

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Michal Košťál

Aplikovaná ekologie

Název práce

Vliv spalovny nebezpečných odpadů FN Motol na ovzduší a životní prostředí

Název anglicky

The Influence of the Motol Incineration Plant for Toxic Waste on the air and Environment

Cíle práce

1. Popis zařízení a používaných technologií ke zpracování odpadu spalovny nebezpečných odpadů FN Motol
2. Zjištění emisí
3. Vliv emisí na ovzduší a životní prostředí
4. Zpracování dat formou obrázků, tabulek a grafů

Metodika

1. Soustředování teoretických informací z odborných literárních a internetových zdrojů
2. Shromažďování dat z kontinuálního i jednorázových měření
3. Analýza a zpracování získaných dat formou tabulek a grafů
4. Na základě zjištěných údajů formulovat závěr

Doporučený rozsah práce

40 stran

Klíčová slova

životní prostředí, ovzduší, spalovna nebezpečných odpadů, emise

Doporučené zdroje informací

Braniš, M., Hůnová, I. (eds.): Atmosféra a klima. Aktuální otázky znečištění ovzduší. Praha, Karolinum 2009

Königová J.: Provozní řád zařízení k odstraňování odpadů, jejich sběru a výkupu, Praha 2011

Sbírka zákonů ČR

www.chmi.cz

www.mzp.cz



Předběžný termín obhajoby

2013/14 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 22. 1. 2014

prof. Ing. Pavel Pech, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 1. 2014

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan

V Praze dne 08. 04. 2016

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A
ENVIRONMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vliv spalovny nebezpečných odpadů FN Motol na ovzduší a životní
prostředí

Vedoucí práce: Doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.

Bakalant: Michal Košťál

BEKOL

2015/2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením doc. Mgr. Markem Vachem, Ph.D. a že jsem uvedl všechny prameny, ze kterých jsem čerpal.

V Praze, duben 2016

.....

Poděkování

Děkuji doc. Mgr. Marku Vachovi, Ph.D. za odborné vedení při zpracovávání této bakalářské práce. Dále děkuji Ing. Iloně Dvořákové z ČHMÚ za její ochotu při poskytnutí potřebných dat a také panu Stanislavu Pivodovi za odbornou exkurzi v motolské spalovně a předání velkého množství informací ústních i písemných.

Abstrakt

Tato práce je věnována spalovně nebezpečných odpadů Fakultní nemocnice Motol. Jejím cílem je popsat zařízení a používané technologie, které slouží ke shromažďování, zpracování a likvidaci nebezpečného odpadu, zjištění emisí a vyhodnocení jejich vlivu na ovzduší a životní prostředí.

V úvodní části se práce zabývá vznikem odpadů a jejich dopravou do spalovny, je zde shrnuta současná platná legislativa týkající se ochrany ovzduší a odpadového hospodářství v souvislosti se spalováním odpadů.

Dále je pozornost soustředěna na podrobný popis zařízení spalovny doplněný blokovým schématem a popsáním všech procesů vedoucích k odstranění odpadů.

Ve třetí části jsou zdokumentovány emise ze spalovny. Formou grafů je zobrazen vývoj emisí od roku 2002 do roku 2014 a jsou zde popsány některé možné účinky na lidské zdraví a životní prostředí.

V závěru práce je shrnutí získaných poznatků a ověření, zda je provoz motolské spalovny v souladu s legislativními podmínkami České republiky.

Klíčová slova: emise, ovzduší, spalovna nebezpečných odpadů, životní prostředí

Abstract

This thesis is about hazardous waste incinerator of Faculty hospital of Motol. Its goal is to describe the facility of incinerator and used technologies, which are proposed for collecting, processing and liquidation of hazardous waste, measuring of emissions and results of its effect on atmosphere and environment.

Introduction summarize the origin of waste and its transportation to the incinerator, then it mentions the actual legislation about the protection of atmosphere and waste management in relation to its incineration.

Following part is focused on detailed description of incinerator facilities, complete with block scheme and detailed explanation of processes leading to the final waste removal.

Third part of thesis is about the documentation of emissions from described incinerator, then its evolution is explained by graphs from the year 2002 till 2014 and it also mention some existing effects on human health and environment.

Obtained findings are summarized in the conclusion and compared with actual legislation of Czech Republic for their verification.

Keywords: emissions, atmosphere, hazardous waste incinerator, environment

Obsah

1. Seznam použitých zkratk.....	9
2. Úvod.....	11
3. Cíle práce	12
4. Metodika	12
5. Současná legislativa	13
6. Fakultní nemocnice v Motole.....	15
7. Odpadové hospodářství FN Motol	16
8. Spalovna nebezpečných odpadů FN Motol.....	19
8.1. Stručný popis zařízení	19
8.2. Popis technického vybavení spalovny	21
8.2.1. Shromažďovací prostředky.....	21
8.2.2. Manipulační prostředky	22
8.2.3. Spalovací linky	22
8.2.4. Zařízení pro kontinuální měření emisí.....	27
9. Vliv motolské spalovny na životní prostředí	30
9.1. Výstupy z technologie	31
9.1.1. Emise do ovzduší	32
9.1.2. Zdravotní a environmentální dopady emisí	40
9.1.3. Odpady produkované v zařízení	42
9.1.4. Využitelné materiály a energie	43
10. Vyhodnocení získaných poznatků.....	44
11. Diskuze.....	46
12. Závěr	47
13. Seznam použitých zdrojů	48

1. Seznam použitých zkratek

As	Arsen
Ca(OH) ₂	Vápenný hydrát
Cd	Kadmium
Co	Kobalt
CO	Oxid uhelnatý
Cr	Chrom
Cu	Měď
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČIŽP	Česká inspekce životního prostředí
FN	Fakultní nemocnice
HCl	Chlorovodík
HF	Fluorovodík
Hg	Rtuť
H ₂ O	Voda
ISPOP	Integrovaný systém plnění ohlašovacích povinností
LF UK	Lékařská fakulta Univerzity Karlovy
Mn	Mangan
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
Ni	Nikl
NO	Oxid dusnatý
NO ₂	Oxid dusičitý
NO _x	Oxidy dusíku
O ₂	Kyslík
Pb	Olovo
PCDD/F	Dioxiny a furany
PE	Polyetylén
PZL	Plynné znečišťující látky

REZZO	Registr emisních zdrojů znečištění ovzduší
Sb	Antimon
SO ₂	Oxid siřičitý
Tl	Thallium
TOC	Organické látky vyjádřené jako celkový organický uhlík
TZL	Tuhé znečišťující látky
V	Vanad

2. Úvod

Životní prostředí se od pradávna řídí zákonitostmi, které se v průběhu věků vyvíjely přirozeně, bez zásahu člověka. Ovšem s nárůstem lidské populace a jejího vědění postupně dochází v různých případech k většímu či menšímu ovlivňování přírody. Formování lidské společnosti, která má zejména kvůli konzumnímu způsobu života a udržení si určitých životních standardů, luxusu, pohodlí a nepřetržité dostupnosti potravin, výrobků a služeb stále větší nároky na planetu Zemi, přivedlo člověka k okamžiku, kdy začíná přemýšlet, jak co nejefektivněji využívat veškeré přírodní zdroje, pokud možno co nejméně jimi plýtvat a zároveň se k životnímu prostředí chovat co nejšetrnějším způsobem, neboť je to zatím jediný životní prostor pro nás i pro budoucí generace. Proto bychom jako lidská společnost měli využívat veškerých dostupných znalostí a nejmodernějších technologií, abychom přírodu co nejméně ničili a svým potomkům ji předali v co nejlepším stavu.

Jedním z mnoha aspektů moderního člověka je tvorba odpadů. Jestliže chceme ulehčit našemu životnímu prostředí z hlediska jeho zatěžování odpady, nejlepším způsobem je předcházení vzniku odpadů. V současné době je známo mnoho možností, jakým způsobem vést život, jaké výrobky kupovat a jakým se raději vyhnout, abychom produkci odpadů znatelně snížili.

Úplné předcházení vzniku odpadů ale zatím možné není. V závislosti na druhu odpadu existuje řada způsobů, jak s odpady nakládat. Významným způsobem je jejich spalování s možností energetického využití. K tomuto účelu jsou po celém světě budovány speciálně vybavené objekty.

Jako téma své bakalářské práce jsem si jeden takový objekt vybral, neboť jsem doposud o této zajímavé problematice neměl mnoho znalostí a tato práce je dobrou příležitostí pro jejich rozšíření. Dále jsem při zvažování výběru témat věděl, že budu mít možnost nahlédnout a čerpat informace z interních dokumentů motolské spalovny nebezpečných odpadů.

3. Cíle práce

Cílem práce je popsat zařízení a používané technologie ke zpracování odpadu spalovny nebezpečných odpadů Fakultní nemocnice Motol. Dále zjistit množství a charakter emisí této spalovny a popsat jejich vliv na ovzduší a životní prostředí. Důraz je kladen zejména na zpracování dat ve formě grafů a tabulek, které by měly zajistit názornost a přehlednost.

4. Metodika

Před započítím tvorby této práce jsem si nejdříve rozmyslel, co všechno bude do práce zahrnuto a v jakém pořadí. Práce má charakter literární rešerše, proto jednou z nejvýznamnějších činností bylo pátrání po zdrojích, ze kterých budu čerpat informace. Těžiště těchto zdrojů tvoří provozní řád motolské spalovny nebezpečných odpadů. Jedná se o interní dokument, ve kterém je velice dobře popsáno zařízení spalovny a způsoby manipulace s odpady. Další informace jsou čerpány z nejrůznějších webových článků a zpráv z pravidelně prováděných kontrol. Velké množství informací bylo rovněž předáno ústně během exkurze do této spalovny.

Druhá část práce pojednávající o emisích je zpracována na základě dat poskytnutých Ing. Ilonou Dvořákovou z ČHMÚ. Pro jednotlivé složky emisí jsem vytvářel grafy znázorňující, jak se emise během let vyvíjely. Vybrané druhy emisí jsem poté porovnal s doporučenými emisními stropy pro Prahu a vypočítal jejich procentuální podíl.

5. Současná legislativa

Nejvýznamnějším právním předpisem v oblasti ochrany ovzduší je zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů. Tento zpracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje zejména přípustné úrovně znečištění a znečišťování ovzduší, způsob jejich posuzování a vyhodnocení, popisuje nástroje ke snižování znečištění a znečišťování ovzduší, definuje práva a povinnosti osob a působnost orgánů veřejné správy při ochraně ovzduší.

Zákon o ochraně ovzduší doplňuje vyhláška č. 330/2012 Sb., o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a při smogových situacích a vyhláška č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší.

Dalším právním předpisem z oblasti ochrany ovzduší je zákon č. 73/2012 Sb., o látkách, které poškozují ozonovou vrstvu, a o fluorovaných skleníkových plynech. Tento navazuje na přímo použitelné předpisy Evropské unie a upravuje práva a povinnosti osob a působnost správních úřadů při ochraně ozonové vrstvy Země a klimatického systému Země před nepříznivými účinky regulovaných látek podle článku 3 odst. 4 nařízení č. 1005/2009 o látkách, které poškozují ozonovou vrstvu, v platném znění, a fluorovaných skleníkových plynů.

Prováděcím předpisem zákona č. 73/2012 Sb. je vyhláška č. 257/2012 Sb., o předcházení emisím látek, které poškozují ozonovou vrstvu, a fluorovaných skleníkových plynů.

V oblasti odpadového hospodářství jsou hlavními právními předpisy zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů a zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů.

Zákon o odpadech zpracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje pravidla pro předcházení vzniku odpadů a pro nakládání s nimi při dodržování ochrany životního prostředí, ochrany lidského zdraví a trvale udržitelného rozvoje a při omezování nepříznivých dopadů využívání přírodních zdrojů a zlepšování

účinnosti tohoto využívání. Dále upravuje práva a povinnosti osob v odpadovém hospodářství a působnost orgánů veřejné správy v odpadovém hospodářství.

Účelem Zákona o obalech je chránit životní prostředí předcházením vzniku odpadů z obalů, a to zejména snižováním hmotnosti, objemu a škodlivosti obalů a chemických látek v těchto obalech obsažených v souladu s právem Evropské unie. Tento zákon stanoví práva a povinnosti podnikajících právnických a fyzických osob a působnost správních úřadů při nakládání s obaly a uvádění obalů a balených výrobků na trh nebo do oběhu, při zpětném odběru a při využití odpadu z obalů a stanoví poplatky a ochranná opatření, opatření k nápravě a pokuty.

Tyto dva zákony jsou doplněny řadou vyhlášek, z nichž nejvýznamnější pro mé téma bakalářské práce je vyhláška č. 376/2001 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů, kterou vydalo Ministerstvo životního prostředí ve spolupráci s Ministerstvem zdravotnictví, vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady a vyhláška č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů.

