

**ZÁPADO ČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

Katedra elektroenergetiky a ekologie

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Porovnání emisí –kodlivin ze za ízení na energetické
využívání odpad , spaloven odpad a klasických
energetických zdroj**

**Vedoucí práce:
Autor:**

**Mgr. Eduard TMerba, Ph.D.
Bc. Martin Machaník**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Martin MACHANÍČEK**
Osobní číslo: **E10N0176P**
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Technická ekologie**
Název tématu: **Porovnání emisí škodlivin ze zařízení na energetické využívání odpadů, spaloven odpadů a klasických energetických zdrojů**
Zadávací katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Popište současný stav v produkci emisí škodlivin ze zařízení pro energetické využívání odpadů, spaloven odpadů a klasických energetických zdrojů v ČR.
2. Vysvětlete základní legislativní požadavky na provoz zařízení pro energetické využívání odpadů a spaloven odpadů.
3. Charakterizujte tyto technologie z hlediska jejich využití a účinnosti zachycování emisí nebezpečných škodlivin.
4. Navrhňte model zařízení pro energetické využívání odpadů EVO na základě nejlepších dostupných technologií BAT.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**

Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**


Seznam odborné literatury:

Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

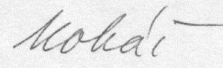
Vedoucí diplomové práce: **Mgr. Eduard Ščerba, Ph.D.**
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání diplomové práce: **15. října 2012**

Termín odevzdání diplomové práce: **9. května 2013**


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2012

Anotace

Popředkládaná diplomová práce popisuje souřasný stav v produkci emisí -kodlivin ze za ízení na energetické vyuffívání odpad , spaloven odpad a klasických energetických zdroj . Zabývá se základními legislativními požadavky na provoz za ízení pro energetické vyuffívání odpad a spaloven odpad .

Dále představuje p říslu-né technologie spalování a odlu ování emisí nebezpečných -kodlivin a návrh modelu za ízení pro energetické vyuffívání odpad tzv. ZEVO na základ nejlep-ích dostupných technologií BAT.

Klí ová slova:

emise, ovzdu-í, zdroje zne í-t ní, legislativa ovzdu-í, flivotní prostředí, odlu ování emisí, komunální odpad, spalovna, spalování odpad , kogenerace, energetické vyuffití, referen ní dokumenty, nejlep-í dostupné technologie

Abstract

This submitted thesis describes the current condition of emission of pollutants from the facility for energy recovery of waste, waste incinerators and traditional energy sources. Deals with the basic legislative requirements of the facility for energy recovery of waste and waste incinerators working.

It also introduces technology of incinerators and separation of emission of pollutants. At the next part presents a design of the facility for energy recovery of waste model pursuant of the Best Available Techniques BAT.

Key words:

emission, air, sources of pollution, legislative of air environment, environment, separation of emission, communal waste, incinerator, incineration of waste, cogeneration, energy use, reference documents, best available techniques

Prohlášení

Prohlašuji tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při zpracování této diplomové práce, je legální.

V Plzni dne 22.4. 2013

Bc. Martin Machaník

í í í í í í í í í ..

Obsah

OBSAH	7
ÚVOD	9
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	10
1 AKTUÁLNÍ STAV V PRODUKCI EMISÍ TĚKAVIN V ČR	11
1.1 HLAVNÍ ZDROJE PRODUKCE EMISÍ V ČR	11
1.2 ROZDĚLENÍ A SROVNÁNÍ ZDROJŮ ZNEČIŠŤOVÁNÍ OVZDUŠÍ.....	12
1.3 STAV KVALITY OVZDUŠÍ.....	14
2 ZÁKLADNÍ LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY V OBLASTI ENERGETICKÉHO VYUŽÍVÁNÍ ODPADŮ A SPALOVÁNÍ ODPADŮ	18
2.1 VŮBECNÁ LEGISLATIVA ČR.....	18
2.2 LEGISLATIVA OVZDUŠNĚ OBECNÁ NA ŘÍZENÍ SOUVISEJÍCÍ S EMISEMI	20
2.3 LEGISLATIVA OHLEDNĚ VŮBECNÉHO SPALOVÁNÍ A SPALOVÁNÍ ODPADŮ	22
2.3.1 <i>Legislativa v ČR</i>	22
2.3.2 <i>Přepisy v rámci EU</i>	23
2.3.3 <i>Novela Zákona o ochraně ovzduší</i>	24
2.4 ZÁKON O ODPADECH	24
3 SPALOVNÝ ODPAD A ODLUŠOVÁNÍ VYBRANÝCH EMISÍ	25
3.1 SPALOVÁNÍ ODPADŮ	25
3.2 TECHNOLOGIE A ÚČINNOSTI ODLUŠOVÁNÍ EMISÍ.....	26
3.2.1 <i>Odlušování SO₂</i>	28
3.2.2 <i>Odlušování NO_x</i>	30
3.2.3 <i>Snížení emisí prachu</i>	32
3.2.4 <i>Snížení emisí dioxinů PCDD/F</i>	35
3.2.5 <i>Snížení emisí CO₂</i>	37
3.2.6 <i>Porovnání účinností odlučovacích metod</i>	38
4 NÁVRH ZAŘÍZENÍ NA ENERGETICKÉ VYUŽÍVÁNÍ ODPADŮ	39
4.1 VÝCHOZÍ ZDROJE DAT, SYSTÉMOVÉ DATABÁZE A DOKUMENTY	39
4.1.1 <i>Nejlepší dostupné technologie BAT</i>	39
4.1.2 <i>Referenční dokumenty BREF</i>	39
4.1.3 <i>Aktuální systémová databáze technologií využití a zpracování odpadů</i>	40
4.2 PŘEDPOKLADY A VÝCHOZÍ STANOVISKA NÁVRHU ZEVO.....	41
4.2.1 <i>Uvažované odvětví spalovaného odpadu</i>	41
4.2.2 <i>Environmentální problematika</i>	42
4.3 OBECNÝ NÁVRH A MODEL ZAŘÍZENÍ EVO	43
4.3.1 <i>Přijem odpadu, jeho skladování a předřazená zpracování</i>	44
4.3.2 <i>Procesy spalování a tepelný stupeň</i>	45
4.3.3 <i>Energetické využití</i>	47
4.3.4 <i>Technologie i-technické spalínů</i>	48
4.4 KONKRÉTNÍ NÁVRH ZEVO A POROVNÁNÍ A ZHODNOCENÍ	49
4.4.1 <i>Emisní porovnání</i>	50
4.4.2 <i>Energetická bilance</i>	52
4.4.3 <i>Závěrečné zhodnocení</i>	53
5 ZÁVĚR	54

6	P ÍLOHY	1
6.1	P ÍLOHA A	1
6.2	P ÍLOHA B.....	2
6.3	P ÍLOHA C.....	3
6.4	P ÍLOHA D	4
6.5	P ÍLOHA E.....	5
6.6	P ÍLOHA F.....	6

Úvod

Tato diplomová práce stručně popisuje situaci ohledně produkce vzdušných emisí v České republice. Přímo uvádí nejvýznamnější obecné i konkrétní zdroje znečištění ovzduší a snaží se zhodnotit uplynulý vývoj i současnou situaci v oblasti kvality ovzduší, především s ohledem na průmyslovou produkci škodlivých a znečišťujících látek, vypouštěných do atmosféry.

Samostatným nástrojem v mnoha případech průmyslové produkce emisí je bezesporu legislativa, tj. zákonodárská moc, udávající především přesně stanovené emisní limity, množství emisí, které je za dané situace (použitá technologie, průmyslové odvětví a mnohá další neméně důležitá kritéria) možná vypustit, aniž bychom porušovali zákon.

Strategie předcházení a minimalizace tvorby emisí je v dnešní době základem všech moderních technologií a průmyslových procesů, nejenom z důvodu dodržování emisních limitů a následných sankcí, hrozících při jejich překročení, ale především kvůli komplexní ochraně životního prostředí, která musí být prioritním cílem každého z nás, komu není lhostejný stav naší planety, na které žijeme.

Důležitou roli představují neustále se vyvíjející technologické postupy, metody čištění spalín a minimalizace emisí, které mají za úkol plnit tuto myšlenku, jakožto prevenci a následné opatření zmiňované ochrany životního prostředí. Nutno podotknout, že tyto systémy, redukující emise, obecně fungují s velmi vysokou účinností.

Této problematice, legislativě životního prostředí, se zaměřením na ovzduší, a technologiím předcházení vzniku emisí a čištění spalín, je věnována další část diplomové práce.

Hlavním jádrem následujícího obsahu, respektive konkrétnější problematikou, ve smyslu výše uvedeného, je pak spalování a současně energetické využití odpadů, jakožto komplexnější otázka nakládání s jinak již nevyužitelnými odpady.

Odpad neboli pojem, představující hmotnou věc, které se chceme zbavit, znamená zásadní problém pro naši Zemi. Každý z nás produkuje denně určité množství odpadů a většina posléze končí na skládkách. Jejich kapacity se ovšem poměrně rychle plní a redukce odpadů metodou běžného skládkování (ve smyslu komunálního odpadu) je velmi pomalá.

Efektivním a zároveň environmentálně šetrným řešením je zařízení spalujících (není nutná podmínkou) a energeticky využívajících odpadů. Právě návrh a následné posouzení takového modelu ZEVO by mohl být cílem a primárním přínosem této práce.

Seznam použitých symbolů a zkratk

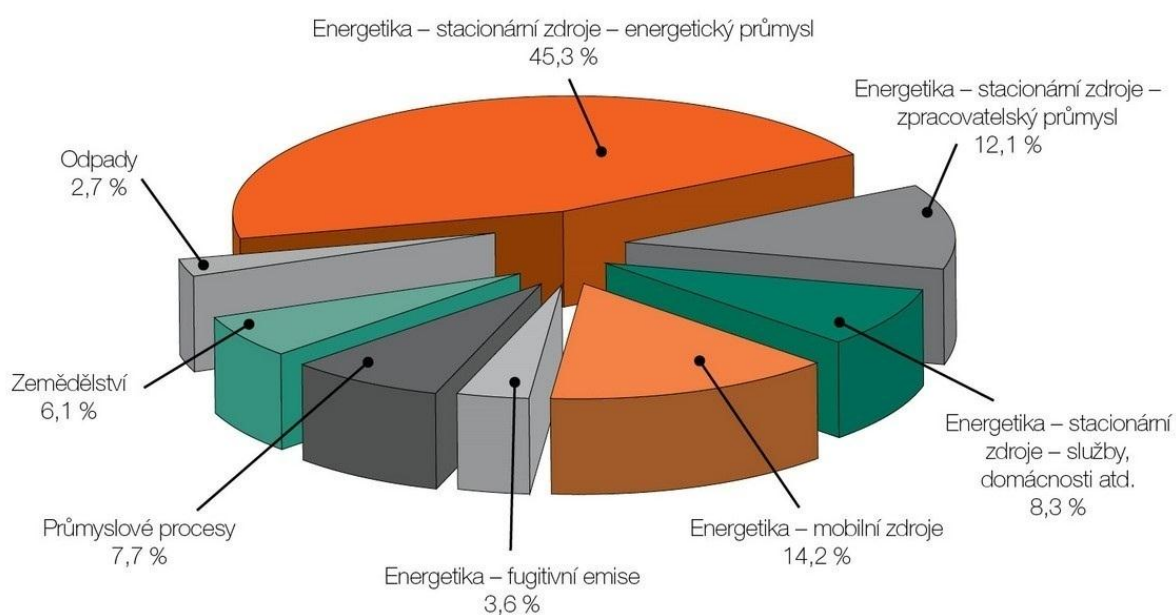
BAT	Nejlepší dostupné techniky
BREF	Referenční dokumenty o nejlepších dostupných technikách
CENIA	česká informační agentura životního prostředí
C _{PROC}	Hodnoty specifických emisních limitů pro vybrané technologie pro spalování povolených paliv bez přítomnosti odpadů
HMÚ	český hydrometeorologický úřad
IřP	česká inspekce životního prostředí
R	česká republika
EVO	Energetické využití odpadů
MřP	Ministerstvo životního prostředí
NO	Nebezpečný odpad
REZZO	Registr emisí a zdrojů znečištění ovzduší
RL, RAS	Obsah solí
SKO	Směsný komunální odpad
TOC	Celkový organický uhlík
TZL	Tuhé znečišťující látky
VOC	Emise těkavých organických sloučenin
ZZ	Zdroj/zdroje znečištění
řP	životní prostředí

1 Aktuální stav v produkci emisí –kodlivin v R

1.1 Hlavní zdroje produkce emisí v R

Hlavními znečišťovateli ovzduší v České republice jsou energetika, hutnictví a doprava (zejména silniční motorová vozidla, letecká, a železniční doprava). Základ energetického průmyslu v R tvoří velké uhelné elektrárny, stále spalující převážně hnědé uhlí nízké kvality, což představuje zásadní zdroj znečištění ovzduší v R. Například podle registru emisí zdroj znečištění ovzduší REZZO-1, tvoří aktuálně téměř 85 % největších zdrojů emisí velké elektrárny.

Podíl sektorů na celkových emisích skleníkových plynů v roce 2010 v ČR



Obr. 1.1.1 Rozdělení celkových emisí skleníkových plynů v R podle zdrojů [3]

Konkrétně vybrané znečišťovatele, seřazené sestupně, podle množství produkce dané látky, zobrazuje tabulka A1 v příloze A této práce. Jedná se o 5 jmenovitě uvedených největších znečišťovatelů, včetně názvů konkrétních provozoven, pro zásadní znečišťující látky, ohlášené v únicích do ovzduší v roce 2010.

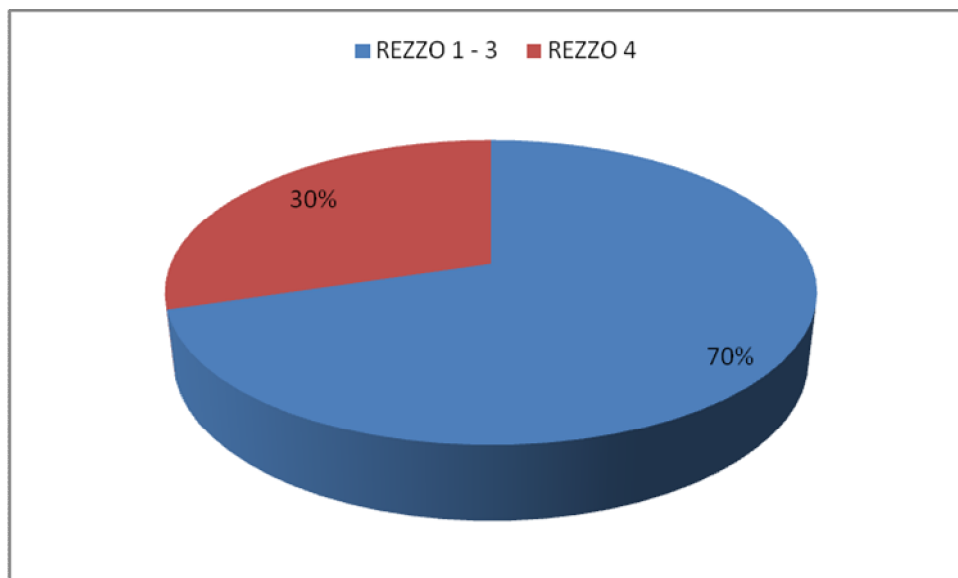
1.2 Rozdělení a srovnání zdrojů znečištění ovzduší

Celkovou situaci ohledně zdrojů emisí znečištění ovzduší dále nejlépe popisuje již zmíněný Registr emisí zdrojů znečištění ovzduší REZZO 1 až 4. Zároveň tak i představuje v České a jednoduché rozdělení zdrojů znečištění ovzduší ze 2 zásadních hledisek (velikost zdrojů, mobilní a stacionární zdroje). S ohledem na danou problematiku této práce, bych mohl mobilní ZZ vyloučit, a kolik tvoří významnou složku celkového znečištění ovzduší v ČR, ale poněkud jiného charakteru, než víceméně stacionární energetická zařízení. Pro úplnost a zajímavé srovnání však mobilní ZZ uvádím nejen v kompletní podobě definic kategorií REZZO 1 až 4 ale i v následném porovnání ZZ.

