCDD)	hexabromocyclododecane (HBCD)	X
44	76-44-8	200-962-3	heptachlor a heptachlorepoxid	heptachlor and heptachlor epoxide	X
	1024-57-3	213-831-0			
45	886-50-0	212-950-5	Terbutryn	terbutryn	

* Látky běžně neodstranitelné na komunálních ČOV, dle výsledků DC 4.2.

- 1) PAU = výskyt ve formách: acenaphten, benzo (a)anthracen, benzo (b)fluoranthren, benzo (k)fluoranthren, benzo (a)pyren, benzo (g, h, i)-perylene, dibenzo(a, h)anthracen, fenanthren, fluoren, chrysen, indeno(1,2,3c,d)pyren, pyren, dle výsledků DC 4.2.
- 2) Výskyt ve formě: trichlorethen dle výsledků DC 4.2.

V současné době probíhá revize evropských předpisů vztahujících se ke kvalitě vod, zejména rámcové směrnice o vodách, směrnice o normách environmentální kvality a směrnice o čištění městských odpadních vod. Cílem této iniciativy je stanovit nové normy pro řadu chemických látek vzbuzujících obavy, aby se řešilo chemické znečištění vody, usnadnit prosazování na základě zjednodušeného a soudržnějšího právního rámce, zajistit dynamické a aktuální informace o stavu vody, což usnadní Evropská agentura pro životní prostředí ("EEA"), a vytvořit pružnější rámec pro řešení znečišťujících

látek vzbuzujících obavy. Návrh zvláště reviduje stávající seznam prioritních látek pro povrchové vody a stanoví nebo aktualizuje stávající normy environmentální kvality, které mají členské státy dodržovat. Vzhledem k tomu, že každý vodní útvar v EU má své specifické vlastnosti (klima, průtok, geologické podmínky atd.) a nemusí být nutně vystaven stejným tlakům, jako jiné vodní útvary, je výběr opatření k dosažení dobrého stavu vod ponechán na vodohospodářských orgánech členských států.

Zamezením znečištění vody bude návrh rovněž přínosem pro potenciál opětovného využívání vody, včetně zavlažování v souladu s novým nařízením o minimálních požadavcích na opětovné využívání vody, nařízením (EU) 2020/741. Tento návrh je rovněž v souladu s nedávno revidovanou směrnicí o pitné vodě, která musí být transponována do právního řádu všech členských států EU do ledna 2023. Řešením znečištění povrchových vod tento návrh přispěje k ochraně životně důležitých zdrojů pitné vody a tím sníží náklady na její úpravu.

V Příloze I v návrhu novely směrnice 2008/105/ES o normách environmentální kvality (NEK) dochází k následujícím změnám:

- stanovení NEK celkem pro 23 nových jednotlivých látek: pod čísly 45 až 69 je zařazeno 23 nových jednotlivých prioritních látek: 17-beta-estradiol (E2), estron (E1), ethinyl-estradiol (EE2); azitromycin, bifenthrin, bisfenol A, karbamazepin, klarithromycin, diklofenak, erytromycin, ibuprofen, acetamiprid, deltamethrin, esfenvalerát, glyfosát, imidaklopid, klothianidin, nikosulfuron, permethrin, thiaclopid, thiamethoxam, triclosan, stříbro,
- stanovení NEK pro novou skupinu tzv. perfluorovaných organických látek (PFAS) (součet 24 jmenovaných látek),
- změna hodnot NEK pro celkem 16 stávajících prioritních látek,
- celkem 4 látky byly ze současného seznamu prioritních látek vyjmuty a přeřazeny do nově ustaveného seznamu specifických znečišťujících látek v nové Příloze II novely směrnice.

Novelou směrnice 2008/105/ES došlo také ke změně statusu 5 prioritních látek na prioritní nebezpečná látka. Pozornost bude věnována rovněž mikroplastům a vybraným genům způsobujícím antimikrobiální rezistenci. Návrh novely směrnice 2008/105/ES byl Evropskou komisí (EK) zveřejněn 26. 10. 2022. Počátkem roku 2023 jednotlivé členské státy zaslaly k návrhu své předběžné stanovisko. Finální znění směrnice 2008/105/ES není v současné době k dispozici.

2.2. Polutanty vyskytující se ve vybraných průmyslových odvětvích

2.2.1. Informace z BREF

Následující kapitoly poskytnou základní přehled o prioritních a prioritních nebezpečných látkách v souladu s přílohou č. 6 k nařízení vlády č. 401/2015 Sb.[1]. Text bude zaměřen na látky, které nejsou odstranitelné běžnými mechanicko-biologickými technologiemi dostupnými na komunálních čistírnách odpadních vod a jejich hlavních producentů, podle průmyslových činností, tak jak je můžeme nalézt ve vertikálních (sektorových) referenčních dokumentech BREF. Ty jsou cíleny na 27 průmyslových odvětví a podrobně se věnují především analýze příslušného sektoru, jakož i hlavním polutantům, které z jejich činnosti vycházejí.

Seznam prioritních látek, které jsou běžnými mechanicko-biologickými technikami neodstranitelné, byl zhotoven podle výsledků DC 4.2. Vyhodnocování kvality vypouštěných průmyslových odpadních vod a v nich obsažených polutantů v kontextu využívání BAT u nepřímého vypouštění průmyslových odpadních vod do kanalizace [2] a je vyznačen v Tabulka 1. Výsledky DC 4. 2. dále prokázaly výskyt

některých nebezpečných látek, které ale dosud nejsou na seznamu přílohy č. 6 zmíněného nařízení vlády uvedeny [1]. Jedná se zejména o látky patřící do skupiny těkavých organických látek (**VOCs***), jejichž nebezpečí spočívá ve schopnosti za přítomnosti slunečního záření reagovat s oxidy dusíku NO_x , za vzniku látek, které mohou poškozovat lidské zdraví. Jedná se především o tyto látky: **(1,2; 1,3; 1,4)-dichlorbenzen, (1,1; 1,2; cis 1,2; trans 1,2) – dichlorethen, tetrachlormethan, ethylbenzen, tetrachlorethen, toluen, styren, xylén***. Jejich hlavním zdrojem jsou činnosti antropogenního původu, jako je průmysl, zemědělství, ale také aerosoly produkované v domácnostech [3] a [4].

V následujícím textu budou vždy neodstranitelné látky běžnými technikami na komunálních ČOV zvýrazněny, podobně, jak je uvedeno v Tabulka 1. Hlavním zdrojem k vypracování následujících kapitol bylo 19 referenčních dokumentů BREF, které jsou v textu vždy citovány.

Emise ze zpracování železných kovů [5]

Průmyslovými činnostmi a jejich emisemi, které spadají pod zpracování železných kovů, se věnuje referenční dokument BREF pro zpracování železných kovů (FMP) [5]. Obsáhlý dokument se podrobně zaměřuje na spektrum podoborů sektoru, kterými jsou:

- Tváření za tepla a za studena - výstupem jsou zpravidla různé polotovary a finální výrobky, které jsou ploché nebo dlouhé, včetně výroby trubek a drátů. Přičemž ploché vznikají válcováním za tepla i za studena a dlouhé výrobky jsou tažené opět za studena i za tepla.
- Kontinuální pokovování - tato technika, nebo podobor se běžně týká nanášení povlaků ponorem do horké taveniny, která probíhá kontinuálně. Díky reakci mezi oběma kovy, dojde k dobré vazbě mezi povlakem a podkladem. Nejrozšířenější metodou v této sekci je v EU pokovování zinkem, kde je podíl produkce 81 %. Ostatní techniky, mimo jiné pokovování hliníkem, hrají spíše okrajovou úlohu.
- Vsázková galvanizace - v zásadě se jedná o diskontinuální galvanizaci, tedy žárové ponorné pozinkování, na ochranu před korozí. Proces probíhá v krátkých opakujících se intervalech neboli po vsázkách (sériích), za použití několika ponorných lázní a nádrží.

Hlavními problémy sektoru v oblasti vodní politiky, jsou odpadní vody, které vznikají ve většině fází výroby. Jedná se zejména o kontaminanty sloučenin kovů. V největší míře se jedná o Fe, Cr, **Ni***, Zn, **Pb***, Sn, ale také olej a okuje z válcování. Aby se omezilo nebo zabránilo vypouštění odpadních vod z operací válcování za tepla, je vhodné využít polouzavřené a uzavřené okruhy. Z ohřívacích pecí pochází odpadní voda zatížená oxidy železa (FeO a Fe_3O_4), ale bez olejů.

Dalšími znečišťujícími látkami jsou ve válcovnách za studena soli železa a legující kovy. Oleje a tuky se do odpadní vody dostávají z hydraulických systémů a v procesech moření vznikají kyselé odpadní vody. Ty se ale často neutralizují a vzniklý kal se likviduje. Odpadní vody z drátoven jsou znečištěny zejména **olovem***, jehož koncentrace na přepadu vody z kalení, se uvádějí 2 – 20 mg/l.

Při zinkování oceli v průmyslu kontinuálního pokovování a následné úpravě vody vzniká kal s vysokými koncentracemi šestimocného chromu (Cr^{6+}), který je klasifikován jako karcinogen 1. skupiny, čili jako lidský karcinom [6]. Ovšem látka chybí na seznamu přílohy č. 6 k nařízení vlády č. 401/2015 Sb. Charakteristiky odpadních vod z některých průmyslových činností ze zpracování železných kovů, tak jak je uvádí příslušný referenční dokument BREF, shrnuje Tabulka 2.

Tabulka 2: Emise z různých procesů zpracování železných kovů [5].

Válcování za tepla	Koncentrace [5, str. 73]
Suspendované částice (celkem) Chemická spotřeba kyslíku pH	5 – 100 mg/l 18 – 43 mg/l 7 – 8,5
Obsah uhlovodíků*	0,2 – 10 mg/l *
Cu, Zn Cd* , Al, Pb* Cr, Cr ⁶⁺ , Mn Fe, Ni* , Hg* Volný chlor	0,009 – 0,26 mg/t; 0,004 – 0,35 mg/t < 0,05 mg/l* ; 0,04 – 0,14 mg/l; < 0,1 mg/l* < 0,18 mg/l; 0,01 mg/l; 0,04 – 0,26 mg/l 0,3 – 2,0 mg/l; 0,01 – 2,0 mg/l* ; < 0,01 mg/l* 0,1 – 0,5 mg/l
Válcování za studena	Specifické emise [5, str. 76–93]
Celkové Fe, Oxid železitý (Fe ₂ O ₃) ¹ FeSO ₄ · 7H ₂ O (z regenerace) ² Recyklovaná kyselina (20 % H ₂ SO ₄) ²	0,114 g/t; 4 – 12 kg/t 26 – 30 kg/t 0 – 10 kg/t
Upravená odpadní voda Výtok OV z úpravy (bez průtočného chlazení) Suspendované částice celkem CHSK	0 – 10 m ³ /t 2,7 – 520 g/t 5 – 220 g/t
Drátovny	Koncentrace [5, str. 97–101]
Celkový chlor, Fe, CHSK, kovy (Fe) Olověný odpad (oxidy olova + vyčerpaná lázeň) ³ Přepad kalící vody (s obsahem Pb) ³	200 – 275 g/l; 100 – 160 g/l; 20 – 80 g/l; 0,2 – 1 g/l 1 – 15 kg/t (Specifické emise) 2 – 20 mg/l (Koncentrace)
Kontinuální pokovování	Měrné emise [5, str. 292]
Zinkování oceli	
Suspendované částice Fe, Ni* Zn, Pb* CHSK, celkový uhlík, Uhlovodíky* , olej a tuk, P (fosfor)	0,04– 2,9 g/t 0,09 – 0,54 g/t; 0,04 – 0,004 g/t* 0,05 – 0,005g/t; 0,0084 g/t* 5 – 150 g/t; 0,19 – 8,5 g/t; 0,074 g/t* ; 0,073 – 2,7 g/t; 0,0008 – 0,07 g/t

Pokovování olovem a cínem ⁴	Měrné emise [5, str. 294]
suspendované částice	30,0 g/t
CHSK, Cr, Cr ⁶⁺	90,0 g/t; 0,028 g/t; není k dispozici
Cu, Pb* , Ni*	0,014 g/t; 0,155 g/t* ; 0,565 g/t*
Zn, Fe	0,266 g/t; 9,86 g/t

* Látky běžně neodstranitelné na komunálních ČOV, dle výsledků DC 4.2.

- 1) Moření s kyselinou chlorovodíkovou (HCl)
- 2) Moření kyselinou sírovou (H₂SO₄)
- 3) Z procesu kontinuálního žhání
- 4) Vypouštěná odpadní voda, (po úpravě)

Emise ze zpracování neželezných kovů [7]

Zpracování neželezných kovů a produkce emisí v tomto sektoru spadá pod působnost referenčního dokumentu BREF pro zpracování neželezných kovů (NFM). Průmysl se zabývá činnostmi uvedenými v kapitole 2.5 odst. (a) a (b) Přílohy I Směrnice 2010/75/EU [8], a to:

2.5: Zpracování neželezných kovů:

(a) výrobou surových neželezných kovů z rud, koncentrátů nebo druhotných surovin metalurgickými, chemickými nebo elektrolytickými procesy;

(b) tavení, včetně slinování, neželezných kovů, včetně přetavování produktů a provoz sléváren neželezných kovů s tavící kapacitou vyšší než 4 tuny denně u olova a kadmia nebo 20 tun denně u všech ostatních kovů;

Výroba neželezných kovů je rozdělena do následujících 8 skupin:

- Měď a její slitiny
- Hliník a jeho slitiny a recyklace soli a hliníku ze solných strusek
- Olovo a cín
- Vzácné kovy
- Feroslitiny (např. FeCr, FeSi, FeMn, FeMo)
- **Nikl*** a kobalt
- Uhlíkové a grafitové elektrody
- Zinek a **kadmium***

Při výrobě mědi se využívá značné množství chladicí vody a odtud se do vody dostávají zejména suspendované pevné látky, kovové sloučeniny a oleje. Některé meziprodukty, které vznikají během výroby mědi, mohou být klasifikovány jako nebezpečné odpady podle Nařízení 2008/98/ES [9]. Většina těchto látek však obsahuje recyklovatelná množství mědi a jiných neželezných kovů, a proto se používají jako suroviny.

V průmyslu výroby primárního hliníku má největší dopad na životní prostředí produkce červeného kalu, který vzniká kalcinací bauxitu. Kal má silnou alkalitu a zvýšený obsah radioaktivních látek. Rovněž v procesu vznikají **polyfluorované uhlovodíky (PFAS*)** a fluoridy během elektrolýzy. Při výrobě anod s obsahem síry se emituje oxid siřičitý (SO₂) a **polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU*)**.

Hlavním problematika při výrobě **olova*** a cínu je zejména znečištění vody a tvorba nebezpečných odpadů. Výrobní zařízení mají obecně vlastní čistírny odpadních vod a obvykle se využívá recyklace

nebo opětovného používání vody. Hlavními znečišťujícími látkami emitovanými do vody jsou suspenze kovů a jejich sloučenin. Jedná se o kovy jako Zn, **Cd***, **Pb***, **Hg***, Se, Cu, **Ni***, As, Co a Cr, dále chloridy, fluoridy a sírany. Nejvýznamnějším zdrojem odpadních vod s obsahem výše jmenovaných kovů je fáze čištění plynů z tavících pecí.

V průmyslu vzácných kovů má hlavní dopad na životní prostředí používání nebezpečných činidel, jako HCl, HNO₃, Cl₂ a organická rozpouštědla. Používání pokročilých technologií zamezuje úniku těchto činidel a snižuje potenciální emise. Zdrojem odpadní vody a potenciálních emisí jsou zejména povrchový odtok, chladicí vody a vypírací systémy, dále procesy loužení a elektrolýza, jejichž obsahem jsou pevné látky, kovové sloučeniny a oleje. Typické emise u dvou zařízení na výrobu vzácných kovů uvádí

Tabulka 3.

V sektoru výroby feroslitin jsou emise do vody velmi závislé na použitém typu úpravy odpadních vod, kterým je např. centrální čistírna OV, kde se čistí odpadní voda společně s dešťovou vodou, nebo se používá oddělený systém čištění pro různé zdroje odpadní vody. Znečišťujícími látkami jsou pak především velmi jemné pevné částice o obsahu pevných částic pod 40 mg/l po vyčištění. Emise **PAU*** do vody po odloučení u výroby feromanganu byly v rozmezí 0,05–0,2 g/t FeMn. Typické emise některých procesů shrnuje tabulka 3. Možné toky odpadní vody jsou zejména dešťová voda a voda z povrchových odtoků; odpadní voda z mokrých skrubů; odpadní voda z chlazení strusky a granulace kovů a chladicí voda.

V odvětví niklu a kobaltu vznikají odpadní vody s emisemi kovů (Cu, **Ni***, Co, As, Cr, dále fluoridy, chloridy a sírany) z hydrometalurgického čištění a rekuperačních procesů, dále také vznik pevného odpadu z čištění a úpravy vypouštěné vody.

A konečně; v průmyslu uhlíku je znečištění vody obecně malým problémem. Výrobní procesy jsou převážně suché a vesměs využívají systémy chlazení vodou. Proces chlazení lze provádět pomocí nepřímých vodních systémů, což vede k vypouštění čisté chladicí vody. Odpadní voda produkovaná mokрыmi systémy je považována za mezisložkový efekt technik snižování emisí. Sedimentačním čištěním jsou nerozpustné materiály jako **PAU*** odstraněny jako kal a vypouštěny podle národních předpisů.

Tabulka 3: Emise ze zpracování neželezných kovů [7]

Výroba mědi ¹⁾	Koncentrace mg/l [7, str. 238]
Emise do vody po vyčištění	
Cu, Pb* , As, Ni* , Cd* , Zn	0,03- 0,85; 0,01-0,34* ; 0,014-0,27; 0,008- 0,61* ; 0,0004-0,203* ; 0,06-0,9
Roční zátěž vypouštěná do vody ze zařízení na výrobu měděných polotovarů ²⁾	Množství (kg/r) [7, str. 238]
Cu, Ni* , Zn, Pb* , Cr, As, Cd* , Hg*	11; 3* ; 25; 1* ; 1; 0,01; 0,01* ; 0,01*

Výroba hliníku	Zatížení (kg/t Al) [7, str. 413]
Primární hliník	
Fluoridy, suspendované látky, PAU*	0,5–1,5; 0,5-2,0; 6-15*
Výroba olova* a cínu	Koncentrace [7, str. 534]
OV z čištění plynů před úpravou	
Hg*, Se, As Zn, Cd*, Pb* Pevné částice: Síranové, Chloridové, Fluoridové	0,1 – 9 mg/l* ; 0,1 – 50 mg/l; 5 – 95 mg/l 0,1 – 2,5g/l; 1 – 95 mg/l* ; 1 – 13 mg/l* 13 – 25 g/l; 1,3 – 1,8 g/l; 0,3 – 0,5 g/l
Výroba vzácných kovů	Koncentrace [7, str. 761]
Výrobna¹:	
Výroba	2155 t/r
Odpadní vody	10 (m ³ /h)
Ag, Pb*, Hg* Cu, Ni* CHSK	0,1 mg/l; 0,5 mg/l* ; 0,05 mg/l* 0,3 mg/l; 0,5 mg/l* 400 mg/l
Výrobna²:	Koncentrace (kg/r) [7, str. 761]
Vypouštěná voda (vč. dešťové vody, chladicí a procesní vody)	61 093 m ³ /rok
As, Pb*, Hg*, Zn Cd*, Cu, Ni*, Cr Kyanidy, N Pevné látky CHSK	1,73; 0,25* ; 0,04* ; 0,80 0,002* ; 3,88; 7,03* ; 0,044 126,22; 3240 4,313 37 850
Průmysl feroslitin	Koncentrace (mg/l) [7, str. 855]
Pražení molybdenitu a feromolybdenu	
SO ₄ ⁻² , HF, Mo Pb*, Cu, Zn As, Se	10 – 680; 1,1 – 1,3; 0,015 – 1,7 0,008* ; 0,016 – 0,028; 0,035 – 0,088 0,017; 0,018
z rekuperace feroslitin (proces plasma dust)	Koncentrace [7, str. 855]
Cr, Ni*, Zn, Cu Cd*, Pb*, Hg* CN	0,3 mg/l; 0,1 mg/l * ; 0,5 mg/l, 0,2 mg/l 0,04 kg/r* , 0,04 kg/r* , 0,003 kg/r* 0,5 mg/l

Výroba niklu* a kobaltu	Koncentrace [7, str. 940–944]
Z čištění plynů	
Co, Ni* , Cu, Zn, Cd* , Pb*	0.1–9 mg/l; 0.1–10 mg/l* ; 5–15 mg/l 0.1–2.5 g/l; 1–5 mg/l* ; 1–3 mg/l*
Analýza odpadních vod z procesu výroby Co	
Cu, Zn, As Co, Ni*	< 0.1 mg/l; < 1.5 mg/l; < 0.1 mg/l < 1.5 mg/l; < 1.0 mg/l*

* Látky běžně neodstranitelné na komunálních ČOV, dle výsledků DC 4.2.

- 1) Hutě/rafinérie primární/sekundární mědi, umístěnému na řece poblíž ústí do moře, kde se vyrábí 370 000 t měděných katod za rok. Koncentrace kovů (mg/l) jsou uváděny jako roční průměry.
- 2) Vypouštěné odpadní vody: 35 000 m³/r

Emise z výroby zinku a kadmia*

Zinek s relativně nízkou teplotou tání, patří mezi nejpoužívanější neželezné kovy. Používá se při výrobě řady slitin, zejména mosazi a lze jej snadno aplikovat na povrch jiných kovů, mimo jiné na ocel při galvanizaci. Dále se často používá např. ve farmacii, výživě, dále ve stavebnictví, při výrobě akumulátorů a v chemickém průmyslu. Zinek se získává z primárních i sekundárních zdrojů, recykluje se z výrobků na konci své životnosti. Primární zinek se v podstatě vyrábí procesem pražení-loužení-elektrolýza (RLE). Zinek a výrobky s obsahem zinku lze v širokém rozsahu recyklovat.

Kadmium je po fyzikální stránce podobné zinku, s tím rozdílem, že odolává zásadám. Patří mezi těžké kovy a dobře pohlcuje neutrony, proto je často používán v jaderných reaktorech. Zdrojem primárního kadmia jsou některé horniny, zejména greenockit a otavit. Dále je možné kadmium získávat z primárních procesů výroby zinku, jelikož kadmium je v něm obsažen v koncentraci okolo 0,2 % jako izomorfní složka a rovněž ze sekundárních procesů. Využívá se pro barviva a stabilizátory plastů, v Ni-Cd bateriích, v solárních článcích, dále např. při pokovování kadmíem.

Legislativní statut sloučenin kadmia má významný dopad na hodnocení emisí. Množství kadmia v ovzduší je omezeno směrnici 2004/107/ES [10] o arsenu, kadmiu, rtuti, niklu a polycyklických aromatických uhlovodících v ovzduší. Kadmium je rovněž označeno jako prioritní nebezpečná látka v příloze X směrnice 2000/60/ES [11], kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky.

Při výrobě primárního a sekundárního zinku a kadmia jsou hlavními znečišťujícími látkami, které jsou emitovány do vody kovy a jejich sloučeniny. Jedná se především o kovy Zn, **Cd***, **Pb***, Cu, **Ni*** a Co (a v menší míře **Hg***, Se, As a Cr). Dalšími významnými látkami, které jsou uvolňovány do vody, jsou chloridy, fluoridy a sírany. Odpadní voda s těmito látkami vzniká zejména v procesech:

- Pražení a čištění plynu
- Odstraňování rtuti
- OV z granulace strusky

Další potenciální proudy vody jsou shromažďovány a znovu používány jako voda na mytí filtrů aj. (pokud to kvalita umožňuje).

Struska ze zinkových pecí obvykle obsahuje velmi nízké koncentrace vyluhovatelných kovů. Jsou tedy obecně vhodné pro použití ve stavebnictví. Produkce strusky se pohybuje mezi 10 % a 70 % hm vyrobeného kovu v závislosti na použitých surovinách. Charakteristiky OV z výroby zinku a **kadmia*** jsou shrnuty v Tabulka 4.

Tabulka 4: Emise z výroby zinku a kadmia* [7]

Emise do vody	Koncentrace [7, str. 656–663]
OV z čištění plynů před úpravou	
Síran, Chlorid, Fluorid Hg* , Se, As, Zn, Cd* , Pb*	13–25 g/l; 1.3–1.8 g/l; 0.3–0.5 g/l 0.1–9 mg/l* ; 0.1–50 mg/l; 5–95 mg/l; 0.1–2.5 g/l; 1–95 mg/l* ; 1–13 mg/l*
Analýza typických odpadních vod	
Z elektrolýzy	
Pb* , Cd* As, Zn	0.01–0.8 mg/l* ; 0.001–0.15 mg/l* 0.01 mg/l; 0.01–1.9 mg/l
Výluh z granulované strusky	
Zn, Pb* As, Fe, Cu pH	0.02–0.1 mg/l; 0.005–0.1 mg/l* 0.001–0.02 mg/l; 0.05–0.2 mg/l < 0.001–0.05 mg/l 7–11

* Látky běžně neodstranitelné na komunálních ČOV, dle výsledků DC 4.2.

Emise vznikající v kovárnách a slévárnách [12]

Slévárenský průmysl a produkce emisí v tomto odvětví spadá pod působnost referenčního dokumentu BREF pro kovárny a slévárny (SF) [12]. Oblast a její činnosti jsou vymezeny v kapitole 2.3 (b), 2.4 a 2.5 (b) v příloze I Směrnice 2010/75/EU [8], následovně:

2.3. Zařízení na zpracování železných kovů:

(b) kovárny s buchary o energii větší než 50 kJ na jeden buchar, kde činí spotřeba tepelné energie více než 20 MW.

2.4. Slévárny železných kovů o výrobní kapacitě větší než 20 tun denně.

2.5. Zařízení:

(b) pro tavení, včetně slévání slitin neželezných kovů, včetně přetavovaných produktů (rafinace, výroba odlitků apod.) o kapacitě tavení větší než 4 t denně u olova a kadmia nebo 20 tun denně u všech ostatních kovů.

Odvětví sléváren a kováren je obecně charakteristické použitím vody v malém množství, např. v procesech kalení, chlazení i čištění. Dále také vzniká jen malé množství odpadních vod, jelikož se voda v těchto procesech vypařuje a často se používají uzavřené chladicí okruhy. Hlavními kontaminanty vody v tomto sektoru jsou zejména kovy (Fe, Al, Zn), kyanidy, soli a **polycyklické aromatické uhlovodíky**

(PAU)*, které se do vody dostávají při odlévání, ze spalovacích motorů a paliv a uhlénoho prachu. **Těkavé organické látky (VOCs)*** se v odpadní vodě mohou objevit z procesů lití a vytlounání.

Původcem odpadních vod mohou být zejména:

- Odpadní vody z mokrých odlučovačů používaných při tavení v kuplovně
- Odpadní voda z oblasti lití, chlazení, vytlounání, z úpravy formovacích směsí a výroby forem
- Odpadní voda z výroby jader

Emise z mokrých odlučovačů používaných při tavení v kuplovně

Mokré odlučovače se používají v tavárně pro čištění kouřových plynů z kuplovně. Využívají vodu pro odstranění tuhých částic a plynů, jako je oxid siřičitý. Pevné částice jsou většinou z vody úplně odstraněny, protože se z velké části zachytí v usazovací nádrži. Ve vodě se ovšem mohou koncentrovat kyselé plyny (z čištění plynů), které způsobí snížení hodnot pH a zvýšenou koncentraci solí. Odpadní voda z mokrých odlučovacích systémů v tavárnách obsahuje především oxidy křemíku, železo, hliník a zinek, uhličitán vápenatý, kyanidy. Odpadní vody mohou také obsahovat vysoké koncentrace **AOX***. Emise v odpadní vodě jsou shrnuty v Tabulka 5.

Emise z oblasti lití, chlazení, vytlounání, z úpravy formovacích směsí a výroby forem

V oblastech odlévání, chlazení a vytlounání při úpravě směsí a při výrobě forem jsou během odlučování společně s malými organickými podíly zachycovány jemné nerozpustné podíly formovacích materiálů z použitých pojiv. Jestliže se použijí mokré odlučovače, nalezneme tyto složky v odpadní vodě. Anorganické pevné látky jako oxidy železa a jíly, které jsou jemně dispergovány, je velmi obtížné odstranit.

Emise odpadní vody z výroby jader

Mokré odlučovače, které se používají při výrobě jader, jsou buď zásadité (procesy SO₂, hot-box), nebo kyselé (procesy cold-box). Z vypíracích systémů v těchto procesech se do vody dostávají biologicky snadno odbouratelné aminy a fenoly (pomocí nitrifikace/ denitrifikace). Při následné oxidaci se do vody dostává hlavně síran sodný, který se vyskytuje v poměrně vysokých koncentracích (> 600 mg/l).

Hydraulické systémy pro tlakové lití používají směs vody a glykolu jako hydraulickou kapalinu. Úniky z hydraulického systému a následné doplňování uniklé kapaliny do vodního systému by mohly vést k přítomnosti glykolů v odpadní vodě slévárny. Odstranění glykolu není možné použitím filtrace, nebo pomocí flotace.

Tabulka 5: Emise z kováren a sléváren [12]

Emise do vody	Koncentrace (mg/l) [12 s. 146]
Pb* , Cd* , Cr Cu, Ni* , Hg* Zn Sulfát Chlorid	< 0,01 – 2,5* ; < 0,01 – 0,03* ; < 0,01 – 0,13 0,02 – 0,89; 0,04 – 0,23; < 0,001* 1,8 – 27,9 430 – 1 550 1 330 – 3 947
pH	7,2 – 9,09
Elektrická vodivost (μS/cm)	1 400 – 18 400

* Látky běžně neodstranitelné na komunálních ČOV, dle výsledků DC 4.2.

Emise z výroby železa a oceli [13]

Oblast výroby železa a oceli včetně emisí, které v tomto sektoru vznikají je obsahem referenčního dokumentu BREF pro výrobu železa a oceli (I&S). Ten je především zaměřen na výrobu koksu, pražení a spékání železné rudy, výrobu surového železa a oceli včetně odlévání s kapacitou překračující 2,5 t za hodinu. Průmysl svým zaměřením patří dle kategorizace IPPC do kategorie:

- 1.3 – Výroba koksu

Odpadní voda v sektoru výroby železa a oceli vzniká ve všech procesech produkce. Konkrétně jsou to aglomerační zařízení, peletizační zařízení, koksová pece, vysoké pece, výroba oceli v kyslíkových konvertorech a její odlévání, výroba oceli v elektrických obloukových pecích a její odlévání. Množství a složení odpadní vody před úpravou se může výrazně lišit mezi jednotlivými zařízeními. Znečištěné mohou být i srážkové vody, odtékají-li z otevřených prostor, kde jsou uskladněny rudy, uhlí a jiné suroviny. V integrovaných hutních podnicích se používá voda například k přímému a nepřímému chlazení, čištění plynu, narušování okují a praní včetně praní odpadního plynu v pračkách.

Oplachová voda, která se využívá v aglomeračních zařízeních k eliminaci prachových částic, obsahuje převážně rozptýlené tuhé částice (včetně těžkých kovů) je před vypouštěním obvykle čištěna. Chladicí vody jsou vesměs recyklovány a odpadní vody v procesech čištění odpadního plynu obsahují rovněž tuhé částice s těžkými kovy, dále perzistentní organické látky (**PCDD/F*** a **PCB***, patřící do skupiny látek s dioxinovým efektem, a **PAU***). Dále odpadní vody z čištění odpadního plynu obsahují sloučeniny síry, fluoridy a chloridy. Voda je obvykle před vypuštěním čištěna a typické parametry takové vody jsou shrnuty

v

Tabulka 6.

Na peletizačním zařízení vznikají odpadní vody při čištění odpadních plynů, které je cílené na odstranění znečišťujících látek. Použitou vodu je následně nutné odkalit z důvodu přítomnosti HF. Pokud se v této fázi (odkalení) použije NaOH, je možné vodu následně recyklovat a znovu využít ve stejném procesu. Protože voda dále může obsahovat arsen, je odkalená voda následně čištěna na čističkách OV a typické parametry takto vyčištěné vody shrnuje Tabulka 6.

Na koksárenských zařízeních vzniká OV zejména ze zařízení na úpravu plynu, a dále při tepelném rozkladu uhlí. Hlavní proud vody, který je vypouštěn z koksárenské pece, pochází z páry nebo čpavkové vody používané k nasávání a přímému chlazení závažecích plynů, vlhkosti uhlí a „chemické vody“ (k jejíž produkci dochází během procesu koksování). Čpavková voda je dále vedena přes destilátor, ve kterém se vyskytují vysoké koncentrace NH_3 . Volný čpavek je vysoce toxický pro vodní ekosystémy a vyznačuje se velmi vysokou měrnou spotřebou kyslíku při oxidaci na dusičnany (riziko spotřeby velkého množství kyslíku při procesech v ČOV nebo v recipientu). Z tohoto důvodu jsou odlučovače čpavku instalovány v téměř všech koksárenských zařízeních. Zařízení odlučuje H_2S a NH_3 z kapaliny přidáváním páry a hydroxidu (nejčastěji NaOH). Odtok z destilátoru čpavku by mohl obsahovat i zbytkové koncentrace dehtu, což je problematické vzhledem k tomu, že dehet obsahuje **PAU*** a fenoly. Další odpadní vody z koksáren mohou být znečištěny směsí uhlovodíků, jako je **BTX*** (směs **benzenu**, **toluenu** a **xylenů**), dále také fenoly, oxidy síry, kyselinou sírovou, **PAU***, kyanidy, sloučeninami dusíku (především čpavkem). Odtokové koncentrace z čištění OV v koksárenských a dalších zařízeních jsou shrnuty v Tabulka 6.