6. Fakultní nemocnice v Motole

Na základě usnesení č. 149 Rady Národního výboru hlavního města Prahy ze dne 23. 6. 1970 vznikla sloučením Dětské fakultní nemocnice a Městské nemocnice v Motole od 1. ledna 1971 Fakultní nemocnice v Motole. V současnosti je FN v Motole příspěvkovou organizací v přímé řídicí působnosti Ministerstva zdravotnictví České republiky. Tento komplex se stal jedním z největších v Evropě. FN v Motole patří mezi nejvýznamnější zdravotnické instituce v České republice. Její význam nespočívá jen v šíři praktikovaných medicínských oborů a kapacitě pracovišť, ale i v téměř ojedinělém homogenním soustředění veškerých provozů do jedné lokality, konkrétně do dvou stavebních monobloků. Seskupují se tak specializované lékařské a ošetrovatelské týmy mnoha oborů, které se v případě potřeby okamžitě dokáží spojit a poskytnout tak komplexní a kompletní péči. Je to právě komplexnost a kompletnost, které jsou již dlouholetou ideou nemocnice. Široké spektrum oborů pokrývá téměř veškerou problematiku běžné lékařské péče a plynule přechází v péči specializovanou a super specializovanou. Pro řadu zdravotnických pracovišť České republiky slouží FN v Motole jako vyšší instance případů, které jsou již mimo jejich možnosti (fnmotol.cz).

FN má přibližně 5600 zaměstnanců a téměř 2200 lůžek (fnmotol.cz). Na zajištění provozu se kromě vlastních zaměstnanců podílejí další firmy, které zajišťují dopravní systémy, úklid, stravování a další servisní činnosti. Připočteme-li stovky ambulantních pacientů, návštěvy nemocných, studenty 2. LF UK a zaměstnance firem, které mají v areálu pronajaté prostory, jedná se o rozsah středně velkého města. Je tedy nutné předpokládat, že její provoz má určitý vliv na všechny oblasti životního prostředí, zejména v oblasti ochrany ovzduší, vodního a odpadového hospodářství (odpady-online.cz).

7. Odpadové hospodářství FN Motol

Nejrozsáhlejší oblastí, která se zásadně dotýká životního prostředí, je odpadové hospodářství. A to jak množstvím, tak i nebezpečností odpadů. Celou produkci odpadů z areálu můžeme rozdělit do několika oblastí podle vzniku:

- Odpady vznikající při vlastní medicínské činnosti, při které tyto látky přicházejí do styku s pacienty, odpady z laboratorní a výzkumné činnosti, zbytky léků a chemikálií využívaných při různých testech.
- Odpady vznikající při další činnosti nemocnice. Ponejvíce se jedná o odpad z obalů, administrativní činnosti, z údržbářské činnosti a z pomocných provozů (autodoprava, prádelna, technické zabezpečení, stravování). Do této skupiny rovněž patří starý nábytek, vyřazená technika, dále odpad vnesený do nemocnice ambulantními pacienty a návštěvami. U těchto odpadů, až na některé nebezpečné druhy (zářivky, motorové a jiné druhy olejů, olovené a Ni-Cd akumulátory), se jedná o odpady kategorie O (ostatní odpady), z nichž je možné většinu zařadit do směšného komunálního odpadu. To se týká zvláště těch, u nichž není zajištěn odbyt pro recyklaci.
- Vzhledem k rozsahu nemocnice a z důvodů rekonstrukce starých objektů pro nové využití, vznikají odpady při investiční činnosti (stavební a objemný odpad) a při činnosti některých firem, které působí v areálu FN Motol a používají pronajaté prostory (většinou směšný komunální odpad).

V uplynulé době nebylo odpadové hospodářství, s výjimkou spalovny, v FN Motol vzhledem k častým personálním změnám, řádným způsobem zajišťováno. S nástupem nového vedení došlo ke změnám provozně technického oddělení. Od počátku roku 1999 bylo zřízeno a personálně zajištěno oddělení odpadového hospodářství, jehož úkolem je zajišťovat veškerou likvidaci odpadů vznikajících v areálu FN v Motole a kontrolu nakládání s odpady. Do tohoto oddělení byla začleněna i spalovna nebezpečných odpadů. Byly nově zpracovány (a příslušnými orgány státní správy schváleny) provozní řády spalovny a skladu nebezpečných odpadů, který byl zřízen pro potřeby odpadového hospodářství (odpady-online.cz).

K třídění odpadů dochází přímo na odděleních, kde se separuje sklo, plasty, papír a komunální odpad. Komunální odpad je shromažďován do kontejnerů a přepravován pomocí transportních vozíků do prostorů odpadového hospodářství. Tam je ukládán do velkoprostorového kontejneru a po jeho naplnění je odvážen do malešické spalovny a likvidován. Plasty a papír jsou slisovány a odesílány mimo areál k dalšímu průmyslovému zpracování.

Náklady spojené s tříděním odpadu se částečně vrací nemocnici zpět formou odprodeje plastového odpadu (youtube.com, A).

Vytříděné infekční odpady ze zdravotnických provozů nemocnice jsou odstraňovány ve spalovně nebezpečných odpadů. Do spalovny jsou dopravovány v uzavřených plastových pytlích červené barvy systémem automatické pneumatické dopravy až do zásobního sila umístěného v objektu spalovny, popř. autodopravou (tzv. průvodkou). Spalováním dochází k významné redukci množství odpadů, přibližně o 90 %. To znamená, že z 1 t spalovaného odpadu zbyde po spálení 100 kg popelu a popílku ze spalin. (youtube.com, B). Popel je následně ze spalovny odvážen a skládkován na skládce nebezpečných odpadů.

V dřívějších letech byl do motolské spalovny přijímán a zpracováván odpad rovněž od jiných původců (popř. oprávněných osob), prioritně ovšem od původců a oprávněných osob nacházejících se na území hlavního města Prahy.

Od původců a oprávněných osob z okolí Prahy bylo možné k odstranění přijímat pouze odpady ze zdravotnických zařízení a to skupiny 18 dle vyhlášky MŽP č. 381/2001 Sb. (Königová, 2011).

V současné době jsou do spalovny přijímány pouze odpady, jejichž původcem je FN Motol a subjekty sídlící v jejím areálu a které jsou uvedeny v tab. č. 1.

Katalogové číslo odpadu	Název druhu odpadu	Kategorie odpadu
13 02 06	Syntetické motorové, převodové a mazací oleje	N
14 06 02	Jiná halogenovaná rozpouštědla a směsi rozpouštědel	N
14 06 04	Kaly nebo pevné odpady obsahující halogenovaná rozpouštědla	N
15 01 02	Plastové obaly	O
15 01 06	Směsné obaly	O
15 01 10	Obaly obsahující zbytky nebezpečných látek nebo obaly těmito látkami znečištěné	N
15 02 02	Absorpční činidla, filtrační materiály (včetně olejových filtrů jinak blíže neurčených), čisticí tkaniny a ochranné oděvy znečištěné nebezpečnými látkami	N
15 02 03	Absorpční činidla, filtrační materiály, čisticí tkaniny a ochranné oděvy neuved. pod číslem 15 02 02	O
16 05 06	Laboratorní chemikálie a jejich směsi, které jsou a nebo obsahují nebezpečné látky	N
18 01 01	Ostré předměty (kromě čísla 18 01 03)	O/N
18 01 02	Části těla a orgány vč. krevních vaků a krevních konzerv	O/N
18 01 03	Odpady, na jejichž sběr a odstraňování jsou kladeny zvláštní požadavky s ohledem na prevenci infekce	N
18 01 04	Odpady, na jejichž sběr a odstraňování nejsou kladeny zvláštní požadavky s ohledem na prevenci infekce (např. obvazy, sádrové obvazy, prádlo, oděvy na jedno použití, pleny)	O
18 01 06	Chemikálie které jsou nebo obsahují nebezpečné látky	N
18 01 08	Nepoužitelná cytostatika	N
18 01 09	Jiná nepoužitelná léčiva neuvedená pod číslem 18 01 08	N
18 02 01	Ostré předměty (kromě čísla 18 02 02)	O
18 02 02	Odpady, na jejichž sběr a odstraňování jsou kladeny zvláštní požadavky s ohledem na prevenci infekce	N
18 02 03	Odpady, na jejichž sběr a odstraňování nejsou kladeny zvláštní požadavky s ohledem na prevenci infekce	O
19 08 01	Shrabky z česlí	O
19 08 01	Shrabky z infekčních česlí	O/N
20 01 01	Papír a lepenka	O
20 01 13	Rozpouštědla	N
20 01 27	Barvy, tiskařské barvy, lepidla a pryskyřice obsahující nebezpečné látky	N
20 01 38	Dřevo neuvedené pod číslem 20 01 37	O
20 03 01	Směsný komunální odpad	O

Tab. č. 1: Výběr ze seznamu odpadů dle vyhlášky MŽP č. 381/2001 Sb.

Z bezpečnostních důvodů je ve spalovně zakázáno spalovat výbušné, vysoce toxické a radioaktivní odpady. Spalovat lze odpady pevné (kusové), pastovité, kapalně a speciální. Veškeré do zařízení dodané odpady musí být uloženy v níže uvedených typech obalů bezpečně uzavřených, nepoškozených a řádně označených v souladu s platnými legislativními předpisy. Pevné kusové odpady jsou ve spalitelných obalech volně ložených na přepravním prostředku, pastovité odpady (netekoucí) ve spalitelných soudcích s víkem či spalitelných kartonech s PE vložkou, kapalně odpady ve spalitelných kanystrech, soudcích nebo barelech do 50 l. V případě speciálního odpadu se jedná o nemocniční odpad, který je do spalovny dodáván ve spalitelných soudcích s víkem, spalitelných kartonech s PE vložkou a uzavřených plastových pytlích (s tloušťkou stěny minimálně 0,1 mm, pro vysoce infekční odpad tloušťka stěny 0,2 mm nebo zdvojené). Speciálními odpady jsou rovněž chemikálie dodávané ve spalitelných soudcích s víkem, spalitelných kartonech s PE vložkou nebo originálních přepravních obalech (Königová, 2011).

8. Spalovna nebezpečných odpadů FN Motol

Spalovna je situována do území, které je územním plánem určeno k aktivitě obdobného charakteru. Je umístěna v přístavbě budovy centrální výtopny, která se nachází ve spodní části areálu FN v Motole v objektu J. K objektu spalovny patří i venkovní plochy, z části zastřešené, sloužící k manipulaci s přivezeným odpadem a k ukládání odpadů do sila spalovny (iris.env.cz).

Motolská spalovna je provozována od roku 1992 (Bartáčková, 2010). Vlastníkem zařízení je FN v Motole, jeho provozovatelem je rovněž FN v Motole. Dne 1. 11. 2006 došlo ke změně provozovatele spalovny, kterým se na krátkou dobu stala společnost DEKONTA, a.s. Od července roku 2007 se stala provozovatelem motolské spalovny společnost SITA CZ, a.s. Během jejího působení bylo dne 24. 6. 2010 vydáno integrované povolení, ve kterém bylo schváleno navýšení kapacity spalovny na 2 940 t spáleného odpadu za rok. Ode dne 1. 1. 2012 je provozovatelem zařízení FN v Motole (ČHMÚ, A).

8.1. Stručný popis zařízení

Přesun odpadů z většiny medicínských pracovišť v rámci areálu FN Motol je prováděn v PE pytlích červené barvy pneumatickou dopravou přímo do zásobního sila spalovny o objemu 36 m³.

Odpady z některých pracovišť FN Motol jsou do zařízení přiváženy autodopravou. Po zvážení na mostové váze jsou obaly s odpadem (většinou PE pytle) ručně vhažovány do shromažďovacího kontejneru s posuvným pístem, který je zaústěn nad šnekový dopravník, přiléhající k objektu spalovny. Šnekový dopravník dopraví odpad na šikmý pásový dopravník a dále reverzní dopravník, který jej dopraví do pece. Součástí šikmého pásového dopravníku je tenzometrická váha.

V případě poruchy zavážecího zařízení je odpad přijímán do kontejnerů o objemu 1 100 l, ze kterých je vyklápěn na šikmý pásový dopravník, zajišťující dopravu odpadů na reverzační dopravník a dále do spalovacích pecí.

V případě poruchy a nutnosti odstavení obou spalovacích linek technologie spalovny je možné pomocí alternativního (mobilního) vynášecího dopravníku odpad ze zásobního sila spalovny dopravit do mobilního velkoobjemového kontejneru a předat jej k odstranění jiné oprávněné osobě (Königová, 2011).