Kategorie zdroj	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC	NH ₃	CO ₂
	kt/rok						[Mt/rok]
REZZO 1	8	142,1	111,5	146,2	18,3	0,4	76
REZZO 2	2,6	2,1	3,8	4,2	4,4	0,02	
REZZO 3	19	25,6	6,3	75,7	89,8	65,9	
CELKEM stac. zdroje	29,6	169,8	121,6	226,1	112,5	66,3	76
REZZO 4	28,4	1	103,1	157,5	34,7	2,2	12
CELKEM	58	170,8	224,7	383,6	147,2	68,5	88

Tab. 1.2.1 Souhrnné hodnoty množství vyprodukovaných emisí pro nejdůležitější látky vypouštěné do ovzduší za rok 2011. Zdroj dat: P edb fná data podle HMÚ pro rok 2011, hodnoty CO₂ odvozeny od IRZ

š **REZZO 1 až 4** eviduje zdroje ovzduší znečišťujících látek, v souladu se zákonem č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší ve znění pozdějších předpisů. Tyto zdroje jsou rozděleny na stacionární a mobilní, přičemž stacionární jsou dle velikosti a významu. Dílčí soubory REZZO 1-3 zahrnují stacionární zdroje, REZZO 4 mobilní.



Obr. 1.2.1 Rozdělení celkových emisí na stacionární (REZZO 1-3) a mobilní (REZZO 4) zdroje znečištění pro rok 2011, zdroj dat: HMÚ

- **REZZO 1** - velké stacionární zdroje znečištění

stacionární zařízení ke spalování paliv o tepelném výkonu vyšším než 5 MW a zařízení zvláště závažných technologických procesů. Jedná se hlavně o velké elektrárny, spalovny a další bodové zdroje. Sledují se jednotlivě. Provozovatelé těchto zdrojů jsou povinováni aktualizovat databázi každoročním odevzdáváním formulářů dle vyhlášky 356/2002 Sb. Česká inspekce životního prostředí provádí kontroly těchto údajů.

- **REZZO 2** - střední stacionární zdroje znečištění

stacionární zařízení ke spalování paliv o tepelném výkonu od 0,2 do 5 MW, zařízení závažných technologických procesů, uhelné lomy a plochy s možností hoření, zapalování nebo úletu znečišťujících látek. Sledují se jednotlivě. Podobně jako u REZZO 1 jsou data aktualizována pomocí formulářů.

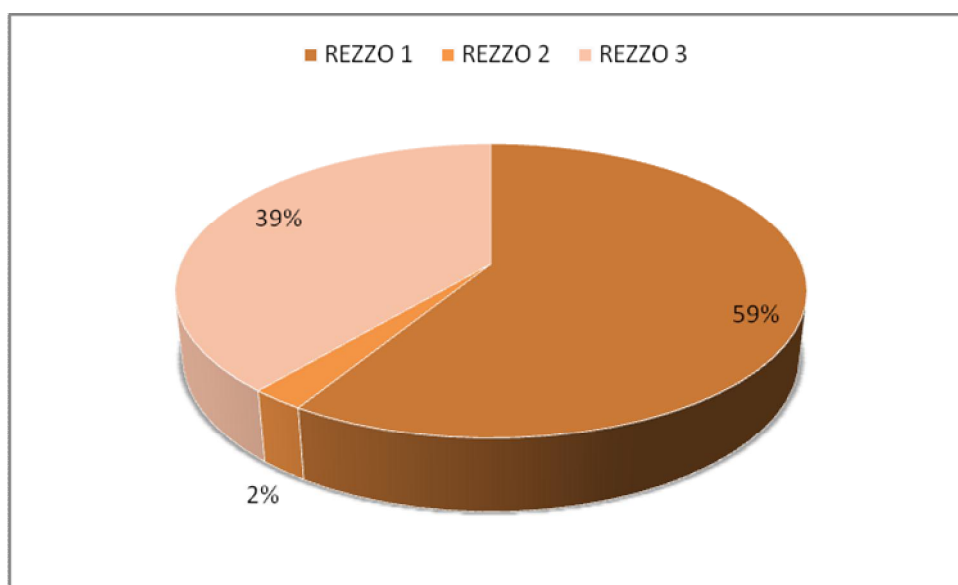
- **REZZO 3** - malé stacionární zdroje znečištění

stacionární zařízení ke spalování paliv o tepelném výkonu, nižším než 0,2 MW a zařízení technologických procesů, nespádajících do kategorie velkých a středních zdrojů, plochy, na kterých jsou prováděny práce, které mohou způsobovat znečištění ovzdušší, skládky paliv, surovin, produktů a odpadů a zachycených exhalátů a jiné stavby, zařízení a činnosti, výrazně znečišťující ovzdušší. Jedná se hlavně o plošné zdroje, sledují se hromadně. Emise z domácích

topeni – jsou odhadovány díky informacím poskytnutým regionálními energetickými a teplárenskými závody.

- **REZZO 4 - mobilní zdroje znečištění**

pohyblivá zařízená se spalovacími nebo jinými motory, zejména silniční motorová vozidla, železniční kolejová vozidla, plavidla a letadla. Informace o emisích z mobilních zdrojů jsou získávány z Centra dopravního výzkumu (CDV). [1]



Obr. 1.2.2 Podíl sektorů stacionárních ZZ na celkových emisích v-ech látek uvolňovaných do ovzduší pro rok 2011, zdroj dat: HMÚ

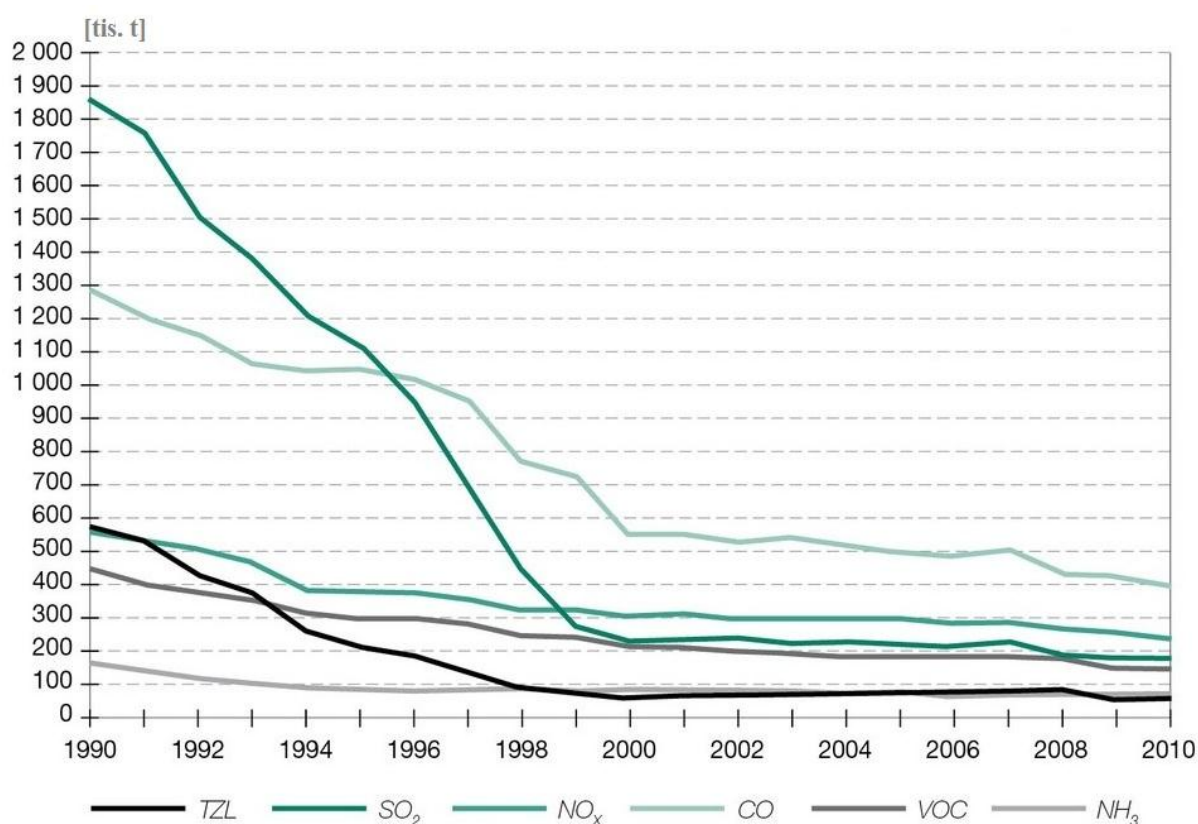
1.3 Stav kvality ovzduší

Zásadní vývoj v produkci emisí (kladným směrem) se u nás odehrál v průběhu 90. let minulého století, a to především díky postupnému odsíření uhelných elektráren a významných energetických i průmyslových zařízení. Díky tomu razantně poklesly zejména průběh sledované emise SO_2 .

Naproti tomu lze říci, že v posledních pětibířn deseti letech, tedy konkrétně od roku 2000 do aktuálně zmapovaného období (2010 až 2011), se již fládné takto významné změny neodehrály a ani v současnosti o nich nelze mluvit. Nicméně stále dochází k celkovému nedeřní dleřitému sniřování průběhých emisí –odlivých látek uvolňovaných do ovzduší, a to prostřednictvím neustále se zdokonalujících technologií spalování, odlučování a zachycování emisí a dalších technologií předcházejících jejich vzniku.

To ovšem neznamená celkový pokles produkce emisí znečištění, zvláště pak skleníkových plynů. Přibližně od roku 1999 emise těchto látek víceméně stagnují, v posledních letech se dokonce předpokládá mírný nárůst (hlavně oproti poklesu v roce 2009, kdy probíhala tzv. ekonomická krize a docházelo ke snížení produkce v návaznosti na sebe téměř ve všech odvětvích) a to z důvodů neustále stoupající energetické náročnosti společnosti, rostoucí dopravy a dalších vývojových trendů lidstva.

Z této situace lze zejména usuzovat, že kvalita ovzduší v ČR bude pravděpodobně mírně klesat. Vzhledem k proměnlivosti indikátorů a velmi rozdílným mezinárodním klimatickým podmínkám, není krátkodobé posouzení stavu směřovatelné pro budoucí vývoj a srovnání.



Obr. 1.1.2 Vývoj emisí znečišťujících látek ze všech zdrojů na území ČR (zaokrouhleno na tis. t/rok) [3]

Za nejlepší hodnocení současné situace v oblasti emisí skleníkových plynů, prekurzorů ozonu, okyselujících látek a celkové kvality životního prostředí, lze považovat klíčová sdělení Ministerstva životního prostředí ze Zprávy o životním prostředí České republiky, tak jak ji uvádí CENIA:

š Trend agregovaných emisi skleníkových plyn v R je na začátku 21. století stagnující s mírnými meziročními fluktuacemi obma směry s úzkou vazbou na výkonnost ekonomiky. Aktuálně platný závazek v Kjótském protokolu R s velkou rezervou plní. Emise skleníkových plyn z dopravy od roku 2007 klesají.

V meziročním srovnání celkové agregované emise skleníkových plyn v roce 2010 vzrostly o 3,3 %, jednalo se však pouze o změnu spojenou s výrazným propadem emisi v roce 2009 v důsledku ekonomické recese. K nárůstu emisi došlo především v energetice a průmyslu. Nadále pokračuje negativní trend v oblasti odpadů, kde emise setrvale stoupají od roku 1990. Pokles emisní nárolosti hospodářství se po roce 2008 zastavil, měrné hodnoty indikátor skleníkových plyn na obyvatele a ekonomický výkon jsou v R nadále v evropském kontextu nadprůměrné. [2]

š Emise okyselujících látek do ovzduší (SO₂, NO_x a NH₃) od 90. let stále klesají. Oproti roku 2010 (14,5 kt.rok⁻¹) došlo v roce 2011 k poklesu emisi okyselujících látek o 0,6 %. K meziroční změně emisi okyselujících látek nejvíce přispěly emise NO_x, které poklesly o 2,2 %. Na celkové sumě okyselujících látek se nejvíce podílely emise SO₂ (36,93 %), téměř stejným podílem se podílely NO_x (35,1 %). Nejnižší podíl připadl na NH₃ (28,0 %). (str. 20)

Mezi roky 1990 a 2011 došlo ke snížení emisi prekurzorů pro územního ozonu (VOC, NO_x, CO a CH₄) o 62 %. V období 2000 a 2011 činil pokles emisi 24 %. Na poklesu se nejvíce podílí snižování emisi NO_x a VOC v důsledku poklesu emisi z dopravy.

Emise prekurzorů ozonu dosáhly v roce 2011 hodnoty 479,2 kt.rok⁻¹ v potenciálu tvorby pro územního ozonu. Meziročně (492,3 kt.rok⁻¹ v TOFP v roce 2010) došlo k poklesu emisi o cca 2,7 %, což je nejméně od roku 2008. [2]

š Přes pokračující pokles emisi od roku 2000 se kvalita ovzduší na území R nezlepšuje. V roce 2011 byly naměřeny vyšší koncentrace PM₁₀, PM_{2,5} a benzo(a)pyrenu (BaP). Imisní limit pro PM₁₀ byl v roce 2011 překročen na více místech stanicích než v roce 2010. Opakovaně dochází k překročení imisního limitu pro NO₂, lokálně byly překročeny imisní limity pro arsen, nikl a benzen. V porovnání s předchozími dvěma roky došlo k zvýšení koncentrací pro územního ozonu. Podle modelových propočtů SZU došlo v období let 2006 a 2011 k navýšení celkové úmrtnosti způsobené expozicí suspendovaným částicím frakce PM₁₀ v rámci R a individuálního celoživotního rizika vzniku nádorového onemocnění v důsledku expozice As, Ni, BaP a benzenu v městských lokalitách v R, údaje za roky 2010 a 2011 vykazují srovnatelnou úroveň. Překročení imisních limitů pro olovo, oxid uhelnatý, oxid siřičitý a kadmium nebylo, stejně jako v minulých letech, zaznamenáno. V porovnání s rokem

2010 došlo k překročení imisního limitu pro PM_{2,5} na menším počtu měřicích stanic, rovněž poklesly průměrné roční koncentrace. [2]

Štěpěle hodnocení pro rok 2011 byl cílový imisní limit pro ochranu vegetace pro přizemní ozon (expoziční index AOT40, průměr za 5 let) překročen na 8 stanicích z 37 (22 %), v roce 2009 to bylo na 54 % stanic. Imisní limit pro SO₂ a NO_x pro ochranu ekosystémů a vegetace nebyl překročen na žádné lokalitě. Pokles hodnoty expozičního indexu AOT40 za rok 2011 byl oproti roku 2010 zaznamenán na srovnatelném počtu (19 lokalit) jako jeho narůst (15 lokalit). Během posledních 10 let nedošlo k výraznému poklesu atmosférické depozice síry, dusíku a vodíkových iontů. [2]

Grafické porovnání kvality ovzduší na území ČR, v roce 1990 oproti roku 2010 (současnost), zobrazuje příloha B této práce, obr. B1.

2 Základní legislativní požadavky v oblasti energetického využívání odpadů a spalování odpadů

2.1 Všeobecná legislativa ČR

Obecný základ pro legislativní požadavky, tj. rozsáhlý soubor právních předpisů, s ohledem na životní prostředí, představuje v České republice Ministerstvo životního prostředí České republiky a příslušné instituce resortu MŽP. Za dvě zásadní složky MŽP lze považovat Českou inspekci životního prostředí a Český hydrometeorologický úřad. Pro přesnou identifikaci těchto orgánů použijí jejich vlastní uváděné specifikace:

„ČIŽP je odborný orgán státní správy, který je pověřen dozorem nad respektováním zákonných norem v oblasti životního prostředí. Dohlíží rovněž na dodržování závazných rozhodnutí správních orgánů v oblasti životního prostředí. Česká inspekce životního prostředí byla zřízena v roce 1991 zákonem NR. 282/1991 Sb. o České inspekci životního prostředí a její působnosti v ochraně lesa, ostatní složky se k ní připojily následně v průběhu let 1991 - 1992. ČIŽP je samostatnou organizační složkou státu zřízenou Ministerstvem životního prostředí R.Č. [4]

„Český hydrometeorologický úřad byl zřízen Ministerstvem životního prostředí R.Č. jako příspívková organizace. Své úkoly pak definuje takto: Základním úkolem příspívkové organizace HMÚ je vykonávat funkci ústředního státního ústavu České republiky pro obory čistota ovzdušší, hydrologie, jakost vody, klimatologie a meteorologie, jako objektivní odborné služby poskytované jednotně pro státní správu. [5]

Dále je třeba uvést Registr emisí a zdrojů znečištění ovzdušší (REZZO), který je od roku 1993 provozovaný HMÚ a slouží nejenom jako hlavní podklad emisní bilance ČR, ale také jako evidence zvláště velkých a velkých ZZ pro ČIŽP.

Další důležitou institucí tvoří Česká informační agentura životního prostředí (CENIA), provozující Integrovaný registr znečištění (IRZ).

