

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

KATEDRA EKONOMIKY, MANAŽERSTVÍ A HUMANITNÍCH VĚD



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Porovnání regulatorního prostředí energetického využití odpadu v ČR

a v jiných zemích EU

Vedoucí práce: Prof. Ing. Oldřich Starý, CSc.

Praha, 2015

Bc. Tomáš Holínek

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student: Tomáš Holínek

Studijní program: elektrotechnika, energetika a management
Obor: ekonomika a řízení energetiky

Název tématu: Porovnání regulatorního prostředí energetického využití odpadu v ČR a v jiných zemích EU

Pokyny pro vypracování:

- popis možností zpracování odpadu
- popis výhod energetického užití odpadu
- popis regulatorního a legislativního prostředí energetického využití odpadu v Německu a Rakousku
- porovnání vybraných zemí s ČR
- návrh kroků pro ČR, aby bylo výhodné energeticky využívat odpad

Seznam odborné literatury:

Klinghoffer, B.N., Castaldi, M.J.: Waste to Energy Conversion Technology, Wood head Publishing, 2013

Rogoff, M.J., Screve, F.: Waste to Energy, Elsevier, 2011

Vedoucí diplomové práce: Prof.Ing. Oldřich Starý, CSc. – ČVUT FEL, K 13116

Platnost zadání: do konce letního semestru akademického roku 2015/2016
L.S.

Doc.Ing. Jaroslav Knápek, CSc.
vedoucí katedry

Prof.Ing. Pavel Ripka, CSc.
děkan

V Praze dne 29.1. 2015

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Filipu Jelínkovi z firmy Ernst & Young s. r. o., který je autorem myšlenky tohoto tématu, za jeho trpělivost a ochotu, za věcné připomínky a vstřícnost při konzultaci. Mé poděkování také patří Prof. Ing. Oldřichu Starému, CSc. za vedení práce, Doc. Ing. Jiřímu Vašíčkovi, CSc. za prvotní nasměrování této práce a také Ing. Petru Novákovi z firmy Termizo a. s. za odborný výklad a zodpovězení dotazů při exkurzi ve spalovně odpadů Termizo v Liberci.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne

Abstrakt

Českou republiku v několika následujících letech čeká změna ohledně nakládání odpadu, konkrétněji omezení skládkování odpadu.

Diplomová práce se věnuje energetickému využití odpadu ve spalovnách komunálního odpadu, hlavně z legislativního a ekonomického pohledu.

V práci jsou popsány všechny stupně stanovené hierarchie nakládání s odpadem, včetně Mechanicko-biologické úpravy odpadu a popisu spalovny odpadu. Na popisnou část navazuje legislativa EU, ČR, Německa a Rakouska, včetně jejich porovnání mezi sebou. Na teoretickou část navazuje výpočet efektivnosti ZEVO (Zařízení pro energetické využití odpadu) o kapacitě 100 000 t/rok z reálných dat.

Klíčová slova:

Komunální odpad, odpadové hospodářství, energetické využití odpadu, legislativa, spalovna

Abstract

There is going to be a change in the waste management of Czech Republic in next years, mainly a reduction of landfilling of waste.

The diploma thesis is dealing with a legislation and efficiency of waste to energy (WTE).

There is a description of each step the waste management hierarchy including the mechanical-biological treatment and the description of a WTE plant. The next part is a legislation of the European Union, the Czech Republic, Germany and Austria and comparing each other. After the theoretical part is the numerical part of efficiency of the WTE plant with a capacity 100 000 tons per year.

Key words:

Municipal waste, waste management, waste to energy, legislation, waste incinerator

Obsah

1	Úvod	4
2	Odpadové hospodářství	6
2.1	Základní pojmy	6
3	Popis možností zpracování odpadu	8
3.1	Předcházení vzniku odpadu	8
3.1.1	Prevence vzniku odpadu na úrovni spotřebitele	8
3.1.2	Prevence vzniku odpadu na úrovni podniku	9
3.2	Recyklování	10
3.3	Spalování odpadů	11
3.4	Skládkování	12
3.4.1	Povrchové skládkování	12
3.4.2	Ukládání odpadu do podzemních prostor	13
3.5	Mechanicko-biologická úprava odpadu	13
4	SWOT analýza energetického využití odpadu	16
4.1	Recyklovat nebo energeticky využívat?	16
4.2	Energetické využití komunálního odpadu v ČR	16
4.3	Cyklus energetického využití odpadu	19
4.3.1	Čištění spalin	20
4.4	Spalovna v Brně	21
4.4.1	Princip technologického procesu	22
4.4.2	Skladování odpadů	23
4.4.3	Spalovací zařízení	23
4.4.4	Parní kotel	24
4.4.5	Čištění spalin	24
4.4.6	Turbína a parovodní trakt	25
4.5	SWOT analýza	25

4.5.1	Silné stránky.....	26
4.5.2	Slabé stránky.....	26
4.5.3	Příležitosti.....	26
4.5.4	Hrozby.....	26
4.6	Výroba tepla, elektřiny a vedlejších produktů.....	27
5	Popis regulatorního a legislativního prostředí energetického využití odpadu v Česku, Německu, Rakousku a porovnání mezi sebou.....	28
5.1	Směrnice Evropské unie.....	28
5.1.1	Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES o odpadech.....	28
5.1.2	Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/76/ES o spalování odpadu.....	29
5.2	Legislativa v České republice.....	30
5.2.1	ASEK.....	30
5.2.2	Zákon o odpadech.....	31
5.2.3	Zákon 354/2002 Sb. o emisních limitech a dalších podmínkách při spalování odpadu.....	32
5.3	Legislativa ve Spolkové republice Německo.....	34
5.3.1	Historie a současný stav.....	34
5.3.2	Technische Anleitung Siedlungsabfall (TASi).....	34
5.3.3	Abfallablagerungsverordnung (AbfAbIV).....	35
5.3.4	17. BImSchV: Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen.....	35
5.4	Legislativa v Rakouské republice.....	36
5.4.1	Současný stav.....	36
5.4.2	Abfallwirtschaftsgesetz 2002 (AVG).....	36
5.4.3	Abfallverbrennungsverordnung.....	36
5.5	Porovnání legislativ států mezi sebou.....	36
6	Budoucnost energetického využívání odpadu v České republice.....	39
6.1	Návrh jednotlivých kroků.....	39

6.2	Efektivnost výstavby nové spalovny odpadu, modelový příklad	45
6.2.1	Modelový příklad	45
7	Závěr.....	53
8	Literatura.....	55
	Seznam obrázků	60
	Seznam tabulek	60
	Seznam grafů.....	60
9	Příloha A – Mapy ČR	i

1 Úvod

V každé zemi se řeší, jak nakládat s odpady. Tento obor se nazývá „odpadové hospodářství“. V České republice se nejvíc uplatňuje ukládání odpadu na skládky, protože to je nejlevnější. Z ekologického hlediska je skládkování odpadu považováno za jednu z nejhorších variant nakládání s odpady. Evropská unie tlačí na členské státy pro snížení objemu odpadu ukládaného na skládky. Česká republika toto nařízení o odpadech ještě neschválila, poslední návrh odložila. Každopádně již dnes se odpad recykluje a i energeticky využívá, ale jen v malé míře oproti požadavkům EU.

Naši západní sousedé mají zakázáno skládkovat odpad, proto zpracovávají odpad jiným způsobem. Recyklovat se nedá všechno odpad, proto se zbytkový odpad pálí ve spalovnách odpadů, respektive se energeticky využívá. Vše jde „ruku v ruce“.

Toto téma jsem vybral z toho důvodu, protože jsem chtěl zjistit, proč Česká republika tak málo využívá energetický potenciál odpadu