Technologie spalovny nebezpečných odpadů je vybavena dvěma nezávislými spalovacími linkami. Po přiložení dávky odpadu do primární spalovací komory je při definovaném termickém procesu produkován pyrolýzní plyn, který je v souladu s legislativními podmínkami dopálen v termoreaktoru tvořeném sekundární spalovací komorou. Vytvořené spaliny následně procházejí výměníkem tepla a přes dochlazovák spalin (druhý výměník tepla) vstupují do systému čištění spalin. Čištění spalin probíhá suchou metodou tak, že do proudu spalin o stanovené teplotě jsou dávkovány vhodné sorbenty, které pomocí žádaných chemických reakcí zajistí pevnou vazbu škodlivin na dávkovaný sorbent. Použité sorbenty včetně škodlivin jsou následně zachyceny na rukávcích látkových filtrů.

Kapalné odpady jsou skladovány ve speciální nádrži k tomu určené. Z této nádrže jsou po filtraci nastříkány do primární komory.

Popel je odpopelňovacím zařízením vynášen do ocelového kontejneru s víkem umístěným pod uzavřeným přístřeškem. Po naplnění je odvážen k odstranění.

Využité sorbenty obsahující zachycené škodliviny jsou shromažďovány v zásobním silu a následně předávány oprávněné osobě k odstranění.

Celý proces spalování odpadů i čištění spalin je řízen automaticky dle parametrů stanovených platnými legislativními předpisy (Königová, 2011).

8.2. Popis technického vybavení spalovny

8.2.1. Shromažďovací prostředky

Mezi shromažďovací prostředky motolské spalovny patří silo na infekční odpady, sběrná nádoba na kapalné odpady, shromažďovací kontejner, kontejnery oprávněné osoby a silo vyčerpaného sorbentu.

Do sila na infekční odpady ústí potrubí pneumatické dopravy sloužící k dopravě těchto odpadů ze zdravotnických provozů FN Motol. Ze sila jsou odpady vynášeny šikmým dopravníkem. Využitelný objem sila je 36 m³.

Kapalné odpady jsou shromažďovány v ocelové dvouplášťové nádrži o objemu 0,5 m³. Nádrž je vybavena míchadlem a stavoznakem, ze kterého je vyveden signál do řídicího velína. Kapalné odpady jsou z nádrže dopravovány přes mechanický filtr membránovým čerpadlem do primární komory. Do nádrže jsou kapalné odpady přelévány ručně obsluhou spalovny z přepravních obalů. Pro případ úkapů slouží záchytná jímka o objemu 1,25 m³ se sběrným kanálkem. Místnost s nádrží je vybavena odvětráváním. Toto je zapnuto vždy při přelévání odpadů do nádrže. Měsíční produkce kapalných odpadů nemocnice je cca 600 l (alkoholy, aceton, etanol, xylen, lihobenzín).

Odpady (převážně infekční), které není možné do spalovny z areálu FN Motol dopravit pneumatickou dopravou, jsou přiváženy autodopravou. PE pytle s odpady jsou ručně vhazovány do shromažďovacího kontejneru o využitelném objemu 22 m³. Tento kontejner je umístěn nad šnekovým dopravníkem navazujícím na technologii spalovny.

Odpady přijaté do zařízení, které nelze z technických, technologických nebo kapacitních důvodů odstranit ve spalovně FN Motol, jsou umístovány do velkoobjemových kontejnerů smluvní oprávněné osoby a následně odváženy. Kontejnery oprávněné osoby jsou zabezpečeny z hlediska povětrnostních vlivů, splňují požadavky na přepravu nebezpečných věcí. Jsou umístěny v blízkosti spalovny na zpevněné ploše tvořené ze stavebních panelů.

Využité sorbenty jsou shromažďovány v zásobním silu, čímž je minimalizováno riziko sekundární prašnosti při přepravě a manipulaci. Silo je

podjezdné a je vybaveno plnicí trubicí. Odpad je odvážen autocisternou. Objem sila vyčerpaného sorbentu je 25 m³ (Königová, 2011).

8.2.2. Manipulační prostředky

Mezi manipulační prostředky spalovny patří kontejnery o objemu 1 100 l (viz Stručný popis zařízení), kontejnery u odpopelňovacího zařízení, sběrná nádoba na jemný popel z centrálního odsávání, sběrná nádoba na jemný popel z dochlazovacího výměníku spalin a šnekový dopravník (viz Stručný popis zařízení).

U odpopelňovacího zařízení se nachází kovové kontejnery s víky o objemu 7 m³. Popel je z primární pece vyhrnován odpopelňovacím zařízením na sběrný vynášecí dopravník opatřený krytováním. Ten jej dopraví do kontejnerů.

Odpad vznikající provozem centrálního vysavače při čištění jednotlivých částí technologie spalovny (výměníku, primární spalovací komory) při odsávání padá do sběrné nádoby s vloženým PE pytle.

Jemný popel z dochlazovacího výměníku spalin je odpad jemných popelovin, který vlivem gravitace při provozu a čištění padá do popelnice o objemu cca 60 l umístěné pod výpadečným otvorem vertikálně umístěného dochlazováku spalin (Königová, 2011).

8.2.3. Spalovací linky

Technologie spalovacího zařízení zahrnuje dvě shodné na sobě nezávislé spalovací linky HOVAL GG14+, jejichž realizaci provedla v roce 2006 firma Schiestl spol. s r.o. Finanční rozsah zajišťovaných prací byl 64 000 000 Kč bez DPH. Výrobce dodané technologie je lichtenštejnská firma Hovalwerk A. G. (schiestl.cz, A).

Užitný objem primární komory GG14+ je 10,8 m³, její ocelový plášť má tloušťku 6 mm, tloušťka vyzdění činí 220 mm a komora odolává teplotám 1 400 °C.

Spalovací proces má tři fáze. První fází je zapalování odpadů. Po uvedení linky do provozu se automaticky zapne zapalovací hořák v primární komoře a dva hořáky v termoreaktoru. Při dosažení provozních teplot může být zahájeno přikládání

odpadů. Společně s příkládáním odpadů se automaticky zapne ventilátor pro přívod primárního vzduchu, který slouží k nízkoteplotní karbonizaci odpadů v primární komoře (druhá fáze).

Hoření při nízkoteplotní karbonizaci probíhá tehdy, když je množství vzduchu menší než stechiometrická spotřeba. Při tomto spalování vznikají pyrolyzní plyny, které jsou následně spalovány v termoreaktoru. Nízkoteplotní karbonizace odpadů probíhá při teplotách od 300 °C do 800 °C. Provozně je teplota nastavena na 750 °C. V případě potřeby je komora zkrápěna vodní mlhou tak, aby v komoře nebyla překračována nastavená teplota 750 °C.

Ve třetí (poslední fázi) dochází k vyhoření zbytků. Po posledním zavážení je dopálen případný zbytkový uhlík. Plyny z nízkoteplotní karbonizace obsahují stále méně hořlavého podílu. Protože zplyňování se pomalu chýlí ke konci a tím již není žádná spotřeba energie, stoupá teplota v primární komoře. Po určité době, když je spálen všechný uhlík, se začne snižovat teplota popela a primární komory. Ve fázi vyhoření je zapalovací hořák zablokován.

Zapalovací hořák slouží k zapalování odpadů a k dodržení stanovené teploty v primární komoře. Topným médiem je zemní plyn. Hořák se automaticky zapíná, když fáze předehřívání uplynula, případně termoreaktor dosáhl své provozní teploty (850 °C), dále v případě, že v primární komoře není dosažena minimální provozní teplota. To může nastat při spalování velmi vlhkých odpadů. Hořák se automaticky zapíná také při spalování tekutých odpadů.

Termoreaktor slouží ke spalování v primární komoře vytvořených plynů z nízkoteplotní karbonizace. Je umístěn přímo nad primární komorou. Hořlavé plyny z nízkoteplotní karbonizace z primární komory jsou smíchány se sekundárním a terciárním vzduchem. Směs je zapálena buď samočinně vlivem vysoké teploty, nebo sekundárním a terciárním hořákem v případě poklesu teploty v termoreaktoru. Hořáky termoreaktoru jsou v provozu ve fázi předehřívání a fázi doběhu, kdy slouží k dopalování stop nevyhořelých plynů za vysokých teplot (Königová, 2015).

Termoreaktor je dimenzován tak, aby zdržení plynných spalin v této části technologie za posledním přívodem vzduchu bylo minimálně dvě sekundy při teplotě

1 200 °C. Tím je zabezpečeno dokonalé spálení všech toxických látek (schiestl.cz, B).

Systém spalování tekutých odpadů má společnou zásobní nádrž s míchadlem a rotační filtr. Pro každou linku je instalováno jedno dopravní čerpadlo a potrubní rozvod, kterým jsou kapalné odpady přivedeny do trysky v primární komoře spalovací linky.

Horké spaliny pokračují do spalinového výměníku SKS 400. Jedná se o vertikální dvouvahý žárotrubný výměník, který automaticky zajišťuje bezpečné ochlazení spalin na teplotu cca 130 °C. Celková výška je cca 6 m a průměr 1,6 m (Königová, 2015).

Následně spaliny pokračují do tepelného výměníku WTW 24 (www.schiestl.cz). Tepelná energie spalin je ve výměníku tepla využívána k ohřevu vody, čímž dojde ke snížení teploty spalin na hodnoty potřebné pro proces jejich čištění. Výměník tepla je ocelový dvoutahový a pracuje na straně spalin v podtlaku, který je zajišťován kouřovým ventilátorem. Teplota vratné vody je zajištěna trojcestným směšovacím ventilem. Primární teplota nesmí překročit 110 °C.

Zvlhčovač spalin je nádoba kónického tvaru o průměru 550 mm a výšce 720 mm, ve které jsou po obvodu osazeny vysokotlaké trysky k rozprašování vody. Odpařováním kapiček dojde ke zvlhčení spalin na požadovanou hodnotu. Zařízení je zabudováno ve spalinovém potrubí před první dávkování sorbentu a je uvedeno do činnosti automaticky, pokud měřená vlhkost spalin poklesne pod 10 %. Uvedená vlhkost je optimální pro průběh chemických reakcí kyselých složek plynu se sorbenty v rámci procesu čištění spalin.

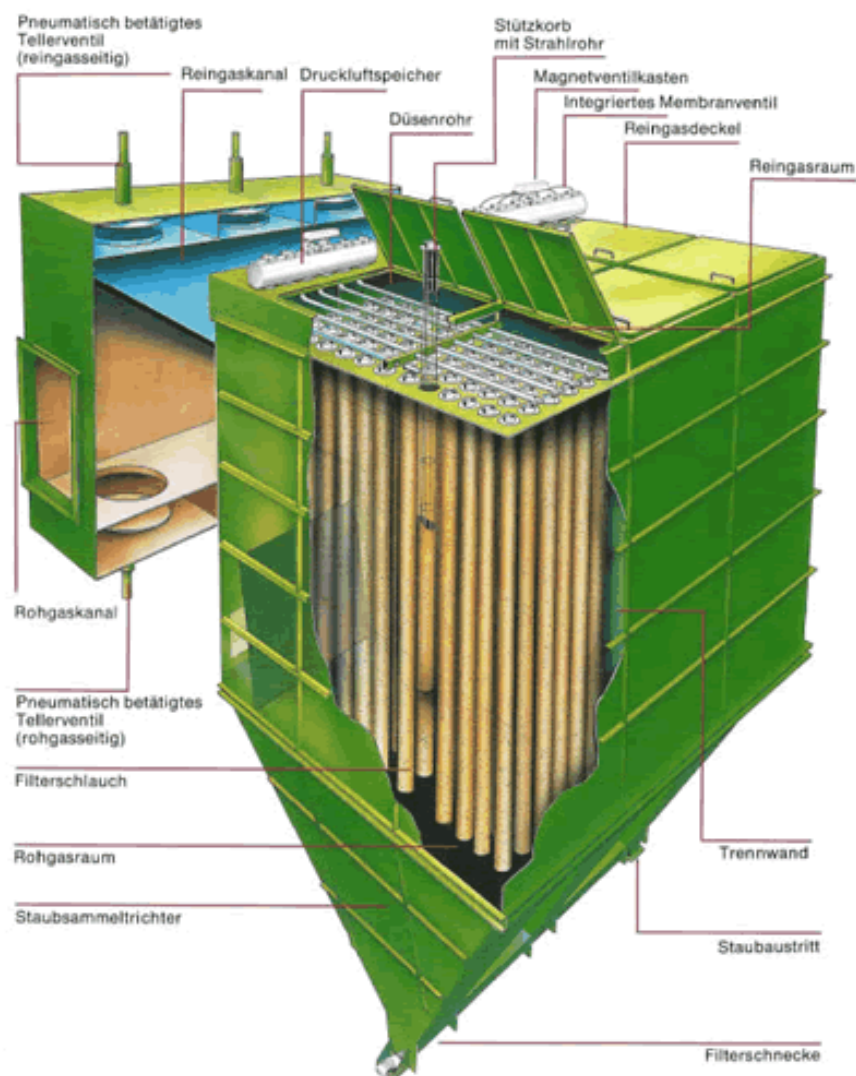
Za chladičem a zvlhčovačem spalin je umístěno dávkovací zařízení aktivního uhlí. Toto je konstruováno pro dávkování suchých sypkých sorbentů (směs účinných vápenných hydrátů a aktivního uhlí) dodávaných ve velkoobjemových vacích (Big-Bag). Součástí dávkovacího zařízení je systém provzdušňování suchým vzduchem, který zabraňuje tvoření klenby ve výsypce a tím i přerušování dávkování sorbentu.