š Integrovaný registr znečištění životního prostředí je informačním systémem ve veřejné správě. Jedná se o veřejně přístupnou databázi provozovanou, za kterou je ohlášeno vyprodukované množství znečištění, jež překročí stanovenou mez. Provozovatelem IRZ je na základě povolení Ministerstva životního prostředí CENIA, česká informační agentura životního prostředí. Kontrolu plnění ohlašovací povinnosti do IRZ provádí česká inspekce životního prostředí. [6]

Nemén důležitá jsou i směrnice EU, na které se mnohdy naše státní orgány obrací. Jelikož existuje směrnice přímo týkající se spalování odpadů, bude i tato problematika dále zahrnuta do celkového pohledu.

životní prostředí je podle Ministerstva životního prostředí České republiky definováno jako: š systém složený z přírodních, umělých a sociálních složek materiálního světa, jež jsou nebo mohou být s uvažovaným objektem ve stálé interakci. Je to vše, co vytváří a přirozené podmínky existence organismů, vztahováka a je předpokladem jejich dalšího vývoje. Složkami je především ovzdušší, voda, horniny, půda, organismy, ekosystémy a energie. [7]

Jiná definice uvádí, že životní prostředí je š soubor vztahů, se kterými přichází do styku živý subjekt, a podmínek, kterými je obklopen. Tedy vše, na co subjekt přímo a nepřímo působí. Subjektem může být chápán organismus, populace, člověk i celá lidská společnost. V tuzemsku se pojem životní prostředí chápe ve smyslu životní prostředí člověka. [8]

životní prostředí je bezpochyby nutno chápat jako celek. Podrobněji pak stanoví platná právní norma: Zákon č. 17/1992 Sb. Zákon o životním prostředí. Ovšem z hlediska tematiky této kapitoly, ale hlavně díky celkové složitosti dané problematiky životního prostředí, se zaměří především na první zmíněnou část, tedy na ovzdušší a to konkrétně z legislativního aspektu, týkajícího se nejdřívejších požadavků, v oblasti energetického využívání odpadů a spalování odpadů a s tím spojenou produkcí emisí.

2.2 Legislativa ovzduší a obecná nařízení související s emisemi

Ovzduší je pro člověka jednou z nejdůležitějších složek životního prostředí, bez které se nemůže obejít. Vdechovaný vzduch a vše, co obsahuje, se dostává afl do nitra lidského těla a přímo tak působí na zdraví člověka. Proto je kvalita ovzduší v současnosti velká pozornost jak na národní a evropské, tak i na mezinárodní úrovni.

V devadesátých letech 20. století bylo v České republice investováno mnoho finančních prostředků do snížení emisí (zejména z velkých elektráren), čímž došlo k výraznému zlepšení kvality ovzduší, která v některých regionech do té doby patřila k nejhorším na světě. Rozvoj průmyslu a náročné dopravy po roce 2000 způsobily, že se kvalita ovzduší v České republice začala opět zhoršovat.

V nezanedbatelné míře k tomu přispívá také nezodpovědné chování lidí, kteří k topení v domácnostech používají nekvalitní paliva a dokonce odpad (nejméně komunální, ale potenciálně i nebezpečný) a vypouští tak do ovzduší nebezpečné látky. Největší problém v současné době představuje jemný prach, respektive tuhé znečišťující látky.

Ministerstvo životního prostředí v roce 2007 zpracovalo Národní program snižování emisí ČR, který následně schválila vláda. Tento dokument obsahuje několik klíčových opatření, která přispívají ke zlepšení současného stavu a k ochraně životního prostředí a zdraví lidí.

š Ministerstvo životního prostředí se podílí také na ochraně ozonové vrstvy Země před látkami, které způsobují její poškození (např. freony). V důsledku ztenčování ozonové vrstvy proniká na zemský povrch nebezpečné ultrafialové záření, které může způsobit vznik nebezpečných onemocnění. Snižování emisí těchto látek je jedním z nejúspěšnějších světových projektů v oblasti ochrany životního prostředí. [9]

Základním právním předpisem v oblasti ochrany ovzduší je nový zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší (do 1. 9. 2012 zákon č. 86/2002 Sb.) a zákon č. 73/2012 Sb., o látkách, které poškozují ozonovou vrstvu, a o fluorovaných skleníkových plynech. Oba zákony předpokládají doplnění prováděcími předpisy ve formě nařízení vlády nebo vyhlásek Ministerstva životního prostředí. [10]

Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, stanoví zejména práva a povinnosti provozovatelů zdrojů znečištění ovzduší, emisní limity, nástroje ke snížení množství látek, které znečišťují ovzduší, působnost správních orgánů a opatření k nápravě a sankce. [10] Na základě IED nové způsoby emisních limitů (pro stávající zdroje LCP od 1. 1. 2016, pro nové zdroje od 7. 1. 2013, postupně). [16]

Zákon č. 73/2012 Sb., upravuje práva a povinnosti osob a působnost správních úřadů při ochraně ozonové vrstvy Země a klimatického systému Země před nepříznivými účinky regulovaných látek a fluorovaných skleníkových plynů. Prováděcím právním předpisem k zákonu č. 73/2012 Sb. je vyhláška č. 257/2012 Sb., o předcházení emisím látek, které poškozují ozonovou vrstvu, a fluorovaných skleníkových plynů. [10]

ŠZákladní koncepcí v oblasti ochrany ovzduší představuje dokument Národní program snížení emisí České republiky (NPSE), který byl schválen dne 11. března 2007 usnesením vlády České republiky č. 630.

Cílem NPSE je snížit rizika pro lidské zdraví, snížit zátěž životního prostředí látkami poškozujícími ekosystémy a vegetaci a vytvořit předpoklady pro regeneraci poškozených složek životního prostředí a pro snížení. V souvislosti s těmito cíli je kladen důraz na podporu nových environmentálně-technických technologií a využití potenciálu energetických úspor.

Cílem této koncepce je zamezení výše uvedených rizik, která plynou ze znečištění ovzduší a tím přispět k naplnění strategického cíle Environmentálního pilíře Strategie udržitelného rozvoje České republiky. [11]

2.3 Legislativa ohledn v–eobecného spalování a spalování odpad

2.3.1 Legislativa v R

K problematice spalování odpad a spalování obecn jako takovému v m ítkách ve ejné a pr myslové energetiky a za ízení (spaloven) ve smyslu rozsahu skupiny REZZO 1, uvádím hlavní opat ení a vztahy k mezinárodním strategickým dokument m podle Národního programu snifování emisí eské republiky (ve smyslu celkové problematiky práce a získaných dat, vztafleno k zákonu . 86/2002 Sb.).

Název opat ení:

Národní program snifování emisí ze stávajících zvlá–t velkých spalovacích zdroj

Popis opat ení:

š Ú elem Národního programu snifování emisí ze stávajících zvlá–t velkých spalovacích zdroj , je stanovení cíl sníflení emisí oxidu si i ítého, oxid dusíku a tuhých zne i–ujících látek ze stávajících zvlá–t velkých spalovacích stacionárních zdroj zne i–ování ovzdu–í a definování pravidel a opat ení, která zajistí dosaflení stanovených cíl sníflení emisí.

Národní program je vydáván na základ § 6 odst. 3 zákona . 86/2002 Sb., o ochran ovzdu–í a o zm n n kterých dal–ích zákon (zákon o ochran ovzdu–í) a jedná se o provedení lánku 4, odstavce 6 sm rnice 2001/80/ES o omezení emisí n kterých zne i–ujících látek do ovzdu–í z velkých spalovacích za ízení.

Dot ené sektory: Ve ejná a pr myslová energetika

Dot ené zne i–ující látky: Oxidy dusíku, oxid si i ítý a ástice.õ [12]

P íklad významného vztahu k národnímu strategickému dokumentu Státní energetická koncepce:

š Státní energetická koncepce (schválená usnesením vlády . 211 ze dne 10. 3. 2004) definuje priority a cíle eské republiky v energetickém sektoru a popisuje konkrétní realiza ní nástroje energetické politiky státu. Její sou ástí je i výhled do roku 2030. Z pohledu emisí zne i–ujících látek od ovzdu–í je d leflitým cílem zejména nezvy–ování absolutní vý–e spot eby primárních zdroj energie a r st ekonomiky zajistit p edev–ím zvý–ením energetické efektivity. Zcela zásadní vliv na kvalitu ovzdu–í bude mít plánovaná struktura spot eby primárních energetických zdroj v roce 2030: tuhá paliva: 30 - 32 %, plynná paliva: 20 - 22

% , kapalná paliva: 11 - 12 % , jaderné palivo: 20 - 22% a obnovitelné zdroje: 15 - 16 % . V oblasti ochrany životního prostředí si Státní energetická koncepce klade za cíl mj. snížení emisí po-kozujících životní prostředí a snížení emisí skleníkových plyn . Cíle v těchto oblastech nejsou kvantifikovány, ale scénáře spotřeby prvotních energetických zdrojů a konečné spotřeby paliv a energie, které jsou součástí schválené Státní energetické koncepce, předpokládají k roku 2010 plnění emisních stropů v sektorech stacionárních zdrojů . [13]

2.3.2 Předpisy v rámci EU

Zásadní vyjádření MFiP:

Široká povinnost v oblasti ochrany ovzduší má svůj základ v předpisech Evropské unie. Jedním z nejdůležitějších je rámcová směrnice 2008/50/ES o kvalitě vnějšího ovzduší a čistém ovzduší pro Evropu. Další podstatným předpisem je směrnice 2010/75/EU o průmyslových emisích. [14]

Závěrem kapitoly je třeba zmínit, že právem po vstupu do EU, musí Česká Republika je-t plnit směrnice EU v oblasti ochrany ovzduší. Plně znění těchto směrnic uveřejňuje Český hydrometeorologický ústav Oddělení emisí a zdrojů, pod označením Směrnice EU v ochraně ovzduší (emise).

Zcela zásadní je Směrnice Rady 2000/76/EC o spalování odpadu, přesněji SMĚRNICE 2000/76/EC EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY ze dne 4. prosince 2000 o spalování odpadu. Tato směrnice konkrétně uvádí veškeré legislativní i technologické požadavky z pohledu na spalování a spoluspalování odpadů v interakci s flou. Jedná se například o limitní hodnoty emisí pro spalování odpadů, teploty spalování, provozní podmínky, definice přípustné skladby jednotlivých druhů odpadů a další důležité údaje.

V porovnání s českými zákony lze brát tuto směrnici jako zcela samostatnou pro uzákonění jakéhokoliv spalování odpadů. Oficiálně je základní charakteristika této směrnice popisována následovně :

ŠCílem směrnice je omezení znečištění ovzduší ze spaloven odpadů . Jedná se především o emise tuhých látek, SO₂, CO, organických látek, HCl, HF, těžkých kovů , dioxinů a furanů (PCDD/F). Směrnice se vztahuje na veškeré spalovny bez kapacitního omezení. [15]

2.3.3 Novela Zákona o ochran ovzdu-í

Nové zm ny a dal-í posun sm rem k lep-ímu v ochran ovzdu-í by mohla p ínést novela Zákona o ochran ovzdu-í (201/2012 Sb.), schválená dne 2. kv tna 2012 a oficiáln platná od 1. zá í téhoř roku.

Základní my-íenku, tedy snířit emise -kodlivin do ovzdu-í, chce podpo it zejména vým nou neekologických kotl na tuhá paliva (do 300 kW) ve v-ech domácnostech a lokálních výtopnách b hem následujících deseti let, zvý-ením poplatk za zne i-ování ovzdu-í pro firmy, zavedením emisních zón se zákazem vjezdu pro staré automobily, nebo nap íklad zp ísn ním n kterých emisních limit . [16]

Zavedení nových kotl s áste n ízeným spalováním a s prakticky znemořn ným p íkládáním jiného, neř ur eného (d evo, uhlí) paliva, by mohlo, spole n s povinnými revizemi t chto za ízení v etn stávajících od roku 2016, skute n znamenat velký p ínos v oblasti ochrany ovzdu-í z hlediska kategorie zdroj zne i-t ní skupiny REZZO 3. Z p ede-ých srovnání je vid t, ře jakýkoliv posun v této t íd zdroj zne i-ování, by m l výrazný vliv i na celkovou situaci. [16]

Novou legislativou ochrany ovzdu-í ve vztahu ke spalovacím zdroj m a tepelnému zpracování odpad se zabývá i odbor ochrany ovzdu-í MřP, který ve ejn shrnuje v-echny zm ny, které novela v této oblasti p íná-í. P íklad t chto zm n uvádí p íloha C.

2.4 Zákon o odpadech

V kontextu se spalováním odpad je t eba je-t zm ínit zákon . 185/2001 Sb. o odpadech, který p esn definuje odpad, a to jako movitou v c, které se lov k zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit. Dále zde jsou uvedeny v-echny definice a povinnosti spojené s odpady v eské republice.

Opad lze legislativn d lit podle Katalogu odpad na 20 hlavních skupin. Nejv t-í zásadní rozdíl je nadále t eba si uv domovat mezit tzv. nebezpe ným odpadem a odpadem ostatním, coř stále mnoho ve ejnosti nerespektuje.

P íloha . 12 tohoto zákona stanovuje nejniř-í mořnou celkovou energetickou ú innost ZEVO, ur enou výpo tem na min. 65 % pro za ízení, která získala souhlas k provozu od 1. 1. 2009.

3 Spalovny odpad a odlučování vybraných emisí

3.1 Spalování odpadů

Spalovny odpad slouží jako technologický celek ke spalování odpadů, především za účelem snížení jejich množství, tedy redukce objemu (řádově na 1/10 původního objemu) a hmotnosti (běžně úbytek až o 2/3 původní hmotnosti), ale především také k jejich bezpečné likvidaci s ohledem na životní prostředí a zdraví lidí.

Neustálé ukládání a skládkování odpadů v současné době není z hlediska udržitelného rozvoje vhodné, navíc není ani ekologické, naopak pro životní prostředí představuje poměrně vysokou zátěž a riziko poškození.

Základní lze tyto zařízení rozdělit z hlediska spalovaného materiálu, anebo podle účelu spalování. Odpad lze tedy spalovat zcela samostatně nebo společně s jiným, zpravidla kvalitnějším palivem, zde se jedná o tzv. spoluspalování odpadů. Tyto technologie spoluspalování jsou typické zejména pro cementárny.

Podle seznamu HMÚ, Seznam zařízení spoluspalujících odpadů, spálily například provozovny, produkující cement a s ním příbuzné produkty a slufby, v ČR za rok 2010 více než 165 tis. tun odpadů na našem území.

Pokud jde o samostatné spalování odpadů, pak základní kategorizaci představuje dělení podle druhu odpadu, zde je rozhodující především zda se jedná o nebezpečný nebo komunální či jiný druh odpadu.

V návaznosti na druh odpadu se odvíjí i smysl jeho spalování (případně jiné technologie zpracování), tedy například spalování odpadu za účelem zneškodnění se jeho nebezpečnými vlastnostmi, nebo u komunálního odpadu zejména z důvodu významné redukce objemu a hmotnosti, navíc umocněná nemalým energetickým ziskem v podobě uvolněného tepla.

Zde je velmi důležité zdůraznit funkci odpadu jako náhradu fosilního paliva (nejvíce hnědého uhlí) a s tím spojenou existenci odvíjejících se projektů využívaní uvolněné tepelné energie. Tyto projekty jsou realizované v podobě zařízení na energetické využití odpadů, známých pod označením ZEVO. Tepelnou energii lze pak obdobně jako v teplárnách přímo využívat jako takovou nebo v případě potřeby transformovat na energii elektrickou.

K technologiím upravujícím odpad do požadované podoby patří například pyrolýza a zplyňování odpadů. Tyto technologie se oproti spalování uplatňují méně a týkají se výrazně ústředního okruhu odpadů.

3.2 Technologie a úinnosti odluování emisí

Emise do ovzduí, pocházející ze všech v tích spalovacích za ízení, jsou kontinuáln p ísn sledovány (tzv. monitoring emisí) a díky rozvoji technologií snifovány a následn odstra ovány.

Zásadní je v tomto ohledu ít ní spalin, které pro lo úsp ným vývojem a stále se zdokonaluje. Moderní technologické celky spalující odpad, jakými jsou práv za ízení na energetické vyuffívání odpad , tato tvrzení jen potvrzují a lze íci, že v oblasti produkce a odlu ování emisí pat í k nejlep ím.