Tabulka 6: Emise z výroby železa a oceli [13]

Emise do vody po vyčištění	Koncentrace (mg/l) [13, str. 114]
Aglomerační zařízení (po čištění odpadního plynu)	
As, Cd* Cr, Cu, Hg* Ni* , Pb* CHSK N (Kjeldahl) pH tuhé látky průtok (vyčištěné H ₂ O m ³ /h)	0,002–0,005; 0,005–0,01* ; 0,02–0,05; 0,05–0,1; 0,0001–0,0002* 0,05–0,1* ; 0,2–0,5* 250–350 250–350 9–12 30 50
ČOV z peletizačního zařízení ¹	Koncentrace [13, str. 190]
P, Cd* , Co Cr, Cu, Hg* Pb* , Ni* , As tuhé látky, celkový N	0,028 µg/l; 0,014 µg/l* ; 0,37 µg/l 0,1 µg/l; 4,03 µg/l; <0,002 µg/l* 0,24 µg/l* ; 2,39 µg/l* ; 0,70 µg/l 2,33 mg/l; 17,5 mg/l
Koksárenská zařízení (ČOV se systémy denitrifikace a nitrifikace)	Koncentrace (mg/l) [13, str. 231]
CHSK, TOC, BSK fenoly celkový N, čpavek, olej a dehet, PAU* pH pevné látky	45–800 mg/l; 30–60 mg/l ; <20 mg/l; 0,1 – < 2 mg/l 3–30 mg/l; 0,6–80 mg/l; 5–15 mg/l; 0,2– 50 µg/l* 7,6–8,0 42–75 mg/l
Provoz vysoké pece (granulování strusky)	Koncentrace [13, str. 309]
Pb* , Cr, Cu Zn, Cd* , Ni* Fe, Cl AOX* HCN, TOC, CHSK	2,52 µg/l* ; 2,41 µg/l; 4,06 µg/l 20,92 µg/l; 0,20 µg/l* ; 3,74 µg/l* 0,44 mg/l; 262,96 mg/l 21,63 µg/l* 0,15 mg/l; 5,51 mg/l; 22,17 mg/l
Výroba oceli v kyslíkových konvertorech (při plynulém lití)	Koncentrace [13, str. 377]
Pb* , Cr, Cu Zn, Cd* , Ni* AOX* Fe, TOC, N (minerální)	3,03 µg/l* ; 2,99 µg/l; 6,03 µg/l 87,12 µg/l; 0,20 µg/l* ; 21,88 µg/l* 41,06 µg/l* 0,59 mg/l; 5,68 mg/l; 5,09 mg/l

* Látky běžně neodstranitelné na komunálních ČOV, dle výsledků DC 4.2.

1) Švédský závod Kiruna, (údaje z roku 2007)

Emise v potravinářském sektoru [14]

Sektoru potravinářského průmyslu a jeho hlavním emisím se věnuje referenční dokument BREF pro průmysl potravin, nápojů a mléka (FDM) [14]. Oblast a její činnosti jsou vymezeny v kapitole 6.4 písm.

(b) a (c) v příloze I Směrnice 2010/75/EU [8], následovně:

6.4.

(b) úprava a zpracování, jiné než výlučně balení, následujících surovin, a to bez ohledu na to, zda dříve byly nebo nebyly zpracovány, za účelem výroby potravin nebo krmiv, z:

1. ze surovin živočišného původu (jiných než výlučně mléka) při výrobní kapacitě větší než 75 t za den.
2. ze surovin rostlinného původu při výrobní kapacitě větší než 300 t za den v průměru za čtvrtletí.

(c) Úprava a zpracování pouze mléka při kapacitě odebíraného mléka větší než 200 t za den v průměru za rok.

Sektor potravinářského průmyslu je obecně charakterizován vysokou spotřebou vody i její kontaminací. Voda, která se nestane součástí produktu, se objeví v proudu odpadních vod. Nečištěná voda z výrob FDM má vysoké hodnoty CHSK a BSK. Tyto úrovně mohou být 10 – 100 krát vyšší než má domovní odpadní voda. Koncentrace pevných látek se různí od zanedbatelné až k 120 000 mg/l. Nečištěná voda z některých odvětví, např. ze zpracování masa, ryb, mléka, či z výroby rostlinných olejů, obsahuje vysoké koncentrace tukových látek (tuků, olejů a mastných látek). Mohou se objevit také vysoké obsahy fosforu, zvláště tam, kde se v procesu užívají velká množství fosforečné kyseliny, zejména při odstraňování gumovitých látek z rostlinných olejů, dále při čištění a úklidu. Odpadní vody vznikají především při procesech praní a máčení surovin, čištění výroben a provozních linek, dále při dopravě a plavení surovin nebo odpadu. Charakteristiky odpadních vod z některých průmyslových činností v potravinářském sektoru uvádí

Tabulka 7

Voda, která se používá v potravinářském průmyslu je z převážné většiny pitnou vodou a např. v mlékařském průmyslu a ve výrobě nápojů využití pitné vody dosahuje až 98 %. Odvětví využívá vodu zejména:

- Pro čištění, úklid a chlazení, dále pro vaření, rozpouštění a dopravu.
- Jako složku produktu a hygienickou vodu.
- Jako procesní vodu, např. pro praní surovin, meziproduktů a produktů.
- Jako pomocnou vodu (výroba páry, podtlaku, klimatizace nebo topení).

Tabulka 7: Emise z některých potravinářských odvětví [14]

Výroba salámů a měkkých uzenin	Zatížení [14, str. 497]
Dánsko	
Spotřeba vody BSK, N, P	5,3 m ³ /t produktu 4,7 kg/t ; 300 g/t; 140 g/t (produktu)
Filetování ryb	Zatížení [14, str. 416]
Spotřeba vody, vč. rozmrazení BSK ₇ , tuk celkový N, suspendované látky	23-32 m ³ /t 8 – 19 kg/t; 0,3 – 1,4 kg/t 0,3 – 3,1 kg/t; 1,6 – 11,3 kg/t
Zpracování ovoce a zeleniny	Koncentrace [14, str. 453]
Spotřeba vody Objem odpadní vody ¹ CHSK, BSK ₅ N celk., P celk. Suspendované látky	2,5 – 9,0 m ³ /t produktu 10,86 – 22,91 m ³ /t suroviny 4000 – 10000 mg/l; 2000 – 3000 mg/l 13,5 – 200 mg/l; 9 – 200 mg/l 24 – 1100 mg/l
Výroba kysaného zelí	
OV z láku	Koncentrace [14, str. 453]
BSK ₅ CHSK Chloridy	10000 – 55000 mg/l 15000 – 85000 mg/l 2500 – 20000 mg/l
Výroba rostlinných olejů	
Objem odpadní vody (m ³ /t)	1 – 30
Nečištěná OV z rafinace olejů	Koncentrace [14, str. 529]
pH BSK ₅ , CHSK Tuk, suspendované látky	4,6 – 5,0 20 – 4300 mg/l; 40 – 15000 mg/l 20 – 5000 mg/l; 40 – 2900 mg/l

Švédské mlékárny	Rozsah [14, str. 354]
Spotřeba vody Objem odpadní vody	0,96 – 4,0 l/l zpracovaného mléka 3 – 5 m ³ /t zpracovaného mléka
pH ² BSK ₅ , CHSK ² Bílkoviny, tuky ² Sacharidy, amoniakální dusík ²	5,3 – 9,4 450 – 4790 mg/l; 500 – 4500 mg/l 210 – 560 mg/l; 35 – 500 mg/l 252 – 931 mg/l; 10 – 100 mg/l
N, P ² Na, chloridy ² Ca ²	15 – 180 mg/l; 20 – 250 mg/l 60 – 807 mg/l; 48 – 469 (až 2000) mg/l 57 – 112 mg/l
Německé pivovary	Rozsah [14, str. 309]
Měrná spotřeba vody Měrný objem OV	0,403 – 0,680 m ³ /hl výstavu piva ³ 0,117 – 0,465 m ³ /hl výstavu piva
pH BSK ₅ , CHSK Celkový N, celkový P Suspendované pevné látky	3 – 13 1000 – 1500 mg/l; 1800 – 3000 mg/l 30 – 100 mg/l; 30 – 100 mg/l 10 – 60 mg/l

1) Průměrná produkce odpadní vody v průmyslu konzerv, USA 1975

2) Environment Agency of England and Wales, 2000

3) Výstav piva = Termín používaný pro označení celkové produkce piva v daném pivovaru za určité období.

Emise z průmyslu pro povrchovou úpravu kovů a plastů [15]

Sektorem povrchové úpravy kovů a plastů, včetně jeho hlavních emisí, se podrobně zabývá referenční dokument BREF o nejlepších dostupných technikách (BAT) pro povrchové úpravy kovů a plastů (STM) [15]. Oblast a její činnosti jsou vymezeny v kapitole 2.6 v příloze I Směrnice 2010/75/EU [8], následovně:

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

K povrchové úpravě kovů a plastů se přistupuje z důvodu změny jejich povrchové vlastnosti, kdy se mění zejména vlastnost dekorační a odrazová, dále pro zvýšení tvrdosti, odolnosti a korozivní ochrany. Plasty, které jsou levnějším materiálem a snadněji se odlévají nebo lisují, si po úpravě uchovávají své vlastnosti, jako jsou izolační vlastnosti a pružnost, zatímco povrch může získat vlastnosti kovů.

Vzhledem k tomu, že procesy zahrnuté v tomto sektoru jsou převážně prováděné ve vodných roztocích, je spotřeba a řízení spotřeby vody hlavním tématem, které také ovlivňuje spotřebu surovin a jejich ztrátu přenosem do životního prostředí. Hlavním znečištěním vod jsou **kovy**, které se používají ve formě rozpustných **solí**. Do odpadních vod tak unikají látky, jako jsou **VOCs***, (i když se jejich použití snižuje) i **povrchově aktivní látky***, které mohou mít nízkou biologickou odbouratelnost a bioakumulační účinky (zejména **NPE*** a **PFOS***). Při úpravě odpadních vod obsahujících kyanidy a chlornany mohou vznikat **AOX***. Komplexotvorné látky (včetně kyanidů a EDTA) mohou nepříznivě

ovlivnit odstraňování kovů při úpravě odpadních vod. V lokálním měřítku mohou být významné další ionty, např. chloridy, sírany, fosforečnany, dusičnany a anionty obsahující bor.

Odpadní vody z provozů jsou často upravovány v úpravnách vod daných zařízení. Takto upravené odpadní vody jsou poté obvykle vypouštěny do komunálních čistíren odpadních vod (kanalizace), nebo v případě, že odpadní voda dosahuje vhodných parametrů, je vypouštěna přímo do povrchových vod. Tímto způsobem může dojít, při nedostatečné kontrole, k trvalému znečišťování vod. Složení odpadních vod, které jsou vypouštěny do **povrchové vody (PV)**, nebo do **veřejné kanalizace (VK)**, z různých evropských provozů na povrchovou úpravu kovů a plastů, shrnuje Tabulka 8.

Tabulka 8: Emise z průmyslu pro povrchovou úpravu kovů a plastů [15]

Francie ¹	Koncentrace (mg/l) [15, str. 161]
Ag, Al, Cd* , CN volný Cr ⁶⁺ , Cr celkový, Cu, F Fe, Hg* , Ni* , PO ⁴ Pb* , Sn, Zn VOCs* , celkový uhlovodík* CHSK, tuhé látky	0,1-0,5; 1-5,0; 0,1-0,2* ; 0,1-0,2 0,1-0,2; 0,5-2,0; 0,5-2; 10-20 1-5; <0,05* ; 0,5-2* ; 5-10 0,2-1* ; 1-2; 0,5-2,0 0,1-0,5* ; 1-5* (PV i VK) 150-500; 5-20
Švédsko ²	Koncentrace (mg/l) [15, str. 161]
Ag Al CN volný, Cr ⁶⁺ , Cr celkový Cu, Ni* , PO ⁴ Fe Pb* , Sn, Zn CHSK Tuhé látky	0,01-0,02 < 0,02-6,7 (PV) a < 0,02-230 (VK) 0,01-0,17; 0,01-0,18; 0,01-1,5 0,01-0,8; 0,03-2,1* ; 0,11-0,62 0,06-1,2 (PV i VK) < 0,05 – 0,1* ; 0,2-2,4; 0,01-1,3 110-240 5-25 (PV) a 5-710 (VK)

* Látky běžně neodstranitelné na komunálních ČOV, dle výsledků DC 4.2.

1) Údaje z více než 10 zařízení (průměr)

2) Údaje z 9 zařízení (průměr)

Emise z průmyslu pro povrchovou úpravu používající organická rozpouštědla [16]

Sektorem povrchové úpravy s použitím průmyslových rozpouštědel, včetně jeho hlavních emisí, se podrobně zabývá referenční dokument BREF o nejlepších dostupných technikách (BAT) pro povrchovou úpravu používající organická rozpouštědla (STS) [16]. Oblast a její činnosti jsou vymezeny v kapitole 6.7 v příloze I Směrnice 2010/75/EU [8], následovně:

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.

Organická rozpouštědla jsou převážně produkty ropného průmyslu a je možné je rozčlenit do následujících kategorií:

- rozpouštědla obsahující v molekule kyslík (estery, ketony, alkoholy a glykolethery a jejich acetátové deriváty),
- uhlovodíková rozpouštědla: aromatická (např. toluen, xylen), alifatická a nasycená uhlovodíková rozpouštědla.

Průmysl nátěrových hmot má důležitou roli při prodloužení životnosti kovů zejména v automobilech, lodích, letadlech a konstrukčních materiálech. Dále se také podílí na uchovávání a dopravě potravy a jiných výrobků v obalech. Hlavní problematika životního prostředí se týká emisí rozpouštědel do ovzduší, vody a půdy. Tyto látky mohou snadno proniknout půdou až ke spodním vodám, kde jsou omezené nebo žádné možnosti pro jejich odstranění nebo rozložení. Podle EPER byla v roce 2001 povrchová úprava používající rozpouštědla třetím největším zdrojem VOC emisí.

Voda se v tomto sektoru používá především k chlazení a v některých procesech, jako je předběžná úprava na bázi vody a při nanášení vodou ředitelných nátěrů. Odpadní voda vzniká ve většině odvětví tohoto sektoru a její hlavní charakteristiky, které se týkají jejího kvalitativního složení, jsou shrnuty v Tabulce 9.

Tabulka 9: Emise z průmyslu pro povrchovou úpravu používající organická rozpouštědla [16]

Polygrafický (tiskařský) průmysl ¹	Koncentrace [16, str. 31–76]
AOX*, Al, Cr, Cu Zn, Co, Mn Biocidy	> 1 mg/l*; 0,1 g/l; 0,1 g/l; 0,1 g/l 0,1 g/l; 0,1 g/l; 0,1 g/l Zanedbatelné
Potisk pružného obalu	
Objem OV (m ³ /t barvy)	2 – 3
	Před úpravou (mg/l)
AOX*, Cu, uhlovodíky*, CHSK	1500; 20; 1000 – 5000; 1000
	Po úpravě (mg/l)
AOX*, uhlovodíky*, CHSK Toluen*	1*; 10*; 200 1 – 10*
Výroba vinutých drátů ²	
Výroba brusiv ³	Koncentrace (mg/l) [16, str. 165]
Spotřeba vody (t/r)	827
Objem OV (t/r)	827
Celkový fenol, volný fenol	75; 20
Fluoridy, sírany	40; 200
Fe, Al, Zn	1; 1; 1

Povrchová úprava a potisk kovových obalů	Koncentrace (mg/l) [16, str. 353–359]
Spotřeba vody (t/r) ⁴ Sn, AOX*, uhlovodíky* CHSK	135 2 – 4; 0,5 – 1*; < 20* 350
Impregnace dřeva	[16, str. 453]
PAU* PCP (pentachlorfenol) kreosot, tributylcín, trojchroman sodný oxid chromu (Cr šestimocný) As, Zn, Cu, Sn	podílí se 30 % na celkových emisích* Žádné údaje Žádné údaje Žádné údaje Žádné údaje
Výroba zrcadel	Koncentrace (mg/l) [16, str. 464]
Spotřeba vody (l/m ²) NH ₃ , Ag, Cu, Ce ⁵	15 – 30 100; 0,5; 4; 5

* Látky běžně neodstranitelné na komunálních ČOV, dle výsledků DC 4.2.

- 1) Tyto provozy nejsou běžně vybaveny zařízením na úpravu vody a vypouštějí OV přímo do komunální kanalizace.
- 2) Emise do vody v tomto průmyslu jsou zanedbatelné z důvodu užívání uzavřených okruhů.
- 3) Výroby brusiv v provozu 1 [12, ÜBA Německo, 2002]
- 4) Spotřeba vody v jednom zařízení, [13, DFIU a IFARE, 2002], [76, TWG, 2004]
- 5) hodnoty emisí do vody po úpravě.

Emise z výroby velkoobjemových organických chemikálií [17]

Sektorem výroby velkoobjemových organických chemikálií, včetně jeho hlavních emisí, se podrobně zabývá referenční dokument BREF o nejlepších dostupných technikách (BAT) pro výrobu velkoobjemových organických chemikálií (LVOC) [17]. Oblast a její činnosti jsou vymezeny v kapitole 4.1 v příloze I Směrnice 2010/75/EU [8], následovně:

4.1. Výroba organických chemických látek s objemem vyšším než 100 kt/r.

Protože je rozsah tohoto průmyslu tak obrovský, byl rozčleněn do subsektorů na základě chemické funkce, na:

- Nižší olefiny – např. etylen, propylen, nonylen.
- Aromáty – např. benzen, toluen, xylen, styren, naftalen.
- Kyslíkaté sloučeniny – např. etylenoxid, etylenglykoly, formaldehyd, metanol, fenol, organické kyseliny, bisfenol A, nonylfenol (tedy oblast alkoholy, aldehydy, ketony, karboxylové sloučeniny, estery a směsi esterů, acetáty, ethery, peroxidy a epoxidové pryskyřice).
- Dusíkaté sloučeniny – nitrobenzen, anilin, akrylonitril, metylamin.
- Halogenované sloučeniny – chloroform, metylchlorid, EDC, VCM.
- Sloučeniny síry – sulfonany, sulfáty, merkaptany, oxidy síry.

Zjednodušeně je možné tento průmysl popsat jako transformaci rafinérských produktů kombinací fyzikálních a chemických operací na různé komodity a velkoobjemové chemikálie, obvykle v kontinuálních výrobních provozech.

Hlavní polutanty vody jsou zde směsi olej/organické látky, biodegradovatelné organické látky, ropné produkty, obtížně rozložitelné organické látky, těkavé organické látky, těžké kovy, kyseliny/zásady, nerozpuštěné látky. Olejové látky a ropné produkty jsou používány v mnoha výrobních procesech a vždy představují jedno z rizik znečištění vody. Jiné organické sloučeniny se mohou do vody dostat ze surovin, vedlejších produktů nebo z používaného rozpouštědla. Jedny z nejdůležitějších látek v odpadní vodě jsou **BTX*** a rozpouštědla používaná v extrakčních procesech (např. sulfolan nebo DMSO), které vyžadují předúpravu (např. stripováním) a neustálé monitorování. Nejčastěji vznikají odpadní vody při výrobě ethylbenzenu, hydrogenačního procesu ethylbenzenu, styrenu (kde se na koprodukcii podílí oxidy propylenu). Většina složek odpadních vod je biodegradovatelná a je často zpracována biologicky v čistírně odpadních vod. Charakteristiky odpadních vod u jmenovaných subsektorů shrnuje Tabulka 10.

Tabulka 10: Emise v průmyslu velkoobjemových organických chemikálií [17]

Nižší olefiny	Zatížení (vztaženo na 1 t produktu) [17, str. 199]
Objem odpadních vod (m ³ /t produktu)	0,1 – 8,5 m ³ /t
CHSK (po předčištění, před biologickým stupněm)	0,1 - > 10 kg/t
Glykol, CaCl ₂ , NH ₃ , HS	Není k dispozici
TOC (před čištěním)	30 – 1650 g/t
TOC (po čištění)	1,8-330 g/t
Aromáty (BXT*)	Zatížení [17, str. 253]
Objem odpadních vod (m ³ /t produktu)	0,1 – 10 m ³ /t
CHSK (po čištění, před biologickým stupněm)	< 0,1 kg/t
AOX (po čištění, před biologickým stupněm)	< 0,1 g/t
VOCs* - Benzen*, toluen*	0,003 kg/t*; 0,001 kg/t*
H ₃ PO ₄ , aminy	Není k dispozici
Kyslíkaté sloučeniny ¹	Zatížení [17, str. 279]
Objem odpadních vod (kg /t produktu)	450 – 1 100 kg /t
TOC (před čištěním)	1 – 20 kg/t
TOC (po biologickém čištění)	0,01 – 0,4 kg/t
Alkohol (těžký glykol)	2 – 100 kg/t
CHSK	500 – 1500 mg/l; (koncentrace)
AOX* (po předčištění, před biologickým stupněm) ²	> 100 g/t*
Aldehydy, ketony, fenol, Cl, Cu, Zn, H ₂ SO ₄	Není k dispozici

Dusíkaté sloučeniny	Zatížení [17, str. 400]
Objem odpadních vod (m ³ /t produktu) - (po předčištění, před biologickým stupněm)	1 – 10 m ³ /t
CHSK, (po předčištění, před biologickým stupněm) ³ AOX* (po předčištění, před biologickým stupněm) ³	1 – 10 kg/t 10 – 100 g/t*
NH ₃ , aminy, červené vody s nitrofenol, pikrany	Není k dispozici
Halogenované sloučeniny ⁴	Zatížení [17, str. 365]
Před vyčištěním na centrální ČOV	
Objem odpadních vod (m ³ /t produktu)	0,1-1 m ³ /t
CHSK, (po předčištění, před biologickým stupněm) AOX* (po předčištění, před biologickým stupněm)	0,1-1 kg/t 0,1-1 g/t*
Chlorid, Cu, N (Kjeldahl) Chloroform* , EDC* 2- chloretanol, chloral	9608 g/t; 5,5 g/t; 18,4 g/t 0,3 g/t*; 1,8 g/t* 17,9 g/t; 1,5 g/t
Po vyčištění na centrální ČOV	
Chlorid, Cu Chloroform* , EDC* 2- chloretanol, chloral	9608 g/t; 0,2 g/t 0*; 0,03 g/t* 0; 0

* Látky běžně neodstranitelné na komunálních ČOV, dle výsledků DC 4.2.

- 1) Výroba etylenoxidu
- 2) Výroba propylenoxidu a kyseliny chloroctové
- 3) Výroba TDI (+fosgen)
- 4) Výroba **1,2 – dichlorethan* (VOCs*)**

Emise z výroby speciálních organických chemikálií [18]

Průmysl výroby speciálních organických chemikálií a jeho hlavní emise je podrobně popsán v referenčním dokumentu BREF (OFC), pro výrobu speciálních organických chemikálií [18]. Dle zařazení do kategorií IPPC je tento sektor vymezen následovně:

- 4. 1 (j) - Výroba organických chemických látek, jako jsou barviva a pigmenty.
- 4.4 - Výroba prostředků na ochranu rostlin nebo biocidů.
- 4.5 - Výroba farmaceutických produktů, včetně meziproduktů.
- 4.6 - Výroba výbušnin.

V průmyslu chemických organických specialit se vyrábí široké spektrum látek, jejichž seznam není konečný ani úplný. Jedná se zejména o barviva, pigmenty, prostředky na ochranu rostlin, farmaceutické produkty, výbušniny, organické meziprodukty, povrchově aktivní látky, optické zjasňovače, retardéry hoření aj. Chemická podstata procesů tohoto sektoru je velice pestrá, současně je však počet procesů relativně malý. Zahrnuje mimo jiné plnění zařízení reaktanty a rozpouštědly,

vypouštění obsahu zařízení, inertizaci, reakci, krystalizaci, oddělování fází, filtraci, destilaci a promývání produktu. Nežádoucí odpadní proudy jsou pak zpracovávány v zařízeních na zachycování a regeneraci nebo v zařízeních na zneškodňování odpadních proudů, některé odpady musí být ukládány na skládku.

Hlavní dopady na životní prostředí jsou odpadní vody (v relativně velkém množství), často s vysokým obsahem znečišťujících látek, které nejsou biologicky rozložitelné. Mezi významné kontaminanty patří obecně zbytky produktů, pomocné chemikálie, meziprodukty a nežádoucí vedlejší produkty. Konkrétně potom **AOX*** (halogenované výchozí látky, rozpouštědla, produkty), kyanidy, **těžké kovy** (Cr, **Ni***, Co, Cu, Mo, Mn, Zn, **Hg***, Sn; reaktanty, katalyzátory), brom, amoniak. Dalším zdrojem znečištění jsou pak matečné louhy, vypírání vody (z čištění produktu i odpadních plynů a spalin – mokré praní), dále vody z chlazení a oplachování. Tyto proudy jsou pak zdrojem emisí pesticidů, barviv a farmaceutických látek, **retardérů hoření (dioxiny)***, fenolů, rozpouštědel, solí, kyselin, zásad a alkoholů. Sledované parametry znečištění jsou zejména hodnoty CHSK, BSK, AOX a anorganické sloučeniny. Jejich běžné hodnoty před a po úpravě shrnuje Tabulka 11.

Tabulka 11: Emise z průmyslu speciálních organických chemikálií [18]

Emise před úpravou	Koncentrace (mg/l, denní průměry)
Výrobna 1	[18, str. 87]
Objemový průtok	3 700 m ³ /den
CHSK, BSK ₅	2 500; 1 900
AOX*	0,57*
NH ₄ -N, celkový N	47; 80
celkový P	4,5
Výrobna 2	
Objemový průtok	47 500 m ³ /den
CHSK, BSK ₅	2 892; 1 521
AOX*	3,8*
anorganický N, celkový P	51; 44
Emise po úpravě	Koncentrace (mg/l, denní průměry)
Výrobna 1	[18, str. 87]
CHSK, BSK ₅	89; 5
AOX*	0,18*
NH ₄ -N, celkový N	0,1; 22
anorganický N, celkový P	16; 0,3
Výrobna 2	
CHSK, BSK ₅	184; 12
AOX*	0,68*
anorganický N, celkový P	34; 0,9

* Látky běžně neodstranitelné na komunálních ČOV, dle výsledků DC 4.2.

Emise z výroby speciálních anorganických chemikálií [19]

Sektor speciální anorganické chemie (SIC) je cílen na anorganické sloučeniny, průmyslově vyráběné chemickým procesem, obecně v relativně malých množstvích, podle specifikací (např. čistota) přizpůsobených konkrétním požadavkům uživatele nebo průmyslového sektoru (např. farmaceutického). Jako takový je specifikován v referenčním dokumentu BREF pro výrobu speciálních anorganických chemikálií [19]. Podle kategorizace IPPC je tento sektor vymezen následovně:

4.2 (a – e) Výroba anorganických chemických látek.

4.3. Výroba hnojiv na bázi fosforu, dusíku a draslíku, a to jednoduchých nebo směsných.

4.4. Výroba prostředků na ochranu rostlin nebo biocidů.

4.5. Výroba farmaceutických produktů, včetně meziproduktů.

4.6. Výroba výbušnin.

Průmysl speciální anorganické chemie je značně rozmanitý svým zaměřením na širokou škálu chemických látek a výrobních postupů. Ovšem většina firem používá kontinuální, nebo vsádkové způsoby operací, pro výrobu zejména speciálních anorganických pigmentů, látek obsahující fosfor, výrobu silikonů, výbušnin a kyanidů

Protože je vyráběn ohromný počet chemikálií, jakékoliv sloučeniny mohou případně být uvolněny do jakékoliv složky životního prostředí. Běžné environmentální problémy v sektoru SIC zahrnují emise částic do ovzduší (hlavně prach a těžké kovy), odpadní vody s vysokým obsahem CHSK, těžkých kovů a/nebo solí s velkou spotřebou energie a vody. Odpadní vody tohoto sektoru mohou být kontaminovány například Cr^{6+} (při výrobě anorganických pigmentů), P, chloridy. Z výroby silikonů unikají do povrchových vod zejména měď a zinek. Z hlediska environmentálních problémů může být problematická výroba výbušnin. Do vody v tomto sektoru může být emitováno **olovo***, dusičnany, sírany a rozpuštěné soli s vysokými hodnotami CHSK. Ve výrobě kyanidů, jsou to především kyanidy v odpadních vodách. Charakteristiky odpadních vod po vyčištění tohoto sektoru shrnuje Tabulka 12.

Tabulka 12: Emise z průmyslu speciálních anorganických chemikálií [19]

Speciální anorganické pigmenty ¹	Koncentrace (mg/l) [19, str. 173]
Objem upravované odpadní vody (nepřímé vypouštění)	18,37 m ³ /t;
Al, Cd* , Chloridy Cr _{celk} , Cu NO ₃ -N, Pb* SO ₄ ⁻ , Zn	0-5,8; < 0,01* ; 20 – 2600 <0,05; 0 – 0,08 0 – 9,8; < 0,05* 92 – 530; 0,08-0,46
Výroba látek obsahujících fosfor	Zatížení [19, str. 197]
Objem upravované odpadní vody	< 10 m ³ /t;
P, Cl H ₃ PO ₃ , HCl, Na ₃ PO ₃	0,5 – 2 kg/t; 5 – 10 kg/t Není k dispozici

Výroba silikonů ²	Zatížení [19, str. 215]
Objem OV (z výroby)	24 m ³ /t
Cu, Zn Cl, SO ₄ ⁻ AOX*, CHSK	45 g/t; 45 g/t 154 kg/t; < 60,9 kg/t 20,9 g/t*; 14,4 kg/t
Výroba anorganických výbušnin	Koncentrace (mg/l) [19, str. 246]
Spotřeba vody ³	50 m ³ /t
Pb* (před předúpravou) ⁴ Pb* (po předúpravě) ⁴	1500 mg/l 5 mg/l
CHSK ⁵ Dusičnany (NO ₃ ⁻), Sírany (o SO ₄ ²⁻) ⁵ Rozpuštěné sloučeniny olova* ⁵ Suspendované pevné látky ⁵ pH ⁵	200 1900; 900 0,05 - 0,5 150 5,5 – 9,5
Kyanidy ⁶	Zatížení (g/t) [19, str. 275]
NH ₄ ⁽⁺⁾ –N CN ⁻ , TOC CHSK	400 – 2000 0,4 – 6; 300 – 1500 800 – 4000

* Látky běžně neodstranitelné na komunálních ČOV, dle výsledků DC 4.2.

- 1) Hodnoty uvedené v tabulce jsou roční průměrné hodnoty
- 2) Hodnoty OV z výroby PDMS, před vypuštěním na ČOV
- 3) Spotřeba vody v ČR s opětovným použitím vody získané z odparky
- 4) Výroba azidu olovnatého
- 5) Běžné koncentrace nečistot v odpadních vodách na výstupu z centrální čistírny odpadních vod (ČOV)
- 6) Parametry odpadních vod, vypouštěných z typického závodu na ČOV

Emise z výroby polymerů [20]

Výrobou polymerů se podrobně zabývá referenční dokument BREF pro výrobu polymerů (POL) [20]. Zabývá se zejména polymery na bázi ropy - PVC, PET, PE, PP, PS, PA, UP. Dále do tohoto sektoru lze zařadit také polymery na bázi obnovitelných zdrojů (z bavlny, vlny, plasty z acetylcelulózy a kaučuku) a polymery, které jsou biodegradabilní (s omezenou výrobou, jako např. mulčovací folie pro zemědělství). Podle kategorizace IPPC je tento sektor vymezen následovně:

4.1: Výroba organických chemických látek, jako jsou:

h) polymery určené jako suroviny k dalšímu zpracování, syntetická vlákna a vlákna na bázi celulózy.

Výroba polymerů sestává ze tří základních operací (polymerace, polykondenzace a polyadice). V těchto krocích je často nezbytné použití chlazení, nebo ohřevu a vznikající odpady jsou často upravovány v regeneračních a/nebo redukčních systémech nebo likvidovány jako odpad. Obecně je snaha množství odpadní vody v sektoru snížit jejím recyklováním a uzavřenými okruhy. Například při výrobě polystyrénu je většina vody recyklována a jen malá část je kontaminována **uhlovodíky*** při výrobním procesu.

Ve výrobě PVC, kde je základní surovinou těkavý plyn **vinylchlorid monomer (VCM)**, mohou být odpadní vody touto látkou kontaminovány. Před vypuštěním na ČOV je plyn odstraňován pomocí stripování. V sektoru výroby polyamidu PA6 je vypouštěno pouze malé množství vody, která může být kontaminována zejména kaprolaktamem, diaminy, dikarboxylovou kyselinou, ale také NaOH a HCl z demineralizačního zařízení.

Výroba polymeru PA66 je charakteristická vznikem reakční vody při polymeraci a následnou tvorbou par s obsahem organických (hlavně cyklopentanon a hexamethyldiamin) a anorganických sloučenin (zejména amoniak). Emise z tohoto sektoru shrnuje Tabulka 13.