Pod sílem čerstvého vápenného hydrátu se nachází dávkovací zařízení, kterým je tento sorbent veden do protiběžného šneku před reaktor. Dávkovací zařízení se skládá ze dvou stavebních skupin. První skupinu tvoří vynášecí jednotka složená z předzásobníku, vynášecího talíře s dotykovými rameny a vynášecím pohonem, druhou skupinu tvoří dávkovací jednotka složená ze spirálového dávkovače a dávkovacího pohonu.

K promíchání dávkovaného sorbentu se spalinami dochází v reaktoru, který je tvořen kuželovitou nádobou o průměru 860 mm a výšce 4 500 mm (Königová, 2015).

Technologie čištění spalin je navržena metodou injektáže sorbentů do proudu spalin z důvodu zachycení širokého spektra znečišťujících látek (ild.cz). Kyselé plynné složky (SO_2 , HCl , HF) reagují s $\text{Ca}(\text{OH})_2$ za vzniku pevných sloučenin, které jsou následně odloučeny v hadicových tkaninových filtrech. Na povrchu aktivního uhlí jsou absorbované těžké kovy a část perzistentních organických látek. Následně je směs sorbentů a ostatních tuhých znečišťujících látek odloučená na površích tkaninových filtrů (schiestl.cz, C).

Filtrační jednotku ALFA-JET Plus 235/3,5,1,5,3 tvoří vysokoúčinný průmyslový hadicový filtr v komorovém provedení, konstruovaný jako reakční komora s maximálním zadržením spalin v prostoru instalovaných filtračních hadic, které jednak slouží k oddělení spalinami neseného sorbentu z proudícího plynu a zároveň slouží jako nosný prvek sorbentu, přes který prochází čištěné spaliny a tím zajišťují kvalitní kontakt čištěných spalin s vneseným sorbentem. Filtrační zařízení je vybaveno reverzním vynášecím zařízením, které vrací částečně zreagovaný sorbent zpět do systému čištění spalin, případně již vyčerpaný sorbent odvádí z filtrační jednotky přes rotační podavač do pseudopravy (Königová, 2015).



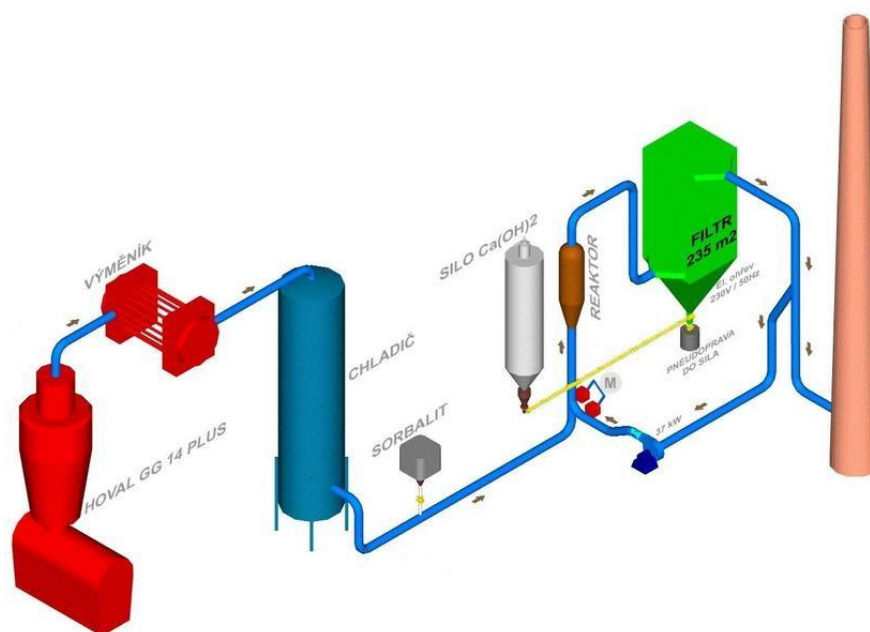
Obr. č. 1: Komerový hadicový suchý filtr (schiestl.cz, C)

Regenerace filtrů se uskutečňuje tlakovým vzduchem přes elektropneumatické ventily. Časový sled regenerace je řízen elektronickou řídicí jednotkou podle okamžité tlakové ztráty filtrační jednotky. Ovládání chodu filtru je svázáno s chodem spalovacího zařízení, je realizováno jediným integrovaným ovládacím panelem pro proces spalování a čištění.

Dávkování výše uvedených sorbentů je oddělené a jejich množství je řízené podle údajů emisního monitoringu. Technologie je bez odpadních vod (schiestl.cz, C).

System dávkování a recyklace sorbentů firmy Hellmich GmbH instalovala v roce 2004 do motolské spalovny firma ILD cz s.r.o. (ild.cz).

Pro odsávání spalin z filtrační jednotky je navržen radiální vysokotlaký ventilátor typu RVEA-315-KS. Skříň ventilátoru je hlukově izolována, na sacím a ve výtlačném potrubí je umístěn tlumič hluku (Königová, 2015).



Obr. č. 2: Schéma Spalovny nebezpečných odpadů FN Motol (ild.cz)

Vyčerpaný sorbent je odváděn z výsypky filtrační jednotky pomocí rotačního podavače do pseudopravy a následně do sila vyčerpaného sorbentu.

Odpopelňovací píst umožňuje vytlačení popela z primární spalovací komory na odpopelňovací dopravník, který jej dopraví do kontejneru s víky. Prostor odpopelňovacího dopravníku je uzavřen, aby bylo zabráněno úniku prachových částí z popela do okolí. Odpopelněním je ukončen spalovací cyklus (Königová, 2011).

8.2.4. Zařízení pro kontinuální měření emisí

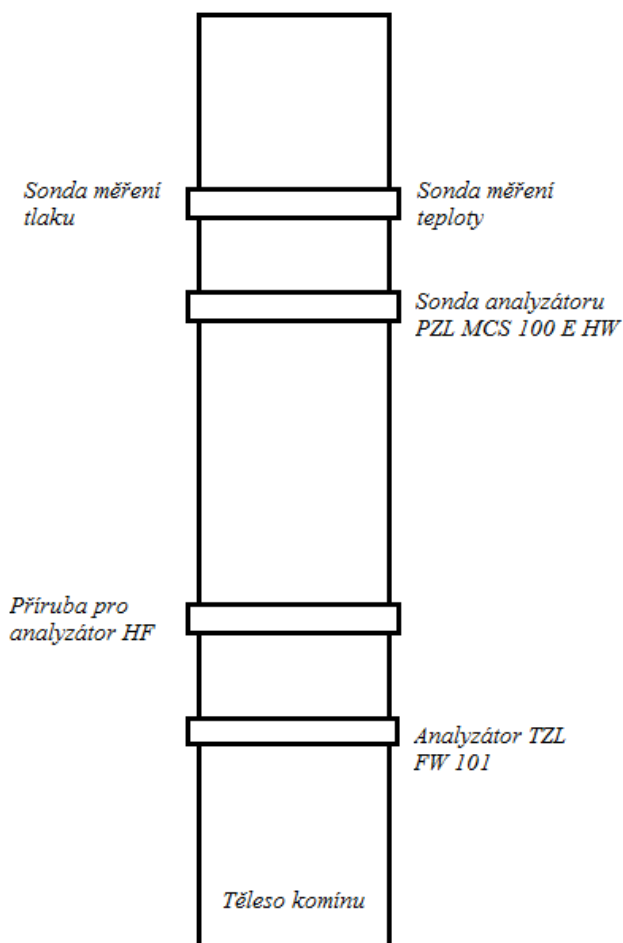
Toto zařízení zajišťuje trvalý monitoring emisí odcházejících z procesu spalování do ovzduší. Jedná se o klíčovou část technologie, z které jsou odebírány signály a parametry pro automatické řídicí prvky vlastního procesu spalování a

čištění spalin. Naměřené hodnoty emisí jsou určujícím prvkem pro dávkování odpadů do procesu spalování (Königová, 2015).

Měření plyných znečišťujících látek (PZL - SO₂, NO₂, NO, CO, HCl, H₂O) je realizováno kompaktním IR fotometrem pro emisní aplikace MCS 100 E HW.

Měření TOC je realizováno analyzátozem FID Graphite 700.

Měření tuhých znečišťujících látek (TZL) je prováděno za dvoustupňovým čištěním spalin optickým měřením pomocí rozptylu a odrazu světla od částic v proudícím plynu analyzátozem FW 101 (Posluh a kol., 2009).



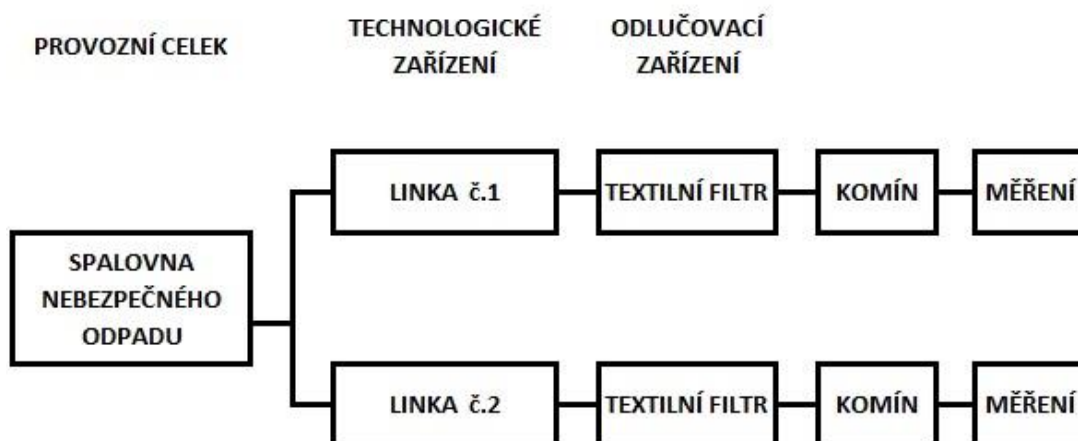
Obr. č. 3: Schéma umístění sond měření emisí (Posluh a kol., 2009)

Pro sběr dat kontinuálních měření emisí je použit Emisní počítač. Analogové signály jednotlivých analyzátorů jsou zavedeny do 16 kanálového PLC ADAM 5510, který slouží pro snímání, přepočítávání a ukládání hodnot snímaných emisním měřicím systémem a dále hodnot přístrojů pro měření komplementárních veličin (koncentrace O₂, teplota, tlak, tlaková diference, rychlost, ...).

Výstup PLC ADAM 5510 je po sériové lince veden do počítače s implementovanou síťovou verzí emisního monitorovacího a řídicího programu SBase v. 8.0 kde je zaručeno přehledné a dostupné tabulační i grafické zobrazení průběhů měřených hodnot, jejich podrobná archivace a distribuce dat na požadovaná pracoviště. Systém dále umožňuje zřídit dálkový přenos hodnot na řídicí a kontrolní pracoviště podniku, nebo příslušná pracoviště státní správy ochrany ovzduší (např. ČIŽP).

Postup vyhodnocení naměřených údajů odpovídá požadavkům vyhlášky Ministerstva životního prostředí České republiky, která stanoví emisní limity a další podmínky pro spalování odpadu č. 415/2012 Sb. (Posluh, 2009).

Zařízení automatického monitorovacího systému je jednou ročně ověřováno, analyzátoři kontinuálního měření emisí jsou jednou za tři roky kalibrovány. Dvakrát ročně je dle platného integrovaného povolení prováděno jednorázové měření emisí akreditovanou laboratoří (Königová, 2015).



Obr. č. 4: Blokové schéma spalovny

9. Vliv motolské spalovny na životní prostředí

Následující tabulka zobrazuje porovnání množství spáleného nebezpečného odpadu v motolské spalovně a celkovou produkci nebezpečného odpadu v České republice v letech 2002 – 2013.