Základní emise, uvol ované do ovzduí z komína, lze uvést následovn [17]:

- ástice o r zné velikosti
- kyselé a ostatní plyny včetně HCl, HF, HBr, HI, SO₂, NO_x, NH₃ a dal í
- t ílké kovy, včetně Hg, Cd, Tl, As, Ni, Pb a dal í
- slou eniny uhlíku (nikoliv skleníkové plyny) včetně CO, uhlovodík (VOCs), PCDD/F, PCB a dal í

P ípr myslovém nakládání s odpady mohou vznikat je t dal í emise obsahující [17]:

- zápachové látky (z nakládání a skladování neupravených odpad)
- skleníkové plyny (z rozkladu skladovaných odpad , nap . methan, CO₂)
- popel (z nakládání se suchými reagenty a ze skladovacích prostor pro odpady)

V ýznamnou slofku v produkci celkových emisí mohou také p edstavovat emise uvol ované do vody, nicmén moderní ZEVO dnes jífl mohou produkovat 0 tun kapalných odpad ro n , díky vyuffívání bezodpadových technologií.

Spalovna poté m že být z technologického hlediska odpadních vod zcela bezodpadová. Obecn v ak mohou odpadní vody obsahovat množství látek, p edstavujících potenciální zne ít ní, a je t eba podle toho s nimi nakládat.

Celkovou produkci odpadů a emisí ze spaloven lze obecně rozdělit do těchto kategorií (podrobněji v kap. 4.2.2):

- emise do ovzduší a vody
- tuhá odpadní produkce
- hluk a vibrace

Jednoznačně nejvíce a tím i nejvýznamnější podíl, platí obecně pro všechny průmyslové a energetických procesech spalování, představují emise do ovzduší. Technologie odluštění vzdušných emisí jsou pro všechny tyto zařízení téměř totožná, liší se spíše v závislosti na specifických podmínkách a výkonu resp. množství spalin daného zařízení.

Rozdíl představuje poněkud odlišné složení spalin v závislosti na vstupní palivu, a s tím i související nutnost odluštění křivých látek zastoupených v určitém poměru. Mnohdy se tedy může složení spalin odlišovat. Z hlediska elektráren, tepláren a spaloven komunálního odpadu stále zůstává zásadní odluštění především SO_2 , CO, NO_x , CO_2 a pevných částic TZL (popílek). Především pro spalovny jsou charakteristické ještě emise dioxinů a organických látek (TOC, VOC).

Následující závěr této kapitoly ukazuje, že pro správný návrh systému čištění spalin (vztaženo především v případě spalování odpadu), je třeba zvážit mnoho dalších faktorů, kterými jsou: [18]

- typ odpadu a jeho složení a roznorodost
- typ spalovacího procesu a jeho rozsah
- teplotu a tok spalin
- složení spalin a velikost a rychlost fluktuací v jejich složení
- limitní hodnoty cílových emisí
- omezení vypouštění odpadní vody
- požadavky týkající se tmavosti kouřové
- dostupnost prostoru a půdy
- dostupnost a cenu výpustí pro nahromaděné i obnovené zbytky
- kompatibilitu s již existujícími částmi procesu (u stávajících zařízení)
- dostupnost a cenu vody a dalších inodiel
- možnosti energetických dodávek (např. dodávky tepla z kondenzačních skrubů)
- možnost subvencí pro exportovanou energii

- přijatelné poplatky za odstranění vstupního odpadu (existují jak politické, tak tržní faktory)
- snížení emisí pomocí primárních metod
- vydávání hluku
- uspořádání ržných zařízení na i-t ní spalin, pokud možno sestupn podle teploty spalin od kotle po komín

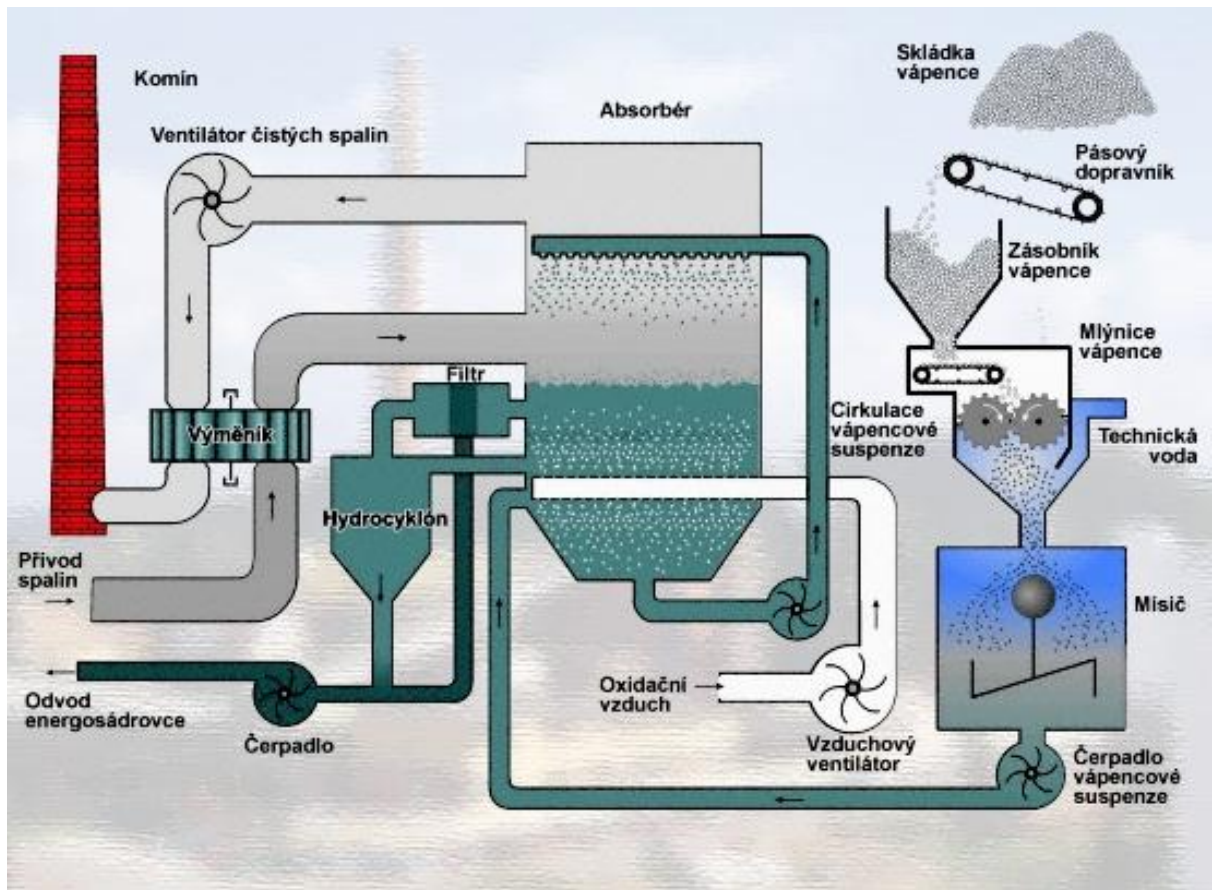
3.2.1 Odlování SO₂

Existuje řada známých způsobů odlování spalin. Základní metody lze rozdělit do tří následujících skupin:

1. metody vyufflvající regenerativní a neregenerativní iřidla
2. metody se suchou, polosuchou a mokrou fází
3. podle místa procesu odlování v kotli nebo za kotlem

Výběr správné metody se samozřejmě řídí zvažováním všech dležitých faktorů obecně platných pro navrhování systému pro odlování emisí. Jako vhodný příklad konkrétního odlování spalin posloufí postupy vyufflvané například v elektrárnách Skupiny E.ON.

V třinákové kouřové plyny je odsířeno mokřými způsoby pomocí vápence. Zde jsou konkrétně používány dvě neregenerativní metody odlování kouřových plynů z kotlů, a to mokrá vápencová metoda (obr. 3.2.1.1), při níž jsou spaliny vedeny přes mokrou vápencovou vypírku, a tzv. polosuchá metoda, při které jsou křídliny ze spalin absorbovány na částicích vápenné suspenze a částice takto vzniklého produktu jsou následně vlivem tepla kouřových plynů usušeny. [19]



Obr. 3.2.1.1 Mokrý vápencová metoda odsíování spalin [20]

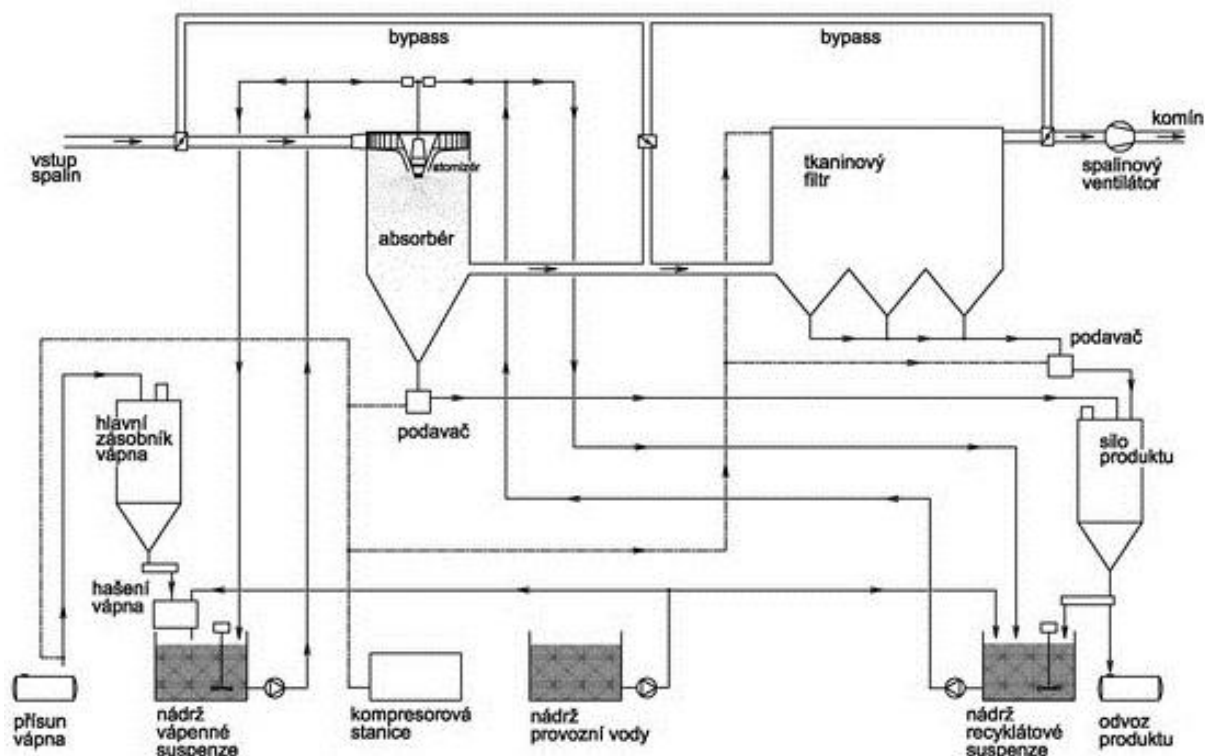
Pro fluidní spalování se používá poněkud odlišných způsobů. Vápenec se přidává přímo do fluidních ohnišť a k zachycení oxidu siřičitého dochází přímo ve spalovací komoře kotle.

Sádrovec, který vzniká u mokrých metod, se průběžně odebírá z procesu, zbavuje se přebytečné vody a následně se vyfukává ve stavebnictví nebo v průmyslu, kde je pro něj využití, případně může být odvážen společně s popelem na určené úložiště.

Bei tzv. polosuchých metodách se produkty odsíování zachycují společně s popílkem v elektroodluškových. Produkt vzniklý tímto způsobem lze rovněž zpracovat a využít.

Konečný efekt a srovnání účinností takto odsíovaných kurových plynů je velmi podobný. Všechny metody lze tedy považovat za vysoce účinné, a koliv jako nejlepší lze považovat procesy s fluidním spalováním. To je dáno bezesporu samotnou výhodou fluidních kotlů, které samy o sobě představují technologii přímo snižující emise.

Obecně se uvádí účinnost odsíování spalin mokrou vápencovou metodou v rozptí 90 až 95 %. Konkrétní příklad představuje elektrárna Chvaletice s účinností odsíování 94,3 % nebo vyšší. [21] V rámci komplexní obnovy elektrárny Tuřimice, se díky nejmodernějším technologiím, uvažuje dokonce až o účinnosti 98 %. [22]



Obr. 3.2.1.2 Technologické schéma polosuché metody odsílení spalin [23]

3.2.2 Odlučování NO_x

Za oxidy dusíku pod označením NO_x lze obecně považovat více plynů, nejvýznamnější z hlediska spalování a s ohledem na mnohostevní zastoupení ve spalinách i v atmosféře jsou právě dva a to oxid dusnatý NO a oxid dusičitý NO_2 . Při emfii platí, že NO tvoří asi 95 % a NO_2 oproti tomu pouhých 5 % z celkových NO_x obsažených v kouřových plynech. [24]

Celkově vznikají oxidy dusíku při spalování všech paliv a to těmi způsoby: termicky, přímo z paliva v závislosti na jeho obsahu dusíku a nakonec existují NO_x tzv. promptního původu. Zásadní je vznik NO , NO_2 pak vzniká v mnohem menší míře a to především oxidací a ochlazením spalin, například cestami kouřovodu. [24]

Snížení emisí NO_x lze předcházet primárně, omezením vzniku především NO během spalování, nebo sekundárně, eliminací vzniklých NO_x ze samotných spalin. Primární opatření spoívá především ve správném seřízení hořáku tak, aby nedocházelo ke zbytečnému přebytku vzduchu, nutného pro chemické reakce a vznik NO_x . Jde tedy o spalování s nízkým přebytkem vzduchu, označovaným často koeficientem λ . [25]

Proti tvorbě termických NO_x se uplatuje metoda snižování teploty přehřátého spalovacího vzduchu. To může představovat značnou nevýhodu například při spalování tuhých paliv. Dále se proto uplatuje vícestupňové spalování s vícestupňovým přívodem vzduchu a paliva v kombinaci s tzv. dohořovacími hořáky. Tyto postupy se dále kombinují s recirkulací spalin a snížením koncentrace kyslíku v plameni. [25]

Tyto primární metody slouží k základnímu snížení emisí NO_x a dosahují účinného snížení o 40 až 60 % z celku. [25] Pro odlovení NO_x , obsažených v kouřových plynech, je třeba primární postup doplnit sekundárními postupy. Ty jsou poněkud ekonomicky náročnější, nicméně pro splnění přísných emisních limit nezbytné. [25]

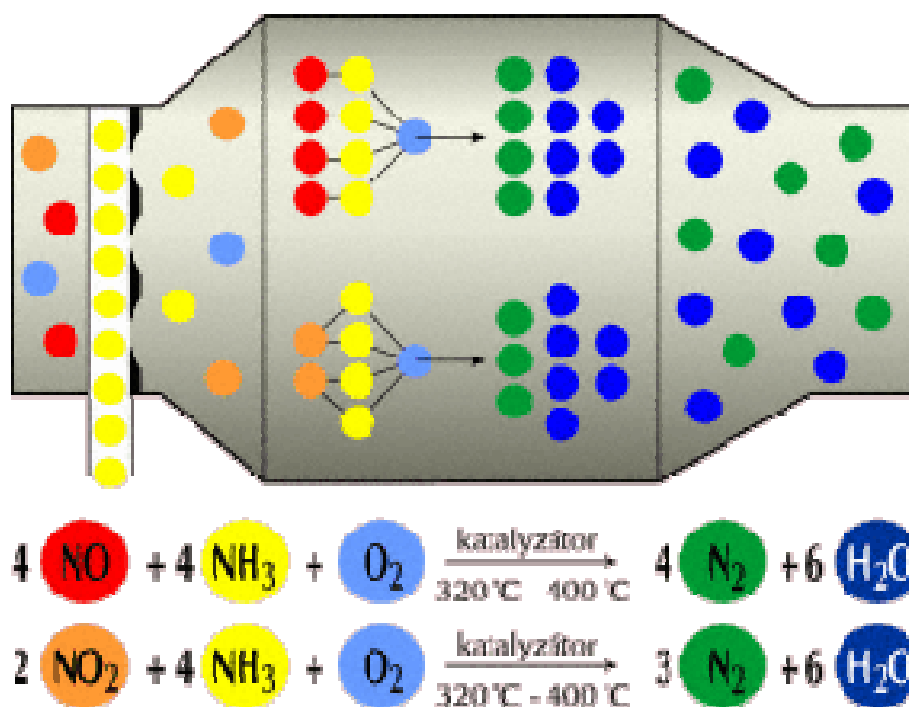
Nejvíce používané sekundární metody jsou selektivní nekatalytická redukce (SNCR) a selektivní katalytická redukce (SCR).