Tabulka 13: Emise z výroby polymerů [20]

Výroba PVC (polyvinylchlorid)	Koncentrace [20, str. 117]
Suspenní PVC: Emise VCM * do vody ¹	1 g/m ³
Emulzní PVC: Emise VCM * do vody ¹	1 g/m ³
	Zatížení (vážený průměr)
Suspenní PVC: Emise VCM * do vody ¹ CHSK ²	2,3 g/t 770 g/t
Emulzní PVC: Emise VCM * do vody ¹ CHSK ²	80 g/t 1000 g/t
Výroba PA6 a PA66 (polyamid; vlákna)	
Zpracování polyamidů:	Zatížení [20, str. 181]
PA6: Spotřeba vody CHSK ³ Nebezpečný odpad	42 – 53 t/t 2000 – 2600 g/t 6,0 - 7,0 kg/t
PA66: Spotřeba vody CHSK ³ Nebezpečný odpad	13 – 17 t/t 2500 – 3700 g/t 0,0 - 0,5 kg/t
Výroba PA6 kontinuálním způsobem	Zatížení [20, str. 181]
Spotřeba vody CHSK ⁴ Kaprolaktam ⁵ Nebezpečný odpad	11,6-25 m ³ /t 4300-9982 g/t 6-10 g/t 0,2-0,55 kg/t

Výroba UP (nenasycený polyester; termosety)	Zatížení [20, str. 144]
Spotřeba vody CHSK ² Nebezpečný odpad	13 m ³ /t 140 g/t 13 kg/t
Výroba polystyrénu	Zatížení [20, str. 83–85]
Standardní polystyren (GPPS) ⁶	
CHSK, BSK Uhlovodíky* OV, suspendované pevné látky	40 g/t; 20 g/t 4 g/t* 1,1 t/t; 10 g/t
Houževnatý polystyren (HIPS) ⁶	
CHSK, BSK Uhlovodíky* OV, suspendované pevné látky	40 g/t; 20 g/t 4 g/t* 1,1 t/t; 10 g/t

* Látky běžně neodstranitelné na komunálních ČOV, dle výsledků DC 4.2.

- 1) Výstup ze stripování, před další úpravou
- 2) Po finální úpravě na ČOV
- 3) Před vypuštěním na ČOV
- 4) Vysoké hodnoty díky snižování emisí **TOC***
- 5) Nízké hodnoty odpovídají vysokým hodnotám CHSK
- 6) Po úpravě před vypuštěním na ČOV

Emise z výroby skla [21]

Sklářský průmysl je podrobně popsán v referenčním dokumentu BREF pro výrobu skla (GLS) [21] a dle IPPC zahrnuje kategorie:

3.3 Výroba skla, včetně skleněných vláken, o kapacitě tavení větší než 20 t za den,

3.4 Tavení nerostných materiálů, včetně výroby nerostných vláken, o kapacitě tavby větší než 20 t za den.

Odvětví se dělí dle finálního výrobku na výrobu skla obalového, plochého, užitkového, speciálního (technického kromě vodního), výrobu nekonečného skleněného vlákna, minerální vlny, výrobu vysokoteplotní izolační vaty a frit.

Ve sklářském průmyslu jsou hlavním problémem emise do ovzduší a spotřeba energie a v zásadě jsou emise do vodního prostředí relativně malé. Znečištění vody není pro většinu zařízení ve sklářství největším problémem, přestože jistě existují výjimky. Průmysl jako celek není velkým spotřebitelem vody, která se hlavně používá k mytí a chlazení a lze ji snadno čistit nebo recyklovat. Kde je to možné, jsou používány uzavřené vodní okruhy s doplňováním odpařených ztrát. Běžnou praxí v odvětví je vypouštění OV do čistíren odpadních vod nebo jejich čištění v závodě. Objem OV, spotřeba vody a úroveň emisí pro vypouštění odpadních vod do povrchových vod shrnuje Tabulka 14.

Ve většině činností sklářského sektoru se používají často chemikálie na úpravu vody, maziva nebo topné oleje. Všechny kapalné suroviny mohou být potenciální hrozbou pro životní prostředí a mohou

se objevit v odpadních vodách. Např. při výrobě plochého skla, které vzniká v nepřetržitém pásu, jako plavné sklo, se do vody může dostat malé množství Na_2SO_4 z promývání horkého pásu.

Hlavními potenciálními zdroji kontaminované odpadové vody ve výrobě užitkového skla je proces leštění kyselinou. Při ponoření skla do kyseliny se na povrchu vytváří vrstva síranu olovnatého a fluorokřemičitanů. Tato vrstva se smývá horkou vodou, která se stává kyselou a bude obsahovat síran olovnatý. Při následné neutralizaci síranů vznikají další sloučeniny. Např. neutralizace s $\text{Ca}(\text{OH})_2$ vytvoří síran vápenatý (CaSO_4).

Tabulka 14: Emise z výroby skla [21]

Emise	Koncentrace (mg/l) ¹ [21, str. 336]
CHSK pH Pb* , Sb, As Ba, Zn, Cu, Cr Cd* , Sn, Ni* , B SO_4^{2-} $\text{F}^{-(2)}$ NH_4 Fenol, celkové uhlovodíky* ⁽³⁾	5–130 6,5–9 < 0,05–0,3* ; < 0,5; < 0,3 < 3,0; < 0,5; < 0,3; < 0,3 < 0,05* ; < 0,5; < 0,5* ; < 1–3 < 1 000 < 6 < 10 < 1; < 15*
Obalové sklo	Vstupy a výstupy [21, str. 97,122,131,139]
Spotřeba vody Objem OV	0,3 – 10 m ³ /t 0,2 – 9,9 m ³ /t
Nekonečná skleněná vlákna	
Spotřeba vody Objem OV	4000–15 000 kg/t 2000–11 000 kg/t
Užitkové sklo	
Spotřeba vody Objem OV	2–9 m ³ /t 2–9 m ³ /t
Speciální (technické) sklo	
Spotřeba vody Objem OV	1,5 – 2,8 m ³ /t 0,8 – 1,6 m ³ /t

* Látky běžně neodstranitelné na komunálních ČOV, dle výsledků DC 4.2.

- 1) Úroveň emisí spojená s nejlepšími dostupnými technikami pro vypouštění odpadních vod z výroby skla do povrchových vod
- 2) Úroveň se vztahuje k vyčištěné vodě pocházející z činností zahrnujících leštění kyselinou
- 3) Celkové uhlovodíky se obecně skládají z minerálních olejů.

Emise z textilního průmyslu [22] a [23]

Textilní průmysl je velmi obsáhlý a pokrývá celý výrobní cyklus od výroby textilní suroviny (chemická vlákna), přes polotovary (zušlechťování) až k finálnímu produktu. Sektor je podrobně specifikován v referenčním dokumentu BREF pro textilní průmysl (TXT). Rozsah dokumentu je omezen zejména na

činnosti zahrnující mokré zpracování, kterými jsou praní vlny, zušlechťování textilií (kromě podlahových krytin) a výroba koberců. Podle kategorizace IPPC je tento sektor vymezen následovně:

6.2 - předúprava, operace jako praní, bělení, mercerace nebo barvení textilních vláken či textilií při kapacitě zpracování větší než 10 t za den.

Hlavní problémy textilního průmyslu v oblasti životního prostředí spočívají v objemu vypouštěných vod s chemickým zatížením. Odpadní vody jsou směsí mnoha různých chemických látek, které mohou být jak snadno, nebo obtížně biologicky rozložitelné, nebo také biologicky zcela nerozložitelné. Voda je v průmyslu používána jako základní médium pro odstraňování nečistot, pro nanášení barviv a prostředků pro zušlechťování. Už při prvotním zpracování vlny (praní vlny vodou) se do odpadních vod dostává celá řada chemických látek, mimo jiné polutanty pocházející z pesticidů, které byly použity při chovu ovcí. Odpadní vody z různých postupů mohou obsahovat látky, jako:

- **Alkylfenoletoxyláty** (detergenty, smáčedla, atd.): jejich metabolity **oktyl*- a nonylfenoly*** jsou vysoce toxické pro vodní organismy a uvádí se, že poškozují reprodukci vodních druhů narušováním endokrinního systému.
- **Polybromované difenylétery*** a **chlorované parafiny***, **halogenované fenoly*** a **benzeny*** (zhášecí prostředky – retardanty hoření).
- **Perfluoroalkylové látky (PFAS)*** používané pro odpuzování vody, oleje; použití kyseliny **perfluoroktanové (PFOA)*** je omezeno nařízením REACH (EC/1907/2006).
- Sekvestrační činidla jako například **EDTA***, **DTPA***; tyto látky mají schopnost vytvářet velmi stabilní komplexy s kovy a jsou také špatně biologicky odbouratelné.
- Chlór a sloučeniny uvolňující chlór.
- Sloučeniny obsahující kovy, jako například dichroman draselný.
- Látky s karcinogenním potenciálem – aromatické amidy, vinylcyklohexen atd.

„Klíčové environmentální problémy“ (KEI) jsou pro emise ve vodě následující: koncentrace nerozpuštěných látek, CHSK, BSK, celkový organický uhlík (TOC), celkový dusík, celkový fosfor, index **ropných uhlovodíků (HOI)***, sulfidy, **AOX***, **alkylfenoly*** a **alkylfenoletoxyláty***, **bromované*** retardátory hoření, pesticidy, **PFOS***, antimon, chrom měď, **nikl***, zinek. Emise z některých výrobních procesů shrnuje Tabulka 15.

Tabulka 15: Emise z textilního průmyslu [22]

Praní vlny	Zatížení [22, str. 146–149]
Spotřeba vody (l/kg potní vlny) CHSK (po čištění na místě)	6,67 – 13,20 73 – 299 g/kg
Organické sloučeniny CI*(1) Organofosfáty Syntetické pyrethroidy*	0,22 – 5,5 g/t* 1,13 – 18,7 g/t 0,05 – 6,25*
Chemikálie z pěstování ovčí vlny (v OV)	
Diazinon, propetamphos	0,10 – 1,63 g/t; 0,02 – 0,78 g/t

Zušlechťování vložky ⁽²⁾	Koncentrace [22, str. 154]
CHSK BSK ₅ AOX* uhlovodíky* NH ₄ , cekl. N, org. N Cu, Cr Ni* , Zn	1945 mg/l 850 mg/l Není k dispozici* 12,4 mg/l* Není k dispozici 1,2 mg/l; 0,13 mg/l < 0,02 mg/l* ; 0,71
Zušlechťování příže ⁽³⁾	Koncentrace [22, str. 156]
CHSK BSK ₅ AOX* Uhlovodíky* NH ₄ Cekl. N, org. N Cu, Cr Ni* , Zn	365 – 805 mg/l 98 – 260 mg/l 0,04 – 0,36 mg/l* < 0,05 – 1,2 mg/l* 0,07 – 0,6 mg/l 2,2 – 10,1 mg/l; 1,3 – 11,1 mg/l 0,1 – 205 mg/l; 0,02 – 6 mg/l 0,1 – 11 mg/l* ; 0,2 – 43 mg/l
Zušlechťování peletin se syntetickými vlákny ⁽³⁾	Koncentrace [22, str. 168]
CHSK BSK ₅ AOX* Uhlovodíky* , NH ₄ Cekl. N, org. N Cu, Cr Ni* , Zn	262 – 3590 mg/l 95 – 855 mg/l 0,3 – 4,3 mg/l 4,9 – 60 mg/l* ; 2 – 18 mg/l 4,7 mg/l; 12 – 18,2 mg/l 0,01 – 0,1 mg/l; 0,03 – 0,15 mg/l 0,01 – 0,1 mg/l; 0,03 – 0,16 mg/l
Předúprava bavlněných peletin – bělení ⁽⁴⁾	Koncentrace [22, str. 170–175]
Spotřeba vody (pro celý proces)	14 – 19 l/kg textilie
AOX* , CHSK Elektrická vodivost pH	90 - 100 mg/l* ; 1000 – 3000 mg/l 0,5 – 1,2 mS/cm 8 – 10
Předúprava bavlněných peletin – barvení ⁽⁵⁾	Koncentrace [22, str. 170–175]
AOX* , CHSK Elektrická vodivost pH	1,5 mg/l* ; 3 000 mg/l 9,1 mS/cm 10

Výroba koberců ⁽⁶⁾	Zatížení [22, str. 209]
Spotřeba vody Objem odpadní vody	28,7 – 53,5 m ³ /t 24,46 – 45,44 m ³ /t
CHSK, SS ⁽⁷⁾ Cr, Co Cu Syntetické pyrethroidy* Organické sloučeniny Cl* Organické sloučeniny P	20 – 28 kg/t; 0,05 – 0,30 kg/t 1,67 – 66,8 g/t; 0,78 – 1,15 g/t 0,15 – 0,47 g/t 0,015 – 0,462 g/t* 0,003 – 0,007 g/t* 0,664 – 0,811 g/t

* Látky běžně neodstranitelné na komunálních ČOV, dle výsledků DC 4.2.

- 1) Látky jako **DDD***, **DDT***, **alfa-, beta-, gama- a delta- hexachlorocyklohexan***
- 2) Emise pro odpadní vody ze Zušlechťování vložky z viskózy, polyesteru a bavlny
- 3) Emise pro odpadní vody
- 4) Typické hodnoty pro oplachovací vodu z druhého kroku bělení
- 5) Barvení na světlý odstín vytahovacím způsobem z lázně s vyčerpaným barvivem
- 6) Emise z objemu OV na výstupu do veřejné kanalizace (3 barvírny volných vláken)
- 7) SS= suspendované pevné látky

Emise ze spalování odpadů [24]

Problematikou spalování odpadů a produkcí emisí v tomto procesu se zabývá referenční dokument BREF pro spalování odpadů (WI). Jde to jeden z dílčích kroků zpracování odpadů a jeho činnosti jsou dle kategorizace IPPC vymezeny v bodech 5.1, 5.2 a 5.3. Sektor zahrnuje zejména tyto průmyslové činnosti:

1. Spalovny odpadů:
 - a. Pro odpad, který není nebezpečný s kapacitou větší než 3 tuny za hodinu.
 - b. Pro nebezpečný odpad o kapacitě větší než 10 tun za den.
2. Zařízení na spoluspalování odpadů:
 - a. Pro odpad, který není nebezpečný, s kapacitou větší než 3 tuny za hodinu.
 - b. Pro nebezpečný odpad s kapacitou větší než 10 tun za den, jehož hlavním účelem není výroba hmotných výrobků a je splněna jedna z následujících podmínek: spaluje se pouze odpad jiný než je definovaný v čl. 3 odst. 31 písm. b) směrnice 2010/75/EU; nebo více než 40 % výsledného tepla pochází z nebezpečného odpadu; nebo se spaluje směsný komunální odpad.
3. Zařízení na likvidaci odpadu, který není nebezpečný s kapacitou přesahující 50 t za den, zahrnující úpravu strusky a/nebo ložového popela ze spalování odpadu.
4. Zařízení s využitím nebo kombinace využití a odstranění odpadu, který není nebezpečný, s kapacitou přesahující 75 tun za den, zahrnující úpravu strusek a/nebo ložního popela ze spalování odpadu.
5. Zařízení na likvidaci nebo využití nebezpečných odpadů s kapacitou větší než 10 tun za den zahrnující úpravu strusek a/nebo ložového popela ze spalování odpadů.

Cílem spalování odpadu je jeho úprava tak, aby se snížil objem a jeho nebezpečnost. Proces probíhá ve třech fázích, kdy v 1. fázi dojde k sušení a odplyňování (uvolňuje se těkavý obsah např. uhlovodíky a voda), následuje fáze pyrolýzy a zplyňování, při které dochází k rozkladu organických látek, bez oxidačního činidla. Posledním krokem je oxidace, kdy hořlavé plyny vzniklé v předchozích stupních se oxidují v závislosti na zvoleném způsobu spalování.

Spalování produkuje značné množství odpadní vody z mokrých systémů FGC. Jiné typy systémů čištění spalin (suché a polosuché) obvykle nevytvářejí žádné odpadní vody. V některých případech se odpadní voda z mokrých systémů FGC odpaří a v jiných se upravuje a znovu použije a/nebo se vypustí. Zdrojem OV jsou zejména:

- Procesní odpadní vody.
- Odpadní vody ze shromažďování, zpracování a skladování (pod širým nebem) ložového popele.
- Znečištěná dešťová voda.
- Použitá chladicí voda.

Odpadní voda pak může být, z různých procesů, zatížena např. těžkými kovy (**Pb***, Cu, Zn, Cr, **Ni***, **Cd***, **Hg***), anorganickými solemi (chloridy, sírany atd.), organickými sloučeninami (**fenoly***, **PCDD***/**PCDF***) a mohou se vyskytovat i biocidy z chladicí vody. Emise před čištěním OV (ze zařízení na čištění spalin) ze spalování komunálního a nebezpečného odpadu shrnuje Tabulka 16.

Tabulka 16: Emise ze spalování odpadů [24]

Spalování komunálního odpadu	Koncentrace [24, str. 259, 261]
Objem odpadních vod ⁽¹⁾ pH Vodivost, CHSK	0,3 m ³ /t < 1; > 20000 µS; 260 mg/l
Sírany, chloridy, fluoridy, Hg* , TOC, Pb* , Cu, Zn, Cr, Ni* , Cd* PCDD* / PCDF*	4547 mg/l; 115 000 mg/l; 25 mg/l; 6167 µg/l* 73 mg/l 0,25 mg/l* ; 0,10 mg/l; 0,69 mg/l 0,17 mg/l; 0,24 mg/l* ; 0,008 mg/l* Není k dispozici
Spalování komunálního odpadu ⁽²⁾	Zatížení [24, str. 262]
Spáleno CHSK	171 kt/rok 298 g/t
As, Cd* , Cr Cu, Hg* , Pb* Ni* , Zn	23,2 mg/t; 9,1 mg/t* ; 17 mg/t 115 mg/t; 3,04 mg/t* ; 72 mg/t* 39,9 mg/t* ; 552 mg/t
Chloridy, Sírany, N- Kjeldahl	4990 g/t; 2070 g/t; 46 g/t

Spalování nebezpečného odpadu pro běžné komerční spalovny	Koncentrace (mg/l) [24, str. 259, 261]
Objem OV ⁽³⁾ CHSK	0,2 m ³ /t 22
Sírany, fluoridy Chloridy	615 – 4056; 7 – 48 Není k dispozici
Hg*	0,6 – 10 µg/l*
TOC	Není k dispozici
Pb*, Cu, Zn	0,01 – 0,68*; 0,002 – 0,5; 0,03 – 3,7
Cr, Ni*, Cd*	0,1 – 0,5; 0,04 – 0,5*; 0,0009 – 0,5*
PCDD*/PCDF* (ng/l)	Není k dispozici*

* Látky běžně neodstranitelné na komunálních ČOV, dle výsledků DC 4.2.

- 1) Spalovna tuhého komunálního odpadu s kapacitou 250 000 t/rok (hodnota provozu).
- 2) Vypouštění do povrchové vody, nebo kanalizace z holandské spalovny odpadů v roce 1999
- 3) Spalovna nebezpečného odpadu s kapacitou 60 000 t/rok (roční průměr).

Emise z provozu velkých spalovacích zařízení [25]

Průmysl je podrobně charakterizován v referenčním dokumentu BREF [25] a podle směrnice IPPC je vymezen v bodech:

1.1: Spalování paliv v zařízeních o celkovém jmenovitém tepelném příkonu 50 MW nebo více – pouze, když k této činnosti dochází ve spalovacích zařízeních o celkovém jmenovitém tepelném příkonu 50 MW a vyšším.

1.4: Zplyňování černého uhlí nebo jiných paliv v zařízeních o celkovém jmenovitém tepelném příkonu 20 MW a vyšším – pouze, když tato činnost přímo souvisí se spalovacím zařízením.

5.2: Odstranění nebo využití odpadu v zařízeních na spoluspalování odpadu při kapacitě větší než 3 tuny za hodinu v případě odpadu jiného než nebezpečného, nebo při kapacitě větší než 10 tun za den v případě nebezpečného odpadu – pouze, když k této činnosti dochází ve spalovacích zařízeních uvedených pod bodem 1.1 výše.

Provozování spalovacích zařízení na výrobu elektrické energie a/nebo tepla, zejména pak odvětví výroby elektřiny s velkými centralizovanými elektrárnami, vyžadují velká množství tekutých paliv a dalších surovin. Jako hlavní zdroj energie jsou v současnosti využívána hořlavá paliva. A to zejména:

1. Tuhá (černé a hnědé uhlí, rašelina) a kapalná paliva (zemní a syntézní plyn, plyn obsahující vodík).
2. Biomasa (dle definice v čl. 3 bodu 31 směrnice 2010/75/EU) [8].
3. Kapalná paliva (např. těžký topný olej, plynový olej).
4. Specifická paliva pro různá odvětví (např.: vedlejší produkty ve výrobě železa a oceli).

Jejich spalování však má značný a někdy i zásadní dopad na životní prostředí jako celek. Proces spalování vede k tvorbě emisí do ovzduší, vody a půdy, přičemž právě emise do atmosféry jsou považovány za jeden z hlavních problémů v oblasti životního prostředí. Kromě znečišťování ovzduší velká spalovací zařízení představují rovněž významný zdroj vypouštění vody (chladicí a odpadní voda) do řek, jezer a moří. Toto vypouštění vody může způsobovat problémy s kvalitou vody, jejichž škála se

může značně lišit podle typu spalovaného paliva a použité technologie. Zdrojem odpadní vody v provozech velkých spalovacích zařízení jsou OV z čistíren surové vody, odpadní voda ze systémů chladicích okruhů, dále z dalších zdrojů v procesu výroby páry, odpadní voda ze systémů čištění spalin, kyselá promývací voda a sanitární odpadní voda. Tabulka 17 uvádí průměrné přímé emise do vody v procesech čištění spalin ze zařízení se systémem mokrého snižování emisí a ze zařízení bez tohoto systému. Není zde brán ohled na typ spalovaného paliva. Rozsahy emisí zahrnují emise ze spalování uhlí (převážně systémy mokrého čištění), dále zařízení spalující biomasu, tekutá a plynná paliva (bez systému mokrého čištění). Obecně mají zařízení vybavená systémem mokrého snižování emisí vyšší koncentrace emitovaných znečišťujících látek, zejména kovů. Emise z některých dalších procesů jsou shrnuty v Tabulce 17.

Tabulka 17: Emise z provozu velkých spalovacích zařízení [25]

Emise z čištění spalin	Koncentrace (mg/l) [25, str. 124]
Se systémem mokrého snižování emisí	
As, Sb, Pb* , Cr Co, Cu, Ni* , Mn V, Cd* , Tl, Fe Hg* , Zn, F, Cl	<0,048; <0,0051; <0,1* ; <0,083 <0,005; <0,06; <0,05* ; <0,237 <0,015; <0,01* ; <0,034; <3,85 <0,004* ; 0,47; <5,2; <18 250
celkový P, celkový N, TOC, NL ⁽¹⁾	<2; 0,7–303; <34,8; <41
Sírany, sulfidy, siřičitany AOX* , uhlovodíky*	<1 704; <0,3; 4,8 <0,95* ; < 1,5*
Bez systému mokrého snižování emisí	Koncentrace (mg/l)
As, Sb, Pb* , Cr Co, Cu, Ni* , Mn V, Cd* , Tl, Fe Hg* , Zn, F, Cl	<0,028; <0,02; <0,1* ; <0,08 <0,008; <0,13; <0,06* ; <0,35 <0,037; <0,4* ; <0,001; <2,4 <0,0015* ; <0,34; <9,9; <5 525
celkový P, celkový N, TOC, NL ⁽¹⁾	<1,89; <73,5; <37,4; <126
Sírany, sulfidy, siřičitany AOX* , uhlovodíky*	<1 135; <0,89; <5 <0,225* ; <7*
Zplyňování ⁽²⁾	Koncentrace (mg/l) [25, str. 339]
As, Sn, Cd* , Hg* , Pb* Cr, Cu, Ni* , Zn	0,02; 0,04; 0,01* ; 0,01* ; 0,05* 0,01; 0,01; 0,17* ; 0,27
Sulfid, fluorid, kyanid, čpavek, síran	0,12; 9,9; 0,15; 39; 360
NL ⁽¹⁾ , CHSK	44; 63

* Látky běžně neodstranitelné na komunálních ČOV, dle výsledků DC 4.2.

1) NL= nerozpustné látky

2) Zplyňování metodou IGCC = zařízení s kombinovaným zplyňujícím cyklem (emise odpadních vod)

Emise z výroby papíru, buničiny a lepenky [26]

Problematikou výroby papíru buničiny, lepenky a produkcí emisí v tomto sektoru se zabývá referenční dokument BREF pro výrobu papíru, buničiny a lepenky (PP) a pokrývá procesy a činnosti:

- výrobu chemické buničiny:
 - (a) sulfátovým procesem (sulfátová buničina)
 - (b) sulfitovým procesem (sulfitová buničina)
- výrobu mechanických a chemicko-mechanických vláknin
- zpracování sběrového papíru s odstraňováním tiskařské černi (zesvětlování) a bez něho
- výrobu papíru a navazující procesy
- všechny regenerační kotle a vápenné pece provozované v celulózkách a papírnách.

Průmysl je podle směrnice IPPC vymezen v bodech:

6.1. Průmyslová výroba

- a) buničiny ze dřeva nebo jiných vláknitých materiálů,
- b) papíru a lepenky, o výrobní kapacitě větší než 20 t denně,

Při výrobě papíru je voda jednou ze základních surovin a k dnešnímu dni byl učiněn velký pokrok při čištění a snižování spotřeby vody používané v papírenském průmyslu zaváděním uzavřených okruhů. Závody tohoto odvětví mohou být úzce specializované, kdy vyrábějí pouze buničinu, nebo pouze papír (z buničiny, která byla vyrobena jinde). V tomto případě se jedná o neintegrované závody. V integrovaných závodech se vyrábí jak papír, tak i buničina. Jestliže se podnik zabývá širokým spektrem výrobků, označuje se jako multiproduktový.

Průmysl celulózy a papíru je historicky považován za hlavního spotřebitele přírodních zdrojů (dřevo), energie (fosilní paliva, ale s podstatným podílem „bioenergie“, elektřina) a vody a je významným přispěvatelem k vypouštění znečišťujících látek a emisí do životního prostředí.

Odpadní vody z papíren a celulózek obsahují látky, které jsou extrahovány ze dřeva nebo z recyklovaných vláken. Obsahují také některé chemikálie používané v procesech a některé nečištěné odpadní vody mohou být toxické pro ryby, například vody z odkorňování dřeva. Používání chlóru v bělárnách bylo předmětem znepokojení veřejnosti, díky svým dopadům na životní prostředí. Od roku 1990 ale došlo k dramatickému snížení využívání tohoto prostředku a byla nastavena přísná pravidla pro vypouštění chlorovaných organických látek (měřeno jako **AOX***). Díky podstatnému snížení obsahu chloridů v odtocích bylo možné uzavřít systém závodu a recirkulovat odpadní vodu z bělicího provozu zpět do systému regenerace chemikálií v závodě. Charakteristické složení odpadních vod z různých procesů tohoto sektoru jsou shrnuty v

Tabulka 18.

Tabulka 18: Emise z výroby papíru, buničiny a lepenky [26]

Sulfátová buničina (bělená)	Zatížení [26, str. 388]
Specifický odtok OV	14 – 90 m ³ /ADt ⁽¹⁾
Cd, Pb* , Cu Cr, Ni* , Zn NL ⁽²⁾ a ⁽³⁾ CHSK, AOX* ⁽³⁾ N celk., P celk. ⁽³⁾	0,1 g/ADt; 0,4 g/ADt* ; 1 g/ADt 0,7 g/ADt; 0,9 g/ADt* ; 15 g/ADt 0,02 – 2,0 kg/ ADt 5–42 kg/ADt; 0–0,3 kg/ADt* 0,01–0,63 kg/ADt; 3–110 g/ADt
Sulfitová buničina (pro výrobu papíru)	Zatížení [26, str. 388]
Spotřeba vody ⁽⁴⁾ Specifický odtok odpadní vody ⁽⁴⁾	43,5–65 m ³ /ADt 43,5–65 m ³ /ADt
BSK _{5/7} , CHSK ⁽⁵⁾ AOX* , N celk. ⁽⁵⁾ P celk., NL ⁽⁵⁾	0,25–1,2 kg/ADt; 10–42 kg/ADt <0,001–0,03 kg/ADt* ; 0,02–0,10 kg/ADt 0,17–0,2 kg/ADt; 0,62–3,7 kg/ADt
Mechanická a chemicko – mechanická vláknina	Zatížení [26, str. 500]
Tok odpadní vody	9,4 – 20 m ³ /t
BSK, CHSK ⁽⁶⁾ N, P ⁽⁶⁾	8,5–10 kg/t; 20–30 kg/t 80–100 g/t; 20–25 g/t
Zpracování sběrového papíru	Koncentrace [26, str. 563]
Specifická spotřeba vody Vypouštěné množství odpadní vody ⁽⁷⁾	1,5–35 m ³ /t 5,5 – 15 m ³ /t
BSK ₅ , CHSK ⁽⁷⁾ N (Kjeldahl) ⁽⁷⁾	550 – 1900 mg/l; 1 100 – 3 800 mg/l 16 – 20 mg/l
Výroba papíru	Zatížení [26, str. 676]
Spotřeba čerstvé vody Tok odpadní vody	10,5 m ³ /t <10,5 m ³ /t
CHSK, NL ⁽⁸⁾ AOX* ⁽⁹⁾ P celk., N celk. ⁽⁹⁾	0,31 – 7 kg/t; 0,1 – 1 kg/t 0,0004 – 0,01 kg/t* 0,0004 – 0,01 kg/t; 0,004 – 0,093 kg/t

* Látky běžně neodstranitelné na komunálních ČOV, dle výsledků DC 4.2.

1) ADt = tuna vzduchosuché buničiny.

2) NL= nerozpuštěné látky.

3) Po biologickém čištění.

4) Průměrné roční specifické vstupní/výstupní údaje ze tří integrovaných sulfitových celulózek a papíren vyrábějících celkem 462 000 ADt/rok.

- 5) Rozsahy ročních průměrů vypouštěných odpadních vod v roce 2008 po čištění odpadních vod.
- 6) Typické specifické zatížení odpadní vody z mechanického rozvlákňování dřevoviny smrku ztepilého (*Picea abies*) před čištěním.
- 7) Průměrné emise do vody u papíren zpracovávající sběrový papír po primárním čištění a před vypuštěním do čistírny odpadních vod.
- 8) Specifické emise v ročním průměru po čištění OV
- 9) Roční průměr z výroby grafického papíru po čištění OV

Emise z výroby chloru a alkalických hydroxidů [27]

Emise a rozsah činností průmyslu výroby chloru a alkalických hydroxidů jsou předmětem referenčního dokumentu BREF pro výrobu chloru a alkalických hydroxidů (CAK) a podle přílohy I směrnice 2010/75/EU [8] pokrývá průmyslové činnosti popsané v kap. 4.2(a) a 4.2(c), konkrétně výroby chlor-alkalických chemických látek (chlor, vodík, hydroxid draselný a hydroxid sodný) elektrolýzou solanky. V elektrolytickém procesu dochází k rozkladu roztoku soli, za vzniku chloru společně s hydroxidem (sodný, nebo draselný) a vodíkem. Pro výrobu chloru se používají tři základní reakce. Jde o elektrolýzu rtuťovou, diafragmovou a membránovou, kde se jako vstupní surovina používá chlorid sodný a v menší míře pak chlorid draselný při výrobě hydroxidu draselného.

Až do konce 20. století v Evropě převažoval postup s použitím rtuti, zatímco ve Spojených státech dominovala diafragmová elektrolýza a v Japonsku membránová elektrolýza. Ovšem od 21. století začíná ve světě převažovat membránová elektrolýza, která se ukázala jako nejmodernější postup jak z hlediska ekonomického, tak i ekologického. Ovšem ještě v roce 2012 v EU-27 stále převažuje rtuťový výrobní postup.

Historické kontaminace - mnoho starých chlor-alkalických lokalit je kontaminováno **rtutí*** v případě rtuťové elektrolýzy, dále **dioxiny*** a **furany*** (**PCDD/PCDF***), ostatními halogenovanými organickými sloučeninami a polycyklickými aromatickými uhlovodíky (**PAU***) v případě rtuťových i diafragmových provozů. Grafitové anody se používaly téměř výhradně k výrobě chloru až do 70. let, kdy byly postupně nahrazeny kovovými. V dnešních dobách jsou látky emitované do odpadní vody např. volný chlor, chlorečnany, bromičnany, chloridy, sírany, těžké kovy, siřičitany, organické sloučeniny a halogenované organické sloučeniny. Některé z těchto látek jsou nedílnou součástí daného procesu, zatímco jiné pocházejí z nečistot obsažených v surovinách.

Volný chlor* vzniká při výrobě a rozpouštění chloru v solance a při jeho následných reakcích s potenciálními nečistotami v solance, jako jsou např. bromidy. Volný chlor je toxický pro vodní organismy. Hlavními zdroji **chlorečnanů*** a **bromičnanů*** je odpouštění při čištění solanky a také proudy vody, které byly čištěny s cílem rozložit volný chlor na méně reaktivní chlorečnan a bromičnan. Solanka dále obsahuje určité množství rozpuštěných kovů, například **niklu***, zinku, železa a mědi, které pocházejí z nečistot v soli a z kovového zařízení. **Rtutí*** se do odpadních vod dostává z výrobních závodů používajících rtuťovou elektrolýzu a největší část této rtuti je recirkulována zpět do článků. **Halogenované organické sloučeniny*** vznikají při reakci mezi organickými kontaminanty v elektrolyzáru nebo systému solanky a volným chlorem. Charakteristiky OV z různých procesů uvádí

Tabulka 19.

Tabulka 19: Emise z výroby chloru a alkalických hydroxidů [27]

Spotřeba vody ¹	Měrná spotřeba vody m ³ /t (výrobku) [27, str. 60]
Výroba NaOH (o koncentraci 50 %)	0,49
Výroba NaOH (o koncentraci 99 %)	0,010
Produkce odpadní vody ²	Měrná spotřeba vody m ³ /t (výrobku) [27, str. 61]
Všechny odpadní vody z procesu	0,0070 – 12
Závody rtuťové výroby	Koncentrace (mg/l) [27, str. 83]
Cu ⁽³⁾	0,01–1,4
	Zatížení (g/t)
Hg*, volný chlor*, chlorečnan* Bromičnan*	0,00–1,65*; 0,001–3,8*; 0,92–3 500* 0,05–0,3*
Chlorid ⁽⁴⁾	0,63–1 060 kg/t
Síran	0,065–7,4 kg/t
TOC, AOX*	2,5–34; 0,2–1,1*
Membránový výrobní postup	Koncentrace [27, str. 83]
Cd*, Cr ⁽³⁾	< 0,02 mg/l*; 0,001–0,025 mg/l
Cu, Fe ⁽³⁾	0,01–0,22 mg/l; 0,1–4 mg/l
Ni*, Pb* ⁽³⁾	0,005 – 0,18 mg/l*; 0,01–0,05 mg/l*
Zn ⁽³⁾	0,05–0,4 mg/l
	Zatížení (g/t)
Volný chlor*, chlorečnan* Bromičnan*	0,001–3,8*; 0,92–3 500* 0,05–0,3*
Chlorid ⁽⁴⁾	0,63–1 060 kg/t
Síran	0,065–7,4 kg/t
TOC, AOX*	2,5–34; 0,2–1,1*
Diafragmový výrobní postup	Koncentrace [27, str. 83]
Cd*, Cr, Cu ⁽³⁾	< 0,02 mg/l*; < 0,1 mg/l; 0,01–1,4 mg/l
Ni*, Pb* ⁽³⁾	0,12–0,18 mg/l*; < 0,2 mg/l*
Azbest	30 mg/l

	Zatížení (g/t)
Volný chlor*, chlorečnan* Bromičnan*	0,001–3,8*; 0,92–3 500* 0,05–0,3*
Chlorid ⁽⁴⁾ Síran	0,63–1 060 kg/t 0,065–7,4 kg/t
TOC, AOX*	2,5–34; 0,2–1,1*

* Látky běžně neodstranitelné na komunálních ČOV, dle výsledků DC 4.2.

1) Spotřeba vody jako rozpouštědla v produkci hydroxidu.

2) Průměrná roční produkce odpadních vod v m³/t vyrobeného chloru, všechny tři elektrolytické výrobní postupy; závody s recirkulací solanky i závody s jednorázovým systémem solanky

3) Výstup z elektrolytického zařízení před smícháním s jinými odpadními vodami (roční průměrné hodnoty)

4) ~ 1 000 kg/t, u zařízení s jednorázovým procesem solanky

Emise vznikající v průmyslu rafinace minerálních olejů a plynů [28]

Emise a rozsah činností průmyslu rafinace minerálních olejů a plynů jsou předmětem referenčního dokumentu BREF pro rafinaci minerálních olejů a plynů (REF) a podle přílohy I směrnice 2010/75/EU pokrývá průmyslové činnosti popsané v kap. 1.2, a to energetiku sektoru a rafinaci minerálních olejů a plynů. Konkrétně se jedná o činnosti:

- Alkylace – s kyselinou HF, H₂SO₄ i organickou kyselinou.
- Výroba vodíku, asfaltu, základového oleje.
- Izomerace, polymerace, koksování, chlazení, odsolování.
- Katalytické krakování a reformování, primární destilace, úprava produktů.
- Zařízení na zpracování zemního plynu a separace plynů.
- Spalování rafinovaných paliv k výrobě energie a procesy spotřebovávající vodík.
- Čištění odpadního plynu a odpadních vod a nakládání s odpady.

Účelem rafinace je převést přírodní suroviny, jako jsou ropa a zemní plyn, na užitečné obchodovatelné produkty. Ropa a zemní plyn jsou uhlovodíky, které se v různém množství a složení přirozeně vyskytují v mnoha oblastech světa. V rafinériích jsou pak přeměněny na různé produkty, jako jsou paliva pro automobily a jiné dopravní prostředky, paliva určená ke spalování při výrobě tepla a elektřiny, suroviny pro petrochemický průmysl, speciální produkty jako mazací oleje, parafíny nebo asfalt aj. Ropný rafinérský průmysl produkuje velké objemy odpadních vod. Pokud není jejich čištění v ČOV kompletní, pak výsledné vypouštěné odpadní vody stále obsahují znečišťující látky, které mohou způsobit kontaminaci prostředí. Navíc během čištění se část znečišťujících látek odpaří, což vede k emisím do ovzduší, které mohou být závažné v závislosti na druhu použitého čištění. Do přítoku na čistírnu přicházejí vody z odsolovacích zařízení, systémů odkalování skladovacích nádrží, slopového systému a dalších procesů, kde existuje přímý kontakt mezi vodou a produktem.

Rafinérie ropy trvale spotřebovávají vodu k udržování vodní bilance v okruzích páry, chladicí vody, užitkové vody a požární vody, dále také pro účely jednotlivých procesů a údržby. Celkové odpadní vody se skládají z chladicí, technologické, splaškové a dešťové vody. Ty jsou zpravidla čištěny v závodní čistírně odpadních vod nebo v externí čistírně odpadních vod a poté se vypouštějí. Hlavní kontaminanty vody v sektoru rafinérie jsou zejména kyanidy, fluoridy a **fenoly***, fosforečnany, **benzen***, **TEX***

(toluen, ethylbenzen a xylén*), sulfidy, kovy (Cd*, Ni*, Hg*, Pb*, V) a další. Složení odpadní vody z některých rafinérských závodů po předčištění a složení OV za ČOV shrnuje Tabulka 20.

Tabulka 20: Emise z průmyslu rafinace minerálních olejů a plynů [28]

Spotřeba vody ¹	Měrná spotřeba vody m ³ /t (výrobku) [28, str. 130]
Voda pro průmyslové procesy	0,22
Voda pro napájení kotlů	0,33
Voda pro chladicí systémy	7,69
Emise po předčištění pomocí API, CPI a SWS ^{2,5}	Koncentrace v mg/l [28, str. 160]
pH (jednotka pH)	7;
TOC, CHSK, BSK ₅ , HOI * ³ NL, amonný N, N (Kjeldahl), celkový N Fosfáty, kyanidy, sulfidy, fenoly * MTBE, Fluoridy, BTEX *, PAU-16 * Pb *	100; 300 – 500; 80 – 150; 40 – 50 * 20 – 60; 12 – 15; 25; 25 5; 0 – 3; 5; 12 * 0 – 3; 0 – 30; 5 *; 0,1 * 10 * ⁴
Roční složení OV za ČOV ⁵	Koncentrace v mg/l [28, str. 160]
pH	6 – 9
TOC, CHSK, BSK ₅ , HOI * ³ , NL Amonný N, N (Kjeldahl), celkový N Dusitan. N, dusičnan. N Fosfáty, kyanidy, sulfidy, fenoly * P _{celk.} , anionická činidla MTBE, Fluoridy, BTEX *, PAU-16 * B, Cd *, Cr, Cr ^{VI} Co, Cu, Fe, Hg * Mn, Mo, Ni *, Pb * Se, Sn, V, Zn	14; 66; 10; 1,5 *; 15 2,7; 5,4; 8 0,2; 1,7 0,3; 0,015; 0,05; 0,1 * 0,6; 0,25 0,02; 0,8; 0,005 *; 0,0007 * 0,4; 0,001 *; 0,003; 0,002 0,001; 0,05; 0,4; 0,0002 * 0,08; 0,01; 0,01 *; 0,001 * 0,04; 0,01; 0,02; 0,03

* Látky běžně neodstranitelné na komunálních ČOV, dle výsledků DC 4.2.

- 1) Údaje o spotřebě vody pro soubor evropských rafinérií, průměr z 30 rafinérií.
- 2) API = odlučovače, CPI = lapače s vlnitými deskami, SWS = stripování pro kyselou vodu.
- 3) Index ropných uhlovodíků (HOI) měřený podle EN 9377-1
- 4) Nejedná se o průměrnou hodnotu, ale maximální výskyt.
- 5) Obvyklé roční průměrné složení rafinérských vstupů/výstupů

2.2.2. Výběr prioritní látek v průmyslových odpadních vodách

Paralelně s analýzou údajů z BREF probíhala i literární rešerše s cílem získat další údaje o výskytu prioritních látek v průmyslových odpadních vodách, zejména s důrazem na

- určení typu odvětví, ve kterém se daná látka může vyskytovat;
- zjištěné koncentrace polutantu.

Pro účely této rešerše byly jako zájmové polutanty stanoveny prioritní nebezpečné látky, které nemají charakter pesticidů, na základě předpokladu, že zdrojem pesticidů bude primárně zemědělství, nikoliv průmyslová výroba. Samozřejmě s výjimkou výroby pesticidů samotné.

V Tabulka 21 jsou shrnuty vybrané údaje o výskytu těchto polutantů v odpadních vodách specifických průmyslových odvětví. Uvedené koncentrace jsou vztaženy k surovým odpadním vodám (nátokům na ČOV).

Obecně lze konstatovat, že korelace výskytu jednotlivých prioritních nebezpečných látek s různými průmyslovými odvětvími nepřináší žádná překvapení, potenciální výskyt polutantů specifických pro určité odvětví je možné predikovat na základě znalosti charakteru dané výroby.

Určitou zajímavostí je zvýšený výskyt antracenu, respektive PAU, v odpadních vodách z papírenského průmyslu [29]. To lze pravděpodobně přičíst sekundárnímu znečištění způsobenému emisemi PAU při spalovacích procesech používaných v tomto odvětví.

Tabulka 21: Výskyt polutantů v OV specifických průmyslových odvětví

Polutant	Průmyslové odvětví	Koncentrace	Zdroj
Anthracen	Papírenský průmysl	321 ng/l	[29]
	Výroba koksu	268,8 ng/l	[30]
	Konečná úprava textilií	3,92 ng/l	[31]
	Činění a úprava usní (vyčiněných kůží); zpracování a barvení kožešin	1,46 ng/l	[31]
	Výroba buničiny, papíru a lepenky	0,4 ng/l	[31]
	Výroba základních chemikálií	3,05 ng/l	[31]
	Výroba nátěrových barev, laků a jiných nátěrových materiálů, tiskařských barev a tmelů	320 ng/l	[31]
	Výroba ostatních chemických výrobků	287 ng/l	[31]
	Výroba základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků	0,5 ng/l	[31]
	Výroba železa a oceli	3,4 ng/l	[31]
	Praní a chemické čištění textilních a kožešinových výrobků	7,84 ng/l	[31]
Bromované difenylethery	Petrochemický a chemický průmysl, výroba pryže, vláken, buničiny či kovů	jednotky ng/l	[32]
	Textilní průmysl, zpracování neželezných kovů, chemický průmysl, výroby plastů a pryže	< 4 ng/l - 110 µg/l	[33]

Polutant	Průmyslové odvětví	Koncentrace	Zdroj
Kadmium a jeho sloučeniny	Kyselé důlní splachy, provozy povrchové úpravy a zušlechťování kovů, proces činění kůže, průmysl železných kovů, Výroba energie z uhlí	až desítky mg/l	[34]
Chloralkany, C10-13	Výroba PVC, lubrikanty, zpomalovače hoření	stovky ng/l	[35]
Bis(2-ethylhexyl)ftalát (DEHP)	Výroba PVC	jednotky až stovky µg/l	[36]
Hexachlorbenzen	Konečná úprava textilií Výroba základních chemikálií Výroba ostatních chemických výrobků Výroba železa a oceli	2,88 ng/l 1,22 ng/l 2,19 ng/l 0,23 ng/l	[31] [31] [31] [31]
Hexachlorbutadien	Výroba vína Konečná úprava textilií Výroba základních chemikálií Výroba ostatních chemických výrobků Výroba železa a oceli	0,78 ng/l 1,22 ng/l 1,33 ng/l 0,41 ng/l 0,54 ng/l	[31] [31] [31] [31] [31]
Rtuť a její sloučeniny	Chloralkalická chemie - amalgámová elektrolýza Chloralkalická chemie - amalgámová elektrolýza Výroba vína Konečná úprava textilií Činění a úprava usní (vyčiněných kůží); zpracování a barvení kožešin Výroba buničiny, papíru a lepenky Výroba základních chemikálií Výroba nátěrových barev, laků a jiných nátěrových materiálů, tiskařských barev a tmelů Výroba ostatních chemických výrobků Výroba základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků Výroba železa a oceli Výroba ostatních chemických výrobků	1 - 10 mg/l 3 - 10 mg/l 0,04 µg/l 0,06 µg/l 0,02 µg/l 0,04 µg/l 0,11 µg/l 0,07 µg/l 0,12 µg/l 0,07 µg/l 0,16 µg/l 0,06 µg/l	[31] [31] [31] [31] [31] [31] [31] [31] [31] [31] [31] [31]
Nonylfenoly	Výroba vína Konečná úprava textilií Výroba buničiny, papíru a lepenky Výroba základních chemických látek Výroba železa a oceli	62 ng/l 236 ng/l 8,36 ng/l 35,3 ng/l 46,2 ng/l	[31] [31] [31] [31] [31]

Polutant	Průmyslové odvětví	Koncentrace	Zdroj
Pentachlorbenzen	Konečná úprava textilií	2,32 ng/l	[31]
	Výroba základních chemikálií	0,49 ng/l	[31]
	Výroba nátěrových barev, laků a jiných nátěrových materiálů, tiskařských barev a tmelů	0,78 ng/l	[31]
	Výroba ostatních chemických výrobků	3,09 ng/l	[31]
	Praní a chemické čištění textilních a kožehřivých výrobků	0,62 ng/l	[31]
Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)	Papírenský průmysl	157 µg/l	[29]
	Výroba koksu	21,9 - 38,3 µg/l	[30]
Hexabromcyklododekany (HBCDD)	Výroba plastů, textilií a stavebních materiálů, oproti PBDE spojené více s emisemi z domácností, vyšší koncentrace než PBDE	jednotky ng/l	[32]

2.2.3. Výsledky stanovení screeningu ze stejných odvětví

V rámci výzkumné činnosti byl prováděn screening polutantů. V této části kapitoly jsou shromážděny informace, které byly získány především od podnikových vodohospodářů nebo ekologů a dále vlastními odběry technologických odpadních vod v provozovnách. Shromážděné informace u vybraných provozoven odráží skutečný aktuální stav výskytu vybraných polutantů v technologické odpadní vodě v ČR. Všechny zde uvedené provozovny spadají pod Integrovanou prevenci a omezování znečištění (IPPC; nepřímé vypouštění). Vybrané polutanty jsou z velké části prioritními a prioritními nebezpečnými látkami.

Přehledný souhrn prověřovaných provozoven se zařazením pod IPPC i s vybranými polutanty, které byly analyzovány v technologických odpadních vodách v rámci dílčího cíle 4.2 je uveden v

Tabulka 22. Podrobné vyhodnocení screeningu je uvedeno v dřívější Souhrnné výzkumné zprávě dílčího cíle 4.2. Pro ucelenější přehled jsou v tabulce uvedeny i vybrané limity z kanalizačních řádů nebo integrovaných povolení ohledně vypouštění odpadních vod do veřejné kanalizace. V kanalizačních řádech nebo integrovaných povoleních se nejčastěji vyskytují klasické ukazatele odpadních vod, jako je $CHSK_{Cr}$, BSK_5 , NL , RAS , P_{celk} , N_{celk} atd. Tyto ukazatele jsou spíše typické pro splaškovou vodu než technologickou (jsou i výjimky – např. potravinářství), a proto nejsou v této části uvedeny.

Tabulka 22: Výsledky screeningu

Zařazení podniku dle IPPC (číslo)	Zařazení podniku dle IPPC (popis)	Počet uvedených podniků spadajících pod dané IPPC	Hl. předmět nebo proces výroby	Vybrané limity v příslušném kanalizačním řádu nebo v integrovaném povolení	Vybrané výsledky screeningu nebo výsledky poskytnuté subjekty
1.1.	Spalování paliv v zařízeních o celkovém jmenovitém tepelném příkonu 50 MW nebo více	4	Teplárny	Kovy (µg/l) – Hg 10 – 50; Ni 100 – 200; Pb 100; Cd 10 – 100 Suma PAU (µg/l) – 10	Kovy (µg/l) – Hg 0,16 – 0,24; Ni <2 – 18,17; Pb <1 – 1,23; Cd <0,1 Suma PAU (µg/l) – 0,021 – 0,225
1.3.	Výroba koksu	2	Výroba koksu	Hg – 40 µg/l Suma PAU (µg/l) – 10	Hg – 0,86 µg/l* Suma PAU (µg/l) – 18*
2.	Výroba a zpracování kovů	1	Mořírna	Kovy (µg/l) – Hg 30; Ni 500; Pb 100; Cd 100 RAS (mg/l) – 1000	Kovy (µg/l) – Ni 2 416; Pb 2,32; Cd 0,1 PAU (ng/l) – FEN 33, FLU 14; PYR 15; BaA 7 TOL (µg/l) – CHLF 0,52; 1,3,- DCB 1,34; STY 0,34
2.2.	Výroba surového železa nebo oceli z prvotních nebo druhotných surovin, včetně kontinuálního lití, o kapacitě větší než 2,5 t za hodinu.	1	Výroba litiny	Kovy (µg/l) – Hg 5; Ni 100; Pb 100; Cd 20	Kovy (µg/l) – Hg 0,1; Ni 7,8; Pb 3,84; Cd 0,11

Zařazení podniku dle IPPC (číslo)	Zařazení podniku dle IPPC (popis)	Počet uvedených podniků spadajících pod dané IPPC	Hl. předmět nebo proces výroby	Vybrané limity v příslušném kanalizačním řádu nebo v integrovaném povolení	Vybrané výsledky screeningu nebo výsledky poskytnuté subjekty
2.3.a)	Provoz válcoven za tepla o kapacitě větší než 20 t surové oceli za hodinu.	1	Válcovna železných kovů	Kovy (μg/l) – Hg 40; Ni 100; Pb 100; Cd 100 Suma PAU (μg/l) – 10	Kovy (μg/l) – Hg 0,19, Ni 2,41, Pb <1; Cd <0,1 Suma PAU (μg/l) – 0,098
2.4.	Provoz sléváren železných kovů o výrobní kapacitě větší než 20 t denně.	2	Slévání železných kovů	Kovy (μg/l) – Hg 5 – 10; Ni 100; Pb 100; Cd 20 – 50 Suma PAU (μg/l) – 1	Kovy (μg/l) – Hg 0,05 – 0,1; Ni 6,32 – 7,8; Pb 3,84 – 4,98; Cd <0,1 – 0,11 Suma PAU (μg/l) – v jedné provozovně pod mezí stanovitelnosti a u druhé 0,65
2.5.b)	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.	4	Tavení hliníku Výroba hliníkových odlitků Slévárna pro automobilový průmysl	Kovy (μg/l) – Hg 5; Ni 100 – 800; Pb 100; Cd 20; Cu 100 – 500; 1000 Zn AOX (mg/l) – 0,15 – 0,25	Kovy (μg/l) – Hg <0,1 – 0,1; Ni 7,8 – 15; Pb 3,34; Cd 0,11; Cu 5,88 – 8; Zn 15 – 121; Al 168 AOX (mg/l) – 0,022 – 0,065 Suma PAU (ng/l) – 12 – 540

Zařazení podniku dle IPPC (číslo)	Zařazení podniku dle IPPC (popis)	Počet uvedených podniků spadajících pod dané IPPC	Hl. předmět nebo proces výroby	Vybrané limity v příslušném kanalizačním řádu nebo v integrovaném povolení	Vybrané výsledky screeningu nebo výsledky poskytnuté subjekty
2.6.	Povrchová úprava kovů nebo plastických hmot s použitím elektrolytických nebo chemických postupů, je-li obsah lázně větší než 30 m ³	10	Povrchová předúprava a úprava kovových dílů (lakování) Galvanické pokovování	Kovy (μg/l) – Hg 2 – 50; Ni 100 – 800; Pb 20 – 100; Cd 20 – 100; Cu 100 – 500; Zn 1000 – 4000; Cr 100 – 200; Fe 1 000	Kovy (μg/l) – Hg <0,05 – 0,275; Ni <8 – 2 416 (12 135); Pb <1 – 1,12; Cd <0,1 – 0,72; Cr 87,5; Zn 0,83 – 1 302,5; Fe 0,05 – 15 950 PAU (ng/l) – FEN 26,5 – 43,5; FLU 11,5 – 30,5; PYR 13,5 – 153; BaA 7 – 91 TOL (μg/l) – CHLF 0,52 – 4,6; TOLUEN 4,7; suma BTX 0,3 – 4,7; STY 0,34 – 22; 1,3-DCB 1,34 – 12,5; Benzen 0,3
3.3.	Výroba skla, včetně skleněných vláken, o kapacitě tavení větší než 20 t za den	3	Výroba skla – skleněných vláken, plochého skla a skleněných izolačních materiálů	Limity jsou stanoveny pro běžné ukazatele a pouze v jednom případě pro Kovy (μg/l) – Zn 6 000; Fe 30 000	Kovy (μg/l) – Hg <0,05; Ni <8 – 49; Pb <1 – 27; Cd <0,1; Zn 0,83 – 2 700; Fe 220 – 15 950

Zařazení podniku dle IPPC (číslo)	Zařazení podniku dle IPPC (popis)	Počet uvedených podniků spadajících pod dané IPPC	Hl. předmět nebo proces výroby	Vybrané limity v příslušném kanalizačním řádu nebo v integrovaném povolení	Vybrané výsledky screeningu nebo výsledky poskytnuté subjekty
4.1.a)	Výroba organických chemických látek, jako jsou jednoduché uhlovodíky lineární nebo cyklické, nasycené nebo nenasycené, alifatické nebo aromatické	1	Výroba uhlovodíků (butadien, ethylbenzen, styren)	Limity jsou stanoveny pouze pro běžné ukazatele (BSK, CHSK, NL, N _{celk} , P _{celk} , RAS, NEL) NEL (mg/l) – 15	TOL (μg/l) – Benzen 3,96; TOLUEN 3,96; ETHYLBENZEN 27,45; STY 14,30; suma BTX 8,05 Suma PAU (μg/l) – 0,08
4.1.h)	Výroba organických chemických látek, jako jsou polymery určené jako suroviny k dalšímu zpracování, syntetická vlákna a vlákna na bázi celulózy	2	Výroba kaučuku, polystyrenu Výroba komponentů interiérového vybavení (např. koberce)	Limity jsou stanoveny pouze pro běžné ukazatele NEL (mg/l) – 30	TOL (μg/l) – BENZEN 0,76; TOLUEN 34,96; ETHYLBENZEN 198,3; STY 2067,5; suma BTX 39,6 Suma PAU (μg/l) – 1,35
4.6.	Výroba výbušnin	1	Výroba výbušnin	Kovy (μg/l) – Hg 5; Ni 100; Pb 100; Cd 20 NEL (mg/l) – 0,25	Kovy (μg/l) – Hg 0,12; Ni 2,24; Pb 20,66; Cd 0,13 TOL (μg/l) – CHLF 0,59; 1,3-DCB 7; STY 1,5 PAU (ng/l) – – NAF 79; FEN 22; FLU 16,5; PYR 9; BaA 19

Zařazení podniku dle IPPC (číslo)	Zařazení podniku dle IPPC (popis)	Počet uvedených podniků spadajících pod dané IPPC	Hl. předmět nebo proces výroby	Vybrané limity v příslušném kanalizačním řádu nebo v integrovaném povolení	Vybrané výsledky screeningu nebo výsledky poskytnuté subjekty
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	1	Energetické využití odpadu	Kovy (μg/l) – Hg 1; Ni 100; Pb 50; Cd 5	Kovy (μg/l) – Hg 0,055; Ni 3,5; Pb 1; Cd 0,14 PAU (ng/l) – FLU 67; FLUOREN 13; FEN 24,5; PYR 36,5; CHRY 30; BbF 24
6.2.	Předúprava, operace jako praní, bělení, mercerace nebo barvení textilních vláken či textilií při kapacitě zpracování větší než 10 t za den	2	Výroba tkanin a jejich úprava Předúprava, barvení textilií	Kovy (μg/l) – Hg 1 – 50; Ni 100; Pb 50 – 100; Cd 5 – 100	Kovy (μg/l) – Hg <0,05 – 0,07; Ni 2,49 – 2,54; Pb 1,14 – 1,73; Cd <0,1
6.4.b)	Potravinářské a zpracovatelské zařízení; úprava a zpracování, jiné než výlučně balení, následujících surovin, a to bez ohledu na to, zda dříve byly nebo nebyly zpracovány, za účelem výroby potravin nebo krmiv	1	Výroba piva	BSK ₅ 7 000 mg/l CHSK _{Cr} 12 000 mg/l NL 2 000 mg/l N _{celk} 120 mg/l P _{celk} 40 mg/l	Kovy (μg/l) – Ni 4,25 Pesticidy (ng/l) – Bentazon 1,6; MCPA 39,6; 2,4-dichlorfenoxycetová kys. 11,3 Ostatní (mg/l) – CHSK _{Cr} 7 580; NL 515; N _{celk} 111; P _{celk} 22

Zařazení podniku dle IPPC (číslo)	Zařazení podniku dle IPPC (popis)	Počet uvedených podniků spadajících pod dané IPPC	Hl. předmět nebo proces výroby	Vybrané limity v příslušném kanalizačním řádu nebo v integrovaném povolení	Vybrané výsledky screeningu nebo výsledky poskytnuté subjekty
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	1	Lakovna karoserií	Kovy (µg/l) – Ni 800; Pb 100; Zn 1000; Cu 100 AOX (mg/l) – 0,25	Kovy (µg/l) – Hg <0,1; Ni 15; Zn 15 TOL (µg/l) – Toluen – 2,3; Benzen <0,2; Ethylbenzen 0,2; suma xyleny 1,9; suma BTX 4,5 AOX (mg/l) – 0,065 Suma PAU (µg/l) – 0,012

* výsledky dodané podnikem

Pozn. Výsledky jsou uvedeny jako průměry ze dvou odběrů. Je-li v kategorii dle IPPC více provozoven, jsou výsledky uvedeny jako rozsah hodnot. Podrobné výsledky screeningu jsou uvedeny v dřívější Souhrnné výzkumné zprávě dílčího cíle 4.2.

AOX (halogenované organické sloučeniny); RAS (Rozpuštěné anorganické soli); NEL (nepolární extrahovatelné látky)

PAU (polycyklické aromatické uhlovodíky) – FEN= fenantren; FLU= fluoranthen; PYR= pyren; BaA= benzo(a)anthracen; CHRY= chrysen; BbF= benzo(b)fluoranthen

Suma PAU ve výsledcích screeningu zahrnuje celkem 15 látek (naftalen, acenaphten, fluoren, fenantren, anthracen, fluoranthen, pyren, benzo(a)anthracen, chrysen, benzo(b)fluoranthen, benzo(k)fluoranthen, benzo(a)pyren, benzo(g,h,i)perylene, dibenzo(a,h)anthracen, Indeno(1,2,3-c,d)pyren

TOL (Těkavé organické látky) - STY= styren; CHLF= chloroform; 1,3-DCB = 1,3 dichlorbenzen; suma BTX= suma benzenu, toluenu a xylenu

Energetika

V prověřovaných provozovnách spadajících podle IPPC pod kategorii Energetika jsou dvě provozovny zabývající se výrobou koksu a čtyři teplárny. Kanalizační řády a integrovaná povolení pro tyto zařízení s ohledem na technologické procesy stanovují limity těžkých kovů (Hg, Ni, Pb, Cd) a PAU (určeno jako suma PAU). V rámci odběrů odpadních vod z těchto podniků byly zjištěny všechny tyto kovy s výjimkou

kadmia, které bylo ve všech odběrech pod mezí stanovitelnosti. Hodnoty ostatních kovů a PAU byly nízké.

Výroba a zpracování kovů

Dle IPPC spadá pod kapitolu Výrobu a zpracování kovů celkem devatenáct provozoven, které byly v rámci projektu prověřovány a jedná se tak o nejobsáhlejší skupinu. Mezi prověřované provozovny patří mořírna, provozovna zabývající se výrobou litiny, válcovna, dvě slévárny železných kovů, čtyři provozovny zabývající se tavením hliníku a výrobou hliníkových odlitků a deset provozoven zabývajících se povrchovou předúpravou a úpravou kovových dílů. V odpadních vodách se dají očekávat především zbytky kovů. V kanalizačních řádech pro tyto provozovny jsou uvedeny limity často právě pro kovy a dále v menší míře také AOX a suma PAU. Z výsledků screeningu bylo zjištěno, že odpadní vody obsahují PAU v řádech desítek až stovek ng a limity nebyly překročeny. Výjimkou je téměř třikrát překročená hodnota niklu u mořírny.

V technologických odpadních vodách nejpočetnější skupiny provozoven (2.6.) bylo zjištěno především nejvíce niklu a zinku (provozovny se často zaměřovaly na niklování a zinkování). V jednom případě bylo dokonce v odpadní vodě stanoveno 12,14 mg/l niklu (po úpravě vody v neutralizační stanici), což významně převyšuje běžné limity stanovené kanalizačním řádem. Tento nález byl ale ojedinělý a jinak se hodnoty niklu a zinku pohybovaly v řádech desítek až nižších tisíců µg/l. V rámci screeningu byly kromě kovů technologické odpadní vody analyzovány i na výskyt TOL a PAU. Prokázalo se, že se v technologické odpadní vodě některé z těchto látek v nižších koncentracích vyskytují.

Výroba skla

Při výrobě skla se dá předpokládat v odpadních vodách výskyt kovů. V kanalizačních řádech a integrovaných povoleních se ale výskyt kovů v odpadní vodě většinou nereflektuje (až na jednu provozovnu). V ostatních případech nejsou limity pro daný podnik stanoveny nebo jsou stanoveny běžné limity, jako je CHSK, BSK, NL nebo např. RAS. Z hlediska výskytu konkrétních kovů byly v odpadních vodách vybraných provozoven stanoveny především železo zinek a nikl.

Chemický průmysl

Chemický průmysl zastupují tři provozovny zabývající se výrobou různých organických látek a jedna provozovna, která se zabývá výrobou výbušnin. V technologických vodách z výroby organických chemických produktů byly analyzovány látky ze skupiny TOL i PAU v odlišných koncentracích, podle charakteru výroby. Pro tyto látky dle kanalizačních řádů a integrovaných povolení nejsou určeny limity. Kanalizační řád a integrované povolení z hlediska výskytu organických látek (především uhlovodíků) zohledňuje pouze souhrnný ukazatel NEL (nepolární extrahovatelné látky). Ve výrobě výbušnin lze očekávat také zbytky těžkých kovů, což se potvrdilo i v laboratorních analýzách.

Nakládání s odpady

Pod zařazení Nakládání s odpady spadá jedna provozovna zabývající se energetickým využíváním odpadu. V tomto zařízení se využívá voda k chlazení škváry. Zde uvedené výsledky reprezentují koncentrace polutantů v chladicí vodě. V kanalizačním řádu jsou uvedeny limity pro těžké kovy. Těžké kovy byly zjištěny i v odebraných vzorcích, ale jen v nízkých koncentracích. Dále byly v chladicí vodě detekovány některé PAU v řádech desítek ng/l.

Textilní průmysl

Textilní průmysl zde zastupují dvě provozovny, které se zabývají výrobou tkanin a předúpravou a barvením textilií. V kanalizačním řádu mají obě provozovny stanoveny limity pro těžké kovy. Těžké kovy byly nalezeny i v technologických odpadních vodách, ale v nízkých koncentracích. Textilní průmysl je obecně velmi různorodý a různorodé mohou být i polutanty v odpadních vodách – dle procesů ve výrobě. Dvě provozovny tak bohužel nemohou poskytnout relevantní informace o celém průmyslovém odvětví v ČR.

Potravinářský průmysl

Potravinářský průmysl reprezentuje jeden pivovar. Limity kanalizačního řádu se zaměřují na klasické ukazatele, které se v tomto typu průmyslu přirozeně ve vyšší míře vyskytují i v technologické vodě. Co ovšem kanalizační řád ani integrované povolení pro tuto provozovnu nezohledňuje je výskyt niklu a pesticidů. V rozborech technologické odpadní vody byl detekován výskyt niklu i stopové koncentrace některých pesticidů. Pesticidy se mohou do vody dostávat z polních plodin (chmel, obilí).

Povrchová úprava látek, předmětů nebo výrobků používající organická rozpouštědla

Pod povrchovou úpravu látek používající organická rozpouštědla spadá dle IPPC jedno zařízení na lakování karoserií. V kanalizačním řádu jsou kromě běžných ukazatelů stanoveny i limity pro těžké kovy a AOX. Odběry a následná analýza technologických odpadních vod ukázaly, že limity nebyly překročeny. Dále byly vzorky vody analyzovány na obsah TOL a PAU. Ve vzorcích byly zjištěny pouze stopové koncentrace těchto látek.

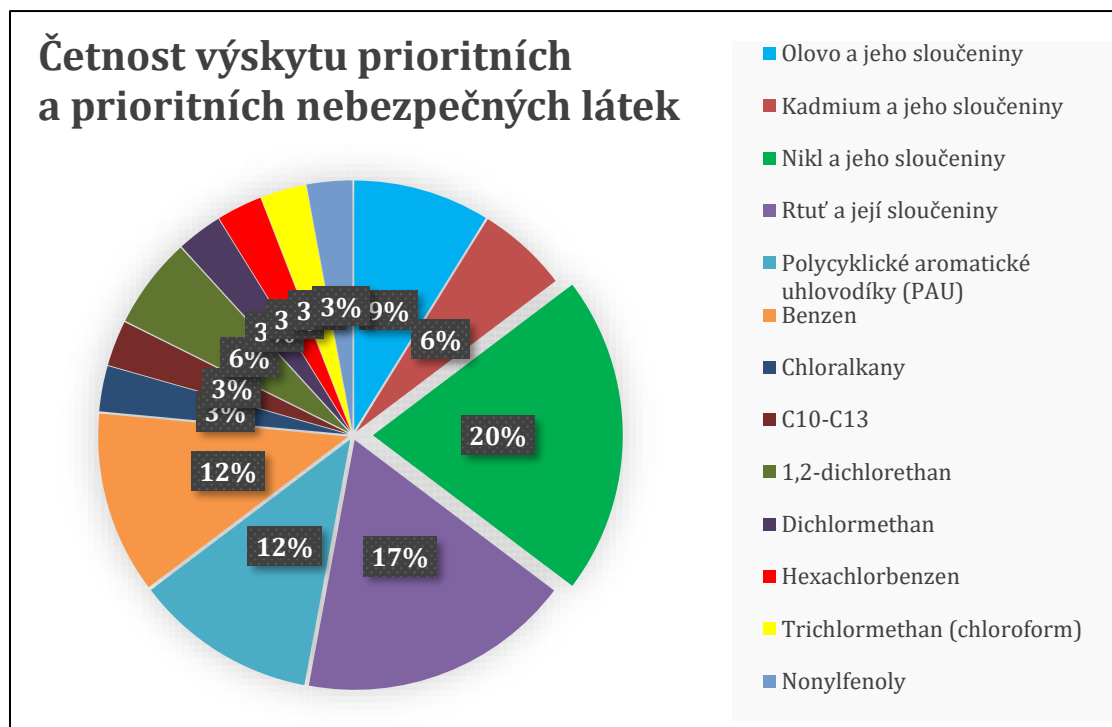
Většina prověřovaných provozoven dle výsledků analýz technologické vody nepřekročila stanovené limity vypouštění odpadních vod do veřejné kanalizace. Výjimkou byly některé provozovny z kategorie Výroby a zpracování kovů, kde problémy působil především nikl. Vzorky vody odebíraných dle kanalizačních řádů a integrovaných povolení se však odebírají většinou v místě odtoku veškeré odpadní vody z provozovny do veřejné kanalizace – tedy se splaškovou a popřípadě i srážkovou vodou. Hodnoty tedy mohou být ve výsledku vyšší. Prioritní a prioritní nebezpečné látky nejsou v limitech kanalizačních řádů a integrovaných povolení postihnuty – s výjimkou těžkých kovů a některých PAU. Pro podrobnější zjištění speciálních polutantů (a také prioritních a prioritních nebezpečných látek) v odpadních vodách tedy běžně prováděné analýzy v rámci povolení nestačí. V neposlední řadě je důležité si uvědomit, že v mnoha provozovnách může docházet k sezónní výrobě nebo se výroba často mění (např. mohou být využívána různá barviva), což způsobuje změnu v charakteru technologických vod.

Zajímavostí je, že před a po období pandemie COVID-19 prokazatelně vzrostly meziročně koncentrace AOX v celkové odpadní vodě v jedné provozovně automobilového průmyslu. Vodohospodář si to vysvětluje náhlým významným nárůstem použití mycích a desinfekčních prostředků. Tento trend se dá předpokládat i v dalších provozovnách.

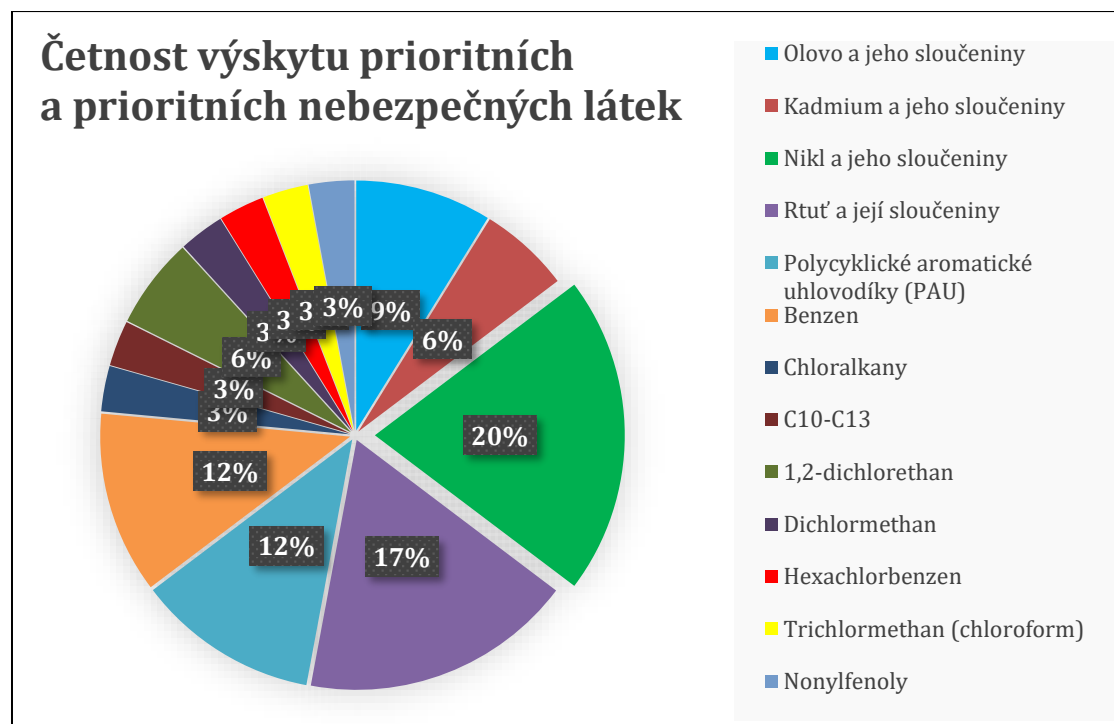
Vybrané výsledky z dotazníků

Následující kapitola poskytne souhrn výsledků z dotazníkového šetření. Konkrétně získaných odpovědí od zástupců firem, nebo jejich vodohospodářů, popř. ekologů. Do této části zprávy byly vybrány odpovědi, které se týkají zejména výskytu prioritních a prioritních nebezpečných látek ve vypouštěných odpadních vodách a dále seznamu látek, které jsou omezeny kanalizačním řádem ve vypouštění do kanalizace. Z celkového počtu obeslaných respondentů (334) se do dnešního dne vrátilo pouze 36

odpovědí, což představuje návratnost 10,8 %. Jen někteří dotazovaní z doručených odpovědí, poskytli údaje o kvalitativním složení vypouštěných odpadních vod. Seznam prioritních a prioritních nebezpečných látek, které se mohou vyskytnout v odpadních vodách jednotlivých podniků, poskytlo 12 respondentů z 36 možných odpovědí, což odpovídá 33,3 %.



Obrázek 1: Četnost výskytu prioritních a prioritních nebezpečných látek z výsledků dotazníkového šetření je zobrazen souhrn uvedených polutantů z kategorie prioritní a prioritní nebezpečná látka, které se mohou vyskytnout v odpadních vodách. Dle grafického znázornění je zřejmé, že dotazovaní uváděli jako nejčastější polutant ve svých OV **nikl** a jeho sloučeniny (20,6 % z 12 odpovědí), následované **rtuťí** a jeho sloučeninami (17,6 % z 12 odpovědí).



Obrázek 1: Četnost výskytu prioritních a prioritních nebezpečných látek z výsledků dotazníkového šetření

Tabulka 23 shrnuje informace z jednotlivých podniků, a to zejména hlavní předmět výroby podle kódu CZ-NACE, příslušný kraj, kde se daný podnik nachází, dále kategorizace podle zákona o integrované prevenci (76/2002 Sb.) [37] a informace o polutantech v OV a látkách, které jsou omezované k vypouštění podle kanalizačního řádu.

Tabulka 23: Vybrané výsledky z dotazníků o možném výskytu prioritních a prioritních nebezpečných látek

Kraj	CZ-NACE	Zařazení podniku dle IPPC (číslo)	Možný výskyt prioritních látek	Látky omezené kanalizačním řádem
Zlínský	10 (Výroba potravinářských výrobků)	6.5.	Neuvedeno	Nemáme
Ústecký	10 (Výroba potravinářských výrobků)	Neuvedeno	Neuvedeno	BSK _s , CHSK _{Cr} , NL
Jihočeský	11 (Výroba nápojů)	6. 4. b)	Neuvedeno	BSK _s , CHSK _{Cr} , NL, N-NH ₄ , Ncelk., Pcelk
Plzeňský	11 (Výroba nápojů)	6. 4. b)	Neuvedeno	BSK _s , CHSK _{Cr} , NL, RAS, N-NH ₄ , Ncelk, Pcelk, Tenzidy aniontové, AOX, Kyanidy celkové, Uhlovodíky C10-40, Rtuť, Měď, Nikl, Chrom, Olovo, Arsen, Zinek, Kadmium
Olomoucký	13 (Výroba textilií)	6. 2.; 6.7.	Neuvedeno	CHSK _{Cr} , RAS, Sírany (sulfáty), Chloridy, AOX, Uhlovodíky C10-40, Tuky a oleje, Rozpuštěné látky, Barva (spektrální absorpční koeficient 16m-1, 21,6m-1)
Olomoucký	13 (Výroba textilií)	6.2.; 6.7.	Neuvedeno	Biochemická spotřeba kyslíku (BSK), Chemická spotřeba kyslíku (CHSK), Nerozpuštěné látky (NL), Rozpuštěné anorganické soli (RAS), Sírany (sulfáty), Chloridy, AOX, Uhlovodíky C10-40
Ústecký	17 (Výroba papíru a výrobků z papíru)	1.1.; 5.4.; 6. 1. a); 6. 1. b)	Neuvedeno	Neuvedeno

Kraj	CZ-NACE	Zařazení podniku dle IPPC (číslo)	Možný výskyt prioritních látek	Látky omezené kanalizačním řádem
Středočeský	19 (Výroba koksu a rafinovaných ropných produktů)	1.2, 4.1 a) + b), 4. 2. e)	Benzen, Kadmium a jeho sloučeniny, Olovo a jeho sloučeniny, Rtuť a její sloučeniny, PAU	Neuvedeno
Zlínský	20 (Výroba chemických látek a chemických přípravků)	Neuvedeno	Neuvedeno	Neuvedeno
Ústecký	20 (Výroba chemických látek a chemických přípravků)	4. 1. b); 4. 1. f); 4. 1. h); 4. 2. a); 4. 2. c); 4. 2. d); 4. 2. e)	Benzen, chloralkany, C10-13, 1,2-dichlorethan, Dichlormethan, Hexachlorbenzen Rtuť a její sloučeniny, Nikl a jeho sloučeniny, Trichlormethan (chloroform)	BSK ₅ , CHSK _{Cr} , NL, RAS, N-NH ₄ , Ncelk, Sírany (sulfáty), Chloridy, Fenoly, AOX, Kyanidy celkové, Uhlovodíky C10-40, Rtuť, N-NO ₃ ; RL; Fosforečnany; fluoridy; železo; mangan; benzen; toluen; xylene; EDC; 2MCF; 2,4,6-TCF; HCB; PER; TCPE1; TCPE2; TCPE3; CCl ₄ ; CHCl ₃ ; barva; Celková objemová aktivita alfa
Středočeský	20 (Výroba chemických látek a chemických přípravků)	1.1; 4.1 a); 4. 1. h); 4. 1. i); 5.4	Benzen, nonylfenoly, PAU	BSK ₅ , CHSK _{Cr} , NL, RAS, N-NH ₄ , Ncelk, Pcelk, Uhlovodíky C10-40
Pardubický	20 (Výroba chemických látek a chemických přípravků)	4.6.	Neuvedeno	BSK ₅ , CHSK _{Cr} , NL, RAS, Ncelk, AOX

Kraj	CZ-NACE	Zařazení podniku dle IPPC (číslo)	Možný výskyt prioritních látek	Látky omezené kanalizačním řádem
Středočeský	20 (Výroba chemických látek a chemických přípravků)	4. 1. d); 4. 2. a); 4. 2. d); 4.4.	1,2-dichlorethan	BSK ₅ , CHSK _{Cr} , NL, RAS, N-NH ₄ , Pcelk, Kyanidy celkové, 1,2-dichlorethan
Ústecký	20 (Výroba chemických látek a chemických přípravků)	1.1; 1.2; 4.1 h); 4.2	Benzen, Nikl a jeho sloučeniny, PAU	Neuvedeno
Olomoucký	21 (Výroba základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků)	4.5.	Neuvedeno	BSK ₅ , CHSK _{Cr} , RAS, N-NH ₄ , Ncelk, Sírany (sulfáty), Chloridy, AOX, Máme stanovené zvláštní podmínky u vybraných parametrů + RL
Středočeský	21 (Výroba základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků)	4.5.	Neuvedeno	BSK ₅ , CHSK _{Cr} , NL, Ncelk, Pcelk, Rtuť, Měď, Nikl, Chrom, Olovo, Arsen, Zinek, Kadmium
Olomoucký	21 (Výroba základních farmaceutických výrobků a farmaceutických přípravků)	4.1.; 4.5	Rtuť a její sloučeniny	BSK ₅ , CHSK _{Cr} , NL, RAS, N-NH ₄ , Ncelk, Pcelk, Sírany (sulfáty), Chloridy, AOX, RL, pH

Kraj	CZ-NACE	Zařazení podniku dle IPPC (číslo)	Možný výskyt prioritních látek	Látky omezené kanalizačním řádem
Ústecký	23 (Výroba ostatních nekovových minerálních výrobků)	3.3.	Neuvedeno	Nemáme
Ústecký	23 (Výroba ostatních nekovových minerálních výrobků)	3.3.	Neuvedeno	N-NH ₄ , fluoridy
Karlovarský	23 (Výroba ostatních nekovových minerálních výrobků)	Neuvedeno	Neuvedeno	Nemáme
Zlínský	24 (Výroba základních kovů, hutní zpracování kovů; slévárenství)	Neuvedeno	Neuvedeno	Neuvedeno
Moravsko-slezský	24 (Výroba základních kovů, hutní zpracování kovů; slévárenství)	2.4.	Neuvedeno	BSK ₅ , CHSK _{Cr} , NL, RAS, N-NH ₄ , Ncelk, Pcelk, Sírany (sulfáty), Chloridy, Fenoly, Kyanidy celkové, Uhlovodíky C10-40
Vysočina	24 (Výroba základních kovů, hutní zpracování kovů; slévárenství)	1. 1.; 2. 2.; 2. 4.	Olovo a jeho sloučeniny, Rtuť a její sloučeniny, Nikl a jeho sloučeniny,	BSK ₅ , CHSK _{Cr} , NL, RAS, N-NH ₄ , Ncelk, Pcelk, Tenzidy aniontové, Fenoly, Kyanidy celkové, Uhlovodíky C10-40, Rtuť, Měď, Nikl, Chrom, Olovo, Arsen, Zinek, Kadmium, pH, extrahovatelné látky

Kraj	CZ-NACE	Zařazení podniku dle IPPC (číslo)	Možný výskyt prioritních látek	Látky omezené kanalizačním řádem
Ústecký	25 (Výroba kovových konstrukcí a kovodělných výrobků, kromě strojů a zařízení)	Neuvedeno	Neuvedeno	BSK ₅ , CHSK _{Cr} , NL, RAS, N-NH ₄ , Ncelk, Pcelk, Sírany (sulfáty), Chloridy, Uhlovodíky C10-40, Chrom, Zinek
Středočeský	25 (Výroba kovových konstrukcí a kovodělných výrobků, kromě strojů a zařízení)	2.6.	Nikl a jeho sloučeniny	RAS, Ncelk, Sírany (sulfáty), Měď, Nikl, Chrom, Olovo, Zinek, Kadmium
Královéhradecký	25 (Výroba kovových konstrukcí a kovodělných výrobků, kromě strojů a zařízení)	2.6.	Neuvedeno	CHSK _{Cr} , NL, RAS, Ncelk, Pcelk, Zinek
Pardubický	25 (Výroba kovových konstrukcí a kovodělných výrobků, kromě strojů a zařízení)	2.6.	Neuvedeno	BSK ₅ , NL, Ncelk, Pcelk, Chloridy, Nikl, Chrom, Zinek
Jihočeský	28 (Výroba strojů a zařízení j. n)	2.6.	Nikl a jeho sloučeniny	CHSK _{Cr} , NL, Pcelk, Uhlovodíky C10-40, Nikl, Zinek, pH
Středo-český	29 (Výroba motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů)	2. 6. 6.7.	Olovo a jeho sloučeniny, Nikl a jeho sloučeniny, PAU	BSK ₅ , CHSK _{Cr} , NL, Ncelk, Pcelk, Sírany (sulfáty), AOX, Uhlovodíky C10-40, Měď, Nikl, Olovo, Zinek

Kraj	CZ-NACE	Zařazení podniku dle IPPC (číslo)	Možný výskyt prioritních látek	Látky omezené kanalizačním řádem
Moravsko-slezský	29 (Výroba motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů)	4. 1. h)	Neuvedeno	EL - extrahovatelné látky v limitu 55mg/l
Hl. m. Praha	32 (Ostatní zpracovatelský průmysl)	2.6	Neuvedeno	BSK ₅ , CHSK _{Cr} , NL, RAS, Kyanidy celkové, Uhlovodíky C10-40, Měď, Nikl, Chrom, Zinek, Stříbro
Jihomoravský	35 (Výroba a rozvod elektřiny, plynu, tepla a klimatizovanéh o vzduchu)	5. 2. a); 5. 2. b)	Neuvedeno	BSK ₅ , CHSK _{Cr} , NL, RAS, N-NH ₄ , Ncelk, Pcelk, Síran (sulfáty), Chloridy, Tenzidy aniontové, Fenoly, AOX, Kyanidy celkové, Uhlovodíky C10-40, Rtuť, Měď, Nikl, Chrom, Olovo, Arsen, Zinek, Bifenol A; Halogeny; Naftalen
Zlínský	35 (Výroba a rozvod elektřiny, plynu, tepla a klimatizovanéh o vzduchu)	Neuvedeno	Neuvedeno	BSK ₅ , CHSK _{Cr} , NL, RAS, N-NH ₄ , Ncelk, Pcelk, Tenzidy aniontové, Fenoly, AOX, Kyanidy celkové, Rtuť, Měď, Nikl, Chrom, Olovo, Arsen, Zinek, Kadmium
Zlínský	35 (Výroba a rozvod elektřiny, plynu, tepla a klimatizovanéh o vzduchu)	6.11	Rtuť a její sloučeniny, Nikl a jeho sloučeniny,	BSK ₅ , CHSK _{Cr} , NL, RAS, N-NH ₄ , Ncelk, Pcelk, Tenzidy aniontové, Kyanidy celkové, Uhlovodíky C10-40, Rtuť, Měď, Nikl, Chrom, Olovo, Zinek, Kadmium, Stříbro, Železo, Hliník, Chrom šestimocný
Ústecký	35 (Výroba a rozvod elektřiny, plynu, tepla a klimatizovanéh o vzduchu)	1.1.	Kadmium a jeho sloučeniny, Rtuť a její sloučeniny	BSK ₅ , CHSK _{Cr} , NL, RAS, Pcelk, AOX, Uhlovodíky C10-40, Rtuť, Kadmium
Středo-český	35 (Výroba a rozvod elektřiny, plynu, tepla a klimatizovanéh o vzduchu)	1.1.	Neuvedeno	Neuvedeno

Chemický průmysl (CZ- NACE 20)

Pokud se zaměříme na výsledky z dotazníkového šetření podrobněji, nejvíce odpovědí (6) poskytl sektor výroby chemických látek a chemických přípravků (dle klasifikace ekonomických subjektů jde o kód CZ-NACE, 20). Jako hlavní předmět výroby pod působností zákona o integrované prevenci (76/2002 Sb.) byl nejčastěji uváděn průmysl výroby organických a anorganických chemických látek. V jednom případě šlo rovněž o výrobu výbušnin a výrobu prostředků na ochranu rostlin nebo biocidů ze sekce speciálních chemikálií. Dotazovaní uváděli jako možný nejčastější polutant v OV, benzen společně s niklem a jeho sloučeninami. Další látky, které se mohou vyskytnout v odpadních vodách v chemickém průmyslu, byly zaznamenány zejména PAU (polycyklické aromatické uhlovodíky), 1,2-dichlorethan, nonylfenoly, chloralkany, dichlormethan, hexachlorbenzen, rtuť a její sloučeniny. Ve všech případech se jedná o látky, které jsou běžnými mechanicko-biologickými technikami na komunálních ČOV neodstranitelné (dle výsledků DC 4. 2.) [2].

Energetika (CZ- NACE 35)

V průmyslu velkých spalovacích zařízení byly zaznamenány odpovědi z 5 podniků, z nichž pouze 2 poskytly údaje o možných polutantech z kategorie primární a primární nebezpečná látka ve svých odpadních vodách. Hlavními polutanty tohoto sektoru, dle odpovědí, jsou zejména těžké kovy (rtuť, nikl, kadmium a jejich sloučeniny).

Rafinace minerálních olejů a plynů (CZ-NACE 19)

Průmysl výroby koksu a rafinovaných ropných produktů zastupuje pouze jeden podnik, který poskytl údaje o možném výskytu látek ze seznamu v Tabulka 1 a jsou jimi zejména látky ze skupiny PAU, těžké kovy (Hg, Cd, Pb) a rovněž také benzen.

Ostatní zpracovatelský průmysl otázku ohledně výskytu prioritních a prioritních nebezpečných látek, nezodpověděl. Výjimkou je průmysl výroby a zpracování kovů a plastů (čtyři odpovědi- Pb, Hg, Ni, PAU).

2.2.4. Výskyt polutantů z průmyslových zdrojů v odtocích z ČOV

Protože primárními cílovými polutanty projektu mají být průmyslem produkované látky neodstranitelné městskými ČOV, součástí řešení byla i rešerše na výskyt vybraných nebezpečných prioritních látek v odtocích z městských ČOV. Vybrané výsledky jsou sumarizovány v

Tabulka 24.

Tabulka 24: Výskyt polutantů z průmyslových zdrojů v odtocích z ČOV

Polutant	Průměr	Medián	Min	Max	Jednotky	Zdroj
anthracen		< 0,02	< 0,02	< 0,02 < 3,0	µg/l ng/l	[38] [39]
bromované difenylethery		< 0,005 < 0,004	13 < 0,005 < 0,005	150 0,005 < 0,005	ng/l µg/l µg/l	[33] [38] [39]
kadmium a jeho sloučeniny	0,3	0,07	< 0,04 0,1	0,11 1,6	µg/l µg/l	[39] [40]
chloralkany, C10-13	390 27,0 25,5	132,5 25,9	< 50 364 16,0	196 416 35,0	ng/l ng/l ng/l ng/l	[39] [41] [42] [43]
bis(2-ethylhexyl)ftalát (DEHP)		< 0,25 64	< 0,25 8,0	0,25 311,0	µg/l ng/l	[38] [39]
hexachlorbenzen		< 0,005 0,3	< 0,005 < 0,2	0,005 0,6	µg/l ng/l	[38] [39]
hexachlorbutadien		< 0,01 0,571	< 0,01 < 0,03	0,01 0,571	µg/l µg/l	[38] [39]
rtuť a její sloučeniny	1,3	0,2	0,19 0,1	0,33 9,5	µg/l µg/l	[38] [39]
nonylfenoly		< 0,01 2,4	< 0,01 1,2	0,01 3,6	µg/l ng/l	[38] [39]
pentachlorbenzen		< 0,001 0,75	< 0,001 < 0,2	0,069 3,8	µg/l ng/l	[38] [39]
tributylcín a jeho sloučeniny		< 0.05	< 0.05	< 0.05	ng/l	[39]
perfluoroktansulfonová kyselina a její deriváty (PFOS)	62,5	< 30 12,2	< 30	< 30 2101	ng/l ng/l	[39] [44]
dioxiny a sloučeniny s dioxinovým efektem		0,308	0,163	1,636	ng/l	[39]
hexabromcyklododekany (HBCDD)		< 10	< 10	< 10	ng/l	[39]

Výsledky rešerše poukazují na určitý nedostatek projevující se u většiny zdrojů, které se zabývají výskytem prioritních nebezpečných látek na městských ČOV: Ve většině případů je věnována malá pozornost vlivu průmyslových emisí. Jinak řečeno, chybí přesnější informace o tom, zda na danou ČOV přitékají průmyslové odpadní vody a údaje o jejich složení či aspoň o charakteru průmyslové výroby.

Proto je třeba zdůraznit, že uvedené hodnoty se skutečně týkají odtoků městských čistíren odpadních vod, u kterých není jasně specifikován zdroj sledovaných látek.

Je zřejmé, že většina vybraných prioritních nebezpečných látek v odtocích městských ČOV má charakter mikropolutantů. Pokud jsou vůbec detekovány, jejich koncentrace se pohybují obvykle v jednotkách ng/l. Výjimkou jsou těžké kovy Cd a Hg a organické sloučeniny chloralkany, DEHP, hechachlorbutadien a PFOS, které byly nalezeny v koncentracích vyšších - od desítek a po tisíce ng/l. Nicméně i u těchto polutantů mohou koncentrace výrazně kolísat zdroj od zdroje.

V tabulce nejsou zahrnuty údaje o výskytu polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU). Srovnání dat o výskytu těchto polutantů brání poměrně volná a nejednotná definice PAH jako skupinového parametru, jak ji využívají nejen různí autoři, ale i naše legislativa. Zatímco v příloze 1 (emisní standardy) definuje Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. PAU jako sumu sloučenin fluoranthen, benzo[b]fluoranthen, benzo[k]fluoranthen, benzo[a]pyren, benzo[ghi]perylene a indeno[1,2,3-cd]pyren, v příloze 6 (prioritní a prioritní nebezpečné látky) je výslovně uvedeno, že nemá být zahrnut fluoranthen [1]. Variabilita v publikovaných pracích je ještě větší, často do PAU bývají zahrnuty zejména anthracen a naftalen. Z dostupných dat je pak obvykle nemožné provést přepočet tak, aby výčet zahrnutých látek odpovídal definici v příloze 6 Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. Ve světle této skutečnosti je vhodné omezit se na konstatování, že výskyt PAU v odtocích městských ČOV lze očekávat v jednotkách až stovkách ng/l [39, 45, 46]. Zajímavým zjištěním v oblasti výskytu PAU v městských odpadních vodách, publikovaným ve zdroji [38], je sezónní závislost: Koncentrace v zimních měsících byly významně vyšší než v letních, což může být způsobeno rozšířeným vytápěním na bázi spalování fosilních paliv.

3. PŘEHLED TECHNOLOGIÍ PRO ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD Z VÝZNAMNÝCH PRŮMYSLOVÝCH ODVĚTVÍ, SE ZAMĚŘENÍM NA VYBRANÉ PRŮMYSLOVÉ POLUTANTY

3.1. Technologie popsané v BREF u jednotlivých průmyslových odvětví

Protože studie je zaměřena na emise a dostupné technologie odstraňování prioritních a prioritních nebezpečných látek, i následující text bude především zaměřený na tyto látky a jejich možnosti odstraňování v kontextu využití BAT (Best Available Techniques). Zdrojem informací této kapitoly jsou především referenční dokumenty o nejlepších dostupných technologiích (BREF).

Obecné principy spojené s nejlepšími dostupnými technikami spočívají především ve snižování spotřeby vody, snižování emisí do vody a omezování vzniku odpadní vody. Toho lze docílit zejména s využitím technik jako je, vytvoření a udržování přehledu toků odpadních vod, monitorování klíčových parametrů procesu (včetně kontinuálního monitorování průtoku, pH a teploty odpadní vody na důležitých místech), monitorování emisí do vody v souladu s normami EN a ISO, snížit objem toků odpadních vod a/nebo snížit zatížení prostředí znečištěním, které způsobují, dále zvýšit opětovné používání vody ve výrobních procesech a zpětně získávat a znovu používat suroviny.

Referenční dokumenty jsou značně omezené na informace ohledně odstraňování prioritních a prioritních nebezpečných látek. Jejich obsahem jsou především těžké kovy, dále jsou obecně zaměřeny na organické sloučeniny, jako TOC, BSK a CHSK. Rovněž jsou obsahem referenčních dokumentů také halogenové organické sloučeniny (jako AOX).

Pesticidy a prioritní látky a jejich odstraňování není v BREF podrobně řešeno. Uvádí se pouze, že: v sektoru FDM [14] by mělo docházet k vyhýbání se, nebo minimalizaci používání čisticích chemikálií a/nebo dezinfekčních prostředků, které jsou škodlivé pro vodní prostředí, zejména prioritních látek zvažovaných podle rámcové směrnice o vodě. Při výběru látek se berou v úvahu hygienické požadavky a požadavky na bezpečnost potravin. Chemikálie, jako je chlór, kvartérní amoniové sloučeniny, produkty na bázi bromu nebo jódu, se běžně používají k udržování hygieny v potravinářských provozech. Ty jsou však často potenciálně nebezpečné v kombinaci s organickými zbytky. Navíc, aby fungovaly bezpečně a efektivně, takové chemikálie obvykle vyžadují velké objemy vody a často vysoké teploty. Prevence nebo minimalizace produkce škodlivých zbytků může zahrnovat následující opatření: používání méně škodlivých čisticích chemikálií (např. ozón) a omezit používání čisticích chemikálií (např. EDTA, halogenované biocidy, kyseliny). Odstraňování mnoha složitých organických a anorganických sloučenin může být realizováno vhodným použitím sedimentace, srážení, filtrace, adsorpce nebo procesy pokročilé oxidace. Níže v

Tabulka 25 je výběr běžně neodstranitelných látek (dle výsledků DC 4. 2.), ze seznamu prioritních a prioritních nebezpečných látek v oblasti vodní politiky (příloha č. 6 k nařízení vlády č. 401/2015 Sb. [1]) a možné dostupné technologie, při jejich odstraňování.

Tabulka 25: Technologie odstraňování prioritních a prioritních nebezpečných látek popsané v BREF

Prioritní látka	Technologie
Látky neodstranitelné běžnými mechanicko-biologickými technologiemi dostupnými na komunálních čistírnách odpadních vod (dle výsledků DC 4.2.)	
Benzen	Předúprava stripováním (dusíkem, nebo vzduchem) Membránová destilace Extrakce (protiproudá extrakční kolona) Vysokotlaká mokrá oxidace vzduchem Nízkotlaká oxidace
Bromované difenylethery	Adsorpce Chemická hydrolýza
Kadmium a jeho sloučeniny	Segregace Srážení s následnou filtrací Iontová výměna Bioakumulace/ Biosorpce
Dichlormethan (AOX)	Chemická hydrolýza Oxidace mokrým vzduchem
Olovo a jeho sloučeniny	Segregace Srážení s následnou filtrací Iontová výměna Bioakumulace/ Biosorpce
Rtuť a její sloučeniny	Segregace Srážení s následnou filtrací Iontová výměna Bioakumulace/ Biosorpce
Naftalen (PAU)	Flokulace s následnou flotací Kombinovaná elektrochemická oxidace
Nikl a jeho sloučeniny	Segregace Srážení s následnou filtrací Iontová výměna Bioakumulace/ Biosorpce
Nonylfenoly	Náhrada toxických chemických látek méně nebezpečnými látkami Adsorpce Ozonizace Fentonova oxidace Flokulace Koagulace
Polyaromatické uhlovodíky (PAU)	Pertrakce Flokulace s následnou flotací

Prioritní látka	Technologie
Trichlorbenzeny	Pertrakce
Trichlormethan (chloroform)	Pertrakce, Membránová destilace
Perfluoroktansulfonová kyselina a její deriváty (PFOS)	Minimalizace spotřeby,
Dioxiny a sloučeniny s dioxinovým efektem	Chemická hydrolýza
Těkavé organické sloučeniny (VOCs): Tetrachlormethan Ethylbenzen Tetrachlorethen Toluen Styren Xylen	Předúprava stripováním (dusíkem, nebo vzduchem) Membránová destilace Kombinovaná elektrochemická oxidace ¹ Extrakce (protiproudá extrakční kolona) Vysokotlaká mokrá oxidace vzduchem Nízkotlaká oxidace Pertrakce Flotace

- 1) Nově vznikající technika čištění OV. Spočívá v kombinaci elektrochemické, fotochemické a katalytické oxidaci při rozkladu toxických a biologicky nerozložitelných organických látek.

Kovy a těžké kovy

Odpadní vody z mnoha chemických procesů obsahují kovy, např. v surovinách použitých pro chemické zpracování (vstupní suroviny, pomocné látky a katalyzátory). Koroze trubek a vybavení je taktéž významným zdrojem kovů (především Cu, Cr, Ni, Zn) v odtocích z ČOV (v malých koncentracích, i tak jde o hlavní zdroje zátěže). Kovy jsou ze své podstaty nerozložitelné a při procesech v ČOV se téměř všechny adsorbují na kal (to znesnadňuje jejich využití v zemědělství). Vysoký obsah kovů může omezovat účinnost biologických procesů v ČOV, avšak určitá koncentrace kovů je nutná pro růst organismů. Organické sloučeniny (především ty s obsahem dusíku, jako je EDTA) mohou působit jako cheláty a tedy držet (těžké) kovy v roztoku, a dokonce uvolňovat již vysrážené kovy.

Technologie používané pro eliminaci kovů z vody jsou zejména segregace a selektivní předčištění odpadních toků. Techniky, které prokazatelně snižují kovy, jsou srážení s následnou filtrací a iontová výměna. Je rovněž možné využít biologického čištění pomocí biomasy a to buď aktivním vychytáváním (bioakumulace), nebo pasivně (biosorpce). Ovšem míru odstranění kovů ovlivňuje několik faktorů, především pH, koncentrace anorganických částic, chemický stav kovových iontů (oxidační číslo, komplexita) a také koncentrace biomasy.