Rok	Celková produkce nebezpečného odpadu v ČR (t)	Množství spáleného odpadu v motolské spalovně (t)	Povolená kapacita motolské spalovny (t)
2002	2 425 000	1 295	1 860
2003	1 775 000	1 489	1 860
2004	1 693 000	0	1 860
2005	1 626 000	5	1 860
2006	1 455 000	734	1 860
2007	1 643 000	2 263	1 860
2008	2 038 000	2 241	2 360
2009	2 161 000	2 291	2 360
2010	1 784 000	2 520	2 940
2011	1 841 000	2 428	2 940
2012	1 637 000	1 985	2 940
2013	1 443 000	2 030	2 940

Tab. č. 2: Porovnání množství spáleného nebezpečného odpadu v motolské spalovně k celkové produkci nebezpečného odpadu v ČR v letech 2002 – 2013 (ČHMÚ, A a viteztenazemi.cz, A)

Z tabulky je zřejmé, že množství nebezpečného odpadu zpracovaného v motolské spalovně je oproti celkové produkci nebezpečného odpadu v České republice téměř zanedbatelné. Z dostupných datových podkladů bohužel nelze zjistit, jaký podíl spalovaného odpadu v motolské spalovně byl vyprodukován motolskou nemocnicí (a tedy jaký podíl veškerého nebezpečného odpadu v České republice byl vyprodukován motolskou nemocnicí), neboť do začátku března roku 2015 byly motolskou spalovnou zpracovávány odpady i z jiných subjektů.

V roce 2007 byl překročen povolený limit spalovny 1 860 t spáleného odpadu za rok o 403 t.

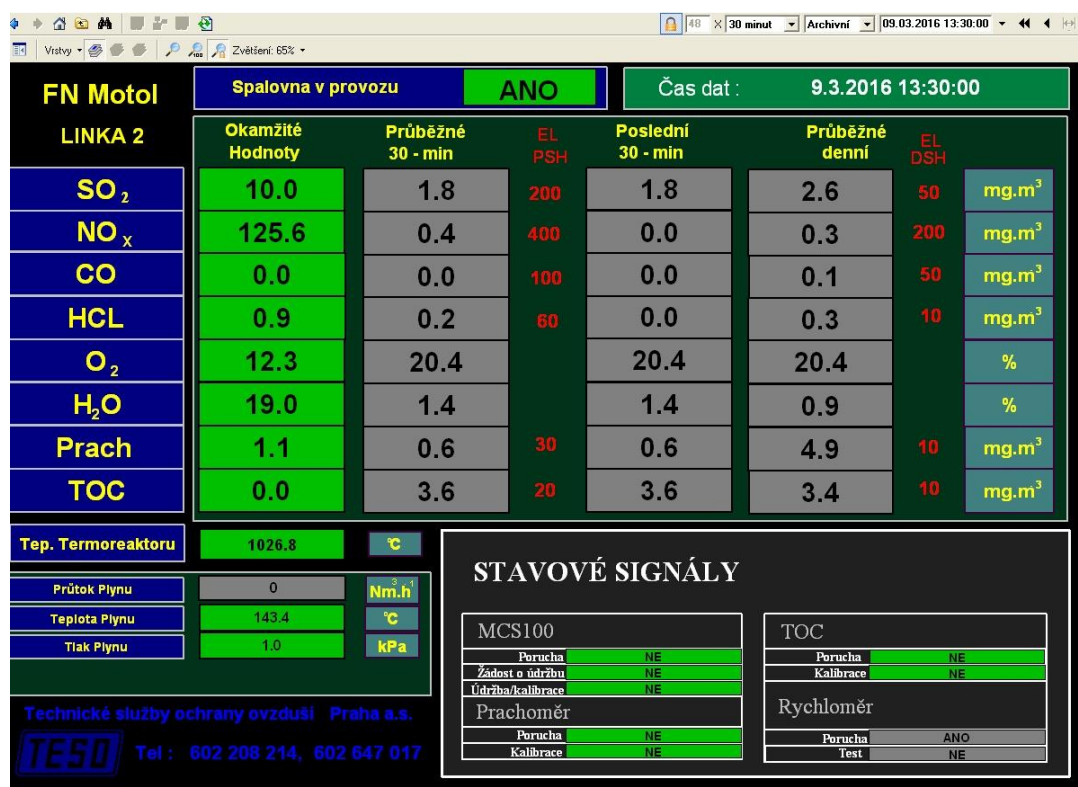
9.1. Výstupy z technologie

Motolská spalovna nebezpečných odpadů by se dala charakterizovat jako stacionární vyvýšený emisní zdroj (Braniš a kol., 2011), neboť je vybavena 80 m vysokým komínem (envis.praha-mesto.cz). Vysoké komíny zlepšují lokální situaci ovzduší, na druhou stranu ale významně přispívají k dálkovému přenosu znečišťujících látek. Tato spalovna je uvedena v Registru emisních zdrojů znečištění ovzduší (REZZO). Podle typu zdroje a výkonu technologického zařízení (kotle, strojního zařízení) připojeného k danému zdroji (komínu) je zmíněný registr dělen na podregistry označené jako REZZO 1 až REZZO 4. REZZO 1 obsahuje údaje o bodových zdrojích, u nichž výkon připojeného technologického zařízení je vyšší než 5 MW. Motolská spalovna díky svému výkonu patří do této kategorie. Informace o zdrojích kategorie REZZO 1 jsou obnovovány každý rok (Braniš a kol., 2011).

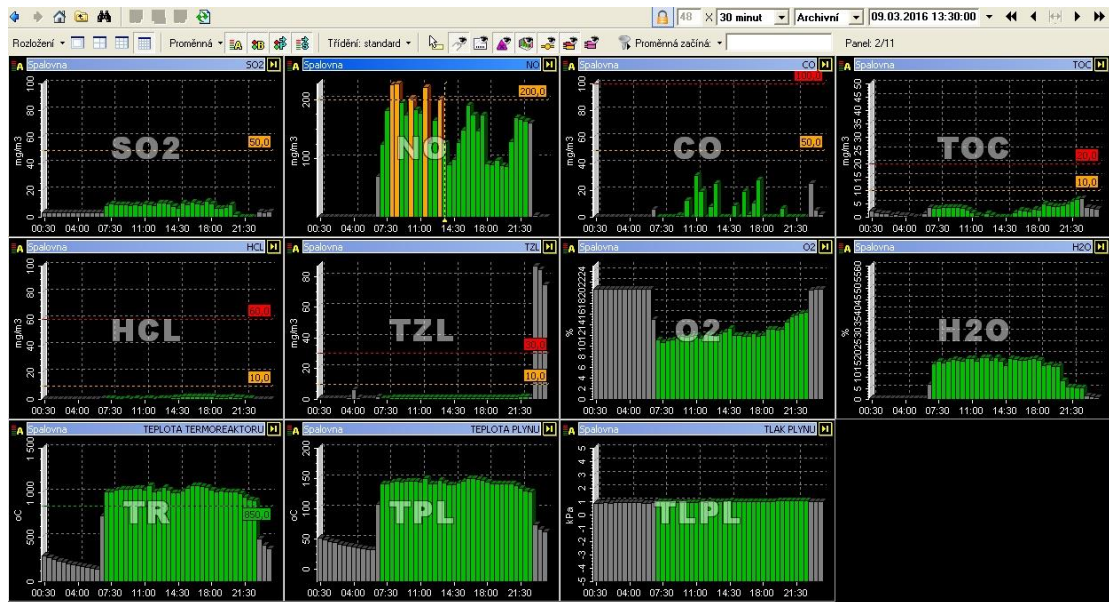
Vývoj úrovně znečišťování ovzduší je úzce spjat s ekonomickou a společensko-politickou situací a s vývojem poznání v oblasti životního prostředí. Trend ve vývoji emisí za období let 1990–2013 lze obecně charakterizovat poklesem emisí ze stacionárních zdrojů kategorie REZZO 1 a REZZO 2 vlivem zavedení systému řízení kvality ovzduší, který aplikuje na různých úrovních řadu nástrojů (normativní, ekonomické, informační atd.). Dopady těchto nástrojů se nejvíce projevíly koncem devadesátých let minulého století, tj. v období, kdy emisní limity zavedené novou legislativou vstoupily v obecnou platnost (ČHMÚ, B).

9.1.1. Emise do ovzduší

Jak již bylo zmíněno výše, motolská spalovna je vybavena automatickým monitorovacím systémem pro kontinuální měření emisí CO₂, CO, NO_x, HCl, SO₂, TZL, TOC. Tento systém je jednou ročně ověřován a jednou za tři roky kalibrován.



Obr. č. 5: Monitoring emisí spalovací linky č. 2



Obr. č. 6: Zobrazení vývoje emisí v půlhodinových intervalech

Na obrázcích č. 5 a 6 je ukázka kontinuálního monitorování emisí. V případě plnění stanovených limitů jsou položky zobrazovány zelenou barvou. Oranžová barva odpovídá mírně zvýšeným hodnotám a červená výrazně zvýšeným hodnotám. Jak bylo sděleno během exkurze, chvilkové překročení limitů může občas nastat a pro obyvatele i životní prostředí není nebezpečné, pokud by byly překročeny limity delší dobu (cca půl hodiny a více), je třeba tuto skutečnost oznámit Magistrátu hlavního města Prahy a provést opatření, aby hodnoty emisí co nejrychleji poklesly do stanovených limitů. Šedivé sloupečky na obrázku č. 6 zobrazují průběh, ve kterém nedocházelo v pecích ke spalování odpadu.

Emise na výstupu systému čištění spalin jsou monitorovány v souladu s vyhláškou č. 415/2012 Sb., od kontinuálního měření HF je upuštěno. Vzhledem k výsledkům automatického monitorovacího systému za uplynulá období bude podána žádost o souhlas k upuštění od kontinuálního měření SO_2 a HCl v souladu se zákonem č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší.

Emise	Denní průměr	Půlhodinové průměry	
		100%	97%
TZL	10 mg/m ³	30 mg/m ³	10 mg/m ³
TOC	10 mg/m ³	20 mg/m ³	10 mg/m ³
HCl	10 mg/m ³	60 mg/m ³	10 mg/m ³
SO ₂	50 mg/m ³	200 mg/m ³	50 mg/m ³
NO ₂	200 mg/m ³	400 mg/m ³	200 mg/m ³
HF	1 mg/m ³	x	x
Emise	Denní průměr	Půlhodinový průměr	10minutový průměr
	97%	100%	95%
CO	50 mg/m ³	100 mg/m ³	150 mg/m ³
Emise	Limit		
Cd, Tl	0,05 mg/m ³		
Hg a její sloučeniny	0,05 mg/m ³		
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V a jejich sloučeniny	0,05 mg/m ³		
PCDD/F	0,1 ngTEQ/m ³		

Tab. č. 3: Garantované hodnoty emisí na výstupu systému čištění spalin (Königová, 2015)

Emisní limity v tabulce č. 3 jsou vztaženy k celkové jmenovité kapacitě spalovny a na normální stavové podmínky a suchý plyn při referenčním obsahu kyslíku v odpadním plynu 11 %. Koncentrace dioxinů a furanů (PCDD/F) je vyjádřena pomocí koeficientu ekvivalentu toxicity (TE). Data o hmotnostním podílu odpadů vystupujících ze zařízení včetně hmotnostních toků emisí do ovzduší jsou průběžně zpracovávána a zaznamenávána v provozní evidenci zdroje a ohlašována do Integrovaného systému plnění ohlašovacích povinností (ISPOP) do 31. 3. následujícího roku (Königová, 2015).

ISPOP umožňuje příjem a zpracování vybraných hlášení z oblasti životního prostředí v elektronické podobě a jejich další distribuci příslušným institucím veřejné správy. Zřizovatelem ISPOP a věcným garantem obsahu formulářů (ohlašovacích povinností) je Ministerstvo životního prostředí (ispop.cz).

Údaje z ISPOP jsou dále přebírány do databází REZZO 1 a REZZO 2. Sběr dat probíhá v období od ledna do konce března. Ohlášené údaje jsou tak k dispozici již počátkem dubna a v dalších měsících je prováděna kontrola a zpracování podaných hlášení, doplněná výzvami k opravám chybných údajů (ČHMÚ, B).