Šelektivní nekatalytická redukce spočívá ve vytvoření redukčních podmínek, při kterých do kotle vstříkovaný pavuk nebo močovina selektivně (přednostně) snižuje oxidy dusíku za vzniku elementárního dusíku a vodní páry. Účinnost snížení NO_x je 40 až 60%.

Charakteristickým znakem této metody je, že probíhá v kotli v oblasti teplot 900 až 1050 °C. Použití pavku jako redukčního činidla má některé nevýhody. Pavuk je zdraví nebezpečná látka, vyřadující složitější technologická zařízení pro skladování a manipulaci, při jeho úniku je okolí obtížně ovládnuto zápachem, vzniklé sloučeniny pavku a síry mohou vytvářet nečekané nánosy na strojním zařízení. Z těchto důvodů se používá u některých postupů místo pavku močovina.

Selektivní katalytická redukce je založena na stejných chemických reakcích jako předcházející nekatalytická redukce, ale díky katalyzátoru probíhají reakce při teplotách 300 až 400 °C. Pavuk je vstříkován do spalin, které jsou následně zavedeny do katalyzátorového reaktoru, ve kterém se oxidy dusíku, obsažené ve spalinách, oproti změní na dusík a vodní páru.

Účinnost snížení NO_x je vysoká 80 až 90 %. Katalyzátory jsou nejčastěji vyrobeny z oxidu vanadu, molybdenu, wolframu a jejich kombinací. Jejich cena je poměrně vysoká a životnost naopak poměrně nízká. [25]



Obr. 3.2.2.1 Princip metody selektivní katalytické redukce NO_x [25]

Sekundární procesy odluování NO_x jsou často přímo kombinované s odluováním SO_x . V souvislostech s oblastí odluování NO_x ze spalin neustále probíhá dynamický vývoj a v budoucnu je možno očekávat mírné, avšak významné, zvýšení účinnosti odluování NO_x . Zvýšení účinnosti, která nyní lehce přesahuje 90 %, lze očekávat díky zavedení katalyzátorů nové generace a vylepšení procesů, které na nich probíhají.

3.2.3 Snífování emisí prachu

Odluování tuhých znečišťujících látek, respektive odpraování spalin, je nedílnou součástí všech environmentálně-technických spalovacích procesů, obzvláště na úrovni průmyslových měřítek. V zásadě se jedná o konečný čistící proces během obecného odluování kyslíkových oxidů ze spalin.

Na odpraování kyslíkových plynů (s dle rozem na spalovny odpad) se používají následující technologické systémy: [26]

- cyklon a multicyklon
- elektrostatický odpraov (ESP)
- rukávové (tkaninové) filtry

3.2.3.1 Elektrostatické odlučování

Elektrostatické odlučovače jsou ve své podstatě elektrostatické filtry, fungující na principu elektrického pole, kde částice popílku získávají zpravidla záporný elektrický náboj a následně se přilepí přisobením elektrostatických a unášených setrvačných (vlivem nosného plynu) sil na sbírací deskové elektrody s kladným nábojem. Sbírací elektrody jsou podle potřeby mechanicky oklepávány, tak aby shluky usazeného popílku padaly do výsypky. [27]

Účinnost těchto filtrů zcela zásadně závisí na měrném elektrickém odporu popílku, respektive na odporu usazené vrstvy. Měrný elektrický odpor v tomto případě závisí především na mocnosti této vrstvy a na chemickém složení popílku, které vychází ze složení spalovaného odpadu (obecně spalovaného paliva). [27]

Stoupá-li měrný elektrický odpor této vrstvy k hodnotám 10^{11} až 10^{12} $\Omega \cdot \text{cm}$ a výše, klesá účinnost odlučování [27]. Naopak primárně neřádně síra v podobě SO_x a voda obsažená v kyselinových plynech, sloufících jako nosné médium odlučovaných mikročástic popílku, může snižovat odpor vrstvy a tím umocňovat usazování tuhých částic na sbíracích elektrodách. [27]

Rychlost spalin v pracovním prostoru:	1 až 2 [m/s]
Napětí na nabíjecích elektrodách:	40 až 70 [kV]
Celková účinnost:	více než 99 %
Produkce za řízení:	až 1 [MW]
Provozní teplota:	160 až 260 [°C]

Tab. 3.2.3.1.1 Vybraná technická data standardního elektroodlučovače [28]

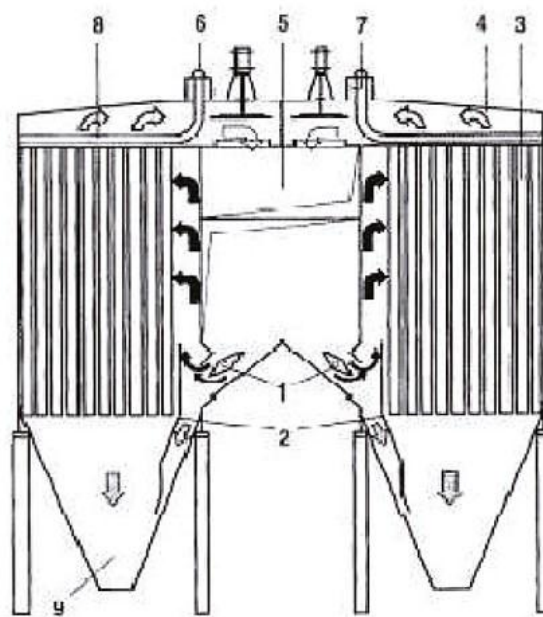
Elektrostatické odlučovače se nejčastěji používají v následujících technologických modifikacích, podle specifických podmínek využití [29]:

- Elektrostatické odlučování suché
- Mokrý elektrostatické odlučování
- Kondenzace elektrostatické odlučování
- Ionizace mokré prašný plyn (skrubry)

3.2.3.2 Tkaninové filtry

Tkaninové neboli rukávové filtry, jsou často používány v zařízeních určených ke spalování odpadů. Vykazují velmi vysokou účinnost filtrace pro roznošenou velikost částic, což představuje značnou výhodu v komplexním procesu odluštění TZL. Při velikostech částic menších než 0,1 mikronu je účinnost nižší, ale takové frakce jsou v toku spalin ze spaloven odpadů zastoupeny minimálně. [30]

Zmiňovaná technologie dosahuje nízkých hodnot prašných emisí a může být použita následně po využití ESP (electrostatic precipitator – elektrostatičtý odlučovač) a mokrých skrubrů. Účinnost filtru dosahuje hodnot vyšších než 99,6 %. [30]



- | | | |
|------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 1 vstup surového plynu | 4 prostor pro vycištěný plyn | 7 zásobník stlačeného vzduchu |
| 2 deskové překážky | 5 vedení vycištěného plynu | 8 trubková tryska |
| 3 pytlivé filtry | 6 ventil s membránou | 9 výsypka prachu |

Obr. 3.2.3.2.1 Schéma tkaninového filtru [31]

3.2.3.3 Cyklony a multicyklony

Cyklony a multicyklony fungují na principu využití odstředivých sil k odloučení pořadovaných frakcí z nosného toku spalin. Multicyklony představují velký počet malých cyklonových jednotek patřících poskládaných a propojených do jednoho celku.

Tuhé částice se působením odstředivé síly dostávají na odluovací stěny cyklonu. Cyklony nedosahují příliš vysokých hodnot účinnosti odluování emisí, vzhledem k moderním spalovnám odpadů, ale uplatní se k předefinovanému odstranění prachu před vstupem do ostatních stupňů systému čištění kouřových plynů.

Další podstatné výhody cyklonů představuje minimální energetická náročnost zařízení a široké rozpětí provozních teplot podpořené masivní konstrukcí. [32]

3.2.4 Snífování emisí dioxinů PCDD/F

Emise dioxinů, nejčastěji označovaných DD nebo DF, představují potenciálně nejvážnější zápor spaloven odpadů. Z celkového pohledu na problematiku dioxinů v ČR, to ovšem nelze jednoznačně tvrdit. Díky moderním technologiím vycházejí emise dioxinů pro spalovny odpadů více než před rokem.

Dioxiny představují netoxičtější skupinu látek, vzniklých činností člověka v interakci na životní prostředí, a jsou vysoce nebezpečné i ve stopových množstvích. Například TCDD neboli 2,3,7,8-tetrachlordibenzo-p-dioxin je zřejmě nejnebezpečnější z nich. Tyto látky jsou obtížně odbouratelné a v některých případech lze označovat jako kumulativní jedy. [33]

Pomocí primárních opatření na snífování emisí není možné u spaloven odpadů vyhovět požadavkům emisních limitů stanovených dle platné normy směrnice EC 2000/76 (0,1 ng/Nm³). [34] Je tedy nutné využít dalších sekundárních opatření pro splnění emisních limitů.

Základní myšlenkou obecného snífování emisí je předcházení jejich vzniku. Právě s ohledem na složitou problematiku dioxinů je toto pravidlo velmi důležité. Nejvýznamnější prevencí tvorby dioxinů je správně zvládnutý proces samotného spalování podpořen optimální regulovatelností.

Tím lze podstatně zabránit vzniku neřádných prekurzorů. Předpokladem této strategie je znalost vstupního odpadu jako paliva a jeho vlastností. Této problematice je ke své náročnosti rovněž věnována velká pozornost.

Preventivní opatření tvorby PCDD/F: [35]

- regulovatelný proces spalování
- chlazení spalin a snižování teplot v systému čištění spalin
- Rozklad PCDD/F za použití selektivní katalytické redukce (SCR)
- Rozklad PCDD/F za použití katalytických rukávových filtrů
- Rozklad PCDD/F opouštěním spalováním absorbentem
- Adsorpce PCDD/F vstříkáváním aktivního uhlíku nebo jiných adsorbentů
- Adsorpce PCDD/F na pevném loži
- Použití materiálů impregnovaných uhlíkem pro adsorpci PCDD/F v mokřích skrubrech
- Použití uhlíkatých kalů v mokřích skrubrech

Zhodnotíme-li spalovny odpadů jako potenciální zdroje dioxinů, je vhodné brát v úvahu reálná data a celkové úinky spaloven. Roční produkce dioxinů je v ČR cca 1 kg. Z toho množství připadá na lidskou činnost přibližně 175g. [33]

ŠZ celkové antropogenní produkce dioxinů pak na všechny spalovny komunálních odpadů připadá pouhé 1 promile. Například na domácí topení (kde také končí část odpadů a kde jejich spalování není tak účinné a o jejich zplodinách se nedá vůbec mluvit) připadá cca 8% antropogenní produkce (tedy 80 krát více) a na elektrárny a teplárny pak necelá dvě procenta. Zdaleka největším producentem dioxinů jsou pak výroby železa a oceli, která je zodpovědná za cca 40%. [33]

Zcela nepochybně rozhodující je ve smyslu těchto tvrzení účinnost odstraňování emisí dioxinů, která běžně dosahuje hodnot 99 % a u nejlepších technologií až 99,9 %. [35]

3.2.5 Sniflování emisí CO₂

Zachycování oxidu uhličitého CO₂ respektive odlovování emisí na bázi uhlíku a jejich celkové sniflování předcházením jejich vzniku, je nejlépe realizovatelné na stacionárních zdrojích produkce emisí CO₂. Výrobci mobilních zdrojů produkce CO₂ řeší tuto problematiku ze zásady zvyšováním účinnosti tepelných oběhů spalovacích motorů a s tím úzce souvisejícím sniflováním spotřeby paliva.

Stacionární zdroje, jako jsou elektrárny, teplárny případně další průmyslová zařízení, produkce emisí CO₂, dnes již využívají technologie, které přímo zachycují a posléze uskladní oxid uhličitý.

Jsou známy mnohé technologie s vysokou účinností, které jsou zatím příliš finančně nákladné, anebo fungují jen za laboratorních podmínek. Právě vysoká cena těchto technologií je neustálou výzvou pro další vývoj v této oblasti.

Nejvýznamnější technologické metody separace CO₂ ze spalin: [36]

- chemické pohlcení
- fyzikální pohlcení
- adsorpce
- nízkoteplotní zpracování
- membránová separace

Pro sniflování emisí CO₂ z fosilních paliv jsou vyvíjeny právě tyto separační technologie nebo jejich vhodné kombinace. Během spalovacích procesů, obzvláště u fosilních paliv, jsou rozvíjeny hlavně tyto postupy: [36]

- postup post-combustion
- postup pre-combustion
- postup Oxyfuel

Příkladem vyvíjené technologie v elektrárnách spalujících práškové uhlí je tzv. aminová absorpční technologie s účinností zachycování CO₂ 90 % nebo fyzikální absorpce namísto chemické s účinností až 95%. [37]

3.2.6 Porovnání účinností odluňovacích metod

V komplexním systému čištění spalin ze spaloven odpadů a jiných energetických procesů (případně i pro průmyslových zařízení, se dle potřeby (závisí především na palivu/složení odpadu) vyvíjí se další odluňovací metody a princip snižování emisí ostatních více či méně nebezpečných látek. U spaloven odpadů jde o technologie odluňující například emise rtuti nebo látky na bázi organického uhlíku s průměrnou účinností (VOC/TOC) okolo 90 %. [38]

Obecně lze říci, že metody odluňování jsou technologicky velmi vyspělé a jejich vyuffití závisí spíše na ekonomické situaci daného podniku, provozujícího zařízení se spalovacími procesy podléhajícími nutnosti čištění kouřových plynů.

Redukované emise	Výsledná účinnost odluňování [%]
SO _x	90 až 95 (98)
NO _x	90 až 91
TZL	99 až 99,9
TOC/VOC	90 (průměrná hodnota)
Dioxiny PCDD/F	99 až 99,9
CO ₂	90 až 95

Tab. 3.2.6.1 Přehled výsledných hodnot účinností odluňování jednotlivých emisí pomocí BAT, použité data podle kap. 3.2.

4 Návrh za ízení na energetické vyuffívání odpad

4.1 Výchozí zdroje dat, systémové databáze a dokumenty

Návrh za ízení na energetické vyuffívání odpad p edstavuje z technického hlediska pom rn rozsáhlý a složitý úkol. Je t eba vypracovat multidisciplinárn náro ný projekt, coí vyfladuje promy-lený p ístup k v ci, charakterizovaný spoluprácí více odborných pracovník , mnohdy ze zcela odli-ných v dních obor .

Pro snadn j-í orientaci v celkové problematice technologií a áste n i neustále se m nící legislativy, vhodn slouží databáze nejlep-ích dostupných technologií (BAT) a k nim vztahené referen ní dokumenty tzv. BREF.

V-echny tyto prost edky jsou ve ejn dostupné na internetové síti a voln vyuffitelné pro širokou veřejnost.

4.1.1 Nejlep-í dostupné technologie BAT

BAT (šBest Available Techniques) ó doslovn znamená nejlep-í dostupná technika, která je definována v lánku 2 (11), Sm rnice Rady 96/61 ES o integrované prevenci a omezování zne i-t ní (IPPC), následovn : nejú inn j-í a nejpokro ilej-í stadium vývoje innosti a jejich provozních metod dokládající praktickou vhodnost ur ité techniky jako základu pro stanovení emisních limit p i dodrření technické a ekonomické dostupnosti. [39]

Obecn lze íci, že špoufítím BAT, jako prevence vzniku zne i-t ní, je dosahováno vyšho stupn ochrany životního prost edí. S neustálým vývojem technik dochází k posunování standard BAT, které jsou stanoveny na základ vyjednávání mezi veřejným a soukromým sektorem.õ [39]

4.1.2 Referen ní dokumenty BREF

Referen ní dokumenty BREF komplexn a p ehledn uvádí podrobné technologické (áste n i legislativní informace) o nejlep-ích dostupných technikách v evropských m ítkách. Každý dokument je svým obsahem pom rn úzce sm ován k danému pr myslovému odvtví.

Tyto dokumenty neuvádí právně závazné informace, ale lze z nich směřovat vycházet, zda daný typ technologie vyhoví požadavkům platného zákona. Na základě toho lze předpokládat, zda bude uděleno povolení k provozu navrhovaného zařízení.

Výchozím dokumentem, pro návrh zařízení účelově spalující odpad, je Referenční dokument o nejlepších dostupných technologiích spalování odpadů, označovaný kódem WI.

4.1.3 Aktuální systémová databáze technologií využití a zpracování odpadů

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka z Vídně, jako veřejná výzkumná instituce, Centrum pro hospodaření s odpady (CeHO), jako svoji součástí, pod rozhodnutím ministra životního prostředí dne 1. 9. 2001.