Organické sloučeniny (celkové množství organického uhlíku TOC)

Analýza celkového organického uhlíku (TOC) se využívá k přímému měření množství organických sloučenin ve vodě. K hlavním producentům těchto sloučenin, patří papírenský a dřevozpracující průmysl a například v rámci chemického průmyslu byla produkce základních organických chemikálií původcem více než 65 % celkových TOC. Technologie, které snižují TOC a jsou využívány k předčištění průmyslových vod, jsou stripování, destilace, adsorpce, extrakce, filtrace, chemická oxidace, biologické čištění.

Adsorbovatelné organické halogeny – AOX

AOX je souhrnný parametr indikující celkovou úroveň halogenových organických sloučenin (chlor, brom a jod) ve vzorcích vody. Jeho důležitost, je především z toho důvodu, že některé halogenové sloučeniny jsou toxické a perzistentní. Zvláště se jedná o v tucích rozpustné sloučeniny chloru – dioxiny, furany a polychlorované fenolové sloučeniny. AOX jsou spojovány hlavně s produkcí organických chemikálií a silikonů a jejich hlavním producentem je papírenský a dřevařský průmysl, následovaný městskými čistírnami odpadních vod. V rámci chemického průmyslu byla produkce základních organických chemikálií původcem více než 90 % celkových AOX. Toky odpadních vod s vysokou zátěží AOX jsou přednostně předčištěny nebo odděleně obnoveny, např. (chemickou) oxidací, adsorpcí, filtrací, extrakcí, (parním) stripováním, hydrolýzou (pro zlepšení biodegradability), destilací, membránovými procesy nebo anaerobním předčištěním.

Obecné principy eliminace prioritních a prioritních nebezpečných látek v odpadních vodách

Pro možné snížení zátěže odpadních vod prioritními látkami, je vhodné použít několik kroků předčištění a čištění:

Primární čištění – předúprava odpadní vody

Pomocí předúpravy odpadní vody je možné snížit hodnoty BSK o 20 až 30 % a celkové nerozpuštěné látky přibližně o 50 až 60 %. Typickými technologiemi jsou lapače tuku, síta a mikrosíta, sedimentace, flotace, srážení, centrifugace, neutralizace, usazovací nádrže, vyrovnávací nádrže.

- Vyrovnávací nádrže se používají pro vyrovnání průtoku a znečištění odpadní vody. Vyrovnávací nádrže mají obvykle dobu zdržení 6-12 hodin.
- Neutralizace – Cílem neutralizace je zabránit vypouštění silně kyselých nebo zásaditých odpadních vod. Může také chránit následné procesy čištění odpadních vod. Úprava pH odpadní vody na neutrální úroveň (cca 7) přidáním chemikálií (NaOH, Ca(OH)₂, H₂SO₄, HCl, CO₂). Během neutralizace může dojít k vysrážení některých látek. Neutralizační nádrže se často používají také jako vyrovnávací nádrže.
- Lapače tuků – tuky je třeba separovat z odpadní vody již v předúpravě, protože by mohly mít negativní vliv na funkci ČOV, protože tuky nejsou snadno odbouratelné bakteriemi. Podobné zařízení, jako je lapač tuků se používá i k separaci lehkých uhlovodíků. Účinnost separace se zvyšuje, pokud je teplota vody nízká. Lze dosáhnout až 95% účinnosti separace tuku. Ovšem přítomnost emulgátorů může také snížit účinnost separace.

Sekundární (biologické) čištění

Odstranění biologicky rozložitelných organických látek a nerozpuštěných látek pomocí aktivovaného kalu za různých podmínek (aerobní x anaerobní x anoxické procesy; SBR, nosiče biomasy, membránový bioreaktor). Při této fázi probíhá i adsorpce nerozložitelných látek na kal (těžké kovy).

Terciární čištění

Jedná se o pokročilé čištění odpadních vod za účelem odstranění složek vzbuzujících zvláštní obavy, včetně amoniaku, celkového dusíku a fosforu, nebezpečných a prioritních nebezpečných látek nebo zbytkových nerozpuštěných a organických látek. O terciárním čištění se v BREF uvažuje jako o snížení koncentrací N a P (denitrifikace, nitrifikace, srážení) a dále pro konečné snížení nerozpuštěných látek před odtokem. V tomto případě je uvedena koagulace a flokulace, flotace, sedimentace, filtrace, membránová filtrace (ultra/ nanofiltrace, reverzní osmóza) a také UV záření pro dezinfekci vody. Pro odstraňování mnoha složitých organických a anorganických sloučenin může být realizováno vhodným použitím sedimentace, srážení, filtrace, adsorpce nebo procesy pokročilé oxidace.

3.2. Výsledky rešerše o vhodných technologiích eliminace průmyslových polutantů z OV

Protože dokumenty BREF se na prioritní nebezpečné látky a technologie pro jejich odstranění odkazují spíše sporadicky, byla provedena literární rešerše k technologiím vhodným pro eliminaci vybraných prioritních nebezpečných látek.

Tabulka 26 poskytuje základní přehled o této problematice, včetně vybraných literárních zdrojů. Navazující text pak údaje dále rozvádí. K uvedeným informacím je potřeba přistupovat s vědomím několika skutečností:

- Zejména v případě čištění průmyslových odpadních vod je obtížné získávat informace z plnoprovozních aplikací. Odborná literatura tíhne spíše ke zveřejňování výsledků výzkumu, informací o využívání sofistikovanějších řešení při čištění odpadních vod z reálných výroby je o několik řádů méně.
- Ověřování použitelnosti zaběhnutých technologií a vývoj technologií nových pro odstraňování prioritních nebezpečných látek stále velice intenzivně probíhá a lze očekávat, že množství dostupných informací bude v budoucnu narůstat.
- Navzdory výše uvedeným omezením, během rešerše bylo aplikováno hledisko reálné použitelnosti příslušné technologie: Vybírány byly ty, které jsou v určité podobě již skutečně používány v plnoprovozním měřítku, byť ne nezbytně pro odstraňování prioritních polutantů.
- Účelem této zprávy není detailní vysvětlování principů jednotlivých technologií, k tomu lépe poslouží specializované učebnice a příručky.
- U všech technologií platí, že jejich reálná použitelnost a dosažená účinnost závisí na celkovém spořádání procesu, což zahrnuje nejen širokou škálu technologických parametrů (např. teplota, tlak, pH, dávky a typ použitých chemikálií, použité materiály, množství dodané energie, ...), ale i charakter samotné odpadní vody (koncentrace polutantů, celkové složení, ...) či požadavky na kvalitu vody vyčištěné. Obecné konstatování, že určitá technologie je vhodná k odstranění dané skupiny polutantů, je třeba přijímat s vědomím, že reálné podmínky mohou přinášet řadu omezení.

- V rámci této rešerše také nebyla zvažována ekonomická stránka jednotlivých technologií. Principiální a technická použitelnost nemusí automaticky znamenat ekonomickou přijatelnost.

Tabulka 26: Technologie vhodné pro eliminaci vybraných prioritních nebezpečných látek.

Polutant	Technologie odstranění	Zdroj
bromované difenylethery	adsorpce fotokatalytická oxidace reduktivní debromace <i>biologická ČOV</i>	[47, 48] [47, 49] [47] [32], [50]
kadmium	srážení (elektro)koagulace iontová výměna adsorpce membránové procesy	[51], [52] [51], [52, 53] [51, 52] [51, 52] [51], [52], [54]
chloralkany, C10-13	přímá fotolýza fotokatalytická oxidace reduktivní dechlorace <i>biologická ČOV</i>	[55] [55] [55] [42], [56]
bis(2-ethylhexyl)ftalát (DEHP)	adsorpce oxidační procesy membránové procesy <i>biologická ČOV</i>	[36] [36] [36] [36], [57]
hexachlorbenzen	adsorpce oxidační procesy reduktivní dechlorace	[58], [59] [60], [61], [62] [59], [60]
hexachlorbutadien	adsorpce oxidační procesy reduktivní dechlorace	[58] [60], [62] [60]
rtuť	srážení adsorpce iontová výměna membránové procesy	[63], [64] [51], [63], [65] [51], [63] [51], [63], [65]
nonylfenoly	(elektro)koagulace adsorpce membránové procesy oxidační procesy	[66], [67] [66], [68], [69] [68], [69] [66], [68], [70]
pentachlorbenzen	adsorpce oxidační procesy	[58] [60]
polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)	koagulace adsorpce oxidační procesy membránové procesy	[71], [72] [71], [72], [73] [71], [72], [74] [30], [71], [72]

Bromované zpomalovače hoření (Brominated Flame Retardants BFRs)

Z této skupiny patří do kategorie prioritních nebezpečných látek bromované difenylethery (Polybrominated Diphenyl Ethers, PBDEs) a hexabromcyklododekany (Hexabromocyclododecanes, HBCDs). V literatuře je častěji zmiňováno odstraňování PBDEs než HBCDs [47] [50].

V současnosti je stále věnována pozornost možnostem odstranění na (převážně městských) biologických ČOV, společně s dalšími BFRs. Obecně byl pozorován vyšší úbytek PBDEs než HBCDs (účinnost odstranění i vyšší než 90 %, ovšem za cenu navázání významného podílu BFRs na aktivovaný kal (více než 60 %) [32][50].

Z fyzikálně chemických separačních procesů pak jednoznačně převažuje proces adsorpce s využitím sorbentů na bázi uhlíku [47], [48].

Z destruktivních procesů je pak v souvislosti s vodným prostředím zmiňována především fotokatalytická oxidace, nejčastěji s využitím TiO_2 jako katalyzátoru [60], [62].

Obdobně jako u některých jiných organohalogenů byla úspěšně otestována reduktivní dehalogenace (tedy debromace) pomocí železa v oxidačním stavu 0 [47].

Těžké kovy

Problematika výskytu a odstraňování Cd a Hg v odpadních vodách rozhodně není novým tématem a existuje řada osvědčených zavedených technologií. Nicméně i zde vývoj stále pokračuje.

Pro odstranění vyšších koncentrací kovů je již dlouhou dobu úspěšně používáno srážení: V případě kadmia lze jako srážedlo použít např. MgO , Na_2S či CO_3^{2-} [51, 52]. Pro rtuť se osvědčila činidla s organicky vázanou sírou [63], [64].

Vysoké účinnosti odstranění Cd (přes 90 %) lze dosáhnout i prostou koagulací, či její elektrochemickou modifikací [51, 52, 53].

Pro odstraňování nižších koncentrací, s důrazem na nízké zbytkové koncentrace je efektivní adsorpce - ať s použitím tradičního aktivního uhlí, polymerních sorbentů, sofistikovaných nanomateriálů, nebo naopak materiálů odpadního charakteru (popílek, čistírenské kaly, ...) [51, 52, 63, 64].

Osvědčenou technologií s vysokou účinností je také iontová výměna, zejména s využitím selektivních iontoměničů [51, 52, 63].

I do odstraňování těžkých kovů postupně pronikají membránové procesy, především tlakové: mikro-, ultra- a nanofiltrace a reverzní osmóza. Mikrofiltrace může být použita pouze v případě, že kovy se ve vodě vyskytují ve formě dostatečně velkých nerozpuštěných částic. Obdobně póry ultrafiltrace jsou větší než ionty Cd a Hg, nicméně přidavkem vhodných činidel (např. org. polymerů) lze vytvořit větší komplexy, které ultrafiltrační membrána zadrží [51, 52, 63, 64].

Chlorované látky

Z chlorovaných látek patří mezi prioritní nebezpečné látky chloralkany C10-13 (neboli chlorované parafíny s krátkým řetězcem - Short-Chain Chlorinated Paraffins, SCCPs), hexachlorbenzen (HCB), pentachlorbenzen (PeCB) a hexachlorbutadien (HCBD).

Výčet technologií, které byly úspěšně použity pro jejich eliminaci z vodného prostředí, je velice omezený. V podstatě se jedná o oxidaci či redukci, nebo adsorpci.

Určitou výjimku tvoří SCCPs, které jsou s vysokou účinností odstraňovány i na klasických mechanicko-biologických ČOV, nicméně převažujícím mechanismem je vazba na aktivovaný kal [42, [56]. Z fyzikálně chemických procesů jsou pro jejich odstranění v literatuře zmiňovány přímá fotolýza, fotokatalytická oxidace (např. s použitím TiO_2) či reduktivní dehalogenace prostřednictvím elementárního železa [55].

U zbývajících organohalogenů HCB, PeCB, HCBD pak byly úspěšně otestovány adsorpce (silně závislá na podmínkách procesu a typu sorbentu) [58], [59] a oxidační procesy [60-62]. Kromě ozonu [60] a fotokatalýzy [61] se jako slibné jeví další tzv. pokročilé oxidační procesy (Advanced Oxidation Processes, AOPs) spojované především s oxidací HCB [62].

U HCB a HCBD byla aplikována také reduktivní dehalogenace pomocí železa v oxidačním stavu 0 [59, 60].

Bis(2-ethylhexyl)ftalát (DEHP)

Účinnost odstranění této sloučeniny se na biologických aktivačních ČOV pohybuje v desítkách procent, přičemž významný podíl je zachycen v aktivovaném kalu. Konkrétní hodnoty silně závisí na parametrech aktivačního procesu [36,57].

Pro dosažení vyšších účinností byly otestovány takové procesy jako adsorpce, oxidace nebo membránové separace. Jako nejúčinnější se jeví membránové procesy (ultrafiltrace, nanofiltrace, reverzní osmóza) [36].

Nonylfenoly

Odstraňování nonylfenolů je obvykle řešeno v rámci širší skupiny alkylfenolů a alkylfenol ethoxylátů, především nonylfenol ethoxylátů, které bývají prekursori nonylfenolů [66-68].

Vysoké účinnosti odstranění nonylfenolů (podle podmínek procesu i přes 90 %) je možné docílit i klasickou koagulací [64] nebo elektrokoagulací [68].

Dalším účinným procesem je adsorpce, především za použití aktivního uhlí, přičemž jeho aplikaci lze také kombinovat s biologickým rozkladem či oxidací, např. ozonem [67, 68].

Právě oxidační procesy ze skupiny AOPs (fotokatalytická oxidace, Fentonova reakce, ozonizace a další) jsou schopné nonylfenoly odstranit [66, 68, 70]. Nejčastěji zmiňovaným oxidačním činidlem je ozon, protože je schopen atakovat aromatické jádro nonylfenolu.

Poslední skupinou procesů jsou membránové separace. Vzhledem k molekulové hmotnosti nonylfenolů v úvahu přicházejí v úvahu především nanofiltrace a reverzní osmóza. Membránovou technologii lze také kombinovat s biologickým rozkladem v membránovém bioreaktoru (MBR) [68, 69].

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)

Problematika PAU (včetně anthracenu, naftalenu a dalších) v odpadních vodách opět patří mezi dlouhodobě studovaná témata. Tomu odpovídá i větší nabídka ověřených technologií. Protože PAU jsou skupina poměrně různorodých chemických individuí, efektivita jednoho procesu se pro jednotlivé PAU může různit.

Významný podíl PAU lze z odpadních vod odstranit pomocí koagulace, přičemž účinnost, pohybující se v širokém rozmezí od cca 20 do > 90 %, závisí nejen na podmínkách procesu, charakteru odpadní vody, ale i typu PAU [71, 72].

Vysoce účinnou technologií je adsorpce nabízející širokou škálu sorbentů (od aktivních uhlí přes biochar, chitosan po uhlíkové nanomateriály a další). Při vhodném nastavení procesu lze dosáhnout účinností blížících se 100 %. V případě adsorpce je důležitým parametrem také kapacita sorbentů, která se pro PAU může v ideálním případě pohybovat ve stovkách mg/g [71, 72, 73].

Také AOPs nejrozličnějšího typu (UV/TiO₂, O₃, O₃/UV, Fentonova reakce a její modifikace, ...) vedou k destrukci PAU s účinnostmi v desítkách procent až po více jak 95 % [71, 72, 74].

Tlakové membránové procesy jsou další alternativou pro odstranění PAU. V případě mikrofiltrace lze počítat pouze s odstraněním PAU vázaných na nerozpuštěné látky [71], nicméně u ultrafiltrace účinnost separace přesahuje 50 % a u nanofiltrace dále roste až k > 95 % [30, 71, 72]. Zajímavým faktem je, že přestože u reverzní osmózy jsou uváděny i vysoké účinnosti > 95 %, informace o relativně nízkých účinnostech v nižších desítkách procent nejsou výjimkou [71,72].

Závěry rešerše

Výsledky rešerše lze shrnout do konstatování, že pokud jde o odstraňování prioritních nebezpečných látek organického charakteru, a je požadována vysoká účinnost (respektive nízké zbytkové koncentrace), v literatuře jednoznačně převažují technologie založené na adsorpci, oxidaci a membránových separacích. V případě anorganických polutantů (v podstatě tedy sloučenin kadmia a rtuti) pak jde o adsorpci, iontovou výměnu a opět membránové separace. V některých případech jsou za účinné označovány i koagulace a elektrokoagulace, u kterých lze jejich efekt přičíst kombinaci zachytu znečištění v nerozpuštěné/koloidní formě a adsorpci rozpuštěné formy na vzniklý kal. V případě elektrokoagulace mohou určitou roli hrát i elektrochemické děje na elektrodách.

Je třeba si uvědomit, že uvedené technologie vždy budou vyžadovat kombinaci s dalšími procesy: U oxidačních procesů lze očekávat nutnost odstranit oxidační produkty. Obdobně reduktivní dehalogenace, použitelná pro některé bromované či chlorované polutanty, nevede k úplné destrukci organického znečištění. V případě nezávadnosti těchto produktů z hlediska toxicity a/nebo rozložitelnosti je vhodnou možností právě dočištění na městské ČOV. Ostatní zmiňované technologie jsou založeny na separačních procesech, což znamená nutnost nakládání se vzniklým odpadem/odpadním proudem (vyčerpaný adsorbent, kal po koagulaci, regenerační roztok z ionexu, koncentrátový proud z membránové separace).

Tyto technologie nejsou striktně selektivní, což znamená, že kromě cílových polutantů budou ovlivňovat i koncentrace dalších látek v čištěné odpadní vodě. A naopak, výskyt necílových látek bude ovlivňovat účinnost jednotlivých procesů, spotřebu chemikálií a energií, produkci odpadů apod. Z toho vyplývá skutečnost, že předčištění je většinou naprostá nezbytnost.

A jak bylo uvedeno již dříve, efektivita všech procesů vždy závisí na konkrétních podmínkách.

3.3. Výsledky šetření o používaných technikách a technologiích předčištění průmyslových OV v ČR u jednotlivých podniků

Výsledky screeningu

V této části kapitoly jsou shromážděny informace, které byly získány prověřením oslovených provozoven při pracích na odběrech vzorků technologických odpadních vod (v rámci dílčího cíle 4.2). Informace byly poskytnuty především od podnikových vodohospodářů nebo ekologů a vlastní

prohlídkou provozoven a uvádí aktuálně používané technologie k předčištění průmyslových odpadních vod před jejich vypuštěním do veřejné kanalizace (jedná se tedy o provozovny s nepřímým vypouštěním).

Přehledný souhrn prověřovaných provozoven se zařazením pod IPPC i s konkrétními technologiemi pro předúpravu průmyslových odpadních vod je uveden v následující tabulce (Tabulka 27).

Tabulka 27: Technologie používané k odstraňování polutantů - výsledky screeningu

Zařazení podniku dle IPPC (číslo)	Zařazení podniku dle IPPC (popis)	Počet uvedených podniků spadajících pod dané IPPC	Hl. předmět nebo proces výroby	Technologie používané k předčištění průmyslových odpadních vod před jejich vypuštěním do veřejné kanalizace
1.1.	Spalování paliv v zařízeních o celkovém jmenovitém tepelném příkonu 50 MW nebo více	3	Teplárny	Průmyslové odpadní vody jsou vypouštěny bez úpravy. V jedné provozovně se vyskytuje neutralizační stanice.
1.3.	Výroba koksu	2	Výroba koksu	Průmyslové odpadní vody jsou vedeny do areálové biologické ČOV nebo bez úpravy rovnou do veřejné kanalizace.
2.	Výroba a zpracování kovů	1	Mořírna	Neutralizační stanice (vápenné mléko, flokulant a následná sedimentace)
2.2.	Výroba surového železa nebo oceli z prvotních nebo druhotných surovin, včetně kontinuálního lití, o kapacitě větší než 2,5 t za hodinu.	1	Výroba litiny	Nevznikají průmyslové OV (voda v uzavřených chladicích okruzích)

Zařazení podniku dle IPPC (číslo)	Zařazení podniku dle IPPC (popis)	Počet uvedených podniků spadajících pod dané IPPC	HI. předmět nebo proces výroby	Technologie používané k předčištění průmyslových odpadních vod před jejich vypuštěním do veřejné kanalizace
2.3.a)	Zpracování železných kovů; provoz válcoven za tepla o kapacitě větší než 20 t surové oceli za hodinu	1	Válcovna	Sedimentace části technologických (chladicích) vod. Kal je likvidován jako nebezpečný odpad a voda je recirkulována. Menší část technologické vody je vypouštěna bez úpravy do veřejné kanalizace.
2.4.	Provoz sléváren železných kovů o výrobní kapacitě větší než 20 t denně.	2	Slévárny železných kovů	Nevznikají průmyslové OV (voda v uzavřených chladicích okruzích). V jedné provozovně je menší část technologické vody shromažďována a srážena síranem železitým a vápnem na předepsané pH.
2.5.b)	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.	5	Tavení hliníku Výroba hliníkových odlitků Slévárna pro automobilový průmysl	Různé přístupy dle provozovny – neutralizační stanice, někde průmyslové OV nevznikají (uzavřené chladicí okruhy), zadržování v jímce a likvidace externí firmou, odparka, koagulace, sedimentace, filtrace přes písek
2.6.	Povrchová úprava kovů nebo plastických hmot s použitím elektrolytických nebo chemických postupů, je-li obsah lázně větší než 30 m ³	10	Povrchová předúprava a úprava kovových dílů (lakování) Galvanické pokovování	Neutralizační stanice (srážení vápnem), flokulace, koagulace, usazovací nádrže, písková filtrace, aktivní uhlí, ionexy, v menší míře se využívá i vakuová odparka

Zařazení podniku dle IPPC (číslo)	Zařazení podniku dle IPPC (popis)	Počet uvedených podniků spadajících pod dané IPPC	HL. předmět nebo proces výroby	Technologie používané k předčištění průmyslových odpadních vod před jejich vypuštěním do veřejné kanalizace
3.3.	Výroba skla, včetně skleněných vláken, o kapacitě tavení větší než 20 t za den	3	Výroba skla – skleněných vláken, plochého skla a skleněných izolačních materiálů	Vyrovňovací nádrž a sedimentace Neutralizační stanice Vypouštěny bez úprav
4.1.a)	Výroba organických chemických látek, jako jsou jednoduché uhlovodíky lineární nebo cyklické, nasycené nebo nenasycené, alifatické nebo aromatické	1	Výroba uhlovodíků (butadien, ethylbenzen, styren)	Neutralizace, stripování, separace NL
4.1.h)	Výroba organických chemických látek, jako jsou polymery určené jako suroviny k dalšímu zpracování, syntetická vlákna a vlákna na bázi celulózy	2	Výroba kaučuku, polystyrenu Výroba komponentů interiérových o vybavení (např. koberce)	Největší část vody je potřeba na chlazení (uzavřený chladicí okruh), separace NL Neutralizace, stripování, separace NL
4.6.	Výroba výbušnin	1	Výroba výbušnin	Neutralizační stanice, filtrace, odparka
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	1	Energetické využití odpadu	Nevznikají technologické odpadní vody
6.2.	Předúprava, operace jako praní, bělení, mercerace nebo barvení textilních vláken či textilií při kapacitě zpracování větší než 10t za den	1	Výroba tkanin a jejich úprava	Mechanická ČOV

Zařazení podniku dle IPPC (číslo)	Zařazení podniku dle IPPC (popis)	Počet uvedených podniků spadajících pod dané IPPC	Hl. předmět nebo proces výroby	Technologie používané k předčištění průmyslových odpadních vod před jejich vypuštěním do veřejné kanalizace
6.4.b)	Potravinářské a zpracovatelské zařízení; úprava a zpracování, jiné než výlučně balení, následujících surovin, a to bez ohledu na to, zda dříve byly nebo nebyly zpracovány, za účelem výroby potravin nebo krmiv	1	Výroba piva	Neutralizační stanice
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	2	Lakovna karoserií Výroba obalů, zušlechťování folií	Odparka, koagulace, sedimentace, filtrace přes písek Neutralizační stanice, čiření a usazování

Energetika

V ověřovaných provozovnách spadajících podle IPPC pod kategorii Energetika jsou dvě provozovny zabývající se výrobou koksu a čtyři teplárny. Provozovny většinou odpadní vody neupravují a rovnou je vypouštějí do veřejné kanalizace. Jedna provozovna k úpravě odpadních vod využívá neutralizační stanici a jedna provozovna vypouští odpadní vodu nejdříve do areálové biologické ČOV.

Výroba a zpracování kovů

Dle IPPC spadá pod Výrobu a zpracování kovů celkem 19 provozoven, které byly v rámci projektu prověřovány a jedná se tak o nejobsáhlejší skupinu. Provozovny využívají různé přístupy k využití vody v technologickém procesu. Tři provozovny využívají k předúpravě neutralizační stanici. Zde je využíván obvyklý postup – tedy použití vápenného mléka, flokulace, koagulace a sedimentace. Vyskytuje se i srážení technologických vod síranem železitým. Zaolejované a emulzní vody lze řešit separací těchto vod a likvidací externí firmou. U třech provozoven nevznikají průmyslové odpadní vody, protože je voda v procesu výroby využívána pouze jako chladicí voda ve zcela uzavřených okruzích. Jedna provozovna

využívá sedimentaci k předúpravě chladicích vod a zbytek vypouští bez úpravy. Jedna provozovna využívá odparku na zaolejované vody a dále technologickou vodu upravuje koagulací, sedimentací a filtrací přes písek. Tato vícestupňová úprava vody jim umožňuje vodu částečně využívat zpět v procesu výroby.

Nejpočetnější skupina provozoven spadající pod výrobu a zpracování kovů (2.6) často využívá neutralizační stanice, kde se k vysrážení kovů a úpravě pH nejvíce používá vápno (vápenné mléko) a kontinuálně se kontroluje pH. Za tímto krokem se používají usazovací nádrže a mnohdy i filtrace přes pískové filtry (někdy také aktivní uhlí) a kolony s ionexy pro ještě vyšší míru odstranění zbytkových kovů v odpadní vodě.

Výroba skla

Ve třech provozovnách na výrobu skla (3.3) jsou rozdílné přístupy k úpravě technologických vod před jejich vypouštěním do veřejné kanalizace. V jednom podniku jsou veškeré odpadní vody vypouštěny do veřejné kanalizace napojené na MěČOV. Ve druhém podniku mají neutralizační stanici, ve které používají vápenné mléko a následnou flokulaci s koagulací. Třetí provozovna využívá před vypouštěním technologické odpadní vody vyrovnávací nádrže se sedimentací.

Chemický průmysl

I v chemickém průmyslu se pro úpravu technologických odpadních vod běžně používá neutralizační stanice (vápenné mléko a flokulace). Při výrobě organických chemikálií je největší spotřeba vody využívána pro chlazení – zde jsou velkou výhodou uzavřené chladicí okruhy. Jeden subjekt využívá i odparku a zahuštěný koncentrát odváží k likvidaci pověřená osoba.

Nakládání s odpady

Pod zařazení Nakládání s odpady spadá jedna provozovna zabývající se Energetickým využíváním odpadu. V této provozovně nevznikají průmyslové odpadní vody, protože se voda používá pouze pro chlazení škváry a voda je jen postupně doplňována.

Textilní průmysl

Informace o předúpravě průmyslových odpadních vod jsou pouze z jedné provozovny zabývající se výrobou tkanin a jejich předúpravou. Provozovna má vlastní mechanickou ČOV, ve které dochází k ochlazování průmyslové odpadní vody, separaci hrubých nečistot, aeraci a sedimentaci.

Potravinářský průmysl

Potravinářský průmysl je zde reprezentován jedním pivovarem. Provozovna k předčištění svých technologických vod využívá neutralizační stanici, která je součástí vnitřní kanalizace a slouží k úpravě pH odpadní vody před jejím vypouštěním do veřejné kanalizace. Jinou předúpravu technologické odpadní vody neprovádějí.

Povrchová úprava látek, předmětů nebo výrobků používající organická rozpouštědla

Pod povrchovou úpravu látek používající organická rozpouštědla spadají dle IPPC dvě zařízení - jedno na lakování karoserií a druhé na výrobu obalů a zušlechťování folií. První provozovna využívá k předúpravě technologických vod odparku (na zaolejované vody) a dále také koagulaci, sedimentaci

a filtraci přes písek. Takto upravenou vodu je provozovna schopna částečně opětovně využívat. Druhá provozovna využívá vlastní průmyslovou ČOV, kde dochází k neutralizaci, aeraci a sedimentaci nerozpuštěných látek. Vody jsou v provozovně z 50 % recirkulovány a využívány pro chlazení.

Závěrem lze konstatovat, že i provozovny spadající pod stejnou kategorii IPPC a zabývající se tedy obdobnou výrobou nebo výrobními procesy se mohou velmi lišit v použité technologii k předúpravě průmyslových odpadních vod. Do jisté míry jsou rozdíly dány velikostí provozovny a také tím, jestli chtějí vodu využít zpět v provozu (poté volí účinnější způsoby úpravy a více kroků). Menším provozovnám se například může vyplatit vodu neupravovat, ale dle potřeby ji nechat odvézt externí firmou (nejvíce znečištěné proudy vod). Účinnost úpravy vody také závisí na limitech stanovených v kanalizačních řádech nebo v integrovaném povolení. Zejména velké podniky mohou brát lepší účinnost předúpravy vody jako součást podnikového environmentálně odpovědného přístupu.

Některé technologie k předúpravě technologických odpadních vod se dle našich zjištění napříč průmyslovými odvětvími objevují častěji než jiné. Ve vybraných provozovnách na území ČR se nejčastěji objevuje použití neutralizační stanice. Často využívaným technologickým řešením jsou i usazovací nádrže k sedimentaci nerozpuštěných látek. Část technologických vod je také vypouštěna bez úpravy – buď vybrané málo zatížené proudy, nebo veškerá odpadní voda. Mezi další často se vyskytující technologická řešení patří vakuová odparka, flokulace/ koagulace, filtrace (nejčastěji pískové filtry) a využití kolon s ionexem.

Lze ještě dodat, že v oslovených provozovnách se také často využívají odlučovače ropných látek pro dešťovou vodu před jejím vypouštěním do recipientu nebo veřejné kanalizace – jelikož se nejedná o technologickou vodu, ale většinou o znečištěnou dešťovou vodu z parkovacích ploch, v tabulce ani textu není tato problematika blíže rozebírána.

Vybrané výsledky z dotazníků

V této části kapitoly budou představeny dílčí výsledky shromážděné z dotazníkového šetření. Konkrétně výsledky dotazování, které se týkaly zejména nakládání s odebranou vodou, zda jednotlivé podniky vodu před jejím použitím upravují a jaké techniky úpravy používají. Dále, v této části dotazníku otázky směřovaly na snižování emisí do odpadních vod v kontextu používání BAT (Best Available Techniques) a zda má podnik vlastní čistírnu odpadních vod, nebo zdali v budoucnu podniky plánují investici do čištění OV. Celkem bylo analyzováno 36 odpovědí z 334 rozeslaných dotazníků.

Tabulka 28: Technologie používané k odstraňování polutantů - výsledky z dotazníků

CZ-NACE	Hl. předmět nebo proces výroby	Technologie pro úpravu odebrané vody	Vlastní ČOV	Technologické procesy používané na vlastní ČOV	Snižování emisí do vody s využitím BAT
10	Živočišná moučka a tuk.		Nemáme ČOV, vypouštíme průmyslovou OV bez úpravy přímo do veřejné kanalizace.		Žádnou z těchto uvedených ani jiných BAT nepoužíváme.
10	Potravinářské výrobky.	Filtrace, Reverzní, osmóza.	Ano, máme vlastní ČOV na průmyslové OV. Voda z ní je dále odváděna do veřejné kanalizace.	Filtrace, Odstředování, Balanční tank, Flotace.	Využití vyrovnávacích nádrží před vypuštěním OV do ČOV, Vlastní mechanicko-biologická čistírna odpadních vod, Separační techniky (filtrace, membránová separace).
11	Pivo.	Provzdušnění, Písková filtrace,	Nemáme ČOV, ale průmyslovou OV před vypouštěním upravujeme (např. neutralizace, odlučovač ropných látek).		Automatické dávkování látek, Využití vyrovnávacích nádrží před vypuštěním OV do ČOV.
11	Pivo a nealkoholické nápoje.	Provzdušnění, Koagulace, Písková filtrace, Reverzní osmóza, Změkčování na katexových filtrech, Termické a membránové odplynění, Hygienické zabezpečení UV lampou, Dávkování chlornanu nebo chlordioxidu.	Nemáme ČOV, ale průmyslovou OV před vypouštěním upravujeme (např. neutralizace, odlučovač ropných látek).		Separace vody do více proudů, Automatické dávkování látek, Náhrada toxických nebo špatně rozložitelných látek méně škodlivými látkami, Využití vyrovnávacích nádrží před vypuštěním OV do ČOV, Separační techniky (filtrace, membránová separace), Iontová výměna.
13	Polyesterová podšívkovina, Polyamidová airbagová tkanina.	Reverzní osmóza, Změkčování vody v iontoměnících.	Ano, máme vlastní ČOV na průmyslové OV. Voda z ní je dále odváděna do veřejné kanalizace.	Koagulace, Flokulace, Flotace.	Náhrada toxických nebo špatně rozložitelných látek méně škodlivými látkami.

CZ-NACE	Hl. předmět nebo proces výroby	Technologie pro úpravu odebrané vody	Vlastní ČOV	Technologické procesy používané na vlastní ČOV	Snižování emisí do vody s využitím BAT
13	Textilie, Ofsetové desky, Netkaná textilie.	Filtrace, Změkčování vody, Reverzní osmóza.	Ano, máme vlastní ČOV na průmyslové OV. Voda z ní je dále odváděna do veřejné kanalizace.	Koagulace, Flotace, Separace, Filtrace.	Automatické dávkování látek, Náhrada toxických nebo špatně rozložitelných látek méně škodlivými látkami, Využití vyrovnávacích nádrží před vypuštěním OV do ČOV.
17	Papír, sulfátová bělená sušená buničina.	Chemická úprava vody (pro výrobu bělené buničiny a papíru a pro výrobu kotelní vody).	Ano, máme vlastní ČOV na průmyslové OV. Voda z ní je odváděna rovnou do vodního toku nebo nádrže (recipientu).	Mechanicko-biologická ČOV.	Automatické dávkování látek, Náhrada toxických nebo špatně rozložitelných látek méně škodlivými látkami, Využití vyrovnávacích nádrží před vypuštěním OV do ČOV, Vlastní mechanicko-biologická čistírna odpadních vod.
19	Paliva a pohonné hmoty, Suroviny pro chemický průmysl.		Ano, máme vlastní ČOV na průmyslové OV. Voda z ní je odváděna rovnou do vodního toku nebo nádrže (recipientu).	Mechanický stupeň: Česle, lapák písku, API odlučovače, Chemický stupeň: Koagulace, Biologický stupeň: Odstranění organického znečištění a dusíku.	Separace vody do více proudů, Automatické dávkování látek, Náhrada toxických látek nebo špatně rozložitelných látek při výrobě méně škodlivými látkami, Využití vyrovnávacích nádrží před vypuštěním OV do ČOV, Vlastní mechanicko-biologická čistírna odpadních vod, Úprava OV některou ze separačních technik (filtrace, membránová separace).

CZ-NACE	Hl. předmět nebo proces výroby	Technologie pro úpravu odebrané vody	Vlastní ČOV	Technologické procesy používané na vlastní ČOV	Snižování emisí do vody s využitím BAT
20	Roznětné systémy – Rozbušky.		Ano, máme vlastní ČOV na průmyslové OV. Voda z ní je dále odváděna do veřejné kanalizace.		Úprava OV některou ze separačních technik (filtrace, membránová separace).
20	CHLaS: Především LER a SER, NaOH/KOH, modifikované pryskyřice a alkydové pryskyřice.	Filtrace (písková), Rev. osmóza (úprava deiovody).	Ano, máme vlastní ČOV na průmyslové OV. Voda z ní je dále odváděna do veřejné kanalizace.	Biologická, Aerobní.	Separace vody do více proudů (tyto vody lze poté efektivněji upravovat či využívat), Automatické dávkování látek, Náhrada toxických látek nebo špatně rozložitelných látek při výrobě méně škodlivými látkami, Využití vyrovnávacích nádrží před vypouštěním OV do čistírny odpadních vod, Vlastní mechanicko-biologická čistírna odpadních vod, Adsorpce na aktivní uhlí, Iontová výměna.
20	Ethylbenzen, Styren, Polystyreny, Syntetické kaučuky.	Filtrace, Změkčování, Demineralizace .	Máme vlastní ČOV na průmyslové vody a voda je odváděna na městskou ČOV Kralupy nad Vltavou, nikoliv do veřejné kanalizace.	Koagulace, Neutralizace, Sedimentace.	Automatické dávkování látek, Využití vyrovnávacích nádrží před vypouštěním OV do čistírny odpadních vod.
20	Výbušniny, Trhavy.	20% filtrace a změkčování vody pro výrobu pentritu a hexogenu, 80% bez úpravy.	Nemáme ČOV, vypouštíme průmyslovou OV bez úpravy přímo do veřejné kanalizace.		Automatické dávkování látek.

CZ-NACE	Hl. předmět nebo proces výroby	Technologie pro úpravu odebrané vody	Vlastní ČOV	Technologické procesy používané na vlastní ČOV	Snižování emisí do vody s využitím BAT
20	Kyanidová chemie.	Ultrafiltrace, Reversní osmóza.	Ano, máme vlastní ČOV na průmyslové OV. Voda z ní je odváděna rovnou do vodního toku nebo nádrže (recipientu).	Chemické, Chemicko-biologické, Biologické.	Automatické dávkování látek, Využití vyrovnávacích nádrží před vypouštěním OV do čistírny odpadních vod, Vlastní mechanicko-biologická čistírna odpadních vod.
20	Pohonné hmoty, Petrochemické výrobky, Polymery.	Filtrace, Chemická úprava (chlorace apod.).	Ano, máme vlastní ČOV na průmyslové OV. Voda z ní je odváděna rovnou do vodního toku nebo nádrže (recipientu).	Předčištění OV (odolejování), Biologické čištění OV.	Separace vody do více proudů (tyto vody lze poté efektivněji upravovat či využívat), Automatické dávkování látek, Náhrada toxických nebo špatně rozložitelných látek méně škodlivými látkami, Využití vyrovnávacích nádrží před vypouštěním OV do čistírny odpadních vod, Vlastní mechanicko-biologická čistírna odpadních vod.
21	Výroba aktivních farmaceutických přísad (API).	Pro výrobu a čištění výrobního zařízení se upravuje voda pomocí reverzní osmózy.	Ano, máme vlastní ČOV na průmyslové OV. Voda z ní je dále odváděna do veřejné kanalizace.	Mechanicko-chemicko (neutralizace) - biologická (systém R-D-N)	Separace vody do více proudů (tyto vody lze poté efektivněji upravovat či využívat), Vlastní mechanicko-biologická čistírna odpadních vod.

CZ-NACE	Hl. předmět nebo proces výroby	Technologie pro úpravu odebrané vody	Vlastní ČOV	Technologické procesy používané na vlastní ČOV	Snižování emisí do vody s využitím BAT
21	Léčivé látky a léčivé přípravky.	Reverzní osmóza.	Ano, máme vlastní ČOV na průmyslové OV, voda z ní je dále odváděna do veřejné kanalizace.	Hrubé předčištění, IC reaktor.	Separace vody do více proudů (tyto vody lze poté efektivněji upravovat či využívat), Automatické dávkování látek, Využití vyrovnávacích nádrží před vypouštěním OV do čistírny odpadních vod, Vlastní mechanicko-biologická čistírna odpadních vod, Úprava OV některou ze separačních technik (filtrace, membránová separace).
21	Aktivní farmaceutické substance (API).	Reverzní osmóza (úprava vody do výroby), Filtrace (aktivní uhlí).	Ano, máme vlastní ČOV na průmyslové OV, voda z ní je dále odváděna do veřejné kanalizace.	Mechanické , Chemické (neutralizace), Biologické (nitrifikace, denitrifikace).	Separace vody do více proudů (tyto vody lze poté efektivněji upravovat či využívat), Využití vyrovnávacích nádrží před vypouštěním OV do čistírny odpadních vod, Vlastní mechanicko-biologická čistírna odpadních vod.
23	Sklo.	Povrchová voda: Písková filtrace, Dezinfekce, pitná voda: Reverzní osmóza.	Nemáme ČOV, vypouštíme průmyslovou odpadní vodu bez úpravy přímo do veřejné kanalizace.		Žádnou z těchto uvedených ani jiných BAT nepoužíváme.

CZ-NACE	Hl. předmět nebo proces výroby	Technologie pro úpravu odebrané vody	Vlastní ČOV	Technologické procesy používané na vlastní ČOV	Snižování emisí do vody s využitím BAT
23	Sklo, Opracované sklo.	Filtrace.	Ano, máme vlastní ČOV na průmyslové OV, voda z ní je dále odváděna do veřejné kanalizace.	Neutralizace, Flokulace, Koagulace, Odvodnění kalu.	Automatické dávkování látek.
23	Lehké keramické kamenivo, Výrobky z betonu.		Ano, máme vlastní ČOV na průmyslové OV, voda z ní je odváděna rovnou do vodního toku nebo nádrže (recipientu).	Regulace pH kyselinou, příp. zásadou, Flokulace.	Žádnou z těchto uvedených ani jiných BAT nepoužíváme
24	Odlitky slitin hliníku, Plastové výlisky.	Filtrace.	Nemáme ČOV, ale průmyslovou OV před vypouštěním upravujeme (např. neutralizace, odlučovač ropných látek).		Úprava OV některou ze separačních technik (filtrace, membránová separace)
24	Odlitky.		Ano, máme vlastní ČOV na průmyslové OV, voda z ní je odváděna rovnou do vodního toku nebo nádrže (recipientu).	Vlastníme biologickou čistírnu odpadních vod, která se nachází mimo areál TŽ.	Vlastní mechanicko-biologická čistírna odpadních vod.
24	Výkovky, ingoty, Odlitky, Tvářecí stroje, Hydraulické lisy, Zařízení pro válcovny, Zařízení pro zpracování šrotu, Zařízení pro volné kování.	POVRCHOVÁ - Koagulace, Filtrace, Reverzní osmóza. PODZEMNÍ - Provozdušňování, Filtrace, Odželezování, Odmanganování, Dezinfekce.	Ano, máme vlastní ČOV na průmyslové OV, voda z ní je odváděna rovnou do vodního toku nebo nádrže (recipientu).	Koagulace, Sedimentace.	Náhrada toxických nebo špatně rozložitelných látek méně škodlivými látkami, Využití vyrovnávacích nádrží před vypouštěním OV do čistírny odpadních vod.
25	Spojovací materiál pro automobilový průmysl.	Katexové filtry.	Ano, máme vlastní ČOV na průmyslové OV, voda z ní je dále odváděna do veřejné kanalizace.	Srážení těžkých kovů, Sedimentace, Filtrace, Lisování, Neutralizace.	Nevím, jakou technologii mohu zařadit pod nejlepší dostupnou technologii (BAT).

CZ-NACE	Hl. předmět nebo proces výroby	Technologie pro úpravu odebrané vody	Vlastní ČOV	Technologické procesy používané na vlastní ČOV	Snižování emisí do vody s využitím BAT
25	Povrchová úprava ocelových dílů.	Procesní voda se upravuje vápnem, koagulací a iontovou výměnou.	Ano, máme vlastní ČOV na průmyslové OV, voda z ní je dále odváděna do veřejné kanalizace.	Srážení hydroxidem vápenatým, Koagulace, Sedimentace, Filtrace přes písek a aktivní uhlí, Iontová výměna.	Separace vody do více proudů (tyto vody lze poté efektivněji upravovat či využívat), Automatické dávkování látek, Úprava OV některou ze separačních technik (filtrace, membránová separace), Adsorpce na aktivní uhlí, Iontová výměna.
25	Povrchová úprava kovů - Galvanické zinkování.	Změkčování, Reverzní osmóza.	Ano, máme vlastní ČOV na průmyslové OV, voda z ní je dále odváděna do veřejné kanalizace.	Neutralizace, Vysrážení, Separace kalů, Úprava pH, Dočištění na ionexové stanici.	Automatické dávkování látek, Využití vyrovnávacích nádrží před vypouštěním OV do čistírny odpadních vod, Iontová výměna.
25	Povrchová úprava kovů, Galvanizace		Ano, máme vlastní ČOV na průmyslové OV, voda z ní je dále odváděna do veřejné kanalizace.	Neutralizace	Automatické dávkování látek, Náhrada toxických nebo špatně rozložitelných látek méně škodlivými látkami, Úprava OV některou ze separačních technik (filtrace, membránová separace), Adsorpce na aktivní uhlí.
28	Zemědělské stroje.	Příprava DEMI vody.	Ano, máme vlastní ČOV na průmyslové OV, voda z ní je dále odváděna do veřejné kanalizace.	Srážení kovů, Neutralizace, Filtrace.	Automatické dávkování látek, Úprava OV některou ze separačních technik (filtrace, membránová separace).

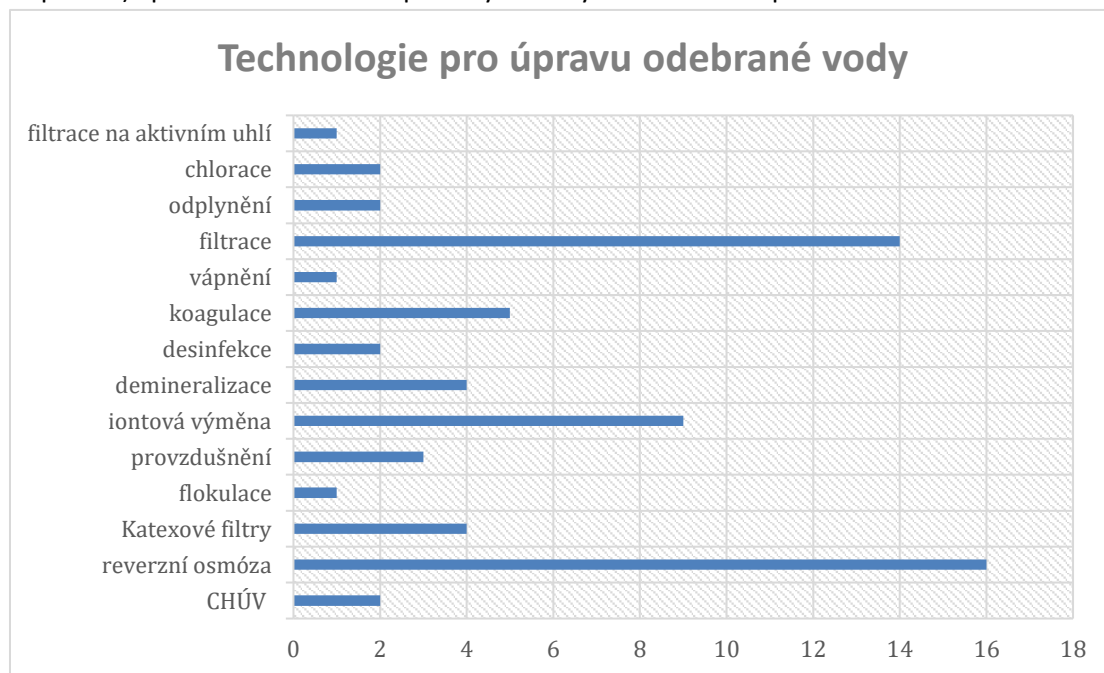
CZ-NACE	Hl. předmět nebo proces výroby	Technologie pro úpravu odebrané vody	Vlastní ČOV	Technologické procesy používané na vlastní ČOV	Snižování emisí do vody s využitím BAT
29	Osobní Automobil.	Reverzní osmóza.	Ano, máme vlastní ČOV na průmyslové OV. Voda z ní je dále odváděna na BČOV v areálu průmyslové zóny. Z BČOV je vedena do vodního toku (Labe).	Reakce chemickými činidly (H_2SO_4 , $Fe_2(SO_4)_3$, Koagulace (PAX), Sedimentace, Neutralizace (ředění s koncentrátem RO), Kalolis (zvýšení sušiny kalů).	Separace vody do více proudů (tyto vody lze poté efektivněji upravovat či využívat), Automatické dávkování látek, Náhrada toxických nebo špatně rozložitelných látek méně škodlivými látkami, Využití vyrovnávacích nádrží před vypouštěním OV do čistírny odpadních vod, Vlastní mechanicko-biologická čistírna odpadních vod, Úprava OV některou ze separačních technik (filtrace, membránová separace).
29	Autosedačky.		Nemáme ČOV, ale průmyslovou OV před vypouštěním upravujeme (např. neutralizace, odlučovač ropných látek).		Žádnou z těchto uvedených ani jiných BAT nepoužíváme
32	Povrchové úpravy galvanickým pokovením a práškovým lakováním	Demineral. na iontoměničích.	Ano, máme vlastní ČOV na průmyslové OV, voda z ní je dále odváděna do veřejné kanalizace.	Neutralizace, Sedimentace, Dočištění na ionexech a AU.	Automatické dávkování látek, Využití vyrovnávacích nádrží před vypouštěním OV do čistírny odpadních vod, Úprava OV některou ze separačních technik (filtrace, membránová separace), Adsorpce na aktivní uhlí, Iontová výměna.

CZ-NACE	Hl. předmět nebo proces výroby	Technologie pro úpravu odebrané vody	Vlastní ČOV	Technologické procesy používané na vlastní ČOV	Snižování emisí do vody s využitím BAT
35	Pára, Horká voda; Elektrická energie.	CHÚV: Demineralizační linka Babcock.	Status vodní bezodpadové technologie, vypouštíme jen splaškové vody.	Nemáme.	Žádnou z těchto uvedených ani jiných BAT nepoužíváme.
35	Teplo, Elektřina	Katexový změkčovač vody.	Nemáme ČOV, vypouštíme průmyslovou OV bez úpravy přímo do veřejné kanalizace.		Žádnou z těchto uvedených ani jiných BAT nepoužíváme.
35	El. Energie, plyn, stlačený vzduchu, pitná a technologická voda, Odvod OV v průmyslovém areálu.	Flokulace	Vlastní ČOV pro celý areál, vyčištěná voda odváděna do toku.	1x neutralizační stanice, 1x ultrafiltrační stanice v rámci průmyslového areálu/jiný provozovatel.	Vlastní mechanicko-biologická čistírna odpadních vod
35	Elektrická energie a teplo.	Koagulace, Filtrace, Reverzní osmóza, Demineralizace.	Ano, máme vlastní ČOV na průmyslové OV, voda z ní je odváděna rovnou do vodního toku nebo nádrže (recipientu).	Koagulace, Sedimentace.	Separace vody do více proudů (tyto vody lze poté efektivněji upravovat či využívat), Automatické dávkování látek, Náhrada toxických nebo špatně rozložitelných látek méně škodlivými látkami, Využití vyrovnávacích nádrží před vypouštěním OV do čistírny odpadních vod, Úprava OV některou ze separačních technik (filtrace, membránová separace).

CZ-NACE	Hl. předmět nebo proces výroby	Technologie pro úpravu odebrané vody	Vlastní ČOV	Technologické procesy používané na vlastní ČOV	Snižování emisí do vody s využitím BAT
35	Elektrická energie a teplo	Koagulace, Demineralizace (reverzní osmóza nebo iontoměniče), H-katexy a mixbedy před čerpáním do napájecích okruhů kotlů, Chladicí voda je jen mechanicky předčištěna, Upraveno pH a doplněny biocidy, pro CZT probíhá změkčování vody.	Ano, máme vlastní ČOV na průmyslové OV. Voda z ní je odváděna rovnou do vodního toku nebo nádrže (recipientu).	Charakter technolog. Procesu (výroba elektřiny a tepla prostřednictvím Rankin-Clausiova a Braytonova oběhu): Využíváme pouze mechanicko-chemickou ČOV s biologickým předčištěním splaškových vod z dozoren, které jsou do průmyslové kanalizace zavedeny.	Automatické dávkování látek, Využití vyrovnávacích nádrží před vypouštěním OV do čistírny odpadních vod, Vlastní mechanicko-biologická čistírna odpadních vod

Úprava odebrané vody před použitím

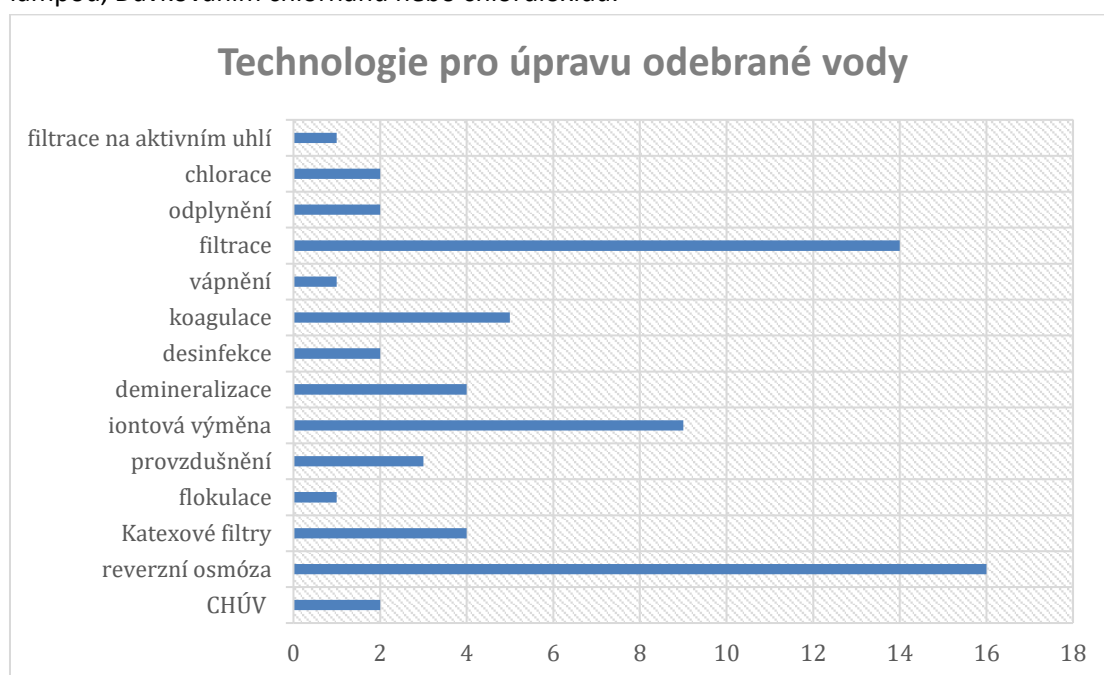
Z celkového počtu doručených odpovědí, 81 % využívá kombinaci různých technologií pro úpravu odebrané pitné, nebo povrchové vody, kdy je nejčastěji používanou metodou reverzní osmóza (16 odpovědí) společně s filtračními procesy a různými technikami pro změkčení a demineralizaci vody (



Obrázek 2).

V **energetickém průmyslu** se dle odpovědí nejčastěji využívají kombinace různých technik pro změkčení vody a její demineralizace, tzn. chemická úprava vody společně s mechanickými postupy filtrace a často i úpravou pH. V průmyslu **zpracování kovů** jsou často používané techniky pro úpravu odebírané vody zejména reverzní osmóza, demineralizace, koagulace, různé stupně filtrace a změkčování vody.

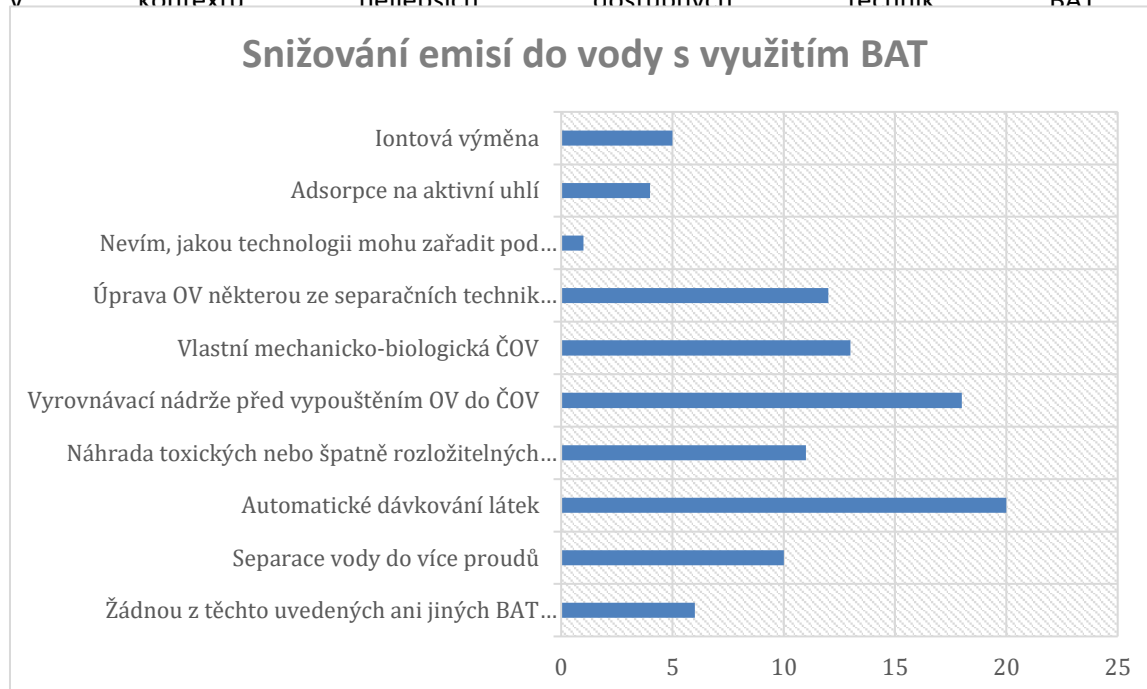
Zmíněné techniky jsou nicméně společné pro většinu odvětví zpracovatelského průmyslu. Vždy ovšem záleží na kvalitativních vlastnostech odebírané vody a k jakému výrobnímu procesu bude voda využita (např. zda se voda stane součástí produktu), ale také záleží na zaměření podniku. Kupříkladu **potravinářský průmysl** má vyšší požadavky na kvalitu použité vody a k jejím technikám úpravy vody (dle zaslaných odpovědí) patří zejména: Provozdušnění, Koagulace, Písková filtrace, Reverzní osmóza, Změkčování na katexových filtrech, Termické a membránové odplynění, Hygienické zabezpečení UV lampou, Dávkování chlornanu nebo chlordioxidu.



Obrázek 2: Technologie používané k úpravě odebrané vody

Snižování emisí do vody s využitím BAT

Jedna z otázek se také týkala aktuálně používaných technologií, které pomáhají snižovat emise do vod v kontextu nejlépeších dostupných technik BAT (

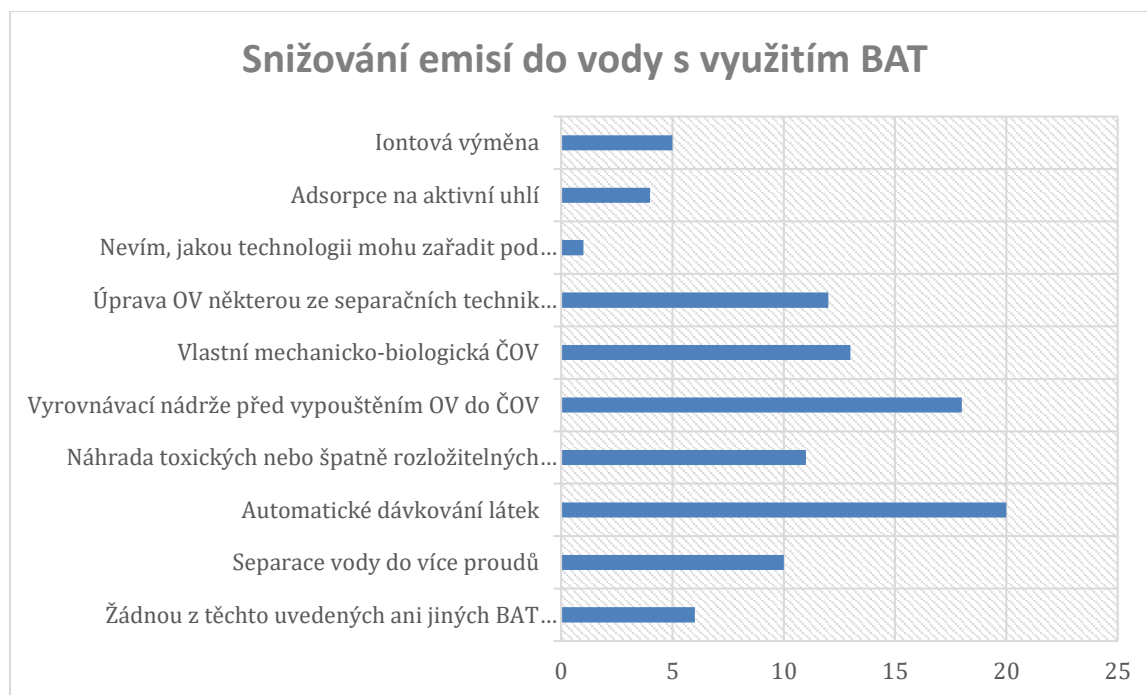


Obrázek 3). Poměrně často využívanou technikou jsou automatické dávkovače látek (tato technika byla zaznamenána 20x). Díky této technologii je kontrolované použití surovin a látek, které se mohou při výrobě dostat do vody. Automatické dávkování látek je hojně využíváno zejména v **chemickém** a **energetickém** průmyslu, ale také v **potravinářské** výrobě a **textilním** průmyslu.

Iontová výměna spočívá v odstranění nežádoucích nebo nebezpečných iontových složek odpadních vod a jejich nahrazení přijatelnějšími ionty z iontoměničové pryskyřice, kde jsou dočasně zadrženy a následně uvolněny do regenerační nebo zpětně proplachovací kapaliny. Technika je používána v **potravinářském** a **chemickém** průmyslu, a dále v průmyslu **zpracování kovů**.

V **papírenském** a **petrochemickém** průmyslu, ale také v **potravinářství** a **textilním** průmyslu je hojně využívána technologie Náhrady toxických a špatně rozložitelných látek méně škodlivými látkami. Tato technologie je považována za jednu z nejlepších dostupných technik umožňující zlepšit celkovou environmentální výkonnost přičemž tento systém zahrnuje politiku ke snížení spotřeby procesních chemických látek a rizik s nimi spojených.

Další metodou, která byla často zmiňovaná, je separace odpadní vody do více proudů. Tato technologie pomáhá efektivněji upravovat, nebo i znovu používat jednotlivé proudy vody. Z dotazníkového šetření vyplývá, že separace vody do více proudů je často využívána v **chemickém** průmyslu, **potravinářství** a průmyslu **zpracování kovů**.



Obrázek 3: Technologie používané ke snižování emisí ve vodě

Mnoho podniků kombinuje více technologií a častá je kombinace např. automatického dávkování látek s náhradou toxických, nebo špatně rozložitelných látek méně škodlivými látkami. Některé podniky dosud žádnou ze zmiňovaných BAT nepoužívají (6 odpovědí) a tady je třeba zmínit také výsledky z budoucích plánovaných investic do čištění odpadních vod. S výjimkou jednoho podniku, který se zabývá betonovými výrobky a keramickým kamenivem, podniky, které dosud žádnou z technik BAT nepoužívají, často ani neplánují podobnou investici v budoucnu realizovat, nebo nechali otázku nezodpovězenou. Ovšem, nutno podotknout, že některé firmy, dle odpovědí, neprodukují žádné průmyslové OV. Souhrn výsledků týkající se budoucích investic uvádí

Tabulka 29.

Tabulka 29: Výsledky týkající se budoucích investic na čištění OV (výsledky z dotazníků)

CZ-NACE	Hl. předmět nebo proces výroby	Budoucí investice do čištění odpadních vod
Podniky bez současného užití nejlepších dostupných technik (BAT)		
35	Pára, horká voda; elektrická energie.	Nerelevantní - neprodukujeme průmyslové odpadní vody
35	Teplo, elektřina.	Neplánujeme
23	Sklo.	V současné době neplánujeme.
23	Lehké keramické kamenivo a výrobky z betonu.	Zlepšení předsedimentace ČOV pro odpadní vody z výroby betonových výrobků. Součástí bude zvětšení sedimentační jímky a instalace separátoru kameniva.
29	Autosedačky.	NE
10	Živočišná moučka a tuk.	
Podniky v současné době využívající nejlepší dostupné techniky (BAT)		
20	CHLaS (především LER a SER, NaOH/KOH, modifikované pryskyřice a alkydové pryskyřice.	Pouze rozvahy, konkrétní investiční akce není v realizaci, aktuálně probíhá obnova stávající technologie BČOV.
11	Pivo.	Momentálně vyhodnocováno.
35	Dodávka el.energie, plynu, stlačeného vzduchu, pitné a technologické vody, odvádění odpadních vod v průmyslovém areálu.	NE.
28	Zemědělské stroje.	NE.
23	Sklo a opracované sklo.	NE.
32	Povrchové úpravy galvanickým pokovením a práškovým lakováním.	NE.
25	Povrchová úprava ocelových dílů.	Ano. V plánu je výstavba nové moderní a plně automatické neutralizační stanice pro likvidaci oplachových vod z procesu galvanického pokovení.
21	Výroba aktivních farmaceutických přísad (API).	Ano - Obnovovací investice do ČOV .

CZ-NACE	Hl. předmět nebo proces výroby	Budoucí investice do čištění odpadních vod
20	Ethylbenzen, Styren, Polystyreny, Syntetické kaučuky.	NE
24	Odlitky slitin hliníku, plastové výlisky.	NE
11	Pivo a nealkoholické nápoje.	NE, OV vypouštíme na městskou ČOV s dostatečnou kapacitou.
21	Léčivé látky a léčivé přípravky.	NE.
24	Odlitky.	Zatím ne.
20	Kyanidová chemie.	Výměna neutralizačních nádrží pro odpadní kyseliny - pozvolná neutralizace, snížení RAS v OV.
21	Aktivní farmaceutické substance (API).	Chemické odpadní vody - odstředivka chemického kalu (obnovovací investice), rekonstrukce aktivační nádrže, Výměna aerátorů, míchadla (biologická ČOV).
25	Povrchová úprava kovů, galvanizace.	Udržování chodu a trvalé modernizace, údržba na NS.
10	Potravinářské výrobky.	Rozšíření dnešního předčištění o další krok.
13	Textilie, ofsetové desky, Netkaná textilie.	Zpracování kalů z Čistírny průmyslových odpadních vod, recyklace.
20	Pohonné hmoty, petrochemické výrobky, polymery.	Zaolejované odpadní vody - výstavba nového odolejovače, Biologické kaly - plazmové zplyňování, Sulfidové louhy - mokrá oxidace.
17	Papír, sulfátová bělená sušená buničina.	Revitalizace stávající ČOV, zlepšení monitoringu a automatizace procesu.
19	Paliva a pohonné hmoty, suroviny pro chemický průmysl.	ČOV- prošla velkou rekonstrukcí aby byla v souladu s požadavky BAT, rekonstrukce ukončena v r. 2015 Aktuálně probíhá rekonstrukce zahušťovací nádrže kalů a jedné z vyrovnávacích nádrží. V následujících letech plánována rekonstrukce vzdouvací šachty před vstupem na ČOV.

4. ZÁVĚR

Ve výzkumné zprávě jsou shrnuty dosavadní výsledky řešení dílčího cíle 5.1 „Vyhodnocení současného stavu vypouštění průmyslových odpadních vod v kontextu využívání BAT u nepřímého vypouštění odpadních vod“.

Souhrnná výzkumná zpráva se ve své první části zabývá především získanými poznatky o emisích zejména prioritních a prioritních nebezpečných látek, které jsou produkovány v širokém spektru průmyslových činností. S využitím referenčních dokumentů BREF a vědeckých článků a studií, které jsou v textu citovány, bylo zjištěno, že mezi problematická odvětví, z hlediska výskytu prioritních látek, patří zejména textilní, papírenský, chemický a petrochemický průmysl. Tato odvětví jsou významnými producenty látek, jako je **anthracen**, **bromované difenylethery** a v případě chemického a textilního průmyslu, také **hexachlorbenzen**, **hexachlorbutadien**, **pentachlorbenzen**. Rovněž nelze opomenout potravinářský sektor a zejména pak výrobu vína, při níž jsou produkovány látky, jako jsou **nonylfenoly**, **hexachlorbutadien**, ale také **rtuť** a její sloučeniny. Dále kupříkladu železozpracovatelský průmysl obecně (výroba i zpracování železných i neželezných kovů) je producentem celé řady těžkých kovů, mj. např. **kadmium**, **rtuť** a jejich sloučeniny.

Pro srovnání zjištěných informací s aktuálním stavem v České republice byly využity výsledky screeningu a informace získané od provozovatelů vodovodů a kanalizací a od jednotlivých podniků.

V odpadních vodách z vytipovaných odvětví byly zjištěny zbytkové koncentrace **těžkých kovů**, polycyklických aromatických uhlovodíků (**PAU**), těkavých organických látek (**TOL**), halogenových organických sloučenin (**AOX**) a v potravinářském sektoru rovněž také **pesticidů**. Porovnání zjištěných koncentrací v odpadní vodě s výsledky publikovanými v literatuře není zcela jednoduché, neboť výsledky stanovovaných látek nejsou z hlediska jejich formy vždy totožné (v některých případech máme k dispozici výsledky stanovení jednotlivých látek, jinde pouze skupinová stanovení - TOL, PAU).

Druhá část zprávy je zaměřena na nejlepší dostupné technologie a možnosti odstraňování prioritních a prioritních nebezpečných látek. Podrobně byla analyzována dostupná literatura, která je opět v textu citována. Sebrané informace z referenčních dokumentů BREF jsou zde spíše brány obecně, jelikož referenční dokumenty nejsou primárně cíleny na techniky odstraňování zvláště nebezpečných látek.

Z výsledků rešerše odborné literatury plyne, že v případě, že při odstraňování prioritních nebezpečných látek organického charakteru je požadována vysoká účinnost jednoznačně převažují technologie založené na adsorpci, oxidaci a membránových separacích. V případě anorganických polutantů (v podstatě tedy sloučenin kadmia a rtuti) pak jde o adsorpci, iontovou výměnu a opět membránovou separaci. V některých případech jsou za účinné označovány i koagulace a elektrokoagulace, u kterých lze jejich efekt přičíst kombinaci zachytu znečištění v nerozpuštěné/koloidní formě a adsorpci rozpuštěné formy na vzniklý kal. V případě elektrokoagulace mohou určitou roli hrát i elektrochemické děje na elektrodách.

Uvedené technologie budou vždy vyžadovat kombinaci s dalšími procesy: U oxidačních procesů lze očekávat nutnost odstranit oxidační produkty. Obdobně reduktivní dehalogenace, použitelná pro některé bromované či chlorované polutanty, nevede k úplné destrukci organického znečištění. V případě nezávadnosti těchto produktů z hlediska toxicity a/nebo rozložitelnosti je vhodnou možností právě dočištění na městské ČOV. Ostatní zmiňované technologie jsou založeny na separačních procesech, což znamená nutnost nakládání se vzniklým odpadem/odpadním proudem (vyčerpaný adsorbent, kal po koagulaci, regenerační roztok z ionexu, koncentrátový proud z membránové separace).

Tyto technologie nejsou striktně selektivní, což znamená, že kromě cílových polutantů budou ovlivňovat i koncentrace dalších látek v čištěné odpadní vodě. A naopak, výskyt necílových látek bude ovlivňovat účinnost jednotlivých procesů, spotřebu chemikálií a energií, produkci odpadů apod. Z toho vyplývá skutečnost, že předčištění je většinou naprostá nezbytnost.

A jak bylo uvedeno již dříve, efektivita všech procesů vždy závisí na konkrétních podmínkách.

Získané poznatky budou do konce řešení projektu dále rozšiřovány, zvláště v oblasti:

- Znalostí o reálně používaných technologiích čištění odpadních vod v průmyslových podnicích v České republice (bude stále rozšiřován okruh oslovených podniků s cílem získat další informace).
- Vlivu vypouštění zvláště nebezpečných a prioritních nebezpečných látek na funkci čištění odpadních vod (v případě nepřímého vypouštění).
- Výskytu a způsobu odstraňování „nových“ látek zjištěných v rámci necílené analýzy, v této souvislosti bude i průběžně aktualizována stávající rešerše informací o těchto látkách a zvážena potřeba aktualizace probíhajícího screeningu u jednotlivých odvětví.
- Zjišťování postupů a technik na odstraňování „nových“ látek a legislativní řešení jejich omezování (normy, předpisy).

5. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech. 14. prosinec 2015
- [2] MIČANÍK, I.T., I.M. VÁŇA, I.A. KRISTOVÁ, I.F. SÝKORA, I.A. KÓLOVÁ, I.N. VERLÍKOVÁ, M.D. CHRASTINA, J. SVOBODOVÁ, I.L. SMETANOVÁ a I.O. TAUFER. VODNÍ SYSTÉMY A VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ V ČR V PODMÍNKÁCH ZMĚNY KLIMATU – DÍLČÍ CÍL 4.2. nedatováno.
- [3] YORK, U. of. Household aerosols now release more harmful smog chemicals than all UK vehicles [online]. [vid. 18. duben 2023]. Dostupné z: <https://phys.org/news/2021-04-household-aerosols-smog-chemicals-uk.html>
- [4] YEOMAN, A. a A. LEWIS. Global emissions of VOCs from compressed aerosol products. Elementa: Science of the Anthropocene [online]. 2021. ISSN 2325-1026. Dostupné z: doi:10.1525/elementa.2020.20.00177
- [5] Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách pro průmysl zpracování železných kovů. Institut pro perspektivní technologické studie (Sevilla): Evropská unie, 2000.
- [6] AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES & DISEASE REGISTRY. ToxFAQs: Chromium [online] [online]. B.m.: Centers for Disease Control and Prevention. únor 2001 [vid. 27. duben 2023]. Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20070714183936/http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts7.pdf>
- [7] CUSANO, G., M.R. GONZALO, F. FARRELL, R. REMUS, S. ROUDIER a L.D. SANCHO. Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách (BAT) pro hlavní odvětví neželezných kovů [online]. Lucembursko: Úřad pro publikace EU: Evropská unie, 2017. ISBN 978-92-79-69655-8. Dostupné z: doi: 10.2760/8224
- [8] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU ze dne 24. listopadu 2010 o průmyslových emisích (integrované prevence a omezování znečištění).pdf
- [9] SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic [online]. [vid. 31. květen 2023]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098>
- [10] SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2004/107/ES ze dne 15. prosince 2004 o obsahu arsenu, kadmia, rtuti, niklu a polycyklických aromatických uhlovodíků ve vnějším ovzduší [online]. [vid. 31. květen 2023]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004L0107>
- [11] SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky [online]. [vid. 31. květen 2023]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000L0060>
- [12] EUROPEAN COMMISSION. BREF pro kovářny a slévárny.pdf. B.m.: Pro Ministerstvo průmyslu a obchodu přeložil Svaz sléváren České republiky. květen 2005
- [13] REMUS, R., M.A. AGUADO-MONSONET a L.D. SANCHO. Referenční dokument nejlepších dostupných technik (BAT) pro výrobu železa a oceli [online]. Lucembursko: Úřad pro publikace EU: Evropská unie, 2013. ISBN 978-92-79-26476-4. Dostupné z: doi:10.2791/974

[14] Návrh referenčního dokumentu o nejlepších dostupných technologiích v průmyslu potravin, nápojů a mléka. Institut pro perspektivní technologické studie (Sevilla). B.m.: Evropská unie, 2006.

[15] Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách pro povrchové úpravy kovů a plastů s použitím elektrolytických nebo chemických postupů. Institut pro perspektivní technologické studie (Sevilla): Evropská unie, 2005.

[16] Návrh referenčního dokumentu o nejlepších dostupných technikách - Povrchová úprava používající organická rozpouštědla. Institut pro perspektivní technologické studie (Sevilla): Evropská unie, 2006.

[17] Referenční dokument BAT velkoobjemové organické chemikálie. Institut pro perspektivní technologické studie (Sevilla): Evropská unie, 2002.

[18] Dokument o nejlepších dostupných technikách ve výrobě speciálních organických chemikálií. Institut pro perspektivní technologické studie (Sevilla): Evropská unie, 2006.

[19] Dokument o nejlepších dostupných technikách ve výrobě speciálních anorganických chemikálií. Institut pro perspektivní technologické studie (Sevilla): Evropská unie, 2006.

[20] Návrh dokumentu o nejlepších dostupných technikách ve výrobě polymerů. Institut pro perspektivní technologické studie (Sevilla). B.m.: Evropská unie, 2006.

[21] SCALET, B.M., M. GARCIA MUNOZ, A. SISSA, S. ROUDIER a L. DELGADO SANCHO. Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách (BAT) ve sklářském průmyslu [online]. Institut pro perspektivní technologické studie: Evropská unie, 2012. ISBN 978-92-79-28285-0. Dostupné z: DOI: 10.2791/70161

[22] BAT Reference Document for the Textiles Industry - final draft. B.m.: EU. březen 2022

[23] Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách pro textilní průmysl. Institut pro perspektivní technologické studie (Sevilla): Evropská unie, nedatováno.

[24] Referenční dokument o nejlepších dostupných technologiích spalování odpadů. Institut pro perspektivní technologické studie (Seville): Evropská unie, 2005.

[25] LECOMTE, T., J.F.F. DE LA FUENTE, F. NEUWAHL, M. CANOVA, A. PINASSEAU, I. JANKOV, T. BRINKMANN, S. ROUDIER a L.D. SANCHO. BREF pro velká spalovací zařízení.pdf [online]. Lucembursko: Úřad pro publikace EU: Evropská unie, 2017. ISBN 978-92-79-74303-0. Dostupné z: doi: 10.2760/949

[26] SUHR, M. a G. KLEIN. Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách (BAT) pro výrobu buničiny, papíru a lepenky. nedatováno, s. 910.

[27] BRINKMANN, T., G.G. SANTONJA, F. SCHORCHT, S. ROUDIER a L.D. SANCHO. Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách (BAT) pro výrobu chloru a alkalických hydroxidů [online]. LU: Publications Office, 2014 [vid. 5. leden 2022]. ISBN 978-92-79-40945-5. Dostupné z: <https://data.europa.eu/doi/10.2791/13138>

[28] BARTHE, P., M. CHAUGNY a L.D. SANCHO. Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách (BAT) pro rafinaci minerálních olejů a plynů [online]. nedatováno, roč. 2015, s. 814. ISSN 1831-9424. Dostupné z: doi:10.2791/010758

- [29] GONG, C., G. SHEN, H. HUANG, P. HE, Z. ZHANG a B. MA. Removal and transformation of polycyclic aromatic hydrocarbons during electrocoagulation treatment of an industrial wastewater. *Chemosphere* [online]. 2017, roč. 168, s. 58–64. ISSN 00456535. Dostupné z: doi:10.1016/j.chemosphere.2016.10.044
- [30] SMOL, M. a M. WŁODARCZYK-MAKUŁA. Effectiveness in the Removal of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons From Industrial Wastewater by Ultrafiltration Technique. *Archives of Environmental Protection* [online]. 2012, roč. 38, č. 4, s. 49–58. ISSN 2083-4810, 2083-4772. Dostupné z: doi:10.2478/v10265-012-0040-6
- [31] ACUÑA, V., M. CELIC, L. COROMINAS, W. GERNJAK, N. GUTIÉRREZ, S. INSA, A. MUNNÉ, J. SANCHÍS, C. SOLÀ a M.J. FARRÉ. Could we estimate industrial wastewater flows composition using the UN-ISIC classification system? *Heliyon* [online]. 2023, roč. 9, č. 3, s. e14253. ISSN 2405-8440. Dostupné z: doi:10.1016/j.heliyon.2023.e14253
- [32] KIM, U.-J., I.-S. LEE a J.-E. OH. Occurrence, removal and release characteristics of dissolved brominated flame retardants and their potential metabolites in various kinds of wastewater. *Environmental Pollution* [online]. 2016, roč. 218, s. 551–557. ISSN 0269-7491. Dostupné z: doi:10.1016/j.envpol.2016.07.037
- [33] SUZUKI, G., H. MATSUKAMI, C. MICHINAKA, S. HASHIMOTO, K. NAKAYAMA a S. SAKAI. Emission of Dioxin-like Compounds and Flame Retardants from Commercial Facilities Handling Deca-BDE and Their Downstream Sewage Treatment Plants. *Environmental Science & Technology* [online]. 2021, roč. 55, č. 4, s. 2324–2335. ISSN 0013-936X. Dostupné z: doi:10.1021/acs.est.0c06359
- [34] VOLESKY, G.M.N., Bohumil. Toxicity and Sources of Pb, Cd, Hg, Cr, As, and Radionuclides in the Environment. In: *Handbook of Advanced Industrial and Hazardous Wastes Management*. B.m.: CRC Press, 2017. ISBN 978-1-315-11742-3.
- [35] WEI, G.-L., X.-L. LIANG, D.-Q. LI, M.-N. ZHUO, S.-Y. ZHANG, Q.-X. HUANG, Y.-S. LIAO, Z.-Y. XIE, T.-L. GUO a Z.-J. YUAN. Occurrence, fate and ecological risk of chlorinated paraffins in Asia: A review. *Environment International* [online]. 2016, roč. 92–93, s. 373–387. ISSN 0160-4120. Dostupné z: doi:10.1016/j.envint.2016.04.002
- [36] ZOLFAGHARI, M., P. DROGUI, B. SEYHI, S.K. BRAR, G. BUELNA a R. DUBÉ. Occurrence, fate and effects of Di (2-ethylhexyl) phthalate in wastewater treatment plants: A review. *Environmental Pollution* [online]. 2014, roč. 194, s. 281–293. ISSN 0269-7491. Dostupné z: doi:10.1016/j.envpol.2014.07.014
- [37] Zákon 76/2002 Sb. o integrované prevenci a omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci) [online]. [vid. 5. červen 2023]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/1337AF598BE48C81C1256B8400433DCC/%24file/Z%2076_2002.pdf
- [38] MARTÍ, N., D. AGUADO, L. SEGOVIA-MARTÍNEZ, A. BOUZAS a A. SECO. Occurrence of priority pollutants in WWTP effluents and Mediterranean coastal waters of Spain. *Marine Pollution Bulletin* [online]. 2011, roč. 62, č. 3, s. 615–625. ISSN 0025-326X. Dostupné z: doi:10.1016/j.marpolbul.2011.01.010
- [39] BIRTEK, R.I., M.E. KARPUZCU a I. OZTURK. Occurrence of priority substances in urban wastewaters of Istanbul and the estimation of the associated risks in the effluents. *Environmental Monitoring and*

Assessment [online]. 2022, roč. 194, č. 6, s. 426. ISSN 1573-2959. Dostupné z: doi:10.1007/s10661-022-09840-w

[40] BUSETTI, F., S. BADOER, M. CUOMO, B. RUBINO a P. TRAVERSO. Occurrence and Removal of Potentially Toxic Metals and Heavy Metals in the Wastewater Treatment Plant of Fusina (Venice, Italy). *Industrial & Engineering Chemistry Research* [online]. 2005, roč. 44, č. 24, s. 9264–9272. ISSN 0888-5885. Dostupné z: doi:10.1021/ie0506466

[41] ZENG, L., T. WANG, P. WANG, Q. LIU, S. HAN, B. YUAN, N. ZHU, Y. WANG a G. JIANG. Distribution and Trophic Transfer of Short-Chain Chlorinated Paraffins in an Aquatic Ecosystem Receiving Effluents from a Sewage Treatment Plant. *Environmental Science & Technology* [online]. 2011, roč. 45, č. 13, s. 5529–5535. ISSN 0013-936X. Dostupné z: doi:10.1021/es200895b

[42] ZENG, L., H. LI, T. WANG, Y. GAO, K. XIAO, Y. DU, Y. WANG a G. JIANG. Behavior, Fate, and Mass Loading of Short Chain Chlorinated Paraffins in an Advanced Municipal Sewage Treatment Plant. *Environmental Science & Technology* [online]. 2013, roč. 47, č. 2, s. 732–740. ISSN 0013-936X. Dostupné z: doi:10.1021/es304237m

[43] IINO, F., T. TAKASUGA, K. SENTHILKUMAR, N. NAKAMURA a J. NAKANISHI. Risk Assessment of Short-Chain Chlorinated Paraffins in Japan Based on the First Market Basket Study and Species Sensitivity Distributions. *Environmental Science & Technology* [online]. 2005, roč. 39, č. 3, s. 859–866. ISSN 0013-936X. Dostupné z: doi:10.1021/es049221l

[44] LOOS, R., R. CARVALHO, D.C. ANTÓNIO, S. COMERO, G. LOCORO, S. TAVAZZI, B. PARACCHINI, M. GHIANI, T. LETTIERI, L. BLAHA, B. JAROSOVA, S. VOORSPOELS, K. SERVAES, P. HAGLUND, J. FICK, R.H. LINDBERG, D. SCHWESIG a B.M. GAWLIK. EU-wide monitoring survey on emerging polar organic contaminants in wastewater treatment plant effluents. *Water Research* [online]. 2013, roč. 47, č. 17, s. 6475–6487. ISSN 0043-1354. Dostupné z: doi:10.1016/j.watres.2013.08.024

[45] BARCO-BONILLA, N., R. ROMERO-GONZÁLEZ, P. PLAZA-BOLAÑOS, J.L.M. VIDAL, A.J. CASTRO, I. MARTÍN, J.J. SALAS a A.G. FRENICH. Priority organic compounds in wastewater effluents from the Mediterranean and Atlantic basins of Andalusia (Spain). *Environmental Science: Processes & Impacts* [online]. 2013, roč. 15, č. 12, s. 2194–2203. ISSN 2050-7895. Dostupné z: doi:10.1039/C3EM00329A

[46] DOMÍNGUEZ, I., F.J. ARREBOLA, R. GAVARA, J.L. MARTÍNEZ VIDAL a A.G. FRENICH. Automated and simultaneous determination of priority substances and polychlorinated biphenyls in wastewater using headspace solid phase microextraction and high resolution mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta* [online]. 2018, roč. 1002, s. 39–49. ISSN 0003-2670. Dostupné z: doi:10.1016/j.aca.2017.11.056

[47] YAO, B., Z. LUO, D. ZHI, D. HOU, L. LUO, S. DU a Y. ZHOU. Current progress in degradation and removal methods of polybrominated diphenyl ethers from water and soil: A review. *Journal of Hazardous Materials* [online]. 2021, roč. 403, s. 123674. ISSN 0304-3894. Dostupné z: doi:10.1016/j.jhazmat.2020.123674

[48] MOHAMED, B.A., H. HAMID, C.V. MONTOYA-BAUTISTA a L.Y. LI. Circular economy in wastewater treatment plants: Treatment of contaminants of emerging concerns (CECs) in effluent using sludge-based activated carbon. *Journal of Cleaner Production* [online]. 2023, roč. 389, s. 136095. ISSN 0959-6526. Dostupné z: doi:10.1016/j.jclepro.2023.136095

[49] MOTAMEDI, M., L. YERUSHALMI, F. HAGHIGHAT a Z. CHEN. A critical review of water contamination by polybrominated diphenyl ethers (PBDE) and main degradation techniques. *Journal*

of Environmental Chemical Engineering [online]. 2022, roč. 10, č. 4, s. 108196. ISSN 2213-3437. Dostupné z: doi:10.1016/j.jece.2022.108196

[50] KIM, U.-J. a J.-E. OH. Mass-flow-based removal and transformation potentials for TBBPA, HBCDs and PBDEs during wastewater treatment processes. Journal of Hazardous Materials [online]. 2018, roč. 355, s. 82–88. ISSN 0304-3894. Dostupné z: doi:10.1016/j.jhazmat.2018.04.011

[51] SHRESTHA, R., S. BAN, S. DEVKOTA, S. SHARMA, R. JOSHI, A.P. TIWARI, H.Y. KIM a M.K. JOSHI. Technological trends in heavy metals removal from industrial wastewater: A review. Journal of Environmental Chemical Engineering [online]. 2021, roč. 9, č. 4, s. 105688. ISSN 2213-3437. Dostupné z: doi:10.1016/j.jece.2021.105688

[52] PURKAYASTHA, D., U. MISHRA a S. BISWAS. A comprehensive review on Cd(II) removal from aqueous solution. Journal of Water Process Engineering [online]. 2014, roč. 2, s. 105–128. ISSN 2214-7144. Dostupné z: doi:10.1016/j.jwpe.2014.05.009

[53] KHALED, B., B. WIDED, H. BÉCHIR, E. ELIMAME, L. MOUNA a T. ZIED. Investigation of electrocoagulation reactor design parameters effect on the removal of cadmium from synthetic and phosphate industrial wastewater. Arabian Journal of Chemistry [online]. 2019, roč. 12, č. 8, s. 1848–1859. ISSN 1878-5352. Dostupné z: doi:10.1016/j.arabjc.2014.12.012

[54] IMDAD, S. a R.K. DOHARE. A Critical Review On Heavy Metals Removal Using Ionic Liquid Membranes From The Industrial Wastewater. Chemical Engineering and Processing - Process Intensification [online]. 2022, roč. 173, s. 108812. ISSN 0255-2701. Dostupné z: doi:10.1016/j.cep.2022.108812

[55] YUAN, S., M. WANG, B. LV a J. WANG. Transformation pathways of chlorinated paraffins relevant for remediation: a mini-review. Environmental Science and Pollution Research [online]. 2021, roč. 28, č. 8, s. 9020–9028. ISSN 1614-7499. Dostupné z: doi:10.1007/s11356-021-12469-w

[56] WANG, H., H. CHANG, C. ZHANG a F. WU. Occurrence and mass balance of medium- and long-chain chlorinated paraffins in a municipal sewage treatment plant: Comparison to short-chain compounds. Environment International [online]. 2019, roč. 133, s. 105273. ISSN 0160-4120. Dostupné z: doi:10.1016/j.envint.2019.105273

[57] GANI, K.M., F. BUX a A.A. KAZMI. Diethylhexyl phthalate removal in full scale activated sludge plants: Effect of operational parameters. Chemosphere [online]. 2019, roč. 234, s. 885–892. ISSN 0045-6535. Dostupné z: doi:10.1016/j.chemosphere.2019.06.130

[58] VALIČKOVÁ, M., J. DERCO a K. ŠIMOVIČOVÁ. Removal of selected pesticides by adsorption. Acta Chimica Slovaca [online]. 2013, roč. 6, č. 1, s. 25–28. ISSN 1337-978X. Dostupné z: doi:10.2478/acs-2013-0005

[59] CHEN, W.-F., W. WANG, J. ZHANG, X. ZHANG a Y. LI. Effects of co-present cations and anions on hexachlorobenzene removal by activated carbon, nano zerovalent iron and nano zerovalent/activated carbon composite. Desalination and Water Treatment [online]. 2016, roč. 57, č. 43, s. 20494–20502. ISSN 1944-3994. Dostupné z: doi:10.1080/19443994.2015.1108238

[60] ŠIMKOVIČ, K., J. DERCO, J. DUDÁŠ a B. URMINSKÁ. Removal of Selected Organochlorine Compounds by Ozone-based Processes. Chemical and Biochemical Engineering Quarterly [online]. 2017, roč. 31, č. 2, s. 161–165. ISSN 0352-9568, 1846-5153. Dostupné z: doi:10.15255/CABEQ.2016.1025

- [61] PAN, X., J. WEI, R. QU, S. XU, J. CHEN, G. AL-BASHER, C. LI, A. SHAD, A.A. DAR a Z. WANG. Alumina-mediated photocatalytic degradation of hexachlorobenzene in aqueous system: Kinetics and mechanism. *Chemosphere* [online]. 2020, roč. 257, s. 127256. ISSN 0045-6535. Dostupné z: doi:10.1016/j.chemosphere.2020.127256
- [62] VAGI, M.C. a A.S. PETSAS. Recent advances on the removal of priority organochlorine and organophosphorus biorecalcitrant pesticides defined by Directive 2013/39/EU from environmental matrices by using advanced oxidation processes: An overview (2007–2018). *Journal of Environmental Chemical Engineering* [online]. 2020, roč. 8, č. 1, s. 102940. ISSN 2213-3437. Dostupné z: doi:10.1016/j.jece.2019.102940
- [63] FU, F. a Q. WANG. Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review. *Journal of Environmental Management* [online]. 2011, roč. 92, č. 3, s. 407–418. ISSN 0301-4797. Dostupné z: doi:10.1016/j.jenvman.2010.11.011
- [64] POHL, A. Removal of Heavy Metal Ions from Water and Wastewaters by Sulfur-Containing Precipitation Agents. *Water, Air, & Soil Pollution* [online]. 2020, roč. 231, č. 10, s. 503. ISSN 1573-2932. Dostupné z: doi:10.1007/s11270-020-04863-w
- [65] ALBATRNI, H., H. QIBLAWEY a M.H. EL-NAAS. Comparative study between adsorption and membrane technologies for the removal of mercury. *Separation and Purification Technology* [online]. 2021, roč. 257, s. 117833. ISSN 1383-5866. Dostupné z: doi:10.1016/j.seppur.2020.117833
- [66] CRINI, G., C. COSENTINO, C. BRADU, M. FOURMENTIN, G. TORRI, O. RUZIMURADOV, I.A. ALATON, M.C. TOMEI, J. DERCO, M. BARHOUMI, H. PROSEN, B.N. MALINOVIĆ, M. VRABEL, M.M. HUQ, J. SOLTAN, E. LICHTFOUSE a N. MORIN-CRINI. Innovative technologies to remove alkylphenols from wastewater: a review. *Environmental Chemistry Letters* [online]. 2022, roč. 20, č. 4, s. 2597–2628. ISSN 1610-3661. Dostupné z: doi:10.1007/s10311-022-01438-5
- [67] HO, H. a T. WATANABE. Distribution and Removal of Nonylphenol Ethoxylates and Nonylphenol from Textile Wastewater—A Comparison of a Cotton and a Synthetic Fiber Factory in Vietnam. *Water* [online]. 2017, roč. 9, č. 6, s. 386. ISSN 2073-4441. Dostupné z: doi:10.3390/w9060386
- [68] BHANDARI, G., A.R. BAGHERI, P. BHATT a M. BILAL. Occurrence, potential ecological risks, and degradation of endocrine disrupter, nonylphenol, from the aqueous environment. *Chemosphere* [online]. 2021, roč. 275, s. 130013. ISSN 0045-6535. Dostupné z: doi:10.1016/j.chemosphere.2021.130013
- [69] VIEIRA, W.T., M.B. DE FARIAS, M.P. SPAOLONZI, M.G.C. DA SILVA a M.G.A. VIEIRA. Removal of endocrine disruptors in waters by adsorption, membrane filtration and biodegradation. A review. *Environmental Chemistry Letters* [online]. 2020, roč. 18, č. 4, s. 1113–1143. ISSN 1610-3661. Dostupné z: doi:10.1007/s10311-020-01000-1
- [70] ČIŽMÁROVÁ, O., B. URMINSKÁ, J. DERCO, A. KASSAI a R. ZAKHAR. Removal of alkylphenols from industrial wastewater by means of ozone-based processes and fenton reaction. *Chemical Papers* [online]. 2022, roč. 76, č. 3, s. 1851–1859. ISSN 2585-7290. Dostupné z: doi:10.1007/s11696-021-01963-7
- [71] SMOL, M. a M. WŁODARCZYK-MAKUŁA. The Effectiveness in the Removal of PAHs from Aqueous Solutions in Physical and Chemical Processes: A Review. *Polycyclic Aromatic Compounds* [online]. 2017, roč. 37, č. 4, s. 292–313. ISSN 1040-6638. Dostupné z: doi:10.1080/10406638.2015.1105828

[72] SHER, S., M. WASEEM a M.K. LETA. Review of Techniques for the Removal of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons from Produced Water. *Environments* [online]. 2023, roč. 10, č. 3, s. 40. ISSN 2076-3298. Dostupné z: doi:10.3390/environments10030040

[73] ZANGO, Z.U., N.S. SAMBUDI, K. JUMBRI, A. RAMLI, N.H.H. ABU BAKAR, B. SAAD, M.N.H. ROZAINI, H.A. ISIYAKA, A.M. OSMAN a A. SULIEMAN. An Overview and Evaluation of Highly Porous Adsorbent Materials for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Phenols Removal from Wastewater. *Water* [online]. 2020, roč. 12, č. 10, s. 2921. ISSN 2073-4441. Dostupné z: doi:10.3390/w12102921

[74] GAURAV, G.K., T. MEHMOOD, M. KUMAR, L. CHENG, K. SATHISHKUMAR, A. KUMAR a D. YADAV. Review on polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) migration from wastewater. *Journal of Contaminant Hydrology* [online]. 2021, roč. 236, s. 103715. ISSN 0169-7722. Dostupné z: doi:10.1016/j.jconhyd.2020.103715

6. SEZNAM ZKRATEK

BAT	Best Available Techniques
BSK	biochemická spotřeba kyslíku
BREF	BAT Reference Documents
BTX	suma benzen-toluen-xylen
DOC	rozpuštěný organický uhlík (Dissolved Organic Carbon)
EDC	1,2-dichlorethan
CHSK	chemická spotřeba kyslíku
IP	integrované povolení
IPPC	Integrated Prevention and Pollution Control
ISPOP	Integrovaný systém pro plnění ohlašovacích povinností
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NL	nerozpuštěné látky
PAH	polycyklické aromatické uhlovodíky (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons)
PCDD/PCDF	polychlorované dibenzo-p-dioxiny a polychlorované dibenzofurany
TEQ	toxický ekvivalent (Toxic equivalency)
TDS	celkové rozpuštěné látky (Total Dissolved Solids)
TOC	celkový organický uhlík (Total Organic Carbon)
TSS	celkové nerozpuštěné látky (Total Suspended Solids)
VaK	Vodovody a kanalizace
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.
ŽP	životní prostředí

7. SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Tabulka 1: Seznam prioritních látek a prioritních nebezpečných látek v oblasti vodní politiky	2
Tabulka 2: Emise z různých procesů zpracování železných kovů	8
Tabulka 3: Emise ze zpracování neželezných kovů	10
Tabulka 4: Emise z výroby zinku a kadmia*	13
Tabulka 5: Emise z kováren a sléváren	14
Tabulka 6: Emise z výroby železa a oceli	16
Tabulka 7: Emise z některých potravinářských odvětví	18
Tabulka 8: Emise z průmyslu pro povrchovou úpravu kovů a plastů	20
Tabulka 9: Emise z průmyslu pro povrchovou úpravu používající organická rozpouštědla	21
Tabulka 10: Emise v průmyslu velkoobjemových organických chemikálií	23
Tabulka 11: Emise z průmyslu speciálních organických chemikálií	25
Tabulka 12: Emise z průmyslu speciálních anorganických chemikálií	26
Tabulka 13: Emise z výroby polymerů	28
Tabulka 14: Emise z výroby skla	30
Tabulka 15: Emise z textilního průmyslu	31
Tabulka 16: Emise ze spalování odpadů	34
Tabulka 17: Emise z provozu velkých spalovacích zařízení	36
Tabulka 18: Emise z výroby papíru, buničiny a lepenky	38
Tabulka 19: Emise z výroby chloru a alkalických hydroxidů	40
Tabulka 20: Emise z průmyslu rafinace minerálních olejů a plynů	42
Tabulka 21: Výskyt polutantů v OV specifických průmyslových odvětví	43
Tabulka 22: Výsledky screeningu	46
Tabulka 23: Vybrané výsledky z dotazníků o možném výskytu prioritních a prioritních nebezpečných látek	55
Tabulka 24: Výskyt polutantů z průmyslových zdrojů v odtocích z ČOV	62
Tabulka 25: Technologie odstraňování prioritních a prioritních nebezpečných látek popsané v BREF 65	
Tabulka 26: Technologie vhodné pro eliminaci vybraných prioritních nebezpečných látek.	69
Tabulka 27: Technologie používané k odstraňování polutantů - výsledky screeningu	73
Tabulka 28: Technologie používané k odstraňování polutantů - výsledky z dotazníků	79
Tabulka 29: Výsledky týkající se budoucích investic na čištění OV (výsledky z dotazníků)	91

Obrázek 1: Četnost výskytu prioritních a prioritních nebezpečných látek z výsledků dotazníkového šetření.....	54
Obrázek 2: Technologie používané k úpravě odebrané vody	89
Obrázek 3: Technologie používané ke snižování emisí ve vodě	90