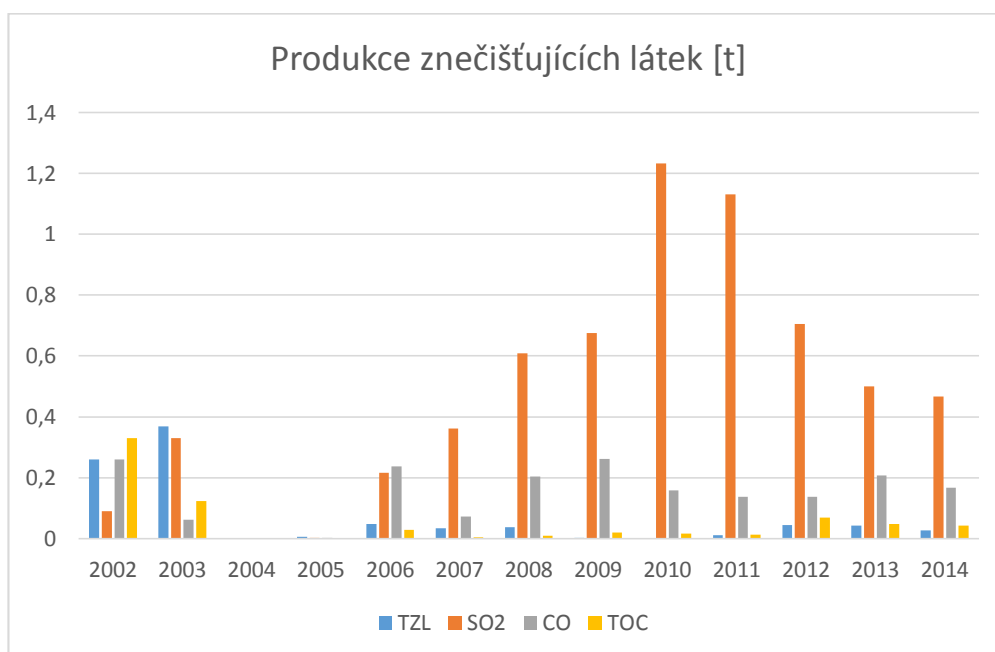
Druh znečišťující látky	Měrná výrobní emise μg/kg odpadu spalovací linky L1	Měrná výrobní emise μg/kg odpadu spalovací linky L2
TZL	23,5236985	25,9366685
CO	99,2256914	100,1150010
SO ₂	130,5693320	160,1563850
NO ₂	790,7892550	801,1360000
TOC	22,0002395	20,1100258
HCl	18,4482695	12,0041254
HF	2,0016997	2,0289522
PCDD/F	0,0002255	0,0003025

Tab. č. 4: Průměrný hmotnostní tok emisí do ovzduší ve vztahu k hmotnosti přijímaných odpadů (Königová, 2011)

Pro ilustraci vývoje emisí motolské spalovny jsem použil hodnoty emisí poskytnutých Ing. Ilonou Dvořákovou z ČHMÚ, která má na starosti registr spaloven odpadů. Podle legislativy je tento registr veden od roku 2002. Data mi byla poskytnuta do roku 2014, neboť za rok 2015 v době psaní této bakalářské práce ještě nebyla zpracována.

Rok	TZL (t)	SO ₂ (t)	CO(t)	TOC (t)	NO _x (t)
2002	0,260	0,090	0,260	0,330	3,570
2003	0,368	0,331	0,062	0,124	3,790
2004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2005	0,007	0,001	0,002	0,000	0,018
2006	0,049	0,216	0,237	0,029	1,428
2007	0,035	0,361	0,073	0,004	6,132
2008	0,037	0,609	0,204	0,009	3,621
2009	0,002	0,676	0,262	0,020	3,838
2010	0,000	1,233	0,158	0,017	4,061
2011	0,011	1,130	0,137	0,013	4,767
2012	0,044	0,705	0,138	0,070	7,208
2013	0,043	0,501	0,207	0,048	5,673
2014	0,027	0,467	0,167	0,043	3,858

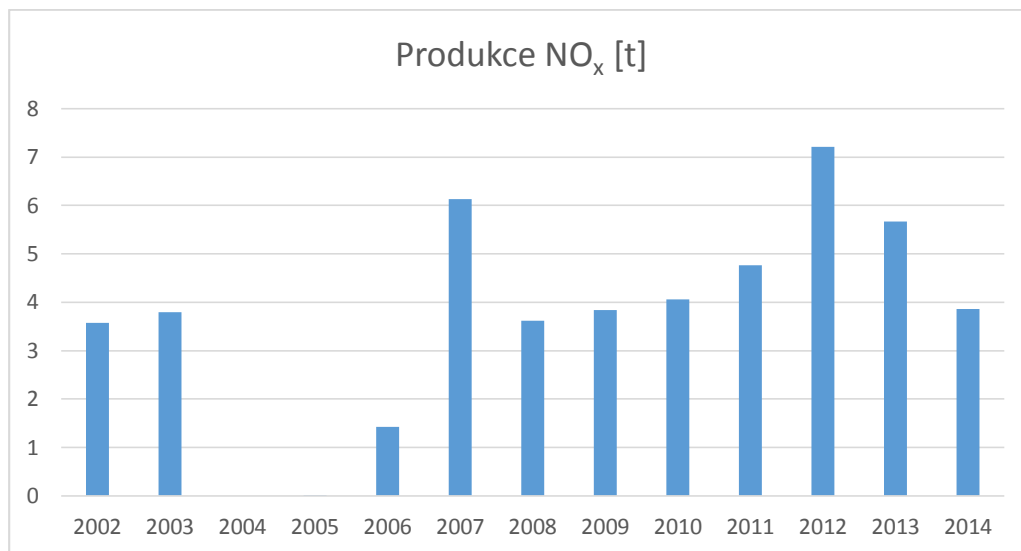
Tab. č. 5: Vybrané hodnoty emisí v letech 2002 – 2014 (ČHMÚ, A)



Obr. č. 7: Graf vývoje vybraných emisí v letech 2002 – 2014 (ČHMÚ, A)

Z grafu na obrázku č. 7 je patrné, že pominu-li oxidy dusíku, které jsem z důvodu přehlednosti zahrnul zvlášť do následujícího grafu na obrázku č. 8, neboť jeho hodnoty jsou nepoměrně vyšší a ostatní složky by tak nebyly vidět, že hodnoty SO₂ jsou v porovnání s ostatními značně vyšší. Na první pohled by bylo možné říci,

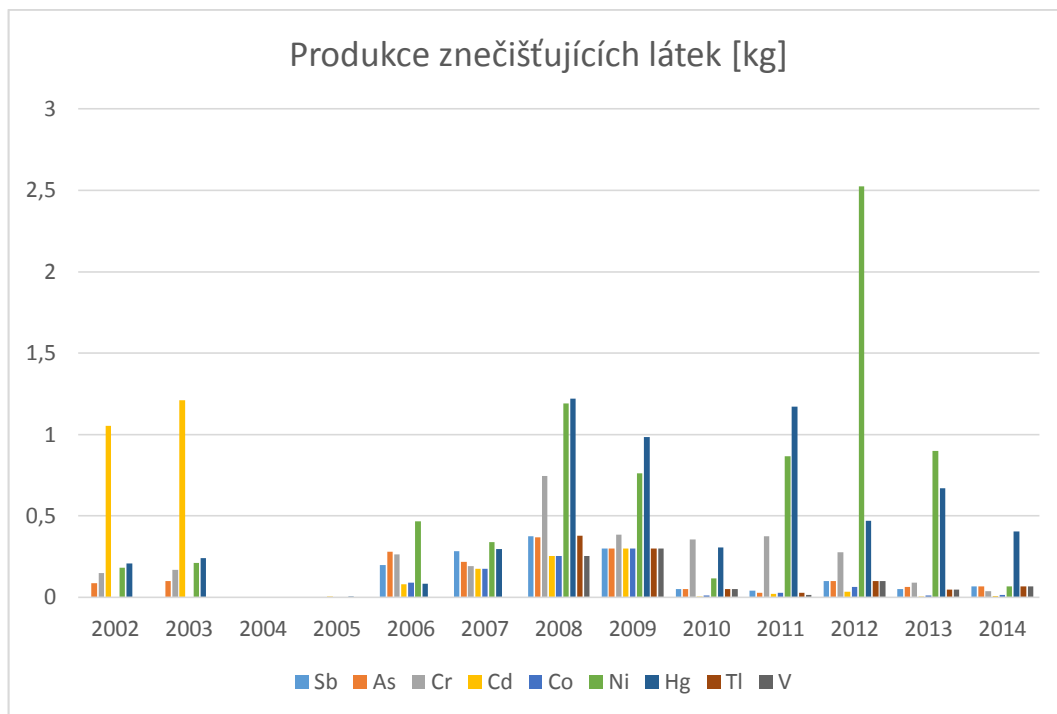
že od roku 2010 mají emise SO₂ klesající tendenci, ovšem tato skutečnost je ovlivněna tím, že v tomto období rovněž klesá množství spalovaného odpadu, jak je patrné z tabulky č. 2 uvedené výše. Hodnoty TZL a TOC oproti rokům 2002 a 2003 výrazně poklesly. Tento pozitivní jev je zapříčiněn instalací kvalitnějšího čištění kouřových plynů.



Obr. č. 8: Graf vývoje emisí NO_x v letech 2002 – 2014 (ČHMÚ, A)

Rok	Sb (kg)	As (kg)	Cr (kg)	Cd (kg)	Co (kg)	Ni (kg)	Hg (kg)	Tl (kg)	V (kg)
2002	0,000	0,087	0,148	1,052	0,000	0,183	0,209	0,000	0,000
2003	0,000	0,100	0,170	1,210	0,000	0,210	0,240	0,000	0,000
2004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2005	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000
2006	0,197	0,280	0,262	0,079	0,090	0,468	0,084	0,000	0,000
2007	0,283	0,219	0,191	0,174	0,174	0,340	0,295	0,000	0,000
2008	0,374	0,368	0,745	0,252	0,252	1,192	1,219	0,377	0,252
2009	0,301	0,301	0,385	0,301	0,301	0,761	0,984	0,301	0,301
2010	0,051	0,051	0,356	0,005	0,011	0,115	0,305	0,051	0,051
2011	0,041	0,029	0,376	0,021	0,029	0,867	1,171	0,026	0,013
2012	0,099	0,099	0,277	0,034	0,065	2,524	0,470	0,099	0,099
2013	0,050	0,063	0,088	0,005	0,013	0,899	0,671	0,047	0,048
2014	0,067	0,068	0,036	0,007	0,013	0,067	0,405	0,067	0,067

Tab. č. 6: Vybrané hodnoty emisí v letech 2002 – 2014 (ČHMÚ, A)



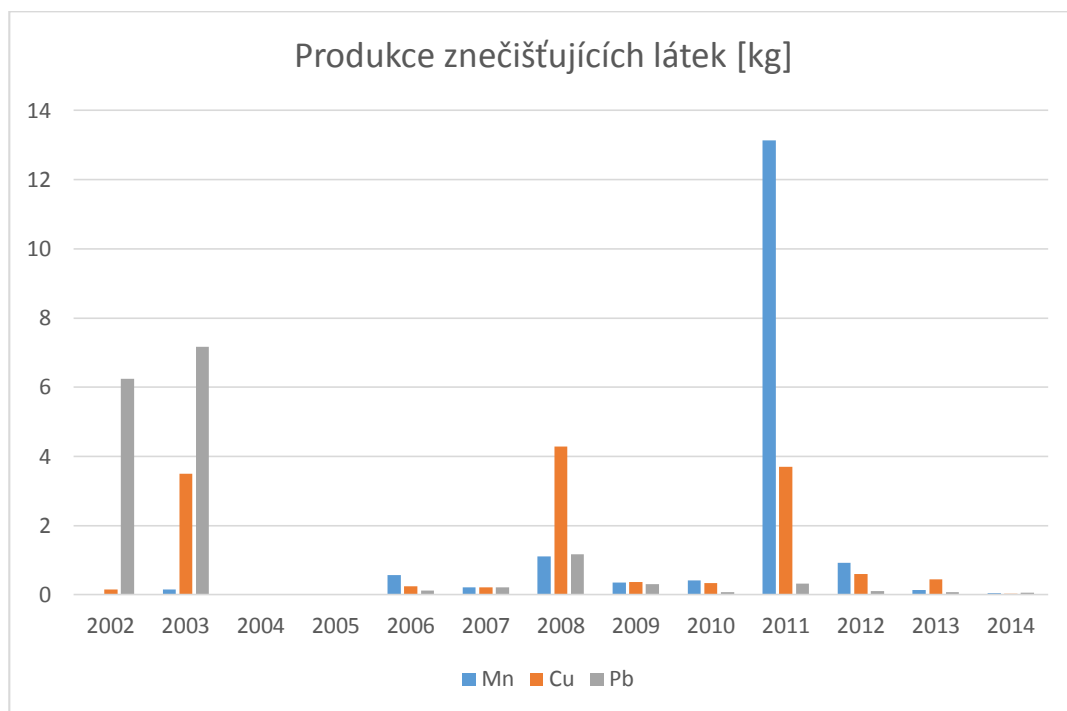
Obr. č. 9: Graf vývoje vybraných emisí v letech 2002 – 2014 (ČHMÚ,A)

Na grafu z obrázku č. 9 jsou znázorněny roční emise vybraných prvků a jejich sloučenin. Na rozdíl od emisí SO_2 a NO_x tyto hodnoty moc nekorelují s celkovým množstvím spáleného odpadu v daných letech, ale zřejmě souvisí s chemickým složením spalovaného odpadu.