Tato organizace, zabývající se také širokou problematikou odpadového hospodářství a problematikou odpadů samotných, provozuje elektronickou databázi, shrnující technologie ohledně využití a zpracování odpadů. Zmiňovaná systémová databáze, fungující v on-line režimu, představuje další významný nástroj, využitelný při navrhování ZEVO, i jiných projektů jakkoliv spojených s odpady.

4.2 Předpoklady a výchozí stanoviska návrhu ZEVO

Již zmíněným smyslem spalování odpad je, stejně jako u většiny ostatních odpad zpracovávajících metod, redukce množství nebezpečných vlastností odpadů a zároveň předcházení a minimalizace tvorby škodlivých látek a následných emisí.

Zde je opět na místě uvést si zásadní rozdíl mezi klasickou spalovnou odpadů a zařízení na jeho energetické využití. ZEVO (na bázi spalování odpadu) má navíc neméně důležitý a navíc velmi důležitý cíl, který velmi zefektivuje likvidaci odpadu spalováním, a tím je využití energie nerostných a chemických látek, obsažených v odpadech.

Tato energie je uvolňována během spalovacího procesu ve formě využitelného tepla. Je-li odpad zapálen a následně hoření, tedy oxidace exotermický děj s neustálou nutností přísupu kyslíku, správně zvládnuté, dochází ke samospalování a není potřeba přidávat žádné další palivo.

Tento způsob spalování, založený na jednoduchém principu dostatečné výševnosti odpadu a optimálního přísupu kyslíku, má obecný pohled společnosti na odpad jako na něco nečekaného, ale vytváří z něj, hlavně z pohledu do budoucnosti, poměrně cenově výhodnou surovinu.

4.2.1 Uvažované odvětví spalovaného odpadu

Představovaný návrh zařízení ZEVO vychází ze spalování směsného komunálního odpadu. Toto odvětví spalování je definováno podle dokumentu WI následovně :

Špalování směsného komunálního odpadu o zpracování typických směsných a z velké části neupravených domovních odpadů a odpadů z domácností, které mohou zahrnovat určité množství pryskyřičných a dřevnatých odpadů (pryskyřičné a dřevnaté odpady, které nejsou klasifikovány jako nebezpečné jsou také odděleně spalovány v určených spalovnách).

[40]

4.2.2 Environmentální problematika

Odpady a nakládání s nimi představují všeobecný problém, který je třeba, obzvláště s ohledem na budoucnost, vyřešit a environmentálně příznivě. Zařízení EVO představují právě takovéto efektivní řešení. Přesto nelze přehlédnout možný vliv těchto technologických celků, včetně jejich působení, na životní prostředí. Tyto vlivy lze zařadit do následujících kategorií: [41]

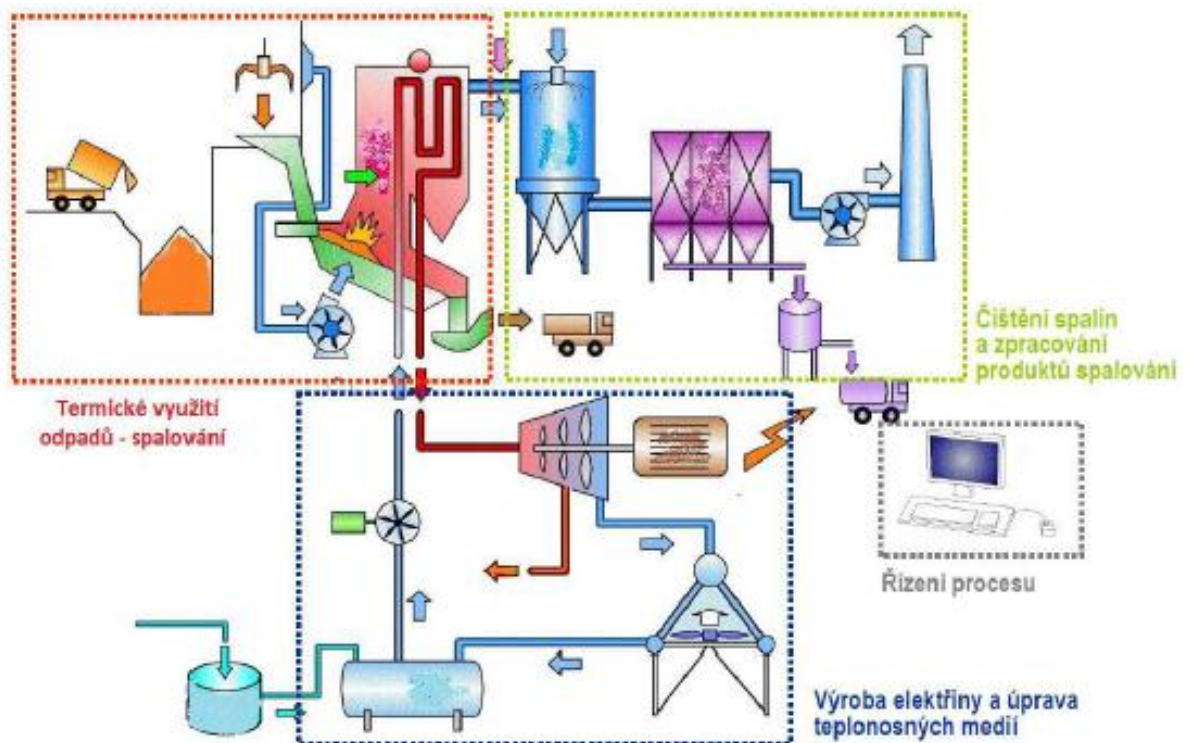
- Celkové emise z procesu do ovzduší a vody (včetně zápachu)
- Celková odpadní produkce z procesu
- Hluk a vibrace z procesu
- Spotřeba a výroba energie
- Spotřeba surovin (reagencií)
- Fugitivní emise (ze skladování odpadu)
- Snížení rizika při skladování, nakládání a zpracování nebezpečných odpadů
- Doprava vstupujícího odpadu a vystupujících zbytků
- Extenzivní potřebná zpracování odpadu (např. při přípravě paliv z odpadu)

4.3 Obecný návrh a model za řízení EVO

Podle zavedených postupů a vyvíjených technologií musí správný návrh za řízení zohledňovat všechny body následujícího schématu. Tento seznam, seřazený v bodech od 1 do 11, zároveň představuje hlavní rámcovou osnovu projektu: [42]

1. Přijímání vstupujícího odpadu
2. Skladování odpadu a surovin
3. Předběhová zpracování odpadu
4. Dávkování odpadu do pece
5. Technologie uplatňované ve fázi tepelného zpracování (design pece atd.)
6. Fáze využití energie (např. varianty kotlů a dodávek energie)
7. Technologie čištění spalin
8. Nakládání s rezidui z čištění spalin
9. Kontrola a monitoring emisí
10. Kontrola a čištění odpadních vod
11. Nakládání s popelem resp. ložným popelem a jeho zpracování (z procesu spalování)

Vybrané uvedené body budou následně více či méně relevantní, především ve vztahu k ZEVO spalujícímu směsný komunální odpad a faktorům nejvíce ovlivňujícím životní prostředí.



Obr. 4.3.1 Obecné schéma ZEVO, zjednodušen graficky znázorující hlavní technologické části [52]

4.3.1 Příjem odpadu, jeho skladování a konečná zpracování

Zařízení EVO se kapacitně projektují pro určité oblasti nebo lokality v rozsahu například kraj nebo jejich okres, případně pro ještě menší územní jednotky (msta a obce). Zde je tedy nutné provést patřičné výzkumy v produkci komunálního odpadu pro danou oblast.

Tento průzkum situace lze podložit jednoduchými výpočty typu porovnání množství přijímaného odpadu v tunách za časový interval oproti množství, které má být zařízením schopno za stejnou časovou jednotku zpracovat.

Podle tohoto pravidla lze dimenzovat spalovací zařízení, ale lze se řídit i jinými kritérii, například nejprve stanovením výkonu tepelné/elektrické energie, který chceme produkovat, a k němu pak vytvořit příslušný okruh oblastní, odkud svážet odpad na místo skladování.

Z technologického hlediska se touto tematikou podrobně zabývá kapitola Konečná zpracování, skladování a způsobů nakládání, příslušného dokumentu WI.

4.3.2 Procesy spalování a tepelný stupeň

Nejmá se používají tyto technologie v oblasti tepelného zpracování: [43]

- rotační spalovny odpad
- rotační pece
- pece s fluidním ložem
- systémy pyrolýzy a zplyňování

Spalovny odpad se systémy EVO v ČR využívají následující uvedené technologie spalování:

1. čtyři kotle s válcovými roty Pražské služby, ZEVO pobožka Praha-Malešice
2. dva kotle s vratisuvnými roty typu MARTIN a ZEVO Brno
3. kotelná s posuvným rotem Termizo a.s, ZEVO Liberec
4. hydraulicky ovládaný posuvný rot a budoucí ZEVO Chotkov, Plzeň sever

Ve spalovnách komunálního odpadu se používají téměř vždy rotační topeniště. Jejich největší výhodou představuje flexibilita spalovaného odpadu s možností reagovat na jeho změny typu a složení, velikosti, nebo sezónní změny.

Kotle s rotačním topeništěm nedosahují v porovnání s fluidními technologiemi (reaktory) takové kvality spalování a tudíž extrémně nízkých emisí. Spalování např. biomasy ve fluidní kotli teplárny se může jevit jako environmentálně šetrná technologie, než spalování komunálního odpadu na rotačním topeništi, a z hlediska porovnání emisí v poměru s dodávaným tepelným výkonem, tomu tak bezpochyby je (za předpokladu shodné výhlednosti vstupních paliv).

Tyto předpoklady není možné zcela ztotožňovat, neboť se zásadně liší v případě paliva (biomasa např. v podobě dřevní štěrky, je mnohdy účelově vyráběna, emulsi předchází např. představení rychle rostoucích dřevin).

Fluidní lože, již ze své podstaty předcházejí a minimalizují emisí téměř dokonalým spalováním, představuje jedinou nejlepší metodu spalování, ve všech svých známých modifikacích, v i fluktuálnímu prostředí. Hojně se tedy využívají ve velkých průmyslových zařízeních, nejenom pro spalování práškového uhlí, což dokládá např. Plzeňská Teplárenská a.s. provozem plzeňské teplárny na vysoké technologické úrovni.

Na základ fluidního principu spalování lze tvrdit, že fluidní topení není vhodné pro spalování komunálního odpadu (bez rozsáhlé a často proveditelné předchozí úpravy) a jednoznačnou volbu představují topenišrotového typu. Pro tuto volbu jednoznačně hovoří i ekonomická stránka problematiky.

Fluidní technologie jsou finančně výrazně nákladné a spalovny, oproti teplárnám, představují zpravidla výrazně menší technologické celky, nedisponují tak velkým finančním rozpočtem.

Přesto se lze setkat s využitím fluidních reaktorů v souvislosti se spalováním určitých víceméně homogenních typů odpadů. Příkladem může být fluidní spalovna kalů z čistíren odpadních vod (OV od společnosti EUROFERT).

4.3.3 Energetické využití

V případě návrhu energetické koncepce zařízení EVO, po vyřešení produkce tepelné energie uvolněné oxidací exotermickým dějem v kotli, lze postupovat obdobně jako v případě klasické teplárny.

Základ představuje využití energie horkých spalin (obecně snaha využít veškerou exotermicky uvolněnou energii) a převod této energie do tepelného cyklu pára a voda.

Následuje známé využití cyklu v podobě: [44]

1. výroby a dodávky tepla (ve formě páry nebo horké vody)
2. výroby a dodávky elektřiny
3. kombinace obojího

Obecně řídicí charakter energetického projektu představuje snaha dosahovat co nejvyšších účinností tepelného oběhu, jeho využití a generování elektrické energie, to vše v rámci ekonomicky přijatelných podmínek.

Zmínovaná účinnost výrazně závisí na typu použitých technologií, ale v případě zprůměrovaných údajů z výstupních dat ZEVO, na složení paliva a odpadu, v úzké souvislosti s jeho výhodnostmi.

Hodnoty výhodnosti odpadů z domácností se pohybují v rozmezí od 6,3 až 10,5 GJ/t, přičemž tato hodnota může narůstat s nárůstem množství velkoobjemového odpadu, jako jsou kusy nábytku [45]. Je vhodné tuto hodnotu stanovit pro každou uvažovanou lokalitu svozu SKO zvlášť.

Teplo a pára lze obecně použít k vytápění nejrizičnějších objektů. Elektrická energie se spotřebovává v místě vzniku pro vlastní spotřebu zařízení, nebo se dodává do veřejných distribučních sítí.

4.3.4 Technologie i-t ní spalin

System i-t ní spalin funguje jako celek, složený z několika dílčími součástmi, vybraných a dimenzovaných v řádném sledu, za předpokladu znalosti paliva a výstupních emisí a prekursorů z procesu spalování.

Prognóza složení respektive druhového zastoupení emisí nepředstavuje složitý problém, neboť procesy spalování širokého množství paliv jsou dobře známy. Obtížný úkol může znamenat znalost proměnného složení paliva o komunálního odpadu a s tím spojených koncentrací jednotlivých emisí.

Na která data musí být mnohdy odhadována a výpočty posléze probíhají na základě empiricky stanovených hodnot. Zde se opět potvrzuje obecná výhoda rotopových kotlů, spalovat heterogenní odpad.

Jednotlivé odluovací metody emisí a i-t ní spalin (pro nejvíce zastoupené znečišťující látky) popisuje kap. 3.2.

4.4 Konkrétní návrh ZEVO a porovnání a zhodnocení

Vlastní návrh ZEVO, představující shrnutí, porovnání a zhodnocení uvedených technologií a všeobecných dat, vychází ze dvou konkrétních spaloven EVO, jedné reálně fungující a druhé ve fázi realizace již schváleného projektu.

Za vhodný vzor tedy slouží stávající spalovna komunálního odpadu v Liberci, Termizo a.s, a budoucí spalovna ZEVO Chotíkov, Plzeň sever. Bodové schéma, respektive kopie předpokládaného seskupení technologií ZEVO Chotíkov představuje příloha D, blokové schéma ZEVO Liberec příloha E.

Tyto zařízení byly vybrány na základě podobnosti vstupu odpadu a energetických výstupů. Klíčová data, například předpokládaná na vhodný rozměr nebo zcela odvozená, utvářející kapacitní představu spaloven, vychází z údajů vzorových technologických zpráv a zobrazuje je tabulka 4.4.1. [46,47,48]

Tech. parametr	ZEVO Chotíkov	Termizo Liberec	jednotka
Množství spáleného odpadu	95 000	96 000	[tun/rok]
Využitá tepelná energie	108 000	194 000	[MWh/rok]
Elektrická energie dodaná do sítě	22 500	11 000	[MWh/rok]
Výhřevnost paliva 1	9,4 až 10	10	[GJ/t]
Celková vyrobená el. energie	45 000	19 000	[MWh/rok]

Tab. 4.4.1 Vybraná technická data porovnávaných ZEVO [46,47,48]

4.4.1 Emisní porovnání

Dalším smírodatným faktorem při posuzování zařízení, jsou jejich produkované emise. Hlavní vybrané látky zobrazují následující tabulky 4.4.1.1, 4.4.1.2 a 4.4.1.3. Data jsou rozdělená zvlášť, nebo ZEVO Liberec produkuje navíc emise do vody a případné jiné porovnání by mohlo být zkrslující.

Emise	SO _x	NO _x	HCl	TZL	CO	TOC
Množství [tun/rok]	14,2	39,1	3	1,3	14	5,6
Koncentrace [mg/m ³]	25	70	5	2,3	25	10
Zákonný limit [mg/m ³]	50	200	10	10	50	10

Tab. 4.4.1.1 Předpokládané emise do ovzduší ZEVO Chotíkov [46]

Emise	SO ₂	NO ₂	HCl	TZL	CO	TOC
Množství [tun/rok]	2,6	68	0,1	<0,01	8,1	0,01
Koncentrace [mg/m ³]	5	132	0,16	<0,001	15	0,02
Zákonný limit [mg/m ³]	50	200	10	10	50	10

Tab. 4.4.1.2 Emise vypouštěné do ovzduší ZEVO Liberec [48]

Emise	SO ₄	chloridy	Na	Ca	T těžké kovy (Hg,Pb,Cr)	Soly RL 105 °C	Soly RAS 550 °C
Množství [tun/rok]	24	620	213	146	stopov	1361	1099

Tab. 4.4.1.3 Emise vypouštěné do vody ZEVO Liberec [48]

Předpokládané a stávající hodnoty emisí názorně dokládají, že žádná z uvedených látek nepřekračuje zákonem stanovený limit, naopak stojí hluboko pod tímto limitem. Za úvahu stojí emise TOC, v případě ZEVO Chotíkov, kdy se hodnota shoduje s příslušným mezním limitem. Použitá technologie odluštění byla v tomto případě pravděpodobně limitována ekonomickým faktorem.

Energetická produkce tepla a elektřiny je z hlediska vstupního množství a výhlednosti paliva (SKO) srovnatelná. ZEVO Chotíkov patrně vykazuje větší energetickou náročnost, což může být způsobeno jejím charakterem bez odpadních vod. Naproti tomu produkuje více elektrické energie dodávané do sítě.

Právě zřejmě fakt, kdy ZEVO Termizo produkuje poměrně velké množství emisí do vody, neumožňuje přímé srovnání emisí. ZEVO Termizo leží přímo u řeky Lufická Nisa, tudíž je pro tento technologický celek využití vodního zdroje k redukci a odluštění emisí strategicky výhodné. V případě umístění skládky a spalovny Chotíkov, není z důvodu absence vodního toku, nic podobného možné.

Dokládá to fakt, že celkově bylo v roce 2011 vypuštěno téměř 18 000 m³ [48] odpadních vod z Termizo Liberec.

„Odpadní technologické vody jsou po vyčištění v čistírně odpadních vod vypouštěny do kanalizace a procházejí je středně centrální mstskou čistírnou. Toto řešení je ohleduplnější k životnímu prostředí. Druhou variantu, a to vypouštění těchto vod přímo do sousedící Lufické Nisy, jsme z technických důvodů zamítli, i když byla pro naši firmu finančně výhodnější.“ [48]

Je tedy logické, že vzdušné emise Chotíkov jsou podstatně vyšší, než u ZEVO Liberec. V případě NO_x, tomu tak ale není. Naopak, NO_x ze zařízení Termizo jsou velmi vysoké, dokonce se přibližují, i když stále s dostatečnou rezervou, povolenému limitu. Zásadní příčinou špatného výsledku v použité technologii odluštění těchto kyslíkatých

ZEVO Chotíkov využívá respektive navrhuje ke snížení emisí na bázi dusíku SNCR (selektivní nekatalytickou redukci) pro rozklad NO_x a redukci NO_x pomocí nitrátového amoniaku do určitých teplotních zón kotle.

Dále tuto metodu doplňuje SCR (selektivní katalytická redukce) oxidu dusíku a paralelně probíhající oxidace perzistentních i ostatních organických látek na pevném loži reaktoru (například snížení množství dioxinů). [49]

Naproti tomu druhé posuzované ZEVO dávkuje do spalovací komory kotle, kde probíhá selektivní nekatalytická redukce, 25% roztok pavkové vody (NH_4OH) a redukce oxid dusíku se uskutečňuje v teplotním rozsahu 850 až 950 °C. [47]

Selektivní katalytická redukce tedy není používána a pro zaízení v Liberci ji lze doporučit, z hlediska snížení relativně vysokých emisí NO_x . V tomto ohledu se ukazuje, že investiční náklady na výměnu současných spalovny Termizo Liberec, i když vyúflívání obou denitrifikačních metod společně není obvyklé.

4.4.2 Energetická bilance

Zisk využitelné energie ze spalin v podobě odváděného tepla a dodávky elektřiny do sítě, představuje nejvýhodnější přínos ZEVO. Jedná se tedy o kombinovanou výrobu tepla a elektrické energie v daném poměru (tzv. kogenerace).

Princip spočívá ve využití ideálně veškerého tepla, uvolněného ze spalování, tedy i toho, které by například klasických uhelných elektráren bylo považováno jako odpadní a více či méně nevyužito.

š Energie horkých spalin, které vznikají při spalování odpadu, bude využívána v párovém parním kotli pro výrobu páry. Energie páry bude sloužit k výrobě elektrické energie v kondenzačním turbogenerátoru. Část ufl redukované páry bude vyvedena regulovaným odběrem z turbíny a použita v kondenzačním výměníku pro výrobu horké vody, která bude dodávána do sítě centrálního zásobování teplem Plzeňské teplárenské. [49]

Pro každý návrh takového zaízení je tedy nutné provést celkové energetické zhodnocení. V případě návrhu ZEVO Chotíkov lze opět vhodně použít ZEVO Liberec jako referenční zaízení.

Předpokládaným cílem tohoto porovnání je stanovení vzájemně srovnatelných hodnot (energetických vstupů a výstupů) pro obě spalovny a jim odpovídajících účinností využití energie v palivu, dle teoretických předpokladů.

Tyto hodnoty účinností se pohybují pro velká kogenerační zaízení zpravidla v rozmezí od 68 až 90 %. [50] Předpokládá se pro posuzované ZEVO s přívodem do protitlaké nebo kondenzační odběrové parní turbíny, pohánějící elektrický generátor, že tato hodnota obvykle 77 až 87 %. [50]

Výchozí data pro energetické zhodnocení uvádí tab. 4.4.1 a veškeré dílčí výpočty jsou v příloze F. Vypočítané výsledky (tab. 4.4.3.1) odpovídají předpokladům, a koliv v případě ZEVO Liberec, vyšší hodnota účinnosti těsně nad horní hranicí stanovených mezí.

Mofnou p í inu drobných nep esností i zkeslení celkových výsledk spat uji zásadn v problematickém stanovení výh evnosti primárního paliva ó SKO a ur ení p esného implicitního pom ru mezi tepelnou a elektrickou energií.

Pro ZEVO Chotíkov stanovené ú innosti (pro 2 uvařované výh evnosti odpadu) dob e odpovídají p edpokládanému teoretickému rozmezí. Energetická bilance, respektive výstupy vyuffitelného tepla a elektrické energie, v etn vlastní spot eby, lze považovat za správné a zcela odpovídající návrhu, z hlediska v-ech uvařovaných vliv .

Rovn fl se potvrzuje i povaha ZEVO, jako za ízení s vysokou ú inností vyuffití energie a s tím souvisejícími nízkými m rnými emisemi.

Energetický parametr	ZEVO Chotíkov	ZEVO Liberec	jednotka
Mnořství vstupního paliva (SKO)	95.000	96.000	[tun/rok]
Potenciální energie paliva	893 ó 950 248.000 ó 264.000	960 267.000	[TJ/rok] [MWh/rok]
Celková vyuffitá energie ze spalin	749 208.000	850 236.000	[TJ/rok] [MWh/rok]
Celková ú innost za ízení	78,8 ó 83,8	88,4	[%]

Tab. 4.4.3.1 Výsledná data pro energetické zhodnocení a p ehled výsledk energetické bilance (p íloha F)

4.4.3 Záv re né zhodnocení

V-echny ostatní ásti a postupy ve schematickém p ehledu spaloven EVO, tak jak je ve ejn prezentují samotné spole nosti (kopie z tech. zpráv, p íloha D, E), z ejm odpovídají (bodov) shrnutému návrhu v kap. 4.2.

S ohledem na referen ní dokument BREF (WI) a pouřité BAT, dolofeno nízkou environmentální zát flí pro své okolí a odpovídajícím energetickým ziskem, považují oba technologické celky jako vzorové p íklady správn navřřených a v jednom p ípad í aktuáln fungujících ZEVO.

5 Závěr

První kapitola této práce souhrnně popisuje a vyhodnocuje současný stav v produkci emisí kódlivin, uvolňovaných do ovzduší, ze zařízení pro energetické využíování odpadů, spaloven odpadů a klasických energetických zdrojů v ČR. Zahrnuty jsou také i mobilní zdroje znečištění.

Výsledným zjištěním, podloženým uvedenými fakty, je, že současná situace (rozmezí pibližně deseti uplynulých let a přibližně po zmapovanou současnost, rok 2010 a přibližně 2011) v produkci emisí kódlivin a s tím úzce související stav kvality ovzduší se víceméně nijak zásadně nemění. Nedochází k výrazným změnám v produkci emisí ani k podstatnému zhoršení či zlepšení stavu ovzduší.

Další kapitola shrnuje a vysvětluje nejdůležitější legislativní požadavky ohledně životního prostředí, ochrany ovzduší a provozu zařízení pro spalování a energetické využíování odpadů.

Zcela zásadním orgánem je v této oblasti Ministerstvo životního prostředí České republiky a příslušné instituce resortu JiP. Ohledně samotné legislativy zdůrazuji poměrně nově platný Zákon o ochraně ovzduší (201/2012 Sb.) a jeho aktuální novelu. Neméně důležitá je také Směrnice Rady 2000/76/EC o spalování odpadu.

Následující část obsahu představuje nejvýznamnější vybrané technologie prevence tvorby a odluštění emisí nebezpečných kódlivin. Zaměřil jsem se především na procesy čištění spalin, jakožto nejdůležitější část emisní produkce ve vztahu k cílovému návrhu ZEVO. Okrajově uvádím produkci emisí do vody.

Tuhé produkty ve formě kváry mohou být téměř všechny využity ve stavebnictví. Případně nevyužitelné zbytky, odpadní kaly (ze spaloven NO_x), i uflitelné produkty ve formě vyfouknutého flezu v této problematice neuvádím.

Jednotlivé metody odluštění emisí jsou podrobně charakterizovány a jejich účinnosti zobrazuje tab. 3.2.6.1. Principy zachycování emisí (s účinností zpravidla vyší 90 % pro všechny typy posuzovaných kódlivin) jsou dle mého názoru na vysoké technologické úrovni a s velkou rezervou dovolují splňovat i nejpřísnější emisní kritéria.

Poslední část diplomové práce představuje zjednodušený obecný návrh, respektive model, poskládaný na základě referenčního dokumentu WI a platných BAT, zařízení EVO, výhradně spalující SKO. Patří na pozornost je věnována i kogeneraci, tedy produkci tepelné a elektrické energie z těchto technologických celků.

Vzhledem k celkové náročnosti takto rozsáhlého projektu (kompletního návrhu ZEVO), jsem jako konkrétní model vybral vzorové příklady ZEVO z ČR, porovnal je mezi sebou a s referenčním dokumentem a příslušnými BAT. Dále jsem provedl číselné energetické zhodnocení těchto celků, výsledky shrnuje tab. 4.4.3.1.

Zásadní zjištění a případné hodnocení věch posuzovaných částí vždy uvádím v závěru příslušné kapitoly. Celkově jsem tak potvrdil, že porovnávané ZEVO, jmenovitě ZEVO Chotkov (ve fázi realizace) a ZEVO TERMIZO, a. s. Liberec, vhodně splují všechny očekávané teoretické předpoklady a lze je považovat za vzorové příklady.

Po shrnutí a závěrečné příslušné problematice, uzavírám celkovou práci tvrzením, že uvedené ZEVO představuje moderní, ale přesto stejnou technologii spalování odpadů, doprovázenou významným energetickým ziskem a sofistikovaným systémem řízení spalín, tudíž i splující velmi přísné emisní požadavky. Pro danou kategorii odpadů se tedy jedná o vhodné ekologické řešení problematiky nakládání s neřádnými odpady.

Použitá a citovaná literatura, zdroje dat a informací

- [1] <http://www.enviwiki.cz/wiki/REZZO>
- [2] Zpráva o životním prostředí České republiky, MfP ČR, (str. 16,24,31,36)
- [3] <http://www.czechcoal.cz/cs/ur/zprava/2011/ur24.html>
- [4] <http://www.cizp.cz/O-nas/Kdo-jsme>
- [5] http://portal.chmi.cz/portal/dt?portal_lang=cs&nc=1&menu=JSPTabContainer
- [6] <http://www1.cenia.cz/www/node/46>
- [7] Ministerstvo životního prostředí ČR, Termíny, definice v ČR
- [8] http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%BDivotn%C3%AD_prost%C5%99ed%C3%AD
- [9] <http://www.mzp.cz/cz/ovzdusi>
- [10] <http://www.zakonyprolidi.cz>
- [11] http://www.mzp.cz/cz/narodni_program_snizovani_emisi
- [12] Národní program snižování emisí České republiky, MfP, str. 41
- [13] Národní program snižování emisí České republiky, MfP, str. 39
- [14] http://www.mzp.cz/cz/legislativa_metodicke_pokyny_ovzdusi
- [15] <http://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/emise/legislativa/druh.html>
- [16] Nová legislativa ochrany ovzduší ve vztahu ke spalovacím zdrojům a tepelnému zpracování odpadů, Kurt Didiš, seminář odboru ochrany ovzduší MfP
- [17] Referenční dokument o nejlepších dostupných technologiích spalování odpadů, Institut perspektivních technologických studií (Seville), Společné výzkumné centrum, (str. 54)
- [18] Referenční dokument o nejlepších dostupných technologiích spalování odpadů, Institut perspektivních technologických studií (Seville), Společné výzkumné centrum, (str. 427)
- [19] Skupina EZ, Odsiňování spalin v elektrárnách skupiny EZ, (str. 3)
- [20] http://www.energyweb.cz/web/EE/images/02/25_schema_vypirka.jpg
- [21] Skupina EZ, Odsiňování spalin v elektrárnách skupiny EZ, (str. 8)
- [22] <http://www.allforpower.cz>
- [23] http://www.slavex.cz/upl_files/polosucha-metoda.jpg

- [24] Michal Bořka, Vznik a snižování emisí NO_x, (str. 21)
- [25] http://www.kdejinde.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/02/snizovem_5.html
- [26] Referenční dokument o nejlepších dostupných technologiích spalování odpadů, Institut perspektivních technologických studií (Seville), Společné výzkumné centrum, (str. 429)
- [27] Referenční dokument o nejlepších dostupných technologiích spalování odpadů, Institut perspektivních technologických studií (Seville), Společné výzkumné centrum, (str. 172)
- [28] www.energyweb.cz
- [29] Referenční dokument o nejlepších dostupných technologiích spalování odpadů, Institut perspektivních technologických studií (Seville), Společné výzkumné centrum, (str. 174)
- [30] Referenční dokument o nejlepších dostupných technologiích spalování odpadů, Institut perspektivních technologických studií (Seville), Společné výzkumné centrum, (str. 175)
- [31] Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách pro velká spalovací zařízení, 2010
- [32] Referenční dokument o nejlepších dostupných technologiích spalování odpadů, Institut perspektivních technologických studií (Seville), Společné výzkumné centrum, (str. 176)
- [33] Ing. Mgr. Miroslav Zajíček, Jsou spalovny komunálních odpadů opravdu tak nebezpečné? (str. 4)
- [34] Referenční dokument o nejlepších dostupných technologiích spalování odpadů, Institut perspektivních technologických studií (Seville), Společné výzkumné centrum, (str. 481)
- [35] Referenční dokument o nejlepších dostupných technologiích spalování odpadů, Institut perspektivních technologických studií (Seville), Společné výzkumné centrum, (str. 482 až 496)
- [36] Martin Odložilík, Zachytávání a ukládání CO₂

- [37] Kol. autor , Technická univerzita Ostrava, Strojní fakulta, Pokro ilé energetické technologie, (str. 59)
- [38] Ing. Zbyn k Krayzel, Poradenství v oblasti ochrany ovzdu-í
- [39] Mgr. Jana Seyfriedová, Databáze technologií úprav odpad a nejlep-í dostupné techniky (BAT)
- [40] Referen ní dokument o nejlep-ích dostupných technologiích spalování odpad , Institut perspektivních technologických studií (Seville), Spole né výzkumné centrum, (str. 4)
- [41] Referen ní dokument o nejlep-ích dostupných technologiích spalování odpad , Institut perspektivních technologických studií (Seville), Spole né výzkumné centrum, (str. 5)
- [42] Referen ní dokument o nejlep-ích dostupných technologiích spalování odpad , Institut perspektivních technologických studií (Seville), Spole né výzkumné centrum, (str. 6)
- [43] Referen ní dokument o nejlep-ích dostupných technologiích spalování odpad , Institut perspektivních technologických studií (Seville), Spole né výzkumné centrum, (str. 79)
- [44] Referen ní dokument o nejlep-ích dostupných technologiích spalování odpad , Institut perspektivních technologických studií (Seville), Spole né výzkumné centrum, (str. 145)
- [45] Referen ní dokument o nejlep-ích dostupných technologiích spalování odpad , Institut perspektivních technologických studií (Seville), Spole né výzkumné centrum, (str. 146)
- [46] www.spalovnachotikov.info/stahnuti/eia-zaver-zjistovaciho-rizeni.pdf
- [47] www.termizo.mvv.cz
- [48] Termizo a. s., Zpráva o provozu spalovny ó environmentální profil za rok 2011
- [49] <http://www.spalovnachotikov.info/veda-technologie.html>
- [50] <http://www.i-ekis.cz/?page=kogenerace>
- [51] http://www.herber.kvalitne.cz/FG_CR/zivotni_prostredi.html

[52] <http://www.spalovani-odpadu.cz/konstrukce-zarizeni-na-energeticke-vyuziti-odpadu/>

[53] <http://www.spalovnachotikov.info/veda-technologie.html>

[54] Blokový diagram, Technická zpráva ZEVO Chotíkov

[55] <http://www.qap.cz/zpravy/object>

[56] <http://www.kombinovana-vyroba.cz>

6 Přílohy

6.1 Příloha A

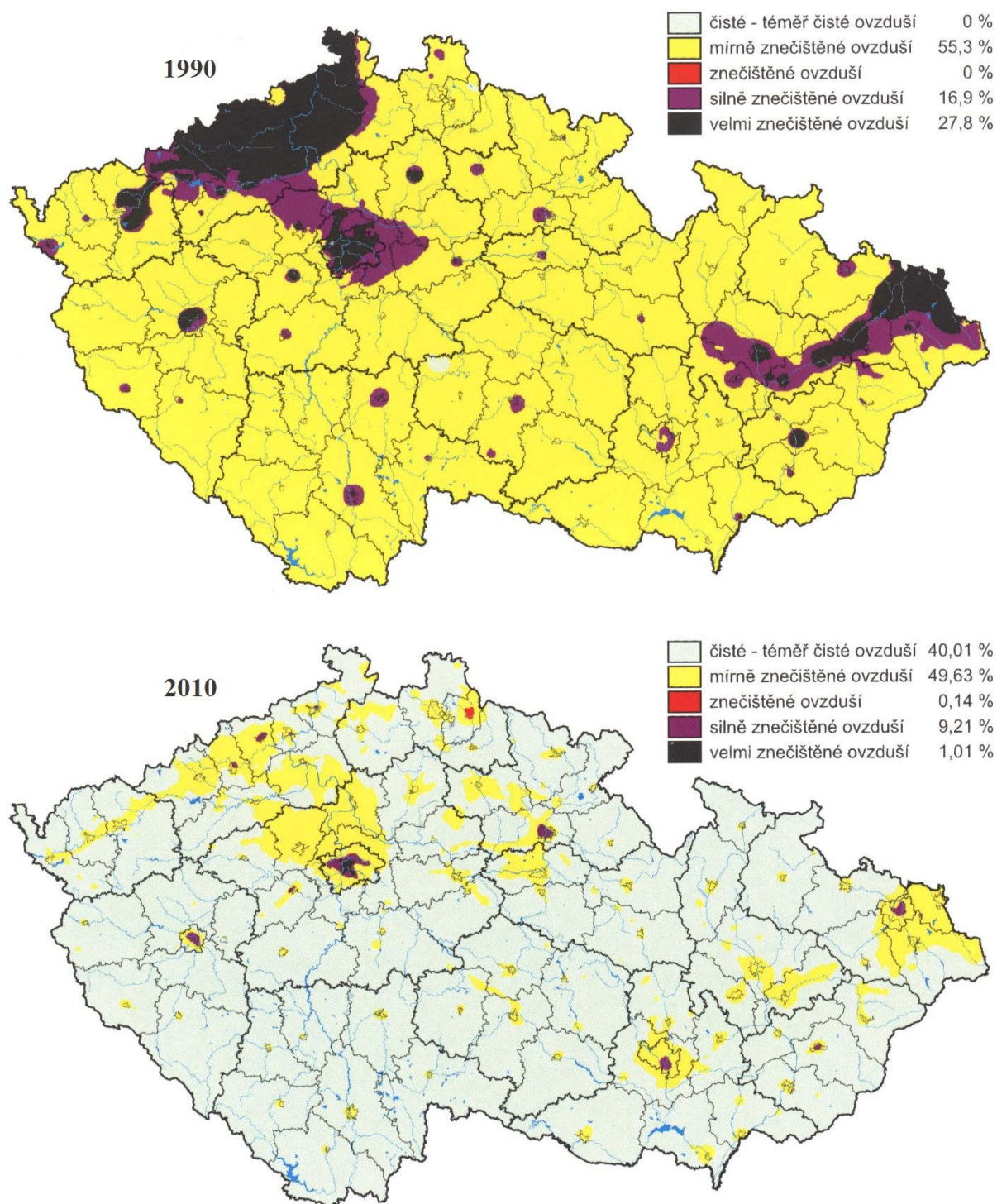
Tabulka A1: Pohled 5 nejvýtějších znečišťovatelů vybraných látek ohlášených v únicích do ovzduší za rok 2010

Název organizace	Provozovna	Množství látky [t/rok]
Methan CH₄		
NET4GAS, s.r.o.	Rozdělovací uzel O2 Rozvadov	1504
Technické služby města Přerova	Provozovna IRZ 01	700
Město Přibyslav	Skládka odpadů Ronov nad Sázavou	690
NET4GAS, s.r.o.	TU 175 Hynčice	635
NET4GAS, s.r.o.	TU 181 Děhylov	543
Oxid uhelnatý CO		
TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s.	TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s.	65274
ArcelorMittal Ostrava a.s.	ArcelorMittal Ostrava a.s.	45610
Českomoravský cement, a.s.	Závod Mokrá	2048
ČEZ, a. s.	Elektrárna Počerady	1703
EVRAZ VÍTKOVICE STEEL, a.s.	EVRAZ VÍTKOVICE STEEL, a.s.	1673
Oxid uhličitý CO₂		
ČEZ, a. s.	Elektrárny Prunéřov	9 432 585
ČEZ, a. s.	Elektrárna Počerady	6 923 072
UNIPETROL RPA, s.r.o.	CHEMOPETROL	4479190
Sokolovská uhelná, a.s.	Sokolovská uhelná	4296606
ČEZ, a. s.	Elektrárna Mělník	3703457
Oxidy dusíku NO_x/NO₂		
ČEZ, a. s.	Elektrárny Prunéřov	16793
ČEZ, a. s.	Elektrárna Počerady	13651
UNIPETROL RPA, s.r.o.	CHEMOPETROL	5954
ČEZ, a. s.	Elektrárna Mělník	5220
Sokolovská uhelná, a.s.	Sokolovská uhelná	5114
Oxidy síry SO_x/SO₂		
ČEZ, a. s.	Elektrárny Prunéřov	17335
ČEZ, a. s.	Elektrárna Ledvice	9851
ČEZ, a. s.	Elektrárna Počerady	7319
UNIPETROL RPA, s.r.o.	CHEMOPETROL	6290
Elektrárny Opatovice, a.s.	Elektrárna Opatovice	4800

Tab. A1, 5 nejvýtějších znečišťovatelů ovzduší, zdroj dat: Souhrnná zpráva IRZ za rok 2010

6.2 Příloha B

Grafické porovnání stavu kvality ovzduší v ČR v roce 1990 a 2010



Obr. B1 Grafické porovnání stavu kvality ovzduší v ČR v roce 1990 a 2010 [51]

6.3 Příloha C

Změny zákona, týkající se tepelného zpracování odpadů : [16]

Nová legislativa ochrany ovzduší ve vztahu ke spalovacím zdrojům a tepelnému zpracování odpadů, Kurt Didiš, seminář odboru ochrany ovzduší MfP:

- Změna terminologie
- Povolení provozu se vydává nejdéle na dobu 25 let
- Autorizace k dohledu nad tepelným zpracováním odpadu jsou vydávány na dobu dovozu neomezenou
- Pro spoluspalování odpadu v energetických zdrojích stanovena v emisní vyhlášce C_{PROC} pro HCl ve výšce 50 mg/m³
- Specifické emisní limity platné od 1. Ledna 2018 (kotle)
- Na základě IED zprávně emisních limitů (pro stávající zdroje LCP od 1. 1. 2016, pro nové zdroje od 7. 1. 2013, zprávně jím).

[16]

6.4 Příloha D

Kopie strukturního schématu ZEVO Chotíkov: [53]

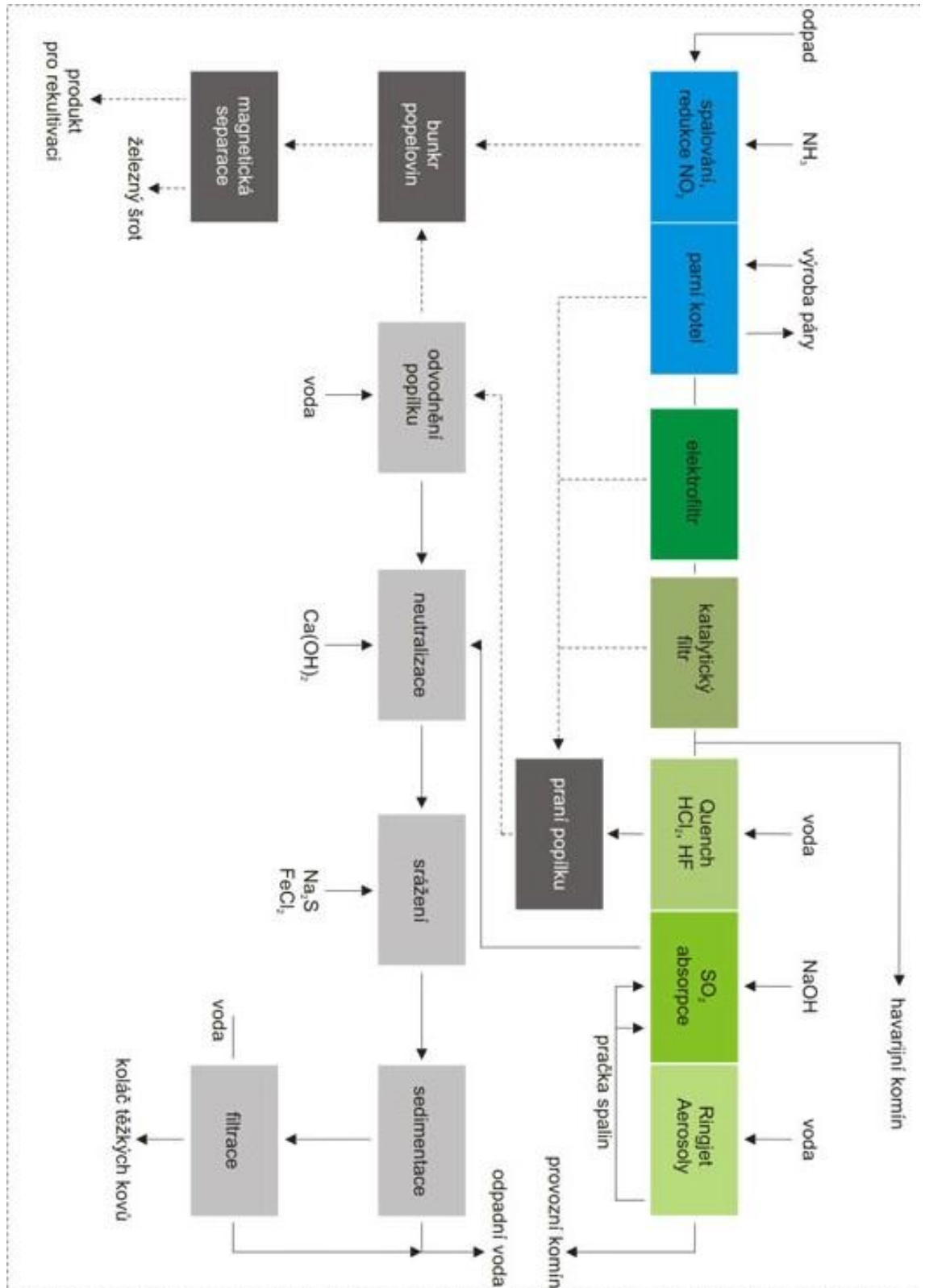
Šeskupení technologií ZEVO Chotíkov je předpokládáno následovně :

- Silniční váhy a kontrola SKO a surovin na vstupu a výstupu pevných zbytků
- Bunkr pro SKO, vybavený dvěma drapákovými jeřábky a hydraulickými nůžkami na rozrušení velkoobjemového odpadu
- Rotové ohniště s navazujícím parním kotlem
- Úprava spalin ve složení:
 1. Rozprašovací sušárna s nástřikem odpadní vody
 2. Tkaninový filtr
 3. Výměník spalin o spalinách . 1
 4. Dvoustupňová pračka spalin, odlučovače kapek a aerosolů
 5. Výměník spalin o spalinách . 2
 6. Parní ohřev spalin
 7. Katalytický reaktor pro destrukci NOx (metoda SCR) a dioxinů
 8. Spalinový ventilátor
- Úprava technologických odpadních vod
- Využití tepelné energie ve složení:
 1. Strojovna turbogenerátoru
 2. Vzduchové kondenzátory
 3. Výměníková a čerpací (posilovací) stanice horkovodu
- Pomocné provozny:
 1. Vodní hospodářství (vodojem, čerpací stanice, bezpečnostní zásobník)
 2. Sklad CaO a úprava hydroxidu vápenatého
 3. Skladovací sila popílku, aktivního uhlí a rekondičního produktu
 4. Kompresorová stanice vzduchu
 5. Sklad pávkové vody pro potřeby DeNOx systému
 6. Úpravna napájecí vody
 7. Sklad LTO
 8. Vyvedení elektrického výkonu a zásobování el. energií
 9. Vodovodní přípojka
 10. Očištná splaškových odpadních vod.č

[53]

6.5 P íloha E

Blokové schéma ZEVO TERMIZO, a. s. Liberec [47]



6.6 Příloha F

Zvařované výpočty pro zhodnocení energetické bilance ZEVO:

ZEVO Chotíkov:

(Některé hodnoty jsou vhodné zaokrouhleny vzhledem k rozměrným jednotkám.)

Stanovení výhřevnosti paliva:

- Případ 1:** směs komunálního odpadu a velkoobjemového odpadu s rovným poměrným zastoupením 85 tis. a 10 tis. tun. [54]

Výhřevnost H_1 = $[(85 \cdot 9) + (10 \cdot 13)] / 95 = 9,4$ [GJ/t] (hodnoty 9 a 13 představují průměrné kategorie, resp. průměrnou výhřevnost podle WI [145])

- Případ 2:** rozmezí výhřevnosti SKO pro zvařovanou oblast 6 až 14 [GJ/t] [55]

Uvažuje se průměrná hodnota **$H_2 = 10$** [GJ/t]

Potenciální energie v palivu E_{tep} :

Množství paliva M_r (95.000 t) převedené na tepelnou energii za 1 rok (2 případy výhřevností):

$$E_{tep} = M_r \cdot H$$

1. $E_{tep} = 95 \cdot 9,4 \cdot 10^{12} = 893$ [TJ] ~ 248.000 [MWh]

2. $E_{tep} = 95 \cdot 10 \cdot 10^{12} = 950$ [TJ] ~ 264.000 [MWh]

Energetické výstupy (tab. 4.4.1):

Celková získaná využitelná energie E_{out} je rovna součtu tepelné energie E_q a patřící převedené elektrické energie E_{el} (koeficient převedení resp. implicitní poměr, mezi těmito energiemi, stanovuje teorie, s ohledem na daný typ turbíny a kogeneračního zařízení, obecně jako $C = 0,45$ [-], v praxi lze očekávat výslednou elektrickou účinnost poněkud odlišnou a je třeba ji stanovit podle specifických parametrů daného zařízení [56]).

$$E_{out} = E_q + E_{el}$$

$$E_{out} = [108 + (45/0,45)] \cdot 10^3 = 208.000$$
 [MWh] (vyjádřeno v jednotkách výkonu)

Celková účinnost :

Využitá energie ku potenciální energii paliva

$$\eta_1 = (208/248) \cdot 100 = 83,8$$
 [%]

$$\eta_2 = (208/264) \cdot 100 = 78,8$$
 [%]

ZEVO Liberec:

(N které hodnoty jsou vhodné zaokrouhleny vzhledem k rozměrným jednotkám.)

Stanovení výhřevnosti paliva:

Průměrná hodnota podle technických zpráv provozu spalovny: [47]

$$H = 10 \text{ [GJ/t]}$$

Potenciální energie v palivu E_{tep} :

$$E_{\text{tep}} = 96 \cdot 10 \cdot 10^{12} = 960 \text{ [TJ]} \sim 267.000 \text{ [MWh]}$$

Energetické výstupy (tab. 4.4.1):

$$E_{\text{out}} = [194 + (19/0,45)] \cdot 10^3 = 236.000 \text{ [MWh]} \text{ (vyjádřeno v jednotkách výkonu)}$$

Celková účinnost :

$$= (236/267) \cdot 100 = 88,4 \text{ [%]}$$