

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ-TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
HORNICKO-GEOLOGICKÁ FAKULTA
Institut environmentálního inženýrství

**POSOUZENÍ MOŽNÝCH DOPADŮ ZPŘÍSNĚNÍ
LIMITŮ NOREM ENVIRONMENTÁLNÍ KVALITY
U VYBRANÝCH PRIORITYNÍCH LÁTEK NA
PROVOZOVATELE ČISTÍREN ODPADNÍCH VOD**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor:
Vedoucí diplomové práce:

Bc. Andrea Prokešová
Ing. Marcela Zrubková, Ph.D.

Ostrava 2017

VŠB - TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA
FACULTY OF MINING AND GEOLOGY
Institute of environmental engineering

THE ASSESSMENT OF THE POSSIBLE INFLUENTS
OF MORE STRINGENT EQS FOR GIVEN PRIORITY
SUBSTANCES ON THE WASTEWATER
TREATMENT OPERATORS

DIPLOMA THESIS

Author:
Supervisor:

Bc. Andrea Prokešová
Ing. Marcela Zrubková, Ph.D.

Ostrava 2017

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Andrea Prokešová**

Studijní program: N2102 Nerostné suroviny

Studijní obor: 2102T006 Technologie a hospodaření s vodou

Téma: **Posouzení možných dopadů zpřísnění limitů norem environmentální kvality u vybraných prioritních látek na provozovatele čistíren odpadních vod**
The Assessment of the Possible Influents of More Stringent EQS for Given Priority Substances on the Wastewater Treatment Operators

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod a cíl práce
2. Vývoj legislativy v oblasti vodní politiky
3. Revidované normy environmentální kvality
4. Koncentrace vybraných prioritních látek v odpadních a povrchových vodách ve zvolené lokalitě
5. Dopady na provozovatele čistíren odpadních vod
6. Diskuse a závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

- Chudoba, J., Dohányos, M., Wanner, J.: Biologické čištění odpadních vod. Praha, SNTL, 1991.
- Malý, J., Hlavínek, P.: Čištění průmyslových odpadních vod. Brno, NOEL 2000, 1996.
- Malý, J., Malá, J.: Chemie a technologie vody. 2.doplněné vydání. Brno 2006.
- Pitter, P.: Hydrochemie 5. vydání, vydavatelství VŠCHT Praha, 2015.
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/105/ES ze dne 16. prosince 2008 o normách environmentální kvality v oblasti vodní politiky, změně a následném zrušení směrnic Rady 82/176/EHS, 83/513/EHS, 84/156/EHS, 84/491/EHS a 86/280/EHS a změně směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2013/39/EU ze dne 12. srpna 2013, kterou se mění směrnice 2000/60/ES a 2008/105/ES, pokud jde o prioritní látky v oblasti vodní politiky
- Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů
- 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, ve znění pozdějších předpisů

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Marcela Zrubková, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2016

Datum odevzdání: 28.04.2017



doc. Ing. Silvie Heviánková, Ph.D.
vedoucí institutu



prof. Ing. Jaroslav Dvořáček, CSc.
pověřený vedením fakulty

Prohlášení

- Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu. Byla jsem seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 - využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a §60 - školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že diplomová práce je licencována pod CreativeCommonsAttribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo- diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 28.4.2017

Bc. Andrea Prokešová

Bc. Andrea Prokešová

Poděkování

Chtěla bych poděkovat vedoucí této diplomové práce Ing. Marcele Zrubkové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a informace, které napomohly k jejímu vypracování.

Současně bych ráda poděkovala zaměstnancům státního podniku Povodí Odry, zejména Ing. Elišce Maškové a Ing. Janě Potiorové, za poskytnutí důležitých informací a hodnot, bez kterých by se tato práce těžko obešla.

ANOTACE

Tato diplomová práce se zabývá posouzením možných dopadů zpřísnění limitů norem environmentální kvality u vybraných prioritních látek na provozovatele čistíren odpadních vod. Teoretická část diplomové práce zahrnuje popis vývoje legislativy v oblasti vodní politiky a také revidované normy environmentální kvality. V praktické části jsou uvedeny koncentrace vybraných prioritních látek v povrchových a odpadních vodách ve zvolené lokalitě a v čistírenských kalech. V závěru jsou uvedeny možné dopady zpřísněných norem environmentální kvality na provozovatele čistíren odpadních vod a způsoby odstraňování těžkých kovů z odpadních vod.

Klíčová slova: Legislativa v oblasti vodní politiky, normy environmentální kvality, prioritní látky, koncentrace v povrchových vodách, koncentrace v odpadních vodách, koncentrace v čistírenském kalu

SUMMARY

This diploma thesis deals with the Assessment of the Possible Influents of More Stringent EQS for Given Priority Substances on the Wastewater Treatment Operators. The theoretical part covers description of the development of legislation in the field of water policy and revised environmental quality standards. The concentration of selected priority substances in surface waters and wastewater in the selected area and of sewage sludge are included in practical part. The conclusion is given the impact of more stringent EQS on the wastewater treatment operators and methods for removing heavy metals from wastewater.

Keywords: Legislation of water policy, environmental quality standards, priority substances, concentration in surface waters, concentration in wastewater, concentration of sewage sludge

Obsah

1 ÚVOD A CÍL PRÁCE	1
TEORETICKÁ ČÁST	3
2 VÝVOJ LEGISLATIVY V OBLASTI VODNÍ POLITIKY	3
2.1 Legislativa v Evropské unii.....	3
2.1.1 Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES.....	4
2.1.2 Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/105/ES.....	5
2.1.3 Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2013/39/EU.....	6
2.1.4 Prováděcí rozhodnutí komise (EU) 2015/495	7
2.2 Legislativa v České republice	9
2.2.1 Vodní zákon č. 254/2001 Sb.	9
2.2.2 Nařízení vlády 401/2015 Sb.	10
3 REVIDOVANÉ NORMY ENVIRONMENTÁLNÍ KVALITY	13
PRAKTICKÁ ČÁST	14
4 TĚŽKÉ KOVY, OHLÁŠENÉ ÚNIKY DO VODY.....	14
4.1 Kadmium.....	14
4.2 Nikl.....	15
4.3 Olovo.....	15
4.4 Integrovaný registr znečišťování.....	16
4.4.1 Úniky do vody ohlášené do IRZ.....	17
4.5 Evropský registr úniků a přenosů znečišťujících látek	18
4.5.1 Úniky do vody ohlášené do E-PRTR	19
5 KONCENTRACE VYBRANÝCH PRIORITYNÍCH LÁTEK V POVRCHOVÝCH VODÁCH VE ZVOLENÉ LOKALITĚ	22
5.1 Povodí Odry	22
5.2 Chemický stav povrchových vod	23
5.3 Monitorovací síť povrchových vod.....	24
5.4 Koncentrace vybraných prioritních látek z monitorovacích profilů (Povodí Odry) ..	25

5.4.1	Koncentrace kadmia z monitorovacích profilů	27
5.4.2	Koncentrace niklu z monitorovacích profilů	28
5.4.3	Koncentrace olova z monitorovacích profilů	30
6	KONCENTRACE VYBRANÝCH PRIORITNÍCH LÁTEK V ODPADNÍCH VODÁCH VE ZVOLENÉ LOKALITĚ	32
6.1	Metoda stanovení - Atomová absorpční spektrometrie (AAS).....	34
6.1.1	Mez detekce.....	36
6.2	Koncentrace kadmia v odpadní vodě	37
6.3	Koncentrace niklu v odpadní vodě.....	37
6.4	Koncentrace olova v odpadní vodě	38
7	DOPADY NA PROVOZOVATELE ČISTÍREN ODPADNÍCH VOD	40
7.1	Důležití producenti odpadních vod	41
7.2	Zdroje rizikových prvků.....	43
8	KONCENTRACE VYBRANÝCH PRIORITNÍCH LÁTEK V ČISTÍRENSKÉM KALU	44
8.1	Legislativa čistírenských kalů	44
8.2	Třídy vyluhovatelnosti	45
8.3	Stanovení kadmia v čistírenském kalu.....	46
8.4	Stanovení niklu v čistírenském kalu	47
8.5	Stanovení olova v čistírenském kalu.....	48
9	ODSTRAŇOVÁNÍ TĚŽKÝCH KOVŮ Z ODPADNÍCH VOD	49
9.1	Odstraňování těžkých kovů z odpadních vod	49
9.1.1	Adsorpce na modifikovaných přírodních materiálech	50
10	ZÁVĚR	51
	Seznam použité literatury	53
	Seznam použitých zkratk	58
	Seznam tabulek	59

Seznam obrázků.....	60
Seznam grafů.....	60

1 ÚVOD A CÍL PRÁCE

Voda je jeden z nejdůležitějších zdrojů biosféry a lidská společnost ji využívá pro řadu funkcí - osobní spotřeba a potřeba, zemědělství a průmyslová výroba, doprava a rekreace. S tím samozřejmě souvisí i kvalita (jakost) vod. Pro odlišné způsoby využití vody platí různé normy pro posuzování kvality vody.

Účelem legislativy v oblasti vodní politiky je chránit povrchové a podzemní vody, a snížit nebo nelépe odstranit vypouštění nebezpečných látek, které mohou ohrozit jakost vod. Cílem je dosáhnout dobrého chemického stavu povrchových vod.

Zodpovědné za nedodržení dobrého chemického stavu vod jsou především těžké kovy, alkyfenoly, PAU a také pesticidy. Legislativou byl stanoven seznam prioritních látek (nebezpečných látek), které vytváří vysoké riziko ve vodních systémech a celém životním prostředí. Každé prioritní látce byla přiřazena hodnota normy environmentální kvality (NEK), tj. koncentrace, která nesmí být překročena. Je stanovena NEK nejvyšší přípustné koncentrace (krátkodobá expozice) a roční průměr (dlouhodobá expozice).

Těžké kovy ve vodách jsou jedním z nejzávažnějších problémů. Jsou sice přirozenou součástí půdy, ale vyšší koncentrace jsou způsobeny antropogenní činností. Zásadní je spalování fosilních paliv, průmyslová činnost a zemědělství. V průmyslových vodách jsou zpravidla zastoupeny kadmium, chrom, měď, nikl, zinek nebo olovo.

Po zpřísnění limitů NEK, dle směrnice 2013/39/EU, hrozí překračování limitů prioritních látek. Provozovatelé čistíren odpadních vod by tak měli věnovat zvýšenou pozornost koncentracím určitých prioritních látek a snažit se zamezit jejich vstupu do kanalizace.

Vypouštění odpadních vod do kanalizace se řídí kanalizačním řádem, který stanovuje nejvyšší přípustnou míru znečištění ve vypouštěných odpadních vodách. Průmyslové podniky a provozovny musí tyto limity sledovat a dodržovat. Pokud to nedokážou, tak by měli zavést například předčištění přímo u zdroje, které je ekonomicky výhodnější i pro provozovatele čistírny odpadních vod.

Tato diplomová práce se zabývá posouzením možných dopadů zpřísnění limitů norem environmentální kvality u vybraných prioritních látek na provozovatele čistíren odpadních vod. V teoretické části je popsána legislativa v oblasti vodní politiky pro Českou republiku a Evropskou Unii. Další kapitola uvádí NEK, u kterých došlo ke zpřísnění koncentrací.

V praktické části jsou popsány vybrané prioritní látky a jejich úniky do vody hlášené do integrovaného registru znečišťování a do evropského registru úniků a přenosů znečišťujících látek. Další kapitoly uvádí koncentrace vybraných prioritních látek v povrchových a odpadních vodách ve zvolené lokalitě a v čistírenských kalech. V poslední části jsou shrnuty dopady na provozovatele čistíren odpadních vod a odstraňování těžkých kovů z odpadních vod.

TEORETICKÁ ČÁST

2 VÝVOJ LEGISLATIVY V OBLASTI VODNÍ POLITIKY

Legislativa v oblasti vodní politiky v České republice má za cíl zajistit udržitelné hospodaření s omezeným vodním bohatstvím. Zejména však zajistit soulad požadavků všech forem užívání vodních zdrojů - požadavky na ochranu vod a vodních ekosystémů a opatření ke snížení škodlivých účinků. Hlavní zásady vycházejí z tzv. Rámcové směrnice EU o vodní politice a dalších směrnic z oblasti vod [1].

2.1 Legislativa v Evropské unii

Právní předpisy Evropské unie v oblasti vodní politiky se změnil v roce 2000, kdy byla přijata Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky.

Rozhodnutí č. 2455/2001/ES Evropského parlamentu a Rady ze dne 20. listopadu 2001, stanovuje první seznam 33 prioritních látek, pro které se přednostně přijímají opatření na úrovni Společenství a pozměňuje směrnici Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES.

Normy environmentální kvality pro prioritní látky a další znečišťující látky stanovuje Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/105/ES ze dne 16. prosince 2008 o normách environmentální kvality v oblasti vodní politiky, změně a následném zrušení směrnic Rady 82/176/EHS, 83/513/EHS, 84/156/EHS, 84/491/EHS a 86/280/EHS a změně směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2013/39/EU ze dne 12. srpna 2013, kterou se mění směrnice 2000/60/ES a 2008/105/ES, pokud jde o prioritní látky v oblasti vodní politiky, změnila seznam prioritních látek stanovením nových látek pro prioritní opatření, stanovila NEK pro tyto nově určené látky a pro některé stávající látky zpřísnila hodnoty NEK.

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

sledovaných látek, tzv. Watch list znečišťujících látek, které mohou být v budoucnu zařazeny na seznam prioritních látek.

Vytvořením rámcových směrnic se stanoví cíle, avšak záleží na jednotlivých členských státech, jakými prostředky jich dosáhnou. Implementace rámcových směrnic vodní politiky neznamena pouhou aplikaci nových technických norem, ale potřebu zavést zcela nový komplexní režim správy vod a vodních zdrojů založený na jednotce povodí. To vyžaduje úzkou mezinárodní spolupráci v mezinárodních povodích [2].

2.1.1 Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES

Rámcová směrnice představuje nejvýznamnější legislativní nástroj pro oblast vody, který se stane hnací silou v celoevropském procesu ochrany vod až do roku 2027 [2].

Účelem Rámcové směrnice je stanovit sjednocující rámec pro ochranu a vodohospodářské využití evropských vod, aby členské státy dosáhly "dobrého stavu" vodních útvarů [3]. Dále obsahuje soubor všeobecných cílů, které mají vést k zachování udržitelného, vyrovnaného a spravedlivého využívání vod - snížení znečištění povrchových a podzemních vod, ochrana mořských vod a splnění mezinárodních závazků týkajících se toxických látek ve vodách [4].

Tato směrnice má přispět k postupnému snižování vypouštění nebezpečných látek do vod. Konečným cílem je dosáhnout odstranění prioritních nebezpečných látek a přispět k dosažení koncentrací látek v mořském prostředí, které jsou blízké hodnotám jejich přirozeného výskytu [5].

Časový plán směrnice lze rozdělit do několika hlavních etap:

- v následných dvou plánovacích cyklech k rokům 2015 a 2021 - vyhodnocení opatření a dosaženého stavu povodí, aktualizace příslušných plánů povodí a programů opatření
- 2018 a 2024 - implementace programů opatření pro druhý a třetí plánovací cyklus
- 2027 - nejzazší termín pro definitivní dosažení cílů Rámcové směrnice [4]

Rozhodnutí Evropského parlamentu a Rady č. 2455/2001/ES ze dne 20. listopadu 2001, kterým se mění Rámcová směrnice 2000/60/ES, stanovilo 1. seznam 33 prioritních látek v oblasti vodní politiky [6].

2.1.2 Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/105/ES

Směrnice stanovuje NEK v souladu s cíli směrnice 2000/60/ES. Hlavním záměrem směrnice je postupně snížit znečišťování prioritními látkami a zastavit nebo postupně odstranit emise, vypouštění a úniky prioritních nebezpečných látek - dosáhnout dobrého chemického stavu povrchových vod [7].

Vodní prostředí může být postiženo chemickým znečištěním krátkodobě i dlouhodobě. Pro ochranu před krátkodobou expozicí by měly být stanoveny nejvyšší přípustné koncentrace a pro ochranu před dlouhodobou expozicí roční průměrné NEK (viz tabulka 1).

Tabulka 1 Normy environmentální kvality pro prioritní a některé další nebezpečné látky [7]

Číslo látky	Název prioritní látky	NEK - RP Vnitrozemské povrchové vody [µg/l]	NEK - NPK Vnitrozemské povrchové vody [µg/l]
1	Alachlor	0,3	0,7
2	Anthracen	0,1	0,4
3	Atrazin	0,6	2
4	Benzen	10	50
5	Brómované bifenylethery	0,0005	nepoužije se
6	Kadmium a jeho sloučeniny	0,08-0,25	0,45-1,5
7	Chloralkany, C ₁₀₋₁₃	0,4	1,4
8	Chlorfenvinfos	0,1	0,3
9	Chlorpyrifos (chlorpyrifos-ethyl)	0,03	0,1
10	1,2-dichlorethan	10	nepoužije se
11	Dichlormethan	20	nepoužije se
12	bis(2-ethylhexyl)ftalát (DEHP)	1,3	nepoužije se
13	Diuron	0,2	1,8
14	Endosulfan	0,005	0,01
15	Fluoranthen	0,1	1

pokračování tabulky 1

16	Hexachlorbenzen	0,01	0,05
17	Hexachlorbutadien	0,1	0,6
18	Hexachlorcyklohexan	0,02	0,04
19	Isoproturon	0,3	1
20	Olovo a jeho sloučeniny	7,2	nepoužije se
21	Rtuť a jeho sloučeniny	0,05	0,07
22	Naftalen	2,4	nepoužije se
23	Nikl a jeho sloučeniny	20	nepoužije se
24	Nonylfenoly	0,3	2
25	Oktylfenoly	0,1	nepoužije se
26	Pentachlorbenzen	0,007	nepoužije se
27	Pentachlorfenol	0,4	1
28	Polyaromatické uhlovodíky (PAU)	nepoužije se	nepoužije se
29	Simazin	1	4
30	Tributylcín a jeho sloučeniny	0,0002	0,0015
31	Trichlorbenzeny	0,4	nepoužije se
32	Trichlormethan (chloroform)	2,5	nepoužije se
33	Trifluralin	0,03	nepoužije se

Vnitrozemské povrchové vody - zahrnují řeky a jezera a související umělé či výrazně upravené vodní toky

Je-li NEK - NPK označena výrazem "nepoužije se", pak se hodnoty NEK - RP považují za hodnoty, které v případě trvalého vypouštění chrání proti krátkodobým maximům znečištění, neboť jsou výrazně nižší než hodnoty odvozené na základě akutní toxicity.

Identifikována jako prioritní nebezpečná látka


2.1.3 Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2013/39/EU

Směrnice zpřísnila hodnoty NEK u 7 stávajících prioritních látek. Tyto zpřísněné hodnoty NEK by měly být splněny do konce roku 2021. Také došlo k doplnění seznamu prioritních látek o 12 nových (viz tabulka 2). Nově určené látky s účinkem od 22. prosince

2018 mají za cíl dosáhnout dobrého chemického stavu povrchových vod do 22. prosince 2027 [8]. U nově doplněných prioritních látkách se jedná z větší části o látky k ochraně rostlin (herbicidy, insekticidy) a hubení rostlinných a živočišných škůdců [6].

Tabulka 2 Doplněné prioritní a prioritní nebezpečné látky na seznam + NEK [8]

Číslo látky	Název prioritní látky	Normy environmentální kvality	
		RP - NEK [μg/l]	NPK - NEK [μg/l]
34	Dikofol	0,0013	
35	Perfluoroktansulfonová kyselina a její deriváty (PFOS)	0,00065	36
36	Chinoxyfen	0,15	2,7
37	Dioxiny a sloučeniny s dioxinovým efektem		
38	Aclonifen	0,12	0,12
39	Bifenox	0,012	0,04
40	Cybutryn	0,0025	0,016
41	Cypermethrin	0,00008	0,0006
42	Dichlorvos	0,0006	0,0007
43	Hexabromcyklododekan	0,0016	0,5
44	Heptachlor a heptachloreoxid	2×10^{-7}	0,0003
45	Terbutryn	0,065	0,34

 Identifikována jako prioritní nebezpečná látka

2.1.4 Prováděcí rozhodnutí komise (EU) 2015/495

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

Komise vypracovala seznam sledovaných látek (viz tabulka 3), který zahrnuje nejprve maximálně 10 látek nebo skupin látek, které by měly být monitorovány. Látky

zahrnuté v seznamu sledovaných látek byly vybrány z dostupných informací, podle kterých mohou představovat významné riziko pro vodní prostředí, avšak pro něž nejsou dostatečné informace z monitorování [9].

Monitorování látek by mělo poskytnout kvalitní údaje o jejich koncentracích ve vodním prostředí. Dále by se mělo zvážit, podle posouzení možných dopadů, zda budou látky začleněny do seznamu prioritních látek. Členské státy musí monitorovat každou látku ze seznamu na vybraných monitorovacích stanicích alespoň 12 měsíců. Zprávu o výsledcích monitorování podají Komisi do 18 měsíců ode dne zařazení látky na seznam sledovaných látek, a pak každých 12 měsíců, dokud je látka uvedena na seznamu [7, 9].

Látky na seznamu sledovaných látek zatím nemají stanovenou hodnotu NEK. V případě jejich zařazení na seznam prioritních látek, bude přiřazena hodnota NEK, která nesmí být překročena [9].

Riziko, které představuje každá z těchto látek, bylo vypočteno z dostupných informací o jejich vnitřní nebezpečnosti a o expozici životního prostředí k těmto látkám [9].

Tabulka 3 Seznam sledovaných látek pro monitorování v rámci celé Unie [9]

Název látky	Maximální přípustná mez detekce metody (mg/l)
17-alfa-ethinylestradiol (EE2)	0,035
17-beta-estradiol (E2), estron (E1)	0,4
diklofenak	10
2,6-di-terc-butyl-4-methylfenol	3 160
2-ethylhexyl-4-methoxycinnamát	6 000
makrolidová antibiotika	90
methiokarb	10
neonikotinoidy	9
oxadiazon	88
triallát	670

Z větší části je seznam sledovaných látek složen z endokrinních disruptorů - hormonálně aktivních látek, které mohou narušit činnost žláz. Mezi endokrinní disruptory

jsou zařazeny například: některé těžké kovy nebo ftaláty, PCB, pesticidy, léčiva hormony [10].

V seznamu sledovaných látek jsou uvedeny hormony a léčiva: 17-alfa-ethinylestradiol (EE2), 17-beta-estradiol (E2), estron (E1), diklofenak, 2,6-di-terc-butyl-4-methylfenol, 2-ethylhexyl-4-methoxycinnamát, makrolidová antibiotika. Methiokarb a neonicotinoidy patří do skupiny insekticidů. Oxadiazon a triallát jsou zařazeny ve skupině herbicidů.

Mezi relevantní látky pro ČOV patří zejména léčiva a hormony, které je velmi obtížné zachytit a odstranit u jejich zdroje. Není ani zcela vyloučeno, že malé množství hormonů a léčiv proniká do zdrojů pitné vody [11].

2.2 Legislativa v České republice

Základním právním pilířem pro prioritní látky v České republice je zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů, dále nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolené k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, kterým se ruší předpis č. 61/2003 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, ve znění pozdějších předpisů.

2.2.1 Vodní zákon č. 254/2001 Sb.

Zákon č. 254/2001 Sb. – o vodách a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů nabyt účinnosti 1. ledna 2002. Postupem času byl mnohokrát novelizován, přičemž poslední novelizací je zákon č. 39/2015 Sb.

Účelem vodního zákona je chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod. Vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajistit bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství [6, 12].

Zákon také upravuje právní vztahy k povrchovým a podzemním vodám, vztah fyzických a právnických osob k využívání povrchových a podzemních vod, jakož i vztahy k pozemkům a stavbám, s nimiž výskyt těchto vod přímo souvisí, a to v zájmu zajištění trvale udržitelného užívání těchto vod, bezpečnosti vodních děl a ochrany před účinky povodní a sucha [12].

V § 39 Závadné látky je uvedeno, že závadné látky jsou látky, které nejsou odpadními ani důlními vodami a které mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Opatření, jak s nimi zacházet, aby nevníkly do povrchových nebo podzemních vod a aby neohrozily jejich prostředí. Uživatel závadných látek má povinnost vypracovat havarijní plán a uchovávat záznamy o provedených opatřeních po dobu 5-ti let [6, 12].

Seznam nebezpečných látek a zvláště nebezpečných látek (dále jen „zvláště nebezpečné látky“) je vymezen v příloze č. 1. Prioritní látky, které jsou kategorií zvláště nebezpečných látek, vytváří riziko pro vodní prostředí a ekosystémy [6, 12].

2.2.2 Nařízení vlády 401/2015 Sb.

Nejnovejší 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 nabylo účinnosti 1. ledna 2016, čímž bylo zrušeno nařízení vlády č. 61/2003 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 a došlo k doplnění prioritních látek v souladu se směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2013/39/EU [13].

Seznam prioritních látek a prioritních nebezpečných látek v oblasti vodní politiky je stanoven přílohou č. 6. V příloze č. 3 jsou uvedeny normy environmentální kvality pro útvary povrchových vod - tabulka 4.

Tabulka 4 Příloha č. 6 Seznam prioritních látek a prioritních nebezpečných látek + příloha č. 3 Normy environmentální kvality [13]

Číslo látky	Název prioritní látky	Normy environmentální kvality	
		NEK - RP (µg/l)	NEK - NPK (µg/l)
1	Alachlor	0,3	0,7
2	Anthracen *	0,1	0,1 ²⁾
3	Atrazin	0,6	2
4	Benzen	10	50
5	Brómované bifenyletery *		0,14 ²⁾
6	Kadmium a jeho sloučeniny * ^{12) 14)}	0,08-0,25	0,45-1,5
7	Chloralkany, C ₁₀₋₁₃	0,4	1,4
8	Chlorfenvinfos	0,1	0,3
9	Chlorpyrifos (chlorpyrifos-ethyl)	0,03	0,1
10	1,2-dichlorethan	10	nepoužije se
11	Dichlormethan	20	nepoužije se
12	bis(2-ethylhexyl)ftalát (DEHP)	1,3	nepoužije se
13	Diuron	0,2	1,8
14	Endosulfan	0,005	0,01
15	Fluoranthen	0,0063 ²⁾	0,12 ²⁾
16	Hexachlorbenzen *		0,05
17	Hexachlorbutadien *		0,6
18	Hexachlorcyklohexan *	0,02	0,04
19	Isoproturon	0,3	1
20	Olovo a jeho sloučeniny ¹²⁾	1,2 ^{2) 15)}	14 ²⁾
21	Rtuť a jeho sloučeniny * ¹²⁾		0,07
22	Naftalen	2 ²⁾	130 ²⁾
23	Nikl a jeho sloučeniny ¹²⁾	4 ^{2) 15)}	34 ²⁾
24	Nonylfenoly *	0,3	2
25	Oktylfenoly	0,1	nepoužije se
26	Pentachlorbenzen *	0,007	nepoužije se
27	Pentachlorfenol *	0,4	1
28	Polyaromatické uhlovodíky (PAU) * ²⁾	nepoužije se	nepoužije se
29	Simazin	1	4
30	Tributylcín a jeho sloučeniny *	0,0002	0,0015
31	Trichlorbenzeny *	0,4	nepoužije se
32	Trichlormethan (chloroform) *	2,5	nepoužije se
33	Trifluralin *	0,03	nepoužije se
34	Dikofol * ¹⁾	1,3x10 ⁻³	nepoužije se

pokračování tabulky 4

35	Perfluoroktansulfonová kyselina a její deriváty * ¹⁾	6,5x10 ⁻⁴	36
36	Chinoxyfen * ¹⁾	0,15	2,7
37	Dioxiny a sloučeniny s dioxinovým efektem		
38	Aclonifen ¹⁾	0,12	0,12
39	Bifenox ¹⁾	0,012	0,04
40	Cybutryn ¹⁾	0,0025	0,016
41	Cypermethrin ¹⁾	8x10 ⁻⁵	6x10 ⁻⁴
42	Dichlorvos ¹⁾	6x10 ⁻⁴	7x10 ⁻⁴
43	Hexabromcyklododekany (HBCDD) * ¹⁾	0,0016	0,5
44	Heptachlor a heptachlorepoxyd * ¹⁾	2x10 ⁻⁷	3x10 ⁻⁴
45	Terbutryn ¹⁾	0,065	0,34

RP - Roční průměrná hodnota. Použije se na celkovou koncentraci všech izomerů, není-li uvedeno jinak.

NPK - Nejvyšší přípustná koncentrace. Není-li stanovena nejvyšší přípustná koncentrace, hodnoty se nepoužijí.

Je-li NEK - NPK označena výrazem "nepoužije se", pak se hodnoty NEK - RP považují za hodnoty, které v případě trvalého vypouštění chrání proti krátkodobým maximům znečištění, neboť jsou výrazně nižší než hodnoty odvozené na základě akutní toxicity.

Identifikována jako prioritní nebezpečná látka

* - látky označené symbolem * jsou zvláště nebezpečné látky

¹⁾ Nově určené látky s účinností od 22. prosince 2018

²⁾ Revidovaná NEK s účinností od 22. prosince 2015

¹²⁾ V případě kadmia, olova, rtuti a niklu se hodnoty NEK pro vodu vztahují ke koncentraci rozpuštěných látek, tj. k rozpuštěné fázi vzorku vody získané filtrací filtrem s otvory 0,45 um nebo jinou rovnocennou před úpravou.

¹⁴⁾ V případě kadmia a jeho sloučenin se hodnoty NEK liší podle tvrdosti vody, která je charakterizovaná pomocí pětistupňové škály tvrdosti.

¹⁵⁾ Tyto NEK se vztahují k biologicky dostupným koncentracím látek.

3 REVIDOVANÉ NORMY ENVIRONMENTÁLNÍ KVALITY

Norma environmentální kvality (NEK) znázorňuje koncentraci znečišťující látky nebo skupiny látek ve vodě, sedimentech nebo živých organismech, která nesmí být překročena z důvodů ochrany lidského zdraví a životního prostředí [12].

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/105/ES (viz kapitola 2.1.2) stanovila normy environmentální kvality pro prioritní látky. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2013/39/EU (viz kapitola 2.1.3) zpřísnila normy environmentální kvality pouze 7 prioritních látek. V tabulce 5 jsou uvedeny původní a zpřísněné hodnoty NEK.

Tabulka 5 Zpřísněné hodnoty NEK [6, 7, 8, 13]

Číslo látky v seznamu	Název látky	Původní hodnota dle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/105/ES		Nová hodnota dle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2013/39/EU = Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.	
		NEK - RP Vnitrozemské povrchové vody [µg/l]	NEK - NPK Vnitrozemské povrchové vody [µg/l]	NEK - RP Vnitrozemské povrchové vody [µg/l]	NEK - NPK Vnitrozemské povrchové vody [µg/l]
2	Anthracen	0,1	0,4	0,1	0,1
5	Bromované difenyletery	0,0005	nepoužije se		0,14
15	Fluoranthen	0,1	1	0,0063	0,12
20	Olovo a jeho sloučeniny	7,2	nepoužije se	1,2	14
22	Naftalen	2,4	nepoužije se	2	130
23	Nikl a jeho sloučeniny	20	nepoužije se	4	34
28	Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) :				
	Benzo(a)pyren	0,05	0,1	$1,7 \times 10^{-4}$	0,27
	Benzo(b)fluoranthen	$\Sigma = 0,03$	nepoužije se		0,17
	Benzo(k)fluoranthen				
	Benzo(g,h,i)perylene	$\Sigma = 0,002$	nepoužije se		$8,2 \times 10^{-3}$
Indeno(1,2,3-cd)pyren	nepoužije se				

Je-li NEK - NPK označena výrazem "nepoužije se", pak se hodnoty NEK - RP považují za hodnoty, které v případě trvalého vypouštění chrání proti krátkodobým maximům znečištění, neboť jsou výrazně nižší než hodnoty odvozené na základě akutní toxicity.

PRAKTICKÁ ČÁST

4 TĚŽKÉ KOVY, OHLÁŠENÉ ÚNIKY DO VODY

Diplomová práce se dále bude zabývat pouze vybranými prioritními látkami, které se řadí do skupiny těžkých kovů - kadmium, nikl a olovo. U niklu a olova došlo k velmi výraznému zpřísnění NEK dle nařízení vlády č. 401/2015 Sb. Kadmium je nebezpečný prvek pro lidský organismus a jeho ohlašování do IRZ bylo v nadlimitním množství. Bylo proto sledováno i přesto, že u něj nedošlo ke zpřísnění NEK.

Veřejně přístupný informační systém, ať už český (IRZ) nebo celoevropský (E-PRTR), má za cíl zlepšit informovanost veřejnosti ohledně znečištění životního prostředí. Do systémů jsou ohlašovány úniky nebezpečných látek do ovzduší, vody a půdy. Ohlášené úniky kadmia, niklu a olova do vody jsou uvedeny v kapitole 4.4.1 a 4.5.1.

4.1 Kadmium

Kadmium (Cd) je bílý, lesklý, měkký a tažný kov. Na vzduchu se pokrývá vrstvou oxidu, za vyšších teplot reaguje s halogeny. Používá se k povrchovému pokovování jiných kovů proti korozi, k výrobě lehkotavitelných slitin, ložiskových kovů s velmi nízkým koeficientem tření a pájek. Slitina se zlatem se využívá pod názvem zelené zlato [14].

Dle IRZ za rok 2013 bylo Cd v nadlimitním množství ohlášeno v únicích do vody a do ovzduší a největší množství bylo ohlášeno v přenosech látek v odpadech. Nejčteněji bylo Cd hlášeno provozovny ze Středočeského a Moravskoslezského kraje [15].

Normy environmentální kvality pro útvary povrchových vod dle nařízení vlády 401/2015 Sb. v případě kadmia a jeho sloučenin (tabulka 6), se hodnoty NEK liší podle tvrdosti vody, která je charakterizována pětistupňovou škálou tvrdosti: (třída 1: < 40 mg CaCO₃/l, třída 2: 40 až 50 mg CaCO₃/l, třída 3: 50 až 100 mg CaCO₃/l, třída 4: 100 až 200 mg CaCO₃/l a třída 5: > 200 mg CaCO₃/l) [15].

Tabulka 6 NEK Kadmium [13]

NEK - RP [µg/l]		NEK - NPK [µg/l]	
≤0,08	třída 1	≤0,45	třída 1
0,08	třída 2	0,45	třída 2
0,09	třída 3	0,6	třída 3
0,15	třída 4	0,9	třída 4
0,25	třída 5	1,5	třída 5

4.2 Nikl

Nikl (Ni) je stříbrobílý, lesklý, kujný a tažný kov. Za normálních podmínek dobře odolává vzduchu i vodě [16].

Převážná část niklu se nachází v zemském vnitřním a vnějším jádře. Nikl a jeho sloučeniny vykazují vysokou akutní a chronickou toxicitu pro vodní organismy. Do ovzduší se uvolňuje z procesů těžby a zpracování niklových rud, ocelářského průmyslu nebo spalování komunálního odpadu. V povrchových vodách se může objevovat přirozeně zvětráváním horninového podloží. Nikl se hojně spojuje s vyskytujícími se částicemi železa nebo hořčíku, proto velké množství niklu se dá nalézt v půdách a sedimentech [17].

Normy environmentální kvality pro útvary povrchových vod dle nařízení vlády 401/2015 Sb., (tabulka 7).

Tabulka 7 NEK Nikl [13]

NEK - RP [µg/l]	NEK - NPK [µg/l]
4	34

4.3 Olovo

Olovo (Pb) je modrobílý, na čerstvém řezu lesklý, měkký kov přirozeně se vyskytující v zemské kůře. Povrch se na vzduchu rychle pokrývá vrstvičkou oxidu. Hlavní uplatnění nachází v olověných akumulátorech, v ochranných slitinách před rentgenovými a gama paprsky, municí a přesných vahách [18].

Dle IRZ za rok 2013 byly nahlášeny úniky přes 5,2 tisíc tun Pb. Nejvíce bylo nahlášeno v odpadech (5,1 tisíc tun) z Libereckého kraje. Do půdy se Pb dostává

z primárních zdrojů (olovnatý benzin, barvy). Voda je kontaminována olovem hlavně ze vzduchu, z domovních odpadů a hnojiv, která obsahují odpadní kaly [19].

Normy environmentální kvality pro útvary povrchových vod dle nařízení vlády 401/2015 Sb., (tabulka 8).

Tabulka 8 NEK Olovo [13]

NEK - RP [µg/l]	NEK - NPK [µg/l]
1,2	14

4.4 Integrovaný registr znečišťování

Zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů (zákon o integrované prevenci), založil IRZ jako veřejně přístupný informační systém emisí a přenosů znečišťujících látek. Kompetentními orgány v rámci IRZ jsou MŽP, ČIŽP a CENIA [20].

Od roku 2008 upravuje fungování IRZ právní předpis zákon č. 25/2008 Sb., o integrovaném registru znečišťování a integrovaném systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí a změně některých zákonů, a prováděcí nařízení vlády č. 145/2008 Sb., kterým se stanoví seznam znečišťujících látek a prahových hodnot a údaje požadované do integrovaného registru znečišťování životního prostředí. Oba právní předpisy v návaznosti na Evropský registr úniků a přenosů znečišťujících látek utváří rozsah požadovaných údajů od ohlašovacího roku 2009 [6, 20].

Drobné změny přinesl zákon č. 77/2011 Sb., kterým se mění zákon č. 25/2008 Sb., o integrovaném registru znečišťování životního prostředí a integrovaném systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a také nařízení vlády č. 450/2011 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 145/2008 Sb., kterým se stanoví seznam znečišťujících látek a prahových hodnot a údaje požadované pro ohlašování do integrovaného registru znečišťování životního prostředí [6, 20].

Do IRZ se ohlašují látky, které mají škodlivý vliv na životní prostředí a zdraví člověka. Informace se zasílají za jednotlivé provozovny, ve kterých je vykonávána určitá

činnost, při které dochází k únikům znečišťujících látek, přenosům znečišťujících látek v odpadech a odpadních vodách a produkci odpadů. Důležitým hlediskem jsou i zeměpisné souřadnice provozovny. Ohlašovací prahy jsou určeny jako množství znečišťující látky v kg/rok nebo odpadů v t/rok. Povinnost hlásit údaje vzniká pouze při jejich překročení [20].

4.4.1 Úniky do vody ohlášené do IRZ

V následující tabulce 9 jsou uvedeny úniky do vody vybraných prioritních látek (Cd, Ni, Pb) za ohlašovací období 2012 až 2015 v Moravskoslezském kraji.

Za poslední 3 roky jsou každoročními ohlašovatelé ArcelorMittal Ostrava a.s. a Ostravské vodovody a kanalizace a.s. Z tabulky je zřejmé, že v provozovně ArcelorMittal Ostrava a.s. stoupají úniky do vody u látek kadmia a olova, naopak nikl klesá. Ostravské vodovody a kanalizace a.s. ohlašují zvyšující se úniky olova.

Dalšími ohlašovatelé byli například Bochemie a.s., Elektrárna Dětmorovice, a.s. a provoz vodního hospodářství Kopřivnice.

Tabulka 9 Úniky do vody [20]

Prahová hodnota pro úniky do vody [kg/rok]		5	20	20
		Kadmium	Nikl	Olovo
Ohlašovací rok:	Provozovna:	kg/rok		
2015	ArcelorMittal Ostrava a.s.	30,09	44,82	127,87
	Ostravské vodárny a kanalizace a.s.			196
2014	ArcelorMittal Ostrava a.s.	16,29	59,56	114,92
	Bochemie a.s.		14,2	
	Elektrárna Dětmorovice, a.s.			28,85
	Ostravské vodárny a kanalizace a.s.			117
2013	ArcelorMittal Ostrava a.s.	6,8	60,09	96,41
	Bochemie a.s.		29	
	Elektrárna Dětmorovice, a.s.		27,42	
	Ostravské vodárny a kanalizace a.s.	13		
	van Gansewinkel Services s.r.o. - Provoz vodního hospodářství Kopřivnice		35,67	

pokračování tabulky 9

2012	ArcelorMittal Ostrava a.s.	7,97	42,05	93,24
	Bochemie a.s.		20,7	
	ČEZ, a.s.		48,62	
	Energetika Třinec, a.s.		51,81	53,11
	Ostravské vodárny a kanalizace a.s.	6	437	94
	van Gansewinkel Services s.r.o. - Provoz vodního hospodářství Kopřivnice		44,1	

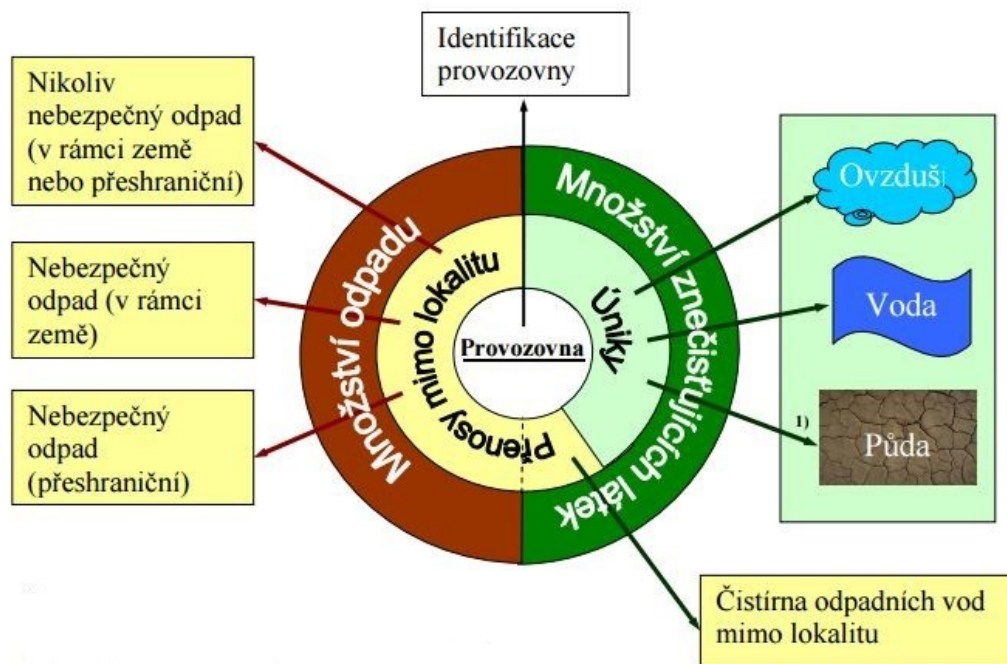
Ohlašování úniků kadmia, niklu a olova do vody dle IRZ bylo vyhodnoceno pouze pro Moravskoslezský kraj. V tomto kraji v roce 2014 (k porovnání s E-PRTR) ohlašovala úniky do vody pouze 1 ČOV - Ostravské vodárny a kanalizace a.s. V celé České republice jsou vybrané prioritní látky ohlašovány na dalších ČOV: Příbram, Hradec Králové, Brno v Modřicích, Slavkov u Brna, Vyškov, Mladá Boleslav, Havlíčkův Brod, Plzeň, Pardubice, Otrokovice, Uherské Hradiště, Litomyšl a Praha (Ústřední ČOV). Ohlášené úniky do vody dle E-PRTR (kapitola 4.5.1) zobrazují úniky v celé České republice.

4.5 Evropský registr úniků a přenosů znečišťujících látek

Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 166/2006 ze dne 18. ledna 2006, kterým se zřizuje evropský registr úniků a přenosů znečišťujících látek a kterým se mění směrnice Rady 91/689/EHS a 96/61/ES. Jedná se o celoevropskou veřejně přístupnou databázi o znečišťujících látkách, jejich únicích a přenosech. Zavedení má zlepšit přístup veřejnosti k informacím týkajících se znečišťování životního prostředí [20, 21].

E-PRTR nahradil Evropský registr emisí znečišťujících látek (EPER), který byl založen rozhodnutím 2000/479/ES. Srovnáním E-PRTR a EPER je vidět, že největší změny se dotkly například počtu povinně sledovaných látek (E-PRTR 91 látek, EPER 50 látek), snížení některých ohlašovacích prahů, sledování přenosů množství odpadů, monitoringu rozptýlených zdrojů emisí [20, 21].

Obrázek 1 uvádí přehled ohlašovacích požadavků za provozovny, jak jsou stanoveny v nařízení E-PRTR.



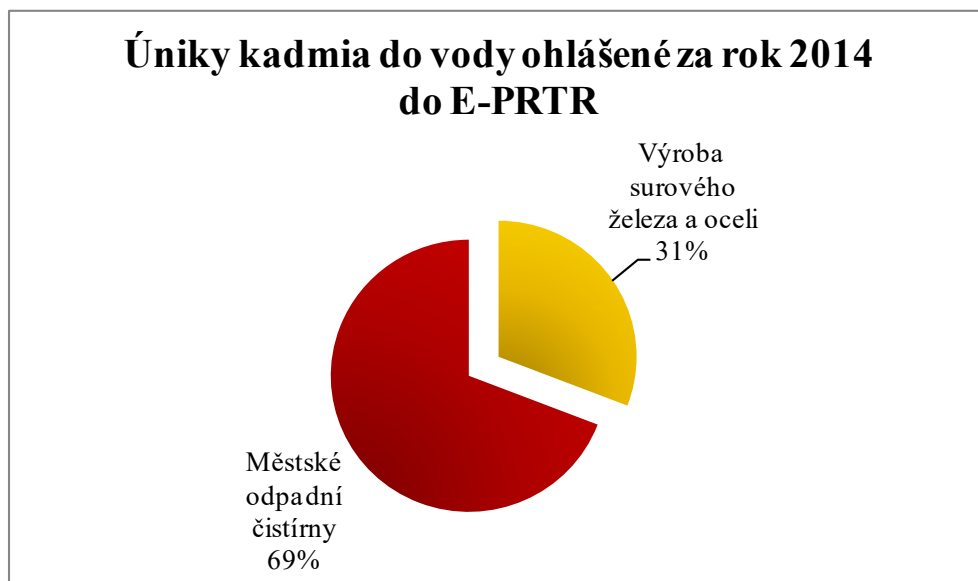
Obrázek 1 Přehled ohlašovacích požadavků za provozovny podle E-PRTR [20]

1) Odpad, který je odstraňován "úpravou půdními procesy" nebo "hlubinnou injektáží", ohlašuje jako únik do půdy provozovatel provozovny, z níž odpad pochází.

4.5.1 Úniky do vody ohlášené do E-PRTR

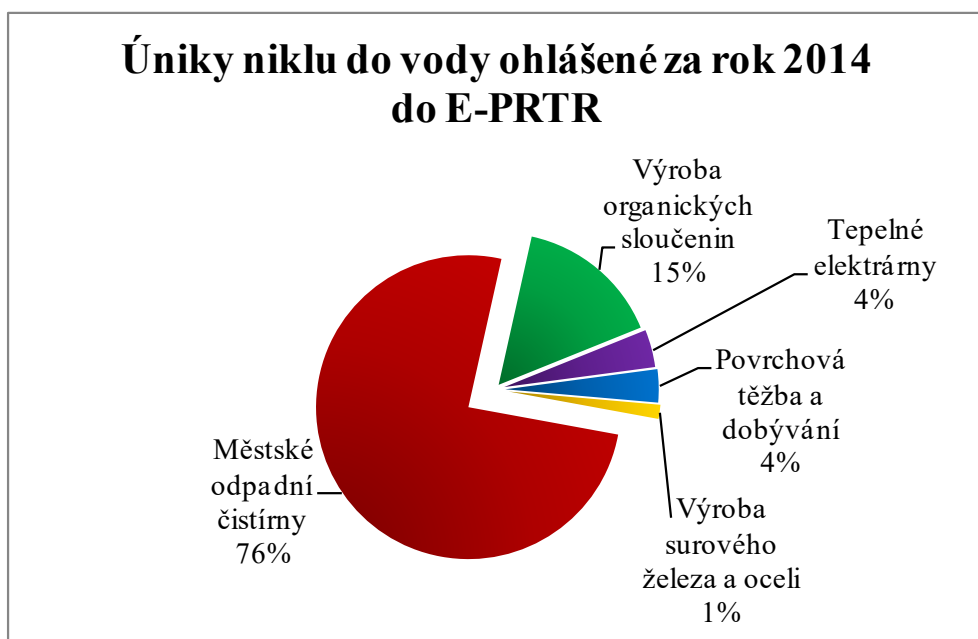
V následujících grafech jsou zpracovány úniky kadmia, niklu a olova do vody za poslední dostupný ohlašovací rok 2014 v celé České republice.

Za ohlašovací rok 2014 bylo do E-PRTR hlášeno kadmium ze dvou průmyslových odvětví. Z grafu 1 je zřejmé, že největší podíl pochází z městských čistíren odpadních vod - 69,2% (36,6 kg/rok). Druhý největší únik je z průmyslové výroby železa a oceli - 30,8 % (16,3 kg/rok).



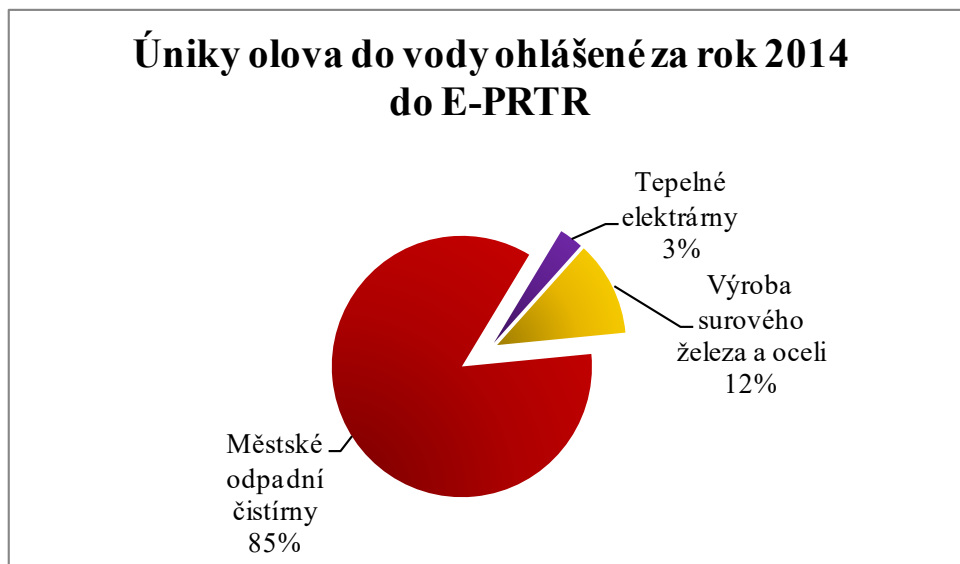
Graf 1 Úniky kadmia do vody ohlášené za rok 2014 do E-PRTR [21]

Úniky niklu do vody byly ohlášeny z 5-ti odvětví. Z grafu 2 je možno vidět, že ze 75,6 % (2 910 kg/rok) byly úniky hlášeny z městských čistíren odpadních vod. Z výroby organických sloučenin, tzn. z chemického průmyslu uniklo do vody 15,4 % (591 kg/rok), z tepelných elektráren 4 % (153 kg/rok) a z povrchové těžby 3,5 % (135 kg/rok).



Graf 2 Úniky niklu do vody ohlášené za rok 2014 do E-PRTR [21]

V grafu 3 jsou zobrazeny úniky olova do vody. Městské čistírny odpadních vod měly podíl z 85,2 % (831 kg/rok). Z výroby surového železa a oceli bylo ohlášeno 11,8 % (115 kg/rok) a z tepelných elektráren 3 % (28,8 kg/rok) úniků do vody.



Graf 3 Úniky do vody ohlášené za rok 2014 do E-PRTR [21]

5 KONCENTRACE VYBRANÝCH PRIORITNÍCH LÁTEK V POVRCHOVÝCH VODÁCH VE ZVOLENÉ LOKALITĚ

V kapitole jsou uvedeny koncentrace kadmia, niklu a olova v povrchových vodách z monitorovacích profilů, které v souladu s požadavky zákona č. 254/2001 Sb. "o vodách" v platném znění, zákona č. 305/2000 Sb. "o povodích" v platném znění a zákona č. 77/1997 Sb. "o státním podniku" v platném znění, monitoruje státní podnik Povodí Odry.

5.1 Povodí Odry

Státní podnik Povodí Odry, který sídlí v Ostravě, vznikl k 1. lednu 2001 na základě zákona č. 305/2000 Sb., o povodích. Povodí Odry je správcem významných a určených vodních toků a také udržuje ve vlastnictví vodní díla, k nimž má právo hospodařit. Oblast Povodí Odry spadá k úmoří Baltského moře, kde pramení hlavní tok celého povodí - řeka Odra [22].

Celková plocha povodí na území České republiky je 6 252 km², přičemž spravuje 5 925 km vodních toků v hydrologickém Povodí Odry. Mezi vodohospodářsky nejvýznamnější toky se řadí Odra, Opava, Moravice, Ostravice, Morávka a Olše a jejich délka je 1 355 km [22].



Obrázek 2 Oblast Povodí Odry [23]

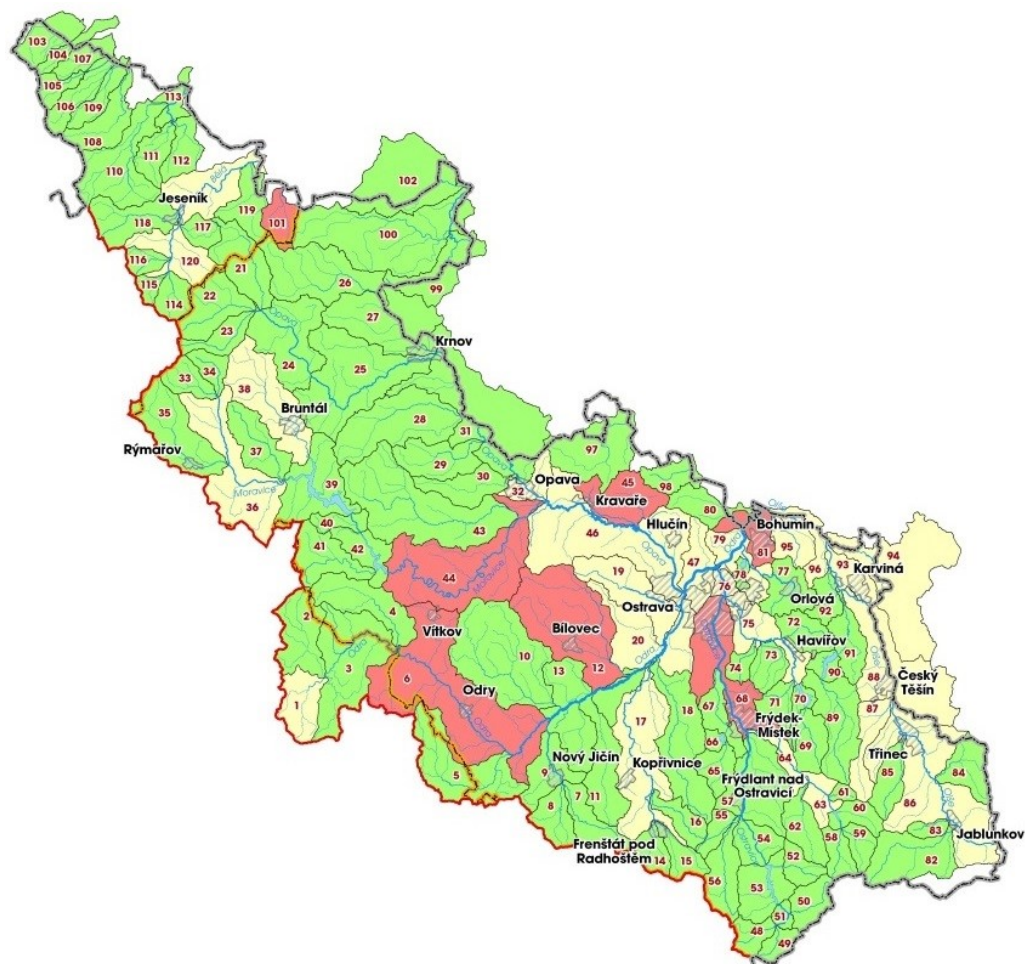
5.2 Chemický stav povrchových vod

Pro vyhodnocení chemického stavu povrchových vod se použijí normy environmentální kvality prioritních látek, přičemž výsledky hodnocení se vyjádří jako "dobrý stav" nebo "nedosažení dobrého stavu". Dobrého stavu vod je dosaženo tehdy, jestliže ani jeden ze sledovaných ukazatelů nepřekračuje hodnoty norem environmentální kvality [24].

V tabulce 10 je uvedeno vyhodnocení chemického stavu povrchových vod u vybraných vodních útvarů a je možné ji porovnat s obrázkem 3, který znázorňuje celkové hodnocení chemického stavu povrchových vod. Červená barva na obrázku znamená nevyhovující chemické hodnocení (oblast Frýdek - Místek a Bohumín), zelená barva znamená vyhovující chemický stav a barva žlutá označuje potenciálně nevyhovující chemický stav útvarů povrchových vod (oblast Český Těšín a Třinec).

Tabulka 10 Vyhodnocení chemického stavu - povrchové vody - kovy [25]

Název vodního útvaru	Přímé hodnocení - reprezentativní profil	Nepřímé (nebezpečné látky)	Ukazatele překračující limit dobrého stavu - nepřímé hodnocení	Kovy - celkové hodnocení
Ostravice po soutok s tokem Lučina	špatný stav	Nevyhovující	Cd, Hg	Nevyhovující
Olše po soutok s tokem Stonávka	nehodnoceno	Vyhovující		Pot. nevyhovující
Olše po soutok s tokem Ropičanka	špatný stav	Vyhovující		Pot. nevyhovující
Odra po státní hranici	špatný stav	Nevyhovující	Cd, Ni, Pb, Hg	Nevyhovující



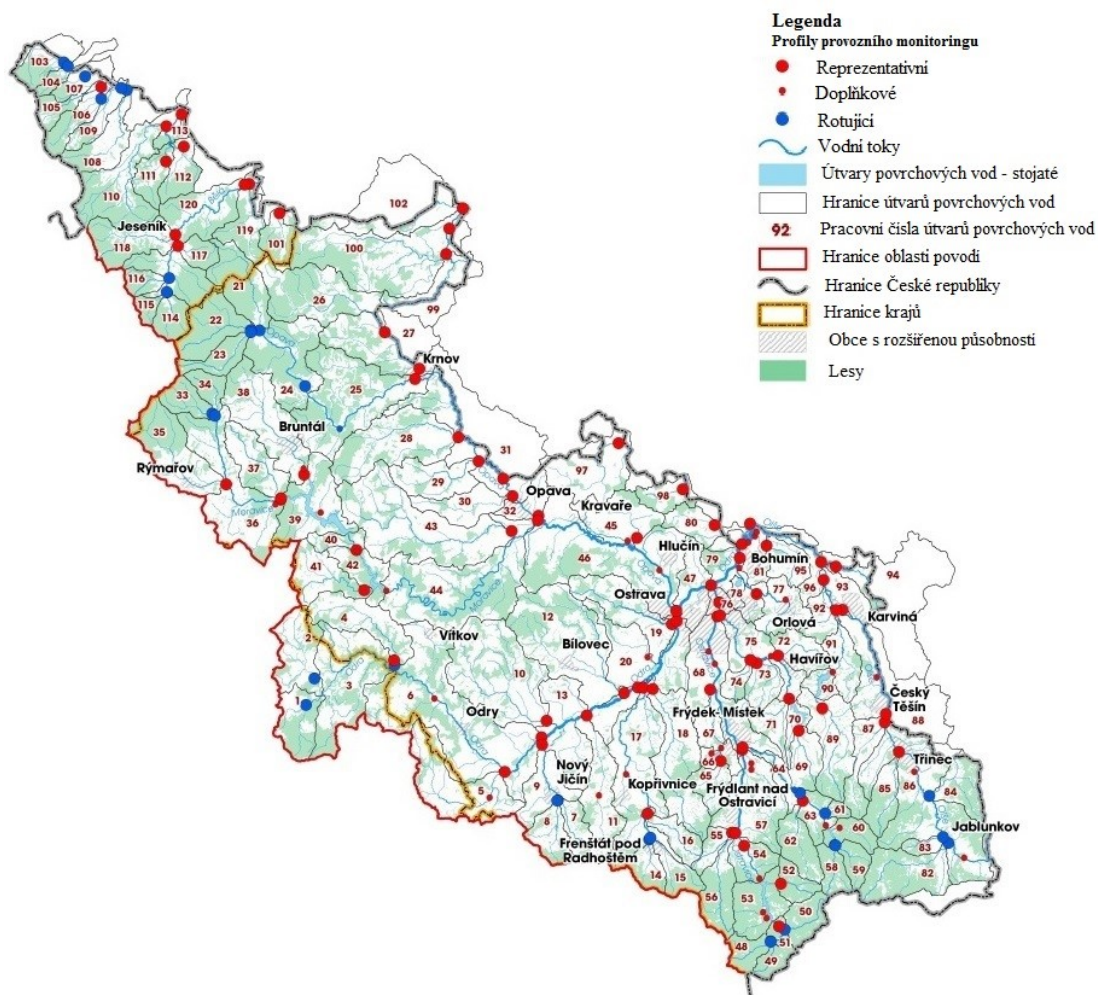
Obrázek 3 Vyhodnocení chemického stavu - povrchové vody - kovy [25]

5.3 Monitorovací síť povrchových vod

Monitorování stavu povrchových vod slouží k zajištění provázaného a úplného přehledu o stavu vod v každé oblasti povodí. Monitorovací síť musí být zřízena v souladu s požadavky článku 8 Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES. Na základě výsledků je poté zjišťován ekologický a chemický stav povrchových vod [5, 26].

Provozní monitoring musí být prováděn pro všechny vodní útvary, které byly určeny jako rizikové z hlediska možnosti dosažení environmentálních cílů a pro vodní útvary, do kterých se vypouštějí látky ze seznamu prioritních látek. Četnost monitorování musí být zvolena tak, aby byla dosažena přijatelná úroveň přesnosti a spolehlivosti [5].

Na obrázku 4 jsou uvedeny všechny monitorovací profily provozního monitoringu v rámci Povodí Odry.

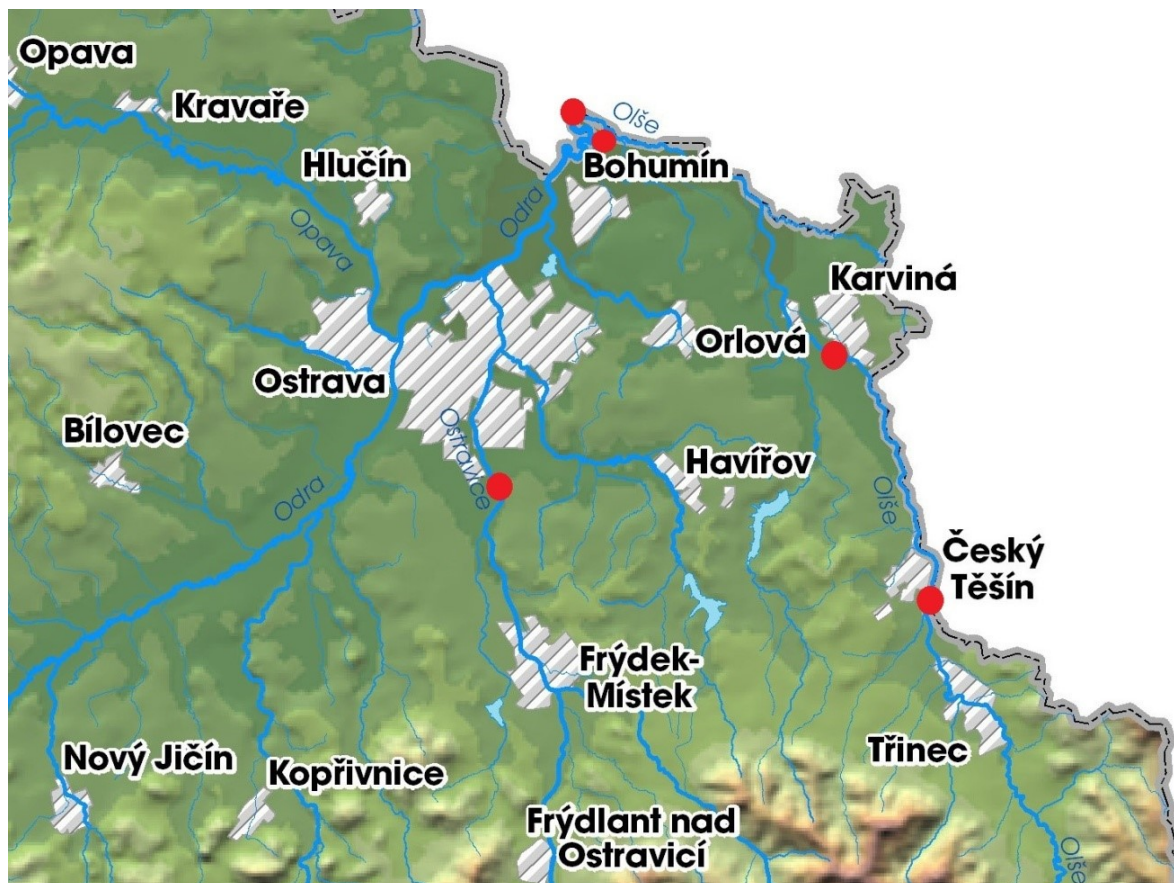


Obrázek 4 Profily provozního monitoringu povrchových vod [27]

5.4 Koncentrace vybraných prioritních látek z monitorovacích profilů (Povodí Odry)

Povodí Odry poskytlo pro diplomovou práci hodnoty koncentrací kadmia, niklu a olova ve vybraných monitorovacích profilech. Na obrázku 5 jsou zobrazeny místa, kde se vybrané monitorovací profily nachází. Jedná se o monitorovací profily nejbližší místu

výpusti vybraných ČOV (viz kapitola 6). Monitorovací profil Ostravice - Vratimov (ř. km 11,8), Olše nad Stonávkou (ř. km 21,5), Olše - Ropice (ř. km 39,9), Bohumínská stružka ústí (ř. km 0,2). Přestože se nejedná o monitorovací profil nejbližší místu výpusti ČOV, jsou uvedeny i koncentrace z monitorovacího profilu Odra - Bohumín, jakožto závěrný hraniční profil na hranici České republiky a Polska, kdy řeka Odra opouští území ČR (ř. km 3,3).



Obrázek 5 Místa vybraných monitorovacích profilů

Povodí Odry poskytlo veškeré měsíční naměřené koncentrace rozpuštěných forem kadmia, niklu a olova, ze kterých byl vypočten roční průměr (viz tabulka 11 - 16).

Roční průměr byl vypočtený na základě hodnot jednotlivých ukazatelů a počtu jejich stanovení v daném kalendářním roce.

Nejvyšší přípustné koncentrace byly stanoveny metodou AAS - viz kapitola 6.1.

5.4.1 Koncentrace kadmia z monitorovacích profilů

V tabulce 11 jsou uvedeny roční průměry kadmia z naměřených hodnot za kalendářní rok 2012 a 2016. Přestože u kadmia nebyla zpřísněna hodnota NEK, je zde uveden z toho důvodu, že se ve značné míře podílí na nevyhovujícím stavu povrchových vod.

V případě kadmia se hodnoty NEK liší podle tvrdosti vody, která je charakterizována pětistupňovou škálou tvrdosti. Rozdělení tříd pro NEK - RP [$\mu\text{g/l}$]: 1. třída $\leq 0,08$; 2. třída 0,08; 3. třída 0,09; 4. třída 0,15 a 5. třída 0,25 $\mu\text{g/l}$.

V roce 2012 a 2016 nedošlo k překročení NEK - RP. Roční průměry se pohybovaly maximálně do 4. třídy dle tvrdosti vody.

Pro roční průměr, kdy je hodnota naměřené koncentrace pod mezí detekce, se počítá polovina meze detekce. Tento způsob výpočtu je v souladu s postupem Povodí Odry.

Tabulka 11 Roční průměry kadmia z monitorovacích profilů v porovnání s NEK-RP [7, 8, 28]

	Kadmium [$\mu\text{g/l}$]			
	rok 2012	NEK - RP dle 2008/105/ES	rok 2016	NEK - RP dle 2013/39/EU
Ostravice - Vratimov	0,12	0,08-0,25	0,05	0,08-0,25
Olše nad Stonávkou	0,06		0,05	
Olše - Ropice	0,06		0,05	
Bohumínská stružka ústí	0,1		0,05	
Odra - Bohumín	0,08		0,05	

V tabulce 12 jsou uvedeny naměřené nejvyšší přípustné koncentrace v tomtéž roce, tedy 2012 a 2016. Odběr a rozbor vzorků proběhl v měsících leden, březen, květen, červenec, září a listopad. Rozdělení tříd dle tvrdosti vody pro NEK - NPK [$\mu\text{g/l}$]: 1. třída $\leq 0,45$; 2. třída 0,45; 3. třída 0,6; 4. třída 0,9; 5. třída 1,5 $\mu\text{g/l}$.

V roce 2012 byly u většiny monitorovacích profilů naměřeny hodnoty pod mezí detekce. V některých případech byly naměřeny hodnoty od 0,1 do 0,3 $\mu\text{g/l}$. V roce 2016 byly všechny naměřené koncentrace pod mezí detekce $< 0,1 \mu\text{g/l}$.

Tabulka 12 Koncentrace kadmia z monitorovacích profilů v porovnání s NEK - NPK [7, 8, 28]

rok 2012	Kadmium [µg/l]						NEK - NPK dle 2008/105/ES
	leden	březen	květen	červenec	září	listopad	
Ostravice - Vratimov	< 0,1	< 0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,45 - 1,5
Olše nad Stonávkou	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
Olše - Ropice	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
Bohumínská stružka ústí	< 0,1	< 0,1	0,2	< 0,1	< 0,1	0,2	
Odra - Bohumín	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	

rok 2016	leden	březen	květen	červenec	září	listopad	NEK - NPK dle 2013/39/EU
Ostravice - Vratimov	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,45-1,5
Olše nad Stonávkou	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
Olše - Ropice	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
Bohumínská stružka ústí	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
Odra - Bohumín	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	

5.4.2 Koncentrace niklu z monitorovacích profilů

V tabulce 13 jsou uvedeny roční průměry niklu z naměřených hodnot za rok 2012 a 2016. Kalendářní rok 2012 byl vybrán proto, že v roce 2013 s novou směrnicí Evropského parlamentu a Rady vstoupily v platnost nové, přísnější limity NEK.

Z tabulky je zřejmé, že hodnota 12,83 µg/l u monitorovacího profilu Bohumínská stružka ústí v roce 2012 splňovala NEK - NPK.

V roce 2016 už musely hodnoty splňovat zpřísněné limity. Hodnota byla zpřísněna z 20 µg/l na 4 µg/l, proto v monitorovacím profilu Bohumínská stružka ústí nesplňuje koncentrace niklu stanovený limit. U tohoto monitorovacího profilu by se měla zvýšit pozornost na sledování možných producentů niklu a stanovit vhodná opatření.

Tabulka 13 Roční průměry niklu z monitorovacích profilů v porovnání s NEK-RP [7, 8, 28]

	Nikl [µg/l]			
	rok 2012	NEK - RP dle 2008/105/ES	rok 2016	NEK - RP dle 2013/39/EU
Ostravice - Vratimov	2	20	2,33	4
Olše nad Stonávkou	2		3,17	
Olše - Ropice	1,71		2,67	
Bohumínská stružka ústí	12,83		10,82	
Odra - Bohumín	2,83		3,75	

V tabulce 14 jsou uvedeny nejvyšší přípustné koncentrace niklu z monitorovacích profilů. Odběry a rozborů vzorků byly provedeny v daných měsících za rok 2012 a 2016. Všechny naměřené koncentrace splňují NEK - NPK, ale jak je zřejmé, monitorovací profil Bohumínská stružka ústí má nejvyšší koncentrace niklu. V budoucnu by tak mohl nastat problém s překračováním limitu NEK - NPK.

Tabulka 14 Koncentrace niklu z monitorovacích profilů v porovnání s NEK - NPK [7, 8, 28]

rok 2012	Nikl [µg/l]						NEK - NPK dle 2008/105/ES
	leden	březen	květen	červenec	září	listopad	
Ostravice - Vratimov	3	2	2	2	2	1	nepoužije se
Olše nad Stonávkou	5	2	1	1	2	1	
Olše - Ropice	3	2	1	1	2	1	
Bohumínská stružka ústí	16	13	9	13	15	11	
Odra - Bohumín	3	3	2	3	3	2	

rok 2016	leden	březen	květen	červenec	září	listopad	NEK - NPK dle 2013/39/EU
Ostravice - Vratimov	2	3	3	2	3	1	34
Olše nad Stonávkou	4	4	2	3	3	3	
Olše - Ropice	5	3	2	2	2	2	
Bohumínská stružka ústí	2,9	15	17	7	9	14	
Odra - Bohumín	4	4	3	3	5	3	

5.4.3 Koncentrace olova z monitorovacích profilů

V tabulce 15 jsou uvedeny roční průměry olova z naměřených hodnot olova za kalendářní rok 2012 a 2016. Zprísňení limitů NEK dle směrnice 2013/39/EU však nemá zásadní vliv, neboť naměřené koncentrace byly ve většině případů pod mezí detekce < 0,0005 mg/l (tj. < 0,5 µg/l). Pro roční průměr se počítá polovina meze detekce, tedy 0,25 µg/l.

Tabulka 15 Roční průměry olova z monitorovacích profilů v porovnání s NEK-RP [7, 8, 28]

	Olovo [µg/l]			
	rok 2012	NEK - RP dle 2008/105/ES	rok 2016	NEK - RP dle 2013/39/EU
Ostravice - Vratimov	0,25	7,2	0,25	1,2
Olše nad Stonávkou	0,33		0,25	
Olše - Ropice	0,34		0,25	
Bohumínská stružka ústí	0,25		0,25	
Odra - Bohumín	0,25		0,25	

V tabulce 16 jsou uvedeny nejvyšší přípustné koncentrace olova z vybraných monitorovacích profilů. Odběr a rozbor vzorků byl opět proveden v roce 2012 a 2016 a to v měsíci leden, březen, květen, červenec, září a listopad. Všechny naměřené koncentrace byly naměřeny pod mezí detekce < 0,5 µg/l.

Tabulka 16 Koncentrace olova z monitorovacích profilů v porovnání s NEK - NPK [7, 8, 28]

rok 2012	Olovo [µg/l]						NEK - NPK dle 2008/105/ES
	leden	březen	květen	červenec	září	listopad	
Ostravice - Vratimov	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	nepoužije se
Olše nad Stonávkou	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,7	
Olše - Ropice	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,8	< 0,5	
Bohumínská stružka ústí	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
Odra - Bohumín	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	

pokračování tabulky 16

rok 2016	leden	březen	květen	červenec	září	listopad	NEK - NPK dle 2013/39/EU
Ostravice - Vratimov	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	14
Olše nad Stonávkou	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
Olše - Ropice	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
Bohumínská stružka ústí	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
Odra - Bohumín	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	

6 KONCENTRACE VYBRANÝCH PRIORITNÍCH LÁTEK V ODPADNÍCH VODÁCH VE ZVOLENÉ LOKALITĚ

Za účelem zjištění koncentrací kadmia, niklu a olova v odpadních vodách byly v březnu 2017 odebrány vzorky odpadní vody na přítoku a odtoku z čistírny odpadních vod. Jednalo se o čistírnu odpadních vod Bohumín, Český Těšín, Frýdek - Místek a Třinec. V laboratoři byly vyhodnoceny vzorky odpadních vod metodou plamenové AAS.

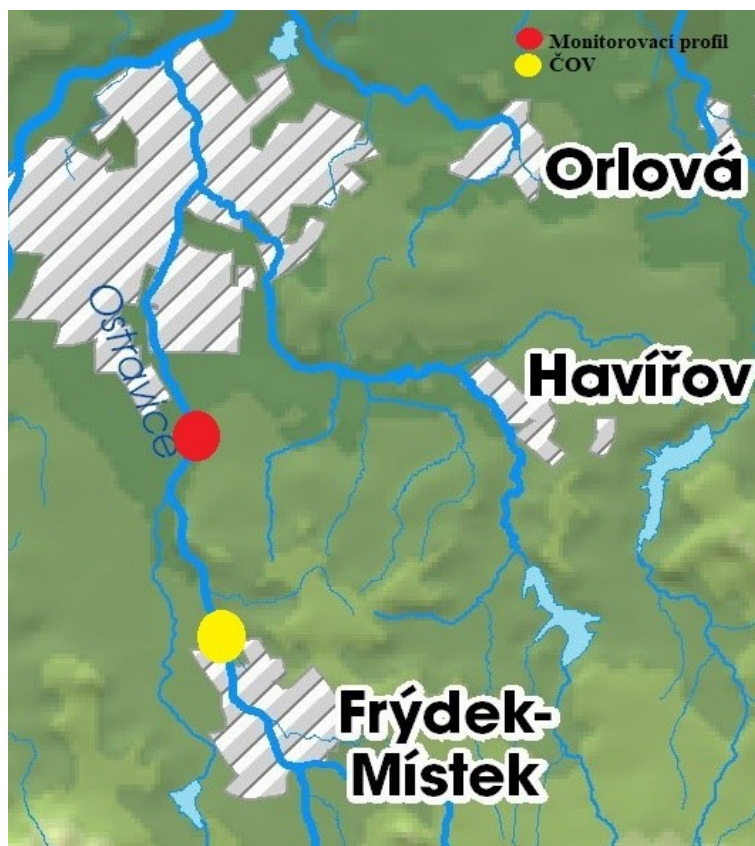
Na obrázku 6, 7, 8, 9 jsou zobrazeny místa monitorovacích profilů a čistíren odpadních vod, ze kterých byly odebrány vzorky odpadní vody. Červeně je zaznamenána poloha monitorovacího profilu a žlutě čistírny odpadních vod.



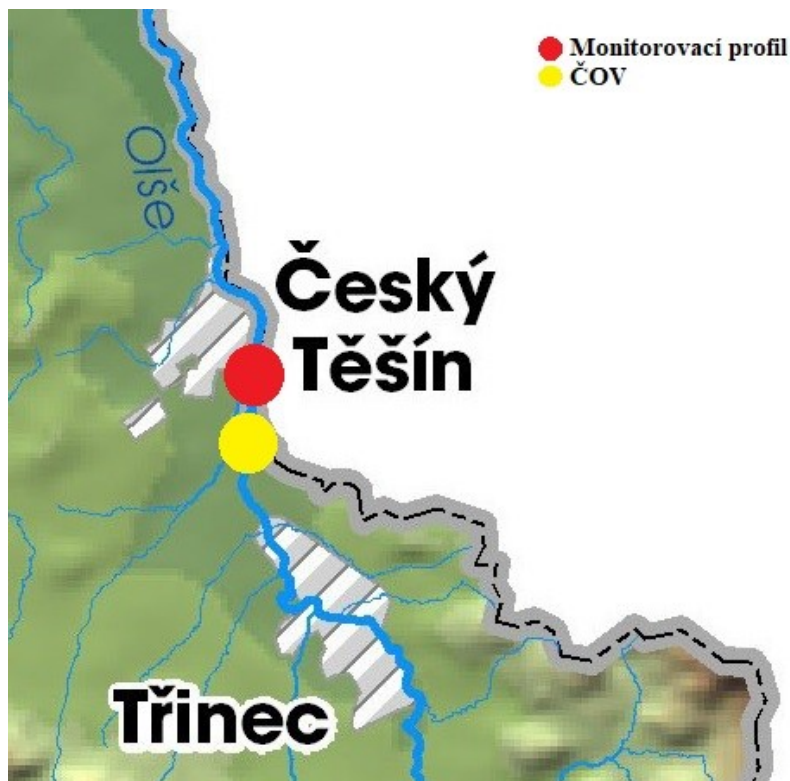
Obrázek 6 Monitorovací profil Bohumínská stružka ústí a ČOV Bohumín



Obrázek 7 Monitorovací profil Olše nad Stonávkou a ČOV Český Těšín



Obrázek 8 Monitorovací profil Ostravice - Vratimov a ČOV Frýdek - Místek



Obrázek 9 Monitorovací profil Olše - Ropice a ČOV Třinec

6.1 Metoda stanovení - Atomová absorpční spektrometrie (AAS)

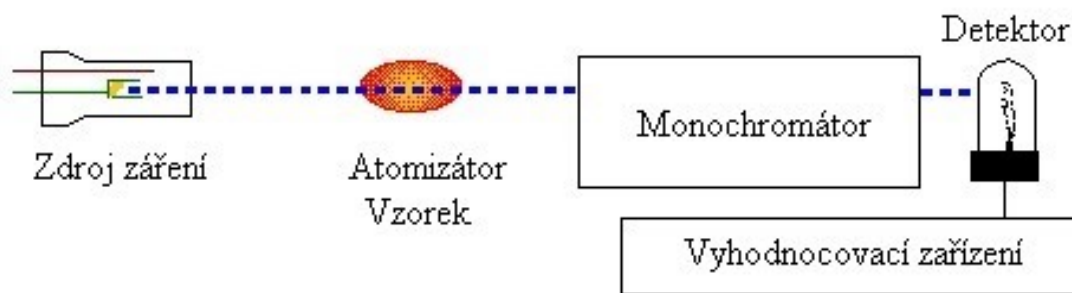
Atomová absorpční spektrometrie využívá jako analytickou vlastnost absorpci záření volnými atomy sledovaného prvku. Úbytek primárního záření je tak mírou koncentrace volných atomů prvku, který záření absorboval. Nejčastěji se v AAS pro tvorbu volných atomů používá plamen, který podle druhu paliva a oxidovadla dosahuje teploty 2 000 - 3 150 K (1 727 - 2 877 °C) [29].

Metoda umožňuje měřit koncentraci až 60-ti prvků (kovů a přechodných prvků) a proto může být aplikována v environmentálních analýzách. Významná je tato metoda při sledování nízkých obsahů toxických prvků ve vzorcích životního prostředí, kde se dobře uplatňuje díky své vysoké citlivosti a selektivitě [29, 30].

Atomový absorpční spektrometr a jeho funkce

Základní konstrukční prvky tak, jak jsou seřazeny za sebou v optické ose:

- zdroj monochromatického záření sledovaného prvku
- absorpční prostředí s volnými atomy
- monochromátor k izolaci rezonanční čáry primárního záření
- detektor záření, kterým se mění proud fotonů na proud elektronů
- počítačové zpracování signálu [29]



Obrázek 10 Jednoduché pracovní schéma AAS [31]

Zdroj záření

Zdrojem primárního záření je nízkotlaká, neonem plněná výbojka s dutou katodou. Výbojka pracuje v doutnavém režimu při proudu několika miliampér a tlaku řádově 0,1 kPa. Vysílané záření je modulováno elektricky nebo mechanicky přerušovačem [29].

Atomizátor

Laminární předmíchaný plamen je nejjednodušeji realizovaným prostředím k atomizaci. Plamen se získává laminárním hořením předmíchané směsi acetylenu se vzduchem ve speciálním hořáku. Analyzovaný vzorek se do plamene přivádí ve formě aerosolu. Pro každý prvek existuje optimální zóna v plamenu daná výškou nad ústím hořáku, kde je koncentrace volných atomů nejvyšší [29].

Monochromátor

Za plamenem se nachází mřížkový monochromátor, který slouží k izolaci záření vhodné vlnové délky [29].

Detektor

K detekci toků záření se zařazuje těsně za výstupní štěrbinu monochromátoru fotonásobič s fotokatodou. Získaný fotoproud se zesiluje dalším zesilovačem [29].

6.1.1 Mez detekce

Mez detekce (LOD - Limit Of Detection) je definována jako nejnižší množství složky, analytu ve vzorku, které může být kvalitativně dokázáno. Jinak řečeno, jaké množství analytu lze spolehlivě prokázat [32, 33].

Meze detekce jsou odlišné pro různé typy atomových absorpčních spektrometrů.

Meze detekce pro přístroj použitý k hodnocení vzorků z ČOV:

- Kadmium: 2 µg/l
- Nikl: 30 µg/l
- Olovo: 10 µg/l

6.2 Koncentrace kadmia v odpadní vodě

Výsledky koncentrací kadmia, z laboratorního rozboru metodou AAS, jsou uvedeny v tabulce 17. Všechny měřené přítoky a odtoky z čistíren odpadních vod jsou pod mezí detekce přístroje, která je 2 µg/l. Jelikož je mez detekce vyšší, než NEK-RP, nelze říci, zda je hodnota překračována či nikoliv.

Tabulka 17 Koncentrace kadmia v porovnání s novou a původní hodnotou NEK [7, 8, 34]

	Kadmium [µg/l]	Nová hodnota dle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2013/39/EU = Nařízení vlády 401/2015		Původní hodnota dle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/105/ES	
		NEK - RP [µg/l]	NEK - NPK [µg/l]	NEK - RP [µg/l]	NEK - NPK [µg/l]
Bohumín - přítok	< 2,0	0,08-0,25	0,45-1,5	0,08-0,25	0,45-1,5
Bohumín - odtok	< 2,0				
Český Těšín - přítok	< 2,0				
Český Těšín - odtok	< 2,0				
Frýdek - Místek - přítok	< 2,0				
Frýdek - Místek - odtok	< 2,0				
Třinec - přítok	< 2,0				
Třinec - odtok	< 2,0				

6.3 Koncentrace niklu v odpadní vodě

V tabulce 18 jsou uvedeny výsledky z laboratorního měření niklu v odpadních vodách. U niklu došlo k výraznému zprůsnění limitu NEK (dle Směrnice 2013/39/EU). Vzhledem k tomu, že mez detekce je 30 µg/l a NEK - RP je stanoven na 4 µg/l, nelze říci, zda je roční průměr překračován.

U Frýdku - Místku na přítoku na ČOV byla naměřena koncentrace 39 µg/l, která je vyšší než NEK - NPK. Hodnoty koncentrací na přítoku ale musejí splňovat limity dané kanalizačním řádem.

Tabulka 18 Koncentrace niklu v porovnání s novou a původní hodnotou NEK [7, 8, 34]

	Nikl [µg/l]	Nová hodnota dle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2013/39/EU = Nařízení vlády 401/2015		Původní hodnota dle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/105/ES	
		NEK - RP [µg/l]	NEK - NPK [µg/l]	NEK - RP [µg/l]	NEK - NPK [µg/l]
Bohumín - přítok	< 30,0	4	34	20	nepoužije se
Bohumín - odtok	< 30,0				
Český Těšín - přítok	< 30,0				
Český Těšín - odtok	< 30,0				
Frýdek - Místek - přítok	39,0				
Frýdek - Místek - odtok	< 30,0				
Třinec - přítok	< 30,0				
Třinec - odtok	< 30,0				

6.4 Koncentrace olova v odpadní vodě

Výsledky naměřených koncentrací olova v odpadních vodách jsou uvedeny v tabulce 19. Všechny naměřené koncentrace olova v odpadních vodách jsou pod mezí detekce, která je 10 µg/l. Nejvyšší přípustná koncentrace NEK je stanovena na 14 µg/l, tudíž všechny naměřené hodnoty splňují NEK-NPK.

Vzhledem k tomu, že NEK- RP je 1,2 µg/l a mez detekce je 10 µg/l, nelze potvrdit, zda je roční průměr překračován či nikoliv.

Tabulka 19 Koncentrace olova v porovnání s novou a původní hodnotou NEK [7, 8, 34]

	Olovo [µg/l]	Nová hodnota dle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2013/39/EU = Nařízení vlády 401/2015		Původní hodnota dle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/105/ES	
		NEK - RP [µg/l]	NEK - NPK [µg/l]	NEK - RP [µg/l]	NEK - NPK [µg/l]
Bohumín - přítok	< 10,0	1,2	14	7,2	nepoužije se
Bohumín - odtok	< 10,0				

pokračování tabulky 19

Český Těšín - přítok	< 10,0	1,2	14	7,2	nepoužije se
Český Těšín - odtok	< 10,0				
Frýdek - Místek - přítok	< 10,0				
Frýdek - Místek - odtok	< 10,0				
Třinec - přítok	< 10,0				
Třinec - odtok	< 10,0				

7 DOPADY NA PROVOZOVATELE ČISTÍREN ODPADNÍCH VOD

Vzhledem k výsledkům naměřených koncentrací kadmia, niklu a olova v povrchových a odpadních vodách, lze předpokládat překročení NEK - RP především u niklu a olova. Po zpřísnění hodnot NEK Směrnicí 2013/39/EU se výrazně zvýšilo riziko nedodržení stanovených koncentrací a s tím spojených dopadů, jako například nedodržení dobrého chemického stavu.

Provozovatelé čistíren odpadních vod by měli věnovat zvýšenou pozornost koncentracím těchto prioritních látek a co nejvíce se snažit zamezit vstupu těchto látek do kanalizační sítě.

Vypouštění znečištěných odpadních vod do kanalizační sítě určitého města se řídí Kanalizačním řádem. Kanalizační řád stanovuje podmínky, za nichž se povoluje vypouštět odpadní vody z určeného místa, v určitém množství a v určité koncentraci do kanalizace. Toto vypouštění musí být v souladu se zákonem č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu. Podmínky vypouštění odpadních vod do povrchových vod stanovuje zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) [35].

Obsahem kanalizačního řádu je:

- Popis území
- Technický popis stokové sítě
- Mapové přílohy s vyznačenými důležitými objekty
- Údaje o městské čistírně odpadních vod - limity pro vypouštění
- Důležití producenti odpadních vod
- Seznam látek, které nesmí vniknout do stokové sítě
- Způsob a četnost měření množství odpadních vod
- Opatření při poruchách a haváriích kanalizace
- Práva a povinnosti provozovatele [35]

Kanalizačním řádem je stanovena nejvyšší přípustná míra znečištění ve vypouštěných odpadních vodách do kanalizační sítě města. Do kanalizační sítě mohou být odváděny odpadní vody pouze za předpokladu, že splňují dané limity.

Koncentrační limit z kontrolního dvouhodinového směšného vzorku ($\mu\text{g/l}$) je ve městě Bohumín, Český Těšín a Třinec stejný, viz tabulka 20. Ve městě Třinec je udělena výjimka pro provozovnu VESUVIUS ČR a.s., která má povoleno vypouštět kadmium v koncentračním limitu 100 $\mu\text{g/l}$. Ve městě Český Těšín je udělena výjimka pro provoz DONGHEE CZECH s.r.o., s limitem 1000 $\mu\text{g/l}$ pro nikl.

Pro město Frýdek - Místek a obec Sviadnov je rozdíl v koncentračním limitu kadmia, kde je hodnota stanovena na 100 $\mu\text{g/l}$.

Tabulka 20 Nejvyšší přípustná míra znečištění ve vypouštěných OV do kanalizační sítě města [35, 36, 37, 38, 39]

	Bohumín, Český Těšín, Třinec	Frýdek - Místek
Ukazatel	Koncentrační limit z kontrolního dvouhodinového směšného vzorku ($\mu\text{g/l}$)	Koncentrační limit z kontrolního dvouhodinového směšného vzorku ($\mu\text{g/l}$)
Kadmium	30	100
Nikl	100	100
Olovo	100	100

7.1 Důležitost producentů odpadních vod

V každém kanalizačním řádu nalezneme seznam hlavních producentů odpadních vod, kteří vypouští své odpadní vody do stokové sítě města, která zaústíje do ČOV.

KŘ města Bohumín:

Mezi hlavní producenty odpadních vod na stokové síti města Bohumín je zařazen provoz: Capital Group Czech, ROCKWOOL a.s. (výroba izolací z kamenné vlny), BOCHEMIE, s.r.o. (výroba chemikálií), ŽDB Bohumín a.s. (výroba drátu), JAN HEFNER - PROGRES (kovoobrábění, doprava, prodej olejů a pohonných hmot), ODRA Bohumín s.r.o. (výroba plynových kotlů) a EXELSIOR GROUP s.r.o. (zpracování plastů a výroba potravinářských obalů). U některých producentů je zajištěna likvidace průmyslových odpadních vod na podnikové ČOV, u některých jsou odpadní vody likvidovány na městské ČOV [35].

KŘ města Frýdek - Místek:

Hlavní producenti odpadních vod na stokové síti města Frýdek - Místek jsou: ArcelorMittal (výroba železa a oceli), DALKIA ČR a.s. Teplárna Sviadnov (energie), Hutní montáže Ostrava a.s. (firma pro montáže, opravy a údržbu), Plzeňský prazdroj a.s., Pivovar Radegast, VÚHŽ a právní subjekty nacházející se na území průmyslové zóny Nošovice - KŘ obce Dobrá (Hyundai Motor Manufacturing Czech s.r.o., Dymos Czech Republic s.r.o., Mobis Automotive Czech s.r.o.) [36, 37].

KŘ města Český Těšín:

Hlavní producenti odpadních vod ve městě Český Těšín jsou: Těšínská tiskárna a.s. (výroba knižních publikací), Těšínská jatka s.r.o., Renatex CZ a.s. provoz PEREX (chemické čištění prádla), KOVONA SYSTEM a.s. (kovovýroba), DONGHEE CZECH s.r.o. (výroba automobilových dílů) [38].

KŘ města Třinec:

Mezi hlavní producenty odpadních vod města Třinec patří: Nehlsen Třinec s.r.o. (nakládání s odpady), Walmark a.s. (výroba doplňků stravy), Energetika TŽ a.s. (výroba a distribuce elektřiny a tepelné energie), TŽ a.s. (výroba kolejnic, nosníků a tyčí, válcovaného drátu), VESUVIUS ČR a.s. (slévárna) [39].

Provozovatel čistírny odpadních vod by měl pravidelně kontrolovat dodržování kanalizačního řádu. V případě překračování nejvyšší přípustné míry znečištění, by pak měl jednat s producenty znečišťujících odpadních vod. Zásada "znečišťovatel platí" by měla donutit průmyslové podniky, které nedokážou zajistit vhodnou kvalitu vypouštěné vody, hledat a zavádět nová opatření. To by mohlo znamenat například změnu výrobního procesu nebo zabudování předčištění odpadní vody přímo u zdroje. Náklady spojené s těmito opatřeními bývají kompenzovány snížením poplatků za vypouštění odpadní vody [40].

7.2 Zdroje rizikových prvků

V tabulce 21 jsou k doplnění informací vypsány průmyslové procesy (výroba), které produkují odpadní vody s obsahem těžkých kovů. Tabulka je upravena pouze na vybrané těžké kovy - kadmium, nikl a olovo. Ve skutečnosti se nejedná pouze o tyto vybrané těžké kovy, ale patří zde i: Fe, Zn, Hg, As, Se, Mn, Cu, Al, Cr, Mo, Cu, W, Ti, Ba, Sr, Ge, Be, Ag, V.

Tabulka 21 Průmyslové procesy produkující odpadní vody s obsahem těžkých kovů [41]

Výroba	Výskyt rizikových prvků
Hutní průmysl	Ni, Pb
Těžba uhlí	Ni
Povrchová úprava kovů	Ni, Cd
Chemický průmysl	Pb
Barvy, laky	Pb
Textilní průmysl	Pb
Polygrafický průmysl	Ni, Cd, Pb
Elektrotechnika	Ni, Pb
Spalování uhlí	Ni, Pb
Spalování topných olejů	Ni
Průmyslová hnojiva	Cd
Koroze potrubí, inhibitory	Ni, Pb
Automobilová doprava	Pb

8 KONCENTRACE VYBRANÝCH PRIORITNÍCH LÁTEK V ČISTÍRENSKÉM KALU

Pro úplnost byly do této diplomové práce zahrnuty také koncentrace kadmia, niklu a olova v čistírenském kalu. I když jsou z odpadních vod odstraněny, kumulují se v kalech a v případě vyšších koncentrací brání možnosti využití kalů na zemědělské půdě či na povrchu terénu.

V lednu 2017 byly z vybraných čistíren odpadních vod (viz výše, kapitola 6) odebrány vzorky čistírenského kalu ke stanovení těžkých kovů metodou AAS.

8.1 Legislativa čistírenských kalů

Kaly z čistíren odpadních vod a další biologicky rozložitelné odpady jsou definovány v §32 v zákonu č. 185/2001 Sb., ze dne 15. května 2001 o odpadech a o změně některých dalších zákonů [42].

Vyhláška č. 437/2016 Sb., ze dne 19. prosince 2016 o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady a změně vyhlášky č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady), upravuje technické podmínky použití upravených kalů na zemědělské půdě, mezní hodnoty koncentrací vybraných rizikových látek a mezní hodnoty koncentrací těžkých kovů.

Mezní hodnoty koncentrací vybraných rizikových látek a prvků v kalech pro jejich použití na zemědělské půdě (ukazatele pro hodnocení kalů) jsou stanoveny v příloze č. 3 vyhlášky č. 437/2016 Sb., viz tabulka 22.

Tabulka 22 příloha č. 3 Mezní hodnoty koncentrací rizikových látek v kalech [43]

Riziková látka	Mezní (maximální) hodnoty koncentrace v kalech [mg/kg sušiny]
Cd - kadmium	5
Ni - nikl	100
Pb - olovo	200

8.2 Třídy vyluhovatelnosti

Vyhláška č. 294/2005 Sb., ze dne 11. července 2005 o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady stanovuje v příloze č. 2 nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů - koncentrací škodlivin ve vodném výluhu odpadu pro jednotlivé třídy vyluhovatelnosti, viz tabulka 23. Odpady, které jsou zařazené ve vyšší třídě vyluhovatelnosti nesmějí být přijímány na skládky, které odpovídají nižší třídě vyluhovatelnosti [44].

Tabulka 23 Třídy vyluhovatelnosti [44]

ukazatel	Třídy vyluhovatelnosti			
	I	IIa	IIb	III
	[$\mu\text{g/l}$]	[$\mu\text{g/l}$]	[$\mu\text{g/l}$]	[$\mu\text{g/l}$]
Cd	4	500	100	500
Ni	40	4000	1000	4000
Pb	50	5000	1000	5000

Limitní koncentrace škodlivin v sušině kalu jsou uvedeny v příloze č. 10 vyhlášky č. 294/2005 Sb. Jedná se o požadavky na obsah škodlivin v odpadech využívaných na povrchu terénu, tabulka 24.

Tabulka 24 Limitní koncentrace škodlivin v sušině odpadů [44]

Ukazatel	Limitní hodnota [mg/kg sušiny]
Kadmium	1
Nikl	80
Olovo	100

8.3 Stanovení kadmia v čistírenském kalu

V tabulce 25 jsou uvedeny naměřené koncentrace kadmia v čistírenském kalu v porovnání s mezní hodnotou koncentrace (mg/kg sušiny) vyhlášky č. 437/2016 Sb., a vyhlášky č. 294/2005 Sb. Koncentrace kadmia dle vyhlášky č. 294/2005 Sb. nejsou splněny. Jelikož ale kaly procházejí další úpravou (výroba rekultivačního substrátu), tak hodnota koncentrace kadmia musí být splněná ve výstupním produktu, tj. rekultivačním substrátu.

U ČOV Frýdek - Místek bylo první měření provedeno v lednu, druhé v únoru. Všechny čistírenské kaly z vybraných ČOV splňují mezní hodnoty dle vyhlášky č. 437/2016 Sb. Dále je v tabulce uvedena sušina (%), která se pohybuje od 17 % do 31 %. V tabulce jsou také uvedeny organické látky (%).

Tabulka 25 Koncentrace kadmia v čistírenském kalu [34, 43, 44]

	Mezní hodnota koncentrace v kalech dle vyhlášky č. 437/2016 Sb. [mg/kg sušiny]	Limitní hodnota dle vyhlášky č. 294/2005 Sb. [mg/kg sušiny]	Kadmium [mg/kg sušiny]	Sušina [%]	Organické látky [%]
Bohumín	5	1	3,8	22,53	58,5
Český Těšín			1,17	31,05	53,5
Frýdek - Místek			1,96	27,32	47,7
			1,45	31,05	37,9
Třinec			1,89	17,35	64,8

8.4 Stanovení niklu v čistírenském kalu

V tabulce 26 jsou uvedeny koncentrace niklu v čistírenském kalu, v porovnání s mezní hodnotou koncentrace dle vyhlášky č. 437/2016 Sb., a vyhlášky č. 294/2005 Sb. Obě mezní hodnoty koncentrace v kalu jsou v případě niklu splněny.

Koncentrace niklu v čistírenském kalu se pohybují od 14 do 41 mg/kg. V tabulce jsou dále uvedeny organické látky (%) a sušina (%).

Tabulka 26 Koncentrace niklu v čistírenském kalu [34, 43, 44]

	Mezní hodnota koncentrace v kalech dle vyhlášky č. 437/2016 Sb. [mg/kg sušiny]	Limitní hodnota dle vyhlášky č. 294/2005 Sb. [mg/kg sušiny]	Nikl [mg/kg sušiny]	Sušina [%]	Organické látky [%]
Bohumín	100	80	34,7	22,53	58,5
Český Těšín			14,7	31,05	53,5
Frýdek - Místek			41,7	27,32	47,7
			38,2	31,05	37,9
Třinec			28,5	17,35	64,8

8.5 Stanovení olova v čistírenském kalu

Tabulka 27 uvádí naměřené koncentrace olova v čistírenském kalu. Opět jsou dané mezní hodnoty koncentrace v kalech dle obou vyhlášek splněny. Koncentrace olova se pohybují od 11 do 78 mg/kg. V tabulce jsou také uvedeny organické látky (%) a sušina (%).

Tabulka 27 Koncentrace olova v čistírenském kalu [34, 43, 44]

	Mezní hodnota koncentrace v kalech dle vyhlášky č. 437/2016 Sb. [mg/kg sušiny]	Limitní hodnota dle vyhlášky č. 294/2005 Sb. [mg/kg sušiny]	Olovo [mg/kg sušiny]	Sušina [%]	Organické látky [%]
Bohumín	200	100	65,1	22,53	58,5
Český Těšín			23,4	31,05	53,5
Frýdek - Místek			19,8	27,32	47,7
			11,6	31,05	37,9
Třinec			78,9	17,35	64,8

9 ODSTRAŇOVÁNÍ TĚŽKÝCH KOVŮ Z ODPADNÍCH VOD

Odpadní vody z průmyslových odvětví obsahují vysoké koncentrace těžkých kovů. Vysoké koncentrace těžkých kovů se mohou hromadit v lidském těle a působit vážné zdravotní komplikace. Z tohoto důvodu je nutné odstranit těžké kovy z odpadních vod před vypouštěním do okolního prostředí (recipientu). V nařízení vlády č. 401/2015 Sb. byly stanoveny přípustné hodnoty znečištění pro odpadní vody vypouštěné z průmyslových a zemědělských odvětví [13, 45].

9.1 Odstraňování těžkých kovů z odpadních vod

Odstranění těžkých kovů lze provést postupy jako je chemické srážení, iontová výměna a elektrochemické metody. Tyto procesy mají ale značné nevýhody, které jsou například: neúplné odstranění, vysoká energetická a finanční náročnost a produkce toxických kalů [45].

Chemické srážení těžkých kovů je nejobvyklejší ve formě hydroxidů, které jsou málo rozpustné ve vodě. Srážení se vykoná přidávkem NaOH nebo $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Úprava pH je hlavní parametr, který významně zlepšuje odstranění těžkých kovů srážením [46].

Při **iontové výměně** lze těžké kovy z odpadních vod zachytit na katexech, u nichž je protiiontem kation (obvykle H^+ nebo Na^+). Vodu zbavenou kovů lze poté využít v technologickém procesu. Někdy je výhodné vody s obsahem určitého kovu zpracovávat odděleně (např. Ni), čímž získáme možnost jeho znovuzískání [46].

Adsorpce

Adsorpce je děj, ke kterému dochází na styku kapalně (plynné) fáze s pevnou fází. Látky z kapalně anebo plynné fáze jsou přitahovány k povrchu pevné fáze a hromadí se na jeho povrchu [46].

Mezi nejobvyklejší adsorbent patří aktivní uhlí, které se vyrábí tepelným zpracováním organického materiálu, jako je hnědé uhlí, rašelina, dřevo a jiné. Dodává se ve formě granulí nebo prášku. Práškové aktivní uhlí se při čištění odpadní vody dávkuje do aktivační nádrže nebo do biologicky vyčištěné odpadní vody. Granulované uhlí je možno použít v koloně zařazené za biologickým stupněm čistírny odpadních vod pro dočištění [46].

Současný výzkum odstraňování těžkých kovů je zaměřen na aplikaci přírodních materiálů, které patří mezi cenově dostupné sorbenty. Mezi nejvíce testované sorbenty patří zeolity, karbonáty, jíly, rašelina, oxidy a hydroxidy železa (přírodní, respektive synteticky připravené na povrchu uhlí, dřeva), mořské řasy, popílek atd. Adsorpce oxidem a hydroxidem železa představuje efektivní a ekonomicky výhodou metodu pro odstranění těžkých kovů z vod. Efektivní sorbenty jsou takové látky, které mají silně narušený porézní povrch. Typickým rysem dobrého sorbentu je velký specifický povrch (několik stovek m^2/g) [41, 47].

9.1.1 Adsorpce na modifikovaných přírodních materiálech

Zeolit získal značný zájem, a to především díky cenné vlastnosti působit jako iontoměnič. Avšak dle experimentu z článku Sorpce vybraných těžkých kovů z odpadních vod pomocí netradičních sorpentů, se syntetický zeolit ukázal jako nejméně vhodný při odstraňování mědi, zinku a olova z odpadní vody. Jeho účinnost nepřesáhla 51 %. Z výše zmíněného experimentu se ukázal jako nejúčinnější sorbent slovakit (anorganický sorbent vyroben z čistě přírodních materiálů), který vykázal účinnost nad 91 % a u olova až 99,48 % [41].

Další výzkumy se zaměřují na využití vedlejších zemědělských produktů, kdy jako sorbent mohou sloužit skořápky, slupky, kukuřičné klasy, pomerančová kůra, čajové listí apod. [45].

10 ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývá posouzením možných dopadů zpřísnění limitů norem environmentální kvality u vybraných prioritních látek na provozovatele čistíren odpadních vod.

V teoretické části je shrnut vývoj legislativy v oblasti vodní politiky v České republice a Evropské unii, dále jsou uvedeny normy environmentální kvality, u kterých došlo ke zpřísnění hodnot NEK. Posouzení bylo provedeno pro vybrané prioritní látky, které se řadí do skupiny těžkých kovů - kadmium, nikl a olovo. Kadmium bylo sledováno i přesto, že u něj nedošlo ke zpřísnění hodnot NEK. Ve značné míře se však podílí na nevyhovujícím chemickém stavu vod. U vybraných látek je zpracován přehled úniků kadmia, niklu a olova do vody - ohlašovaných v rámci IRZ v Moravskoslezském kraji. V další části je na základě informací z E-PRTR zpracován přehled hlavních zdrojů znečištění u sledovaných prvků. Ze získaných informací lze konstatovat, že největší úniky do vody ohlašují právě provozy čistíren odpadních vod.

Praktická část diplomové práce je zaměřena na koncentrace kadmia, niklu a olova v povrchových a odpadních vodách a v čistírenských kalech ve zvolené lokalitě.

Koncentrace vybraných prioritních látek v povrchových vodách byly získány z monitorovacích profilů, které monitoruje státní podnik Povodí Odry. Dané monitorovací profily byly vybrány vzhledem k umístění vybraných čistíren odpadních vod Bohumín, Třinec, Český Těšín a Frýdek - Místek.

Ze získaných údajů koncentrací lze konstatovat, že hodnoty NEK - RP u kadmia nejsou překračovány. Hodnoty se pohybovaly do 4. třídy stanovené tvrdostí vody. U niklu v roce 2012 nebyly roční průměry překračovány, ale po zpřísnění limitu NEK - RP jsou překročeny u monitorovacího profilu Bohumínská stružka ústí. Hodnoty NEK - NPK u kadmia se pohybovaly pod mezí detekce. Naměřené koncentrace niklu plní NEK - NPK, ale u monitorovacího profilu Bohumínská stružka ústí hrozí překročení limitu, vzhledem k vysokým koncentracím. U olova byly naměřené koncentrace pod mezí detekce.

Za účelem zjištění koncentrací kadmia, niklu a olova v odpadních vodách byly stanoveny rozborů vzorků metodou AAS z vybraných čistíren odpadních vod. Meze detekce přístroje, kterým byly vzorky analyzovány, jsou výrazně vyšší ve srovnání s mezí detekce v případě metody stanovení v povrchových vodách a také vyšší než NEK - RP.

Například u niklu je mez detekce $< 30,0 \mu\text{g/l}$ a NEK - RP je stanoven na $4 \mu\text{g/l}$. U olova je mez detekce $< 10,0 \mu\text{g/l}$ a NEK - RP $1,2 \mu\text{g/l}$. Nelze tedy jednoznačně říci, zda jsou NEK - RP splněny či překročeny.

Na základě tohoto zjištění a vzhledem k novým legislativním požadavkům (aby bylo možné stanovit koncentrační limity dané legislativou) by bylo vhodné zvolit za účelem zjištění koncentrací analytickou metodu pro stanovení těžkých kovů s nižší mezí detekce.

Pro úplnost, vzhledem k uvedeným koncentracím kadmia, niklu a olova v povrchových a odpadních vodách byly provedeny i rozbory čistírenských kalů. Přesto, že z odpadních vod se těžké kovy odstraní, hromadí se v kalech vzniklých při čištění odpadních vod a vyšší koncentrace brání využití kalu na zemědělské půdě a k rekultivaci. Efektivnější by byla možnost zamezit vnosu těžkých kovů do odpadních vod z důvodů ekonomických i technických. Byla vydána nová Vyhláška č. 437/2016 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě, jejíž cílem je zamezit riziku, že na zemědělskou půdu budou aplikovány neupravené kaly nebo kaly, které na základě svých vlastností nejsou vhodné pro využití na zemědělské půdě. Provedené rozbory vzorků čistírenských kalů splnily mezní hodnoty koncentrace v kalech dle Vyhlášky č. 437/2016 Sb.

Vzhledem k výsledkům naměřených koncentrací v povrchových a odpadních vodách, lze předpokládat překročení NEK - RP především u niklu, ale také u olova. Po zpřísnění limitů NEK Směrnicí 2013/39/EU se významně zvýšilo riziko spojené s nedodržením dobrého chemického stavu vod. Provozovatelé čistíren odpadních vod by měli věnovat zvýšenou pozornost koncentracím prioritních látek a co nejvíce se snažit zamezit vstupu těchto látek do kanalizační sítě. Měli by pravidelně kontrolovat dodržování kanalizačního řádu, sledovat zejména relevantní látky, u kterých hrozí překračování a případně ještě zvýšit četnost kontrolních vzorků. Dalším opatřením by byla i možnost vybudování předčištění přímo u producenta, který odpadní vodu vypouští.

Na závěr je teoreticky shrnuto odstraňování těžkých kovů z odpadních vod. Současné výzkumy se zaměřují na aplikaci přírodních sorbentů, které jsou cenově výhodné.

Seznam použité literatury

- [1] *Voda: Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <http://www.mzp.cz/cz/voda>
- [2] Ministerstvo zemědělství: *Vodní rámcová směrnice* [online]. [cit. 2017-02-01]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/ochrana-vody/vodni-ramcova-smernice/>
- [3] VOULVOULIS, N., K.D. ARPON a T. GIAKOUMIS. The EU Water Framework Directive: From great expectations to problems with implementation. *Science of The Total Environment*. 2017(575), s. 358-366.
- [4] Implementace rámcové směrnice EU pro vodní politiku v České republice: Implementation of the EU water framework directive in the Czech Republic. Praha: Ministerstvo životního prostředí, Odbor ochrany vod, 2004. ISBN 80-7212-273-8.
- [5] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. 2000.
- [6] PROKEŠOVÁ, A. *Výskyt vybraných prioritních látek v odpadních vodách*. Ostrava, 2015. Bakalářská práce. VŠB-TU Ostrava, Hornicko-geologická fakulta, Institut environmentálního inženýrství. Vedoucí práce Marcela Zrubková.
- [7] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/105/ES ze dne 16. prosince 2008 o normách environmentální kvality v oblasti vodní politiky, změně a následném zrušení směrnic rady 82/176/EHS, 83/513/EHS, 84/156/EHS, 84/491/EHS a 86/280/EHS a změně směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES. 2008.
- [8] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2013/39/EU ze dne 12. srpna 2013, kterou se mění směrnice 2000/60/ES a 2008/105/ES, pokud jde o prioritní látky v oblasti vodní politiky. 2013.
- [9] Prováděcí rozhodnutí komise (EU) 2015/495 ze dne 20. března 2015, kterým se stanoví seznam sledovaných látek pro monitorování v rámci celé Unie v oblasti vodní politiky podle směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/105/ES. 2015.
- [10] Endokrinní disruptory. *FoodNet* [online]. [cit. 2017-04-05]. Dostupné z: <http://www.foodnet.cz/slozka/?jmeno=Endokrinn%C3%AD+disruptory&id=1169>

- [11] Chemické látky ve vodě. *Veronica* [online]. [cit. 2017-04-05]. Dostupné z: <http://www.veronica.cz/chemicke-latky-ve-vode>
- [12] Zákon č. 254/2001 Sb. ze dne 28. června 2001 o vodách a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů (vodní zákon). 2001.
- [13] Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., ze dne 14. prosince 2015 o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod. Úplné znění 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. 2015.
- [14] Kadmium. *Periodická tabulka* [online]. 2016 [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <http://www.prvky.com/48.html>
- [15] Kadmium. *Arnika* [online]. 2014 [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <http://arnika.org/kadmium>
- [16] Nikl. *Periodická tabulka* [online]. 2016 [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <http://www.prvky.com/28.html>
- [17] Nikl. *Arnika* [online]. 2014 [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <http://arnika.org/nikl>
- [18] Olovo. *Periodická tabulka* [online]. 2016 [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <http://www.prvky.com/82.html>
- [19] Olovo. *Arnika* [online]. 2014 [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <http://arnika.org/olovo>
- [20] *Integrovaný registr znečišťování* [online]. [cit. 2017-02-24]. Dostupné z: <http://www.irz.cz/>
- [21] *European Pollutant Release and Transfer Register* [online]. [cit. 2017-02-24]. Dostupné z: <http://prtr.ec.europa.eu/>
- [22] Povodí Odry, státní podnik. *Povodí Odry* [online]. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/pod/portal/>
- [23] Schéma hlavních toků povodí Odry. *Povodí Odry, státní podnik* [online]. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: http://www.pod.cz/atlas_toku/index.html

- [24] Hodnocení chemického stavu útvarů povrchových vod: Odstavec předpisu 98/2011 Sb. *EAGRI* [online]. 2011 [cit. 2017-04-27]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100340434.html>
- [25] Vyhodnocení chemického stavu - povrchové vody - kovy. *Plán oblasti povodí Odry* [online]. [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: https://www.pod.cz/plan-oblasti-povodi-Odry/c-stav/c-2.html#c_2_1
- [26] Monitoring povrchových vod. *Plán dílčího povodí Moravy a přítoků Váhu* [online]. [cit. 2017-03-22]. Dostupné z: http://pop.pmo.cz/download/web_PDP_Morava_kraje/kapitola-iii/kapitola-iii.html#a_iii_1_1
- [27] Profily provozního monitoringu útvarů tekoucích vod. In: *Plán oblasti povodí Odry* [online]. [cit. 2017-03-22]. Dostupné z: https://www.pod.cz/plan-oblasti-povodi-Odry/c-stav/mapy/mc_2_1b.jpg
- [28] *Interní materiál státního podniku Povodí Odry, a.s.: Koncentrace z monitorovacích profilů*. 2017.
- [29] *Atomová absorpční spektrometrie* [online]. [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: <http://old.vscht.cz/anl/lach2/AAS.pdf>
- [30] *Flame Atomic Absorption Spectrometry* [online]. [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: <http://chemicalinstrumentation.weebly.com/flame-aas.html>
- [31] *Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)* [online]. 2006 [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <https://web.nmsu.edu/~kburke/Instrumentation/AAS.html>
- [32] *Kvalita v laboratorní a kontrolní praxi: Validace analytických metod* [online]. 2016 [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: https://web.vscht.cz/~kocourev/files/QA_validace-print.pdf
- [33] Mez detekce. *Encyklopedie laboratorní medicíny pro klinickou praxi* [online]. 2004 [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <http://www.enclabmed.cz/encyklopedie/B/BFABI.htm>
- [34] *Interní materiál společnosti Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava, a.s.: Rozbory vzorků odpadních vod z ČOV*. 2017.

[35] LANČA, František, Radek KAŇOK a Miluše TROMBALOVÁ. *Kanalizační řád stokové sítě města Bohumín: podle zákona č. 76/2006 Sb., kterým se mění zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů.* Bohumín, 2010.

[36] Provoz kanalizačních sítí oblast Frýdek-Místek - Karviná, SmVaK Ostrava a.s. *Kanalizační řád stokové sítě města Frýdek-Místek: podle zákona č. 76/2006 Sb., kterým se mění zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů.* Frýdek - Místek, 2008.

[37] Provoz kanalizačních sítí oblast Frýdek-Místek - Karviná, SmVaK Ostrava a.s. *Kanalizační řád stokové sítě obce Dobrá, dodatek č. 1: podle zákona č. 76/2006 Sb., kterým se mění zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů.* obec Dobrá, 2012.

[38] LANČA, František a Adam SZCZUKA. *Kanalizační řád stokové sítě města Český Těšín: podle zákona č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a prováděcí vyhlášky č. 428/2001 Sb., k tomuto zákonu, ve znění pozdějších předpisů.* Český Těšín, 2014.

[39] LANČA, František a Adam SZCZUKA. *Kanalizační řád stokové sítě města Třinec: podle zákona č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a prováděcí vyhlášky č. 428/2001 Sb., k tomuto zákonu, ve znění pozdějších předpisů.* Třinec, 2014.

[40] ČSN P CEN/TS 13714. *Charakterizace kalů - Nakládání s kaly ve vztahu k jejich využití nebo odstraňování.* Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.

[41] KYNCL, M., H. PAVOLOVÁ a K KYSELOVÁ. Using untraditional sorbents for sorption of certain heavy metals from waste water. *GeoScience Engineering.* 2008, , 26-31. ISSN 1802-5420.

[42] Zákon č. 185/2001 Sb. ze dne 15. května 2001 o odpadech a o změně některých dalších zákonů. 2001.

[43] Vyhláška č. 437/2016 Sb., ze dne 19. prosince 2016 o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady a změně vyhlášky č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady). 2016.

[44] Vyhláška č. 294/2005 Sb., ze dne 11. července 2005 o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. 2005.

[45] BARAKAT, M.A. New trends in removing heavy metals from industrial wastewater. *Arabian Journal of Chemistry*. 2011, (Volume 4), 361-377.

[46] MALÝ, J. a P. HLAVÍNEK. *Čištění průmyslových odpadních vod*. Brno: NOEL 2000, 1996. ISBN 80-860-2005-3.

[47] BARLOKOVÁ, D., J. ILAVSKÝ a K. MUNKA. *Porovnanie sorpčných materiálov GEH a Bayoxide E33 pri odstraňovaní antimónu z vody*. Bratislava, 2006, , 187-192.

Seznam použitých zkratk

AAS - Atomová absorpční spektrometrie

Cd - Kadmium

CENIA - Česká informační agentura životního prostředí

ČIŽP - Česká inspekce životního prostředí

ČOV – Čistírna odpadních vod

E-PRTR - Evropský registr úniků a přenosů znečišťujících látek (European Pollutant Release and Transfer Register)

EU - Evropská unie

IRZ - Integrovaný registr znečišťování

MŽP - Ministerstvo životního prostředí

NEK - Normy environmentální kvality

NEK - NPK - Norma environmentální kvality - Nejvyšší přípustná koncentrace

NEK - RP - Norma environmentální kvality - Roční průměrná hodnota

Ni - Nikl

PAU - Polycyklické aromatické uhlovodíky

Pb - Olovo

ř. km - říční kilometr

PCB - Polychlorované bifenoly

KŘ - Kanalizační řád

Seznam tabulek

Tabulka 1 Normy environmentální kvality pro prioritní a některé další nebezpečné látky ..5	
Tabulka 2 Doplněné prioritní a prioritní nebezpečné látky na seznam + NEK	7
Tabulka 3 Seznam sledovaných látek pro monitorování v rámci celé Unie.....	8
Tabulka 4 Příloha č. 6 Seznam prioritních látek a prioritních nebezpečných látek + příloha č. 3 Normy environmentální kvality	11
Tabulka 5 Zprůsněné hodnoty NEK	13
Tabulka 6 NEK Kadmium	15
Tabulka 7 NEK Nikl	15
Tabulka 8 NEK Olovo	16
Tabulka 9 Úniky do vody	17
Tabulka 10 Vyhodnocení chemického stavu - povrchové vody - kovy	23
Tabulka 11 Roční průměry kadmia z monitorovacích profilů v porovnání s NEK-RP	27
Tabulka 12 Koncentrace kadmia z monitorovacích profilů v porovnání s NEK - NPK	28
Tabulka 13 Roční průměry niklu z monitorovacích profilů v porovnání s NEK-RP	29
Tabulka 14 Koncentrace niklu z monitorovacích profilů v porovnání s NEK - NPK.....	29
Tabulka 15 Roční průměry olova z monitorovacích profilů v porovnání s NEK-RP	30
Tabulka 16 Koncentrace olova z monitorovacích profilů v porovnání s NEK - NPK	30
Tabulka 17 Koncentrace kadmia v porovnání s novou a původní hodnotou NEK	37
Tabulka 18 Koncentrace niklu v porovnání s novou a původní hodnotou NEK	38
Tabulka 19 Koncentrace olova v porovnání s novou a původní hodnotou NEK	38
Tabulka 20 Nejvyšší přípustná míra znečištění ve vypouštěných OV do kanalizační sítě města	41
Tabulka 21 Průmyslové procesy produkující odpadní vody s obsahem těžkých kovů	43
Tabulka 22 příloha č. 3 Mezní hodnoty koncentrací rizikových látek v kalech	45
Tabulka 23 Třídy vyluhovatelnosti.....	45
Tabulka 24 Limitní koncentrace škodlivin v sušině odpadů	46
Tabulka 25 Koncentrace kadmia v čistírenském kalu	46
Tabulka 26 Koncentrace niklu v čistírenském kalu.....	47
Tabulka 27 Koncentrace olova v čistírenském kalu	48

Seznam obrázků

Obrázek 1 Přehled ohlašovacích požadavků za provozovny podle E-PRTR	19
Obrázek 2 Oblast Povodí Odry	22
Obrázek 3 Vyhodnocení chemického stavu - povrchové vody - kovy	24
Obrázek 4 Profily provozního monitoringu povrchových vod	25
Obrázek 5 Místa vybraných monitorovacích profilů	26
Obrázek 6 Monitorovací profil Bohumínská stružka ústí a ČOV Bohumín.....	32
Obrázek 7 Monitorovací profil Olše nad Stonávkou a ČOV Český Těšín.....	33
Obrázek 8 Monitorovací profil Ostravice - Vratimov a ČOV Frýdek - Místek	33
Obrázek 9 Monitorovací profil Olše - Ropice a ČOV Třinec.....	34
Obrázek 10 Jednoduché pracovní schéma AAS	35

Seznam grafů

Graf 1 Úniky kadmia do vody ohlášené za rok 2014 do E-PRTR.....	20
Graf 2 Úniky niklu do vody ohlášené za rok 2014 do E-PRTR	20
Graf 3 Úniky do vody ohlášené za rok 2014 do E-PRTR	21