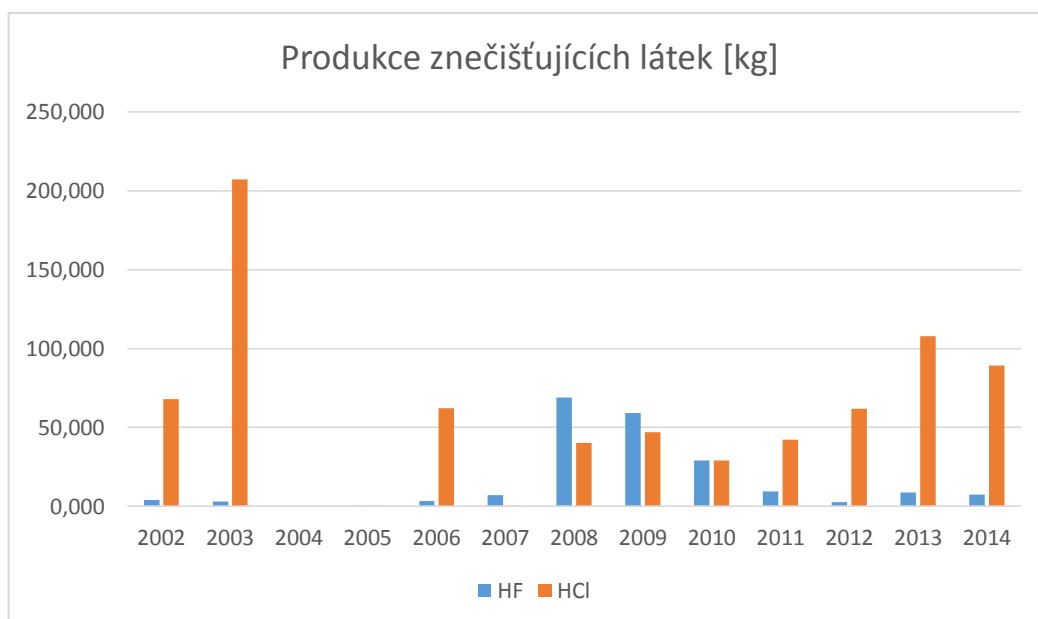
Rok	Mn (kg)	Cu (kg)	Pb (kg)	HF (kg)	HCl (kg)	PCDD/F (mg)
2002	0,000	0,148	6,235	4,000	68,000	0,750
2003	0,150	3,500	7,170	2,960	207,200	0,862
2004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2005	0,000	0,004	0,009	0,003	0,005	0,000
2006	0,564	0,241	0,116	3,168	62,153	0,425
2007	0,211	0,215	0,219	7,000	0,300	0,916
2008	1,108	4,286	1,168	69,000	40,000	1,365
2009	0,347	0,371	0,301	59,000	47,000	0,543
2010	0,419	0,330	0,072	28,858	28,828	0,542
2011	13,140	3,703	0,316	9,240	42,090	2,101
2012	0,918	0,597	0,099	2,512	61,703	0,310
2013	0,133	0,449	0,073	8,574	107,795	0,310
2014	0,037	0,024	0,067	7,290	89,208	0,713

Tab. č. 7: Vybrané hodnoty emisí v letech 2002 – 2014 (ČHMÚ, A)

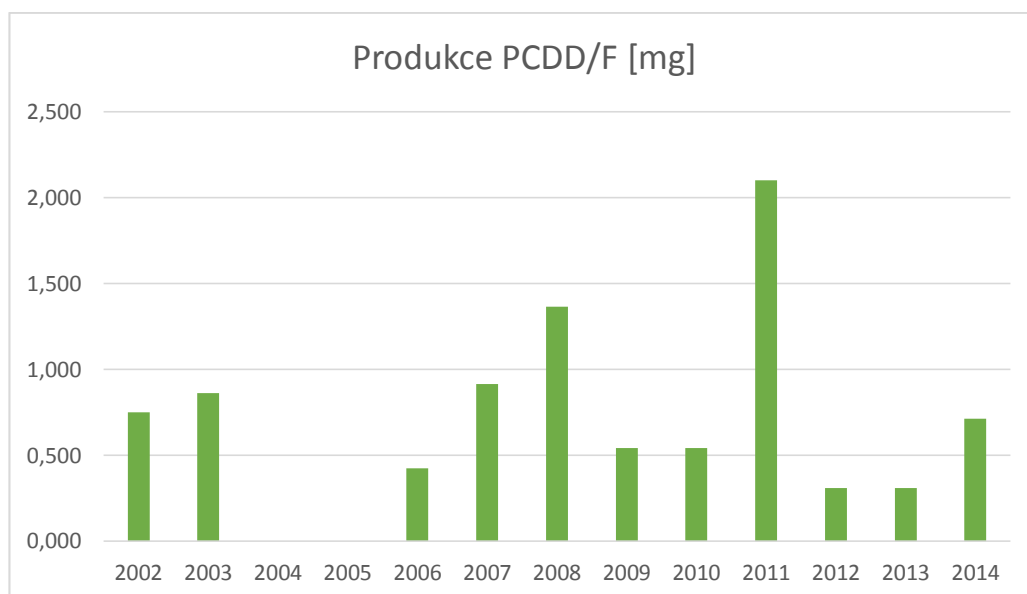
Položky z tabulky č. 6 jsem z důvodu přehlednosti rozdělil do několika grafů zobrazených níže. Řádově se různé a nízké položky v grafech by díky jiným vysokým hodnotám nebyly patrné. PCDD/F jsem uvedl do samostatného grafu, neboť hodnoty jsou v miligramech.



Obr. č. 10: Graf vývoje vybraných emisí v letech 2002 – 2014 (ČHMÚ, A)



Obr. č. 11: Graf vývoje emisí HF a HCl v letech 2002 – 2014 (ČHMÚ, A)



Obr. č. 12: Graf vývoje emisí PCDD/F v letech 2002 – 2014 (ČHMÚ, A)

9.1.2. Zdravotní a environmentální dopady emisí

Z oxidů dusíku lze z hlediska vlivu na lidské zdraví považovat za nejvýznamnější formu oxid dusičitý, který postihuje především dýchací systém. Krátkodobá expozice oxidu dusičitého může mít za následek nepříznivé účinky na zdraví, jako jsou změny ve funkci plic u citlivých skupin obyvatelstva. Dlouhodobá expozice může zvýšit náchylnost k respiračním infekcím. Oxidy dusíku přispívají k acidifikaci a eutrofizaci půd a vod, vysoké koncentrace mohou poškodit rostliny.

Oxid siřičitý má dráždivé účinky na oči a dýchací soustavu. Vysoké koncentrace oxidu siřičitého mohou způsobit respirační potíže. Lidé trpící astmatem a chronickým onemocněním plic jsou k působení tohoto oxidu zvláště citliví. Přispívá i k acidifikaci prostředí.

Oxid uhelnatý se váže na krevní barvivo lépe než kyslík a dochází tak ke snížení kapacity krve pro přenos kyslíku. Nejvíce citliví k působení oxidu uhelnatého jsou lidé s kardiovaskulárním onemocněním. Toxické účinky se projeví nejvíce v orgánech a tkáních s vysokou spotřebou kyslíku, jako je mozek, srdce a kosterní svalstvo. Oxid uhelnatý může přispívat ke vzniku přízemního ozonu.

Při dlouhodobé expozici lidského organismu účinkům olova se mohou projevit účinky na biosyntézu hemu, nervový systém a krevní tlak. Expozice olovem

představuje riziko i pro vyvíjející se plod, může negativně ovlivnit vývoj mozku a následně ovlivnit duševní vývoj. Z hlediska karcinogenity pro člověka je olovo zařazeno do skupiny 2B – možné karcinogenní účinky. Z hlediska environmentálního dopadu se může olovo hromadit v tělech organismů, jako jsou ryby, a může tak přecházet do potravního řetězce.

Kadmium může u člověka při dlouhodobé expozici ovlivňovat funkci ledvin a dýchací soustavy. Může být také příčinou rakoviny plic. Z hlediska environmentálního dopadu má stejné účinky jako olovo.

Arsen při vysokých koncentracích způsobuje postižení nervového systému. Kritickým účinkem dlouhodobého vdechování arsenu je rakovina plic. Z environmentálního hlediska se rovněž jedná o schopnost bioakumulace (jako olovo a kadmium). Vlivem obsahu arsenu v půdách dochází ke snížení růstu a výnosů rostlin.

Nikl může ovlivnit dýchací soustavu a obranyschopnost člověka. Sloučeniny niklu jsou klasifikovány jako prokázaný lidský karcinogen. Může znečišťovat půdy a vodu (ČHMÚ, C).

9.1.3. Odpady produkované v zařízení

Seznam vlastních produkovaných odpadů v motolské spalovně zařazených dle Katalogu odpadů je uveden v tabulce č. 8.

Katalogové číslo	Název odpadu	Kategorie
Odpady produkované v zařízení spalovacím procesem		
19 01 07	Pevné odpady z čištění odpadních plynů	N
19 01 11	Popel a struska obsahující nebezpečné látky	N
Odpady z údržby a oprav zařízení		
08 01 11	Odpadní barvy a laky obsahující organická rozpouštědla nebo jiné nebezpečné látky	N
13 01 13	Jiné hydraulické oleje	N
13 02 05	Nechlorované minerální motorové a převodové oleje	N
15 01 10	Obaly obsahující zbytky nebezpečných látek	N
15 02 02	Absorpční činidla filtrační materiály (včetně olejových filtrů jinak blíže neurčených), čisticí tkaniny a ochranné oděvy znečištěné nebezpečnými látkami	N
16 11 05	Vyzdívky a žáruvzdorné materiály z nemetalurgických procesů obsahující nebezpečné látky	N
16 11 06	Vyzdívky a žáruvzdorné materiály z nemetalurgických procesů neuvedené pod číslem 16 11 05	N
20 01 21	Zářivky a jiné odpady obsahující rtuť	N
20 03 01	Směsný komunální odpad	O

Tab. č. 8: Odpady produkované motolskou spalovnou (Königová, 2011)

Evidenci odpadů produkovaných v zařízení provádí mistr spalovny. V následující tabulce č. 9 je uveden průměrný hmotnostní podíl odpadů vystupujících ze zařízení.

Katalogové číslo	Název odpadu	Průměrný hmotnostní podíl v %
19 01 07	Pevné odpady z čištění odpadních plynů	8
19 01 11	Popel a struska obsahující nebezpečné látky	6

Tab. č. 9: Průměrný hmotnostní podíl odpadů vystupujících ze zařízení (Königová, 2011)

Odpady produkované motolskou spalovnou jsou odváženy a skládkovány.

9.1.4. Využitelné materiály a energie

Odpadní teplo (horká voda) je předáváno na absorpční jednotku pro výrobu chladu pro FN Motol. Z jedné linky vzniká cca 1,5 – 2 MWh, množství závisí na přijímaných odpadech, průměrná výhřevnost je cca 18 – 20 MJ/kg spáleného odpadu. V případě, že není možné teplo využít, je toto odváděno do chladících věží (Königová, 2011).

10. Vyhodnocení získaných poznatků

Podle ČHMÚ je v současné době na území aglomerace Praha individuálně evidováno cca 2050 provozoven zdrojů znečišťování ovzduší zařazených do databáze REZZO 1 a REZZO 2. Na celkových emisích se jich však významněji podílí pouze několik. Jedná se především o Cementárnu Radotín a Teplárnu Malešice (Pražská teplárenská – PT, a. s.), ZEVO Malešice (Pražské služby, a. s.), další teplárenské zdroje PT, a. s., a z průmyslových podniků např. MITAS, a. s. V posledním období narůstá také emisní podíl z výroby elektrické energie kogeneračními jednotkami.

Zatížení ovzduší a životního prostředí emisemi SO₂ a NO_x vlivem provozu motolské spalovny jsem se pokusil demonstrovat v následující tabulce č. 10, ve které je zobrazen procentuální podíl těchto emisí z celkového doporučeného emisního stropu pro Prahu.

Rok	Doporučené hodnoty emisních stropů pro Prahu [t/rok]		Doporučené hodnoty emisních stropů pro Prahu [t/rok]	
	SO ₂	NO _x	SO ₂	NO _x
	3300	Podíl motolské spalovny na emisním stropu Prahy [%] pro SO ₂	14700	Podíl motolské spalovny na emisním stropu Prahy [%] pro NO _x
	Roční emise motolské spalovny [t/rok]		Roční emise motolské spalovny [t/rok]	
2002	0,090	0,00273	3,570	0,02429
2003	0,331	0,01003	3,790	0,02578
2004	0,000	0,00000	0,000	0,00000
2005	0,001	0,00003	0,018	0,00012
2006	0,216	0,00655	1,428	0,00971
2007	0,361	0,01094	6,132	0,04171
2008	0,609	0,01845	3,621	0,02463
2009	0,676	0,02048	3,838	0,02611
2010	1,233	0,03736	4,061	0,02763
2011	1,130	0,03424	4,767	0,03243
2012	0,705	0,02136	7,208	0,04903
2013	0,501	0,01518	5,673	0,03859
2014	0,467	0,01415	3,858	0,02624

Tab. č. 10: Procentuální podíl emisí SO₂ a NO_x motolské spalovny z doporučeného emisního stropu pro Prahu (Braniš a kol., 2011 a ČHMÚ, A)

Z tabulky č. 10 je jasné patrné, že z hlediska emisí SO₂ a NO_x tvoří provoz motolské spalovny jen nepatrnou část z emisního stropu pro celou Prahu, tedy motolská spalovna nepředstavuje významný zdroj znečišťování.

Z výše uvedených grafů může být znepokojující pouze jednorázové zvýšení emisí pro daný rok (např. sloučenin niklu v roce 2012 a sloučenin manganu v roce 2011) a nedodržení limitu pro množství spalovaného odpadu v roce 2007.

ČIŽP provedla v motolské spalovně v období od května roku 2014 do října roku 2015 celkem 9 kontrol. Ani v jednom případě nebylo shledáno porušení podmínek integrovaného povolení (mzp.cz).

Dle protokolu o autorizovaném měření emisí a o akreditované zkoušce je provoz motolské spalovny rovněž v pořádku. Protokol obsahuje stanovení emisí plyných znečišťujících látek v odpadním plynu. Měření proběhlo za spalovnou nebezpečného odpadu FN Motol ve dnech 29. a 30. 10. 2015. Protokol byl vypracován firmou Technické služby ochrany ovzduší Praha a.s. (TESO). Jedná se o autorizovanou osobu pro měření emisí a imisí, zpracování rozptylových studií a zpracování odborných posudků (Choc, 2015).

Motolská spalovna je provozována a vybavena tak, aby nemohlo dojít ke znečišťování jejího okolí odstraňovanými nebo produkovánými odpady. Objekt spalovny a jeho okolí má zpevněné manipulační plochy. Celý proces nakládání s odpady v zařízení je zabezpečen a organizován tak, aby bylo zamezeno ohrožení horninového prostředí.

11. Diskuze

Odpad z nemocnic a z ostatních zdravotnických zařízení nebo jim podobných zařízení zahrnuje komponenty různého fyzikálního, chemického a biologického materiálu, které vyžadují speciální nakládání a zneškodnění vzhledem k možným specifickým rizikům pro zdraví lidí i životní prostředí (szu.cz).

Mezi nejtypičtější metody odstranění odpadu ze zdravotnictví patří spalování odpadu a skládkování odpadu. Výběr metody je determinován povahou a nebezpečností odpadu, spolehlivostí, náročností a finanční nákladností metody odstranění odpadu a celkovým dopadem na životní prostředí. Použití spaloven nebezpečných odpadů k odstranění odpadu ze zdravotnických zařízení patří k nejběžnější metodě v České republice.

Při spalování nebezpečného odpadu dochází ke zničení všech mikroorganismů a k výraznému zmenšení objemu a hmotnosti odpadu. Na druhou stranu dochází k uvolňování určitého množství spalin a tedy i emisí škodlivých látek do ovzduší. Používáním moderních a účinných technologických postupů na čištění spalin lze docílit výrazného snížení množství vypouštěných škodlivých látek.

V České republice je zakázáno skládkování infekčních odpadů, nebezpečných chemických odpadů a nepoužitelných léčiv. Riziko ukládání odpadů ze zdravotnických zařízení na skládky je vysoké a je realizovatelné pouze pro ukládání vytříděných a prokazatelně nekontaminovaných odpadů nebo odpadů po vytřídění a dekontaminaci. Původně nebezpečný odpad dekontaminací ztrácí nebezpečné vlastnosti a rozdrčením je výrazně snížen jeho objem pro skládkování. Přesný způsob nakládání s odpady ze zdravotnictví je popsán v provozním řádu zdravotnického zařízení a skládky (rrapk.cz).

Vliv na životní prostředí má také přeprava odpadů, která způsobuje znečištění ovzduší, hluk a spotřebu paliv. Proto by měl být odpad využíván nebo odstraňován nejlépe v blízkosti místa, kde vznikl (vitejtenazemi.cz, B).

Z mého pohledu je zřízení spalovny nebezpečných odpadů v areálu FN Motol velkým přínosem. Na základě osobní exkurze se mi jeví varianta spalování

nebezpečného odpadu lepší než jeho odvoz na skládku. V FN Motol je elegantně vyřešena doprava odpadů do spalovny a celý proces spalování odpadů je pečlivě monitorován tak, aby nedocházelo k výraznějším negativním vlivům na životní prostředí a zdraví obyvatelstva.

12. Závěr

Během psaní této bakalářské práce jsem se především musel vypořádat s neblahým faktem, že existuje poměrně malé množství zdrojů informací týkajících se motolské spalovny nebezpečných odpadů. Byl jsem tedy nucen vycházet především z interních dokumentů spalovny a informací od výrobců nebo dodavatelů používaného zařízení. Jelikož jsou to informace, které jsou ve většině případů schválené různými dohlížejícími orgány, považuji je za věrohodné.

Významným informačním pilířem v této práci je rovněž ČHMÚ, z kterého mi byla poskytnuta téměř všechna data použitá v grafech při mapování vývoje množství vypouštěných emisí a jejich porovnávání s doporučenými emisními stropy.

Díky této práci jsem zjistil, že motolská spalovna nebezpečných odpadů není významným zdrojem znečištění ovzduší a životního prostředí a pozitivní je také skutečnost, že významná část emisí má za poslední roky klesající tendenci.

Jak jsem již psal v úvodu, nejlepší způsob nakládání s odpady je předcházení jejich vzniku. Člověk se do jisté míry může uskromnit v konzumním způsobu života, ale odpad ze zdravotnictví je něco jiného a je otázka, do jaké míry je možné v tomto odvětví vzniku odpadů předcházet.

Během studia informací k této práci jsem si uvědomil, že i když není možné vzniku takovýchto odpadů úplně předejít, člověk stále vymýšlí možnosti a metody, jak je co nejšetněji odstranit. V tomto případě například instalací lepšího filtračního zařízení v roce 2006 a poté opětovná modernizace v roce 2011, v současné době je také plánována modernizace monitorovacího zařízení.

13. Seznam použitých zdrojů

1. BARTÁČKOVÁ L., 2010: *Atlas zařízení pro nakládání s odpady, 3. díl, Sklárky inertních odpadů a spalovny odpadů*, VÚV T. G. Masaryka, Praha.
Dostupné z:
http://www.ceho.cz/fileadmin/user_upload/CeHO/skladky/Atlas_odpady_3.pdf
2. BRANIŠ M., HŮNOVÁ I. (eds.), 2011: *Atmosféra a klima, Aktuální otázky ochrany ovzduší*, Karolinum, Praha. ISBN 978-80-246-1598-1.
3. ČHMÚ, A, *Spalovna nebezpečných odpadů v areálu FN Motol*. Na žádost poskytnuto Ing. Ilonou Dvořákovou.
4. ČHMÚ, B, *Znečišťování ovzduší* [online]. [cit. 17-3-2016]. Dostupné z:
http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/14groc/gr14cz/II_ovzd_CZ.html#1
5. ČHMÚ, C, *Stručná charakteristika, přehled hlavních emisních zdrojů a dopadů látek znečišťujících ovzduší* [online]. [cit. 21-3-2016]. Dostupné z:
http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/14groc/gr14cz/tab/tabI5_CZ.html
6. ENVIS.PRAHA-MESTO.CZ, *Velké zdroje znečišťování ovzduší* [online]. [cit. 15-3-2016]. Dostupné z: http://envis.prahamesto.cz/rocenky/pr_99/kap_01a2.htm#OBR1A.5
7. FNMOTOL.CZ, *Fakultní nemocnice v Motole* [online]. [cit. 8-3-2016]. Dostupné z: <http://www.fnmotol.cz/o-nas/historie-a-soucasnost>
8. CHOC P., 2015: *Protokol o autorizovaném měření emisí a o akreditované zkoušce*, Praha.

9. ILD.CZ, *Spalovna Motol* [online]. [cit. 13-3-2016]. Dostupné z:
<http://www.ild.cz/reference/spalovna-motol.htm>
10. IRIS.ENV.CZ, *Spalovna nebezpečných odpadů v areálu FN Motol* [online]. [cit. 10-3-2016]. Dostupné z:
[http://iris.env.cz/www/ippc.nsf/0497E65D58F50780C12576CC002C667A/\\$file/SpalovnaNO_varealu_FNM_kap_6.pdf](http://iris.env.cz/www/ippc.nsf/0497E65D58F50780C12576CC002C667A/$file/SpalovnaNO_varealu_FNM_kap_6.pdf)
11. ISPOP.CZ, *Základní informace o ISPOP* [online]. [cit. 20-3-2016]. Dostupné z: <https://www.ispop.cz/magnoliaPublic/cenia-project/uvod/oispop.html>
12. KÖNIGOVÁ J., 2011: *Provozní řád zařízení k odstraňování odpadů, jejich sběru a výstupu*, Praha.
13. KÖNIGOVÁ J., 2015: *Provozní řád pracoviště Spalovna nebezpečných odpadů v areálu FN Motol*, Praha.
14. MZP.CZ, *Integrovaná prevence, Zprávy o provedených kontrolách* [online]. [cit. 22-3-2016]. Dostupné z:
<http://www.mzp.cz/www/ippc4.nsf/xpid/mzpr98ek8pff>
15. ODPADY-ONLINE.CZ, *Jako v okresním městě* [online]. 2000 [cit. 8-3-2016]. Dostupné z: <http://odpady-online.cz/jako-v-okresnim-meste>
16. POSLUH I. (eds.), 2009: *Provozní předpis pro PS 02*, Kladno.
17. RRAPK.CZ, *Odstranění odpadů ze zdravotnictví* [online]. [cit. 25-3-2016]. Dostupné z: <http://www.rrapk.cz/zivotni-prostredi/ekologicke-vzdelavani-obcanu-pk/komunikace-zpusobu-vyuziti-a-zneskodneni-odpadu/odstraneni-odpadu-ze-zdravotnictvi--spalovani-je-casto-nutnost.htm>

18. SCHIESTL.CZ, A, *Praha Motol – Spalovna nemocničního odpadu HOVAL* [online]. [cit. 11-3-2016]. Dostupné z: <http://schiestl.cz/reference/praha-motol-spalovna-nemocnicniho-odpadu-hoval>
19. SCHIESTL.CZ, B, *Komorová pyrolýzní spalovna – Model GG* [online]. [cit. 11-3-2016]. Dostupné z: <http://schiestl.cz/katalog/Komorova-pyrolyzni-spalovna-Model-GG>
20. SCHIESTL.CZ, C, *Technologie čištění spalin, MaR, AMS* [online]. [cit. 13-3-2016]. Dostupné z: <http://schiestl.cz/katalog/Technologie-cistení-spalin-MaR-AMS>
21. SZU.CZ, *Nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení v České republice* [online]. [cit. 25-3-2016]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/puda/legislativa_odpady/nakladani_s_odpady.pdf?highlightWords=Žádost+vydání+osvědčení+autorizaci+hodnocení+zdravotních+rizik+nebo+jeho+prodloužení
22. VITEJTENAZEMI.CZ, A, *Spalovny odpadů* [online]. [cit. 15-3-2016]. Dostupné z: http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=spalovny_odpadu&site=odpady
23. VITEJTENAZEMI.CZ, B, *Rizika spojená se vznikem a nakládáním s odpady* [online]. [cit. 25-3-2016]. Dostupné z: http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=rizika_spojena_se_vznikem_a_nakladanim_s_odpady&site=odpady
24. YOUTUBE.COM, A, *Třídění odpadu ve Fakultní nemocnici v Motole* [online]. 2012 [cit. 10-3-2016]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=R7YIFAT4OVc>

25. YOUTUBE.COM, B, *Spalovna ve Fakultní nemocnici v Motole* [online]. 2012 [cit. 10-3-2016]. Dostupné z:
https://www.youtube.com/watch?v=ypXj8u_c_xI
26. Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů.
27. Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.
28. Zákon č. 73/2012 Sb., o látkách, které poškozují ozonovou vrstvu, a o fluorovaných skleníkových plynech, ve znění pozdějších předpisů.
29. Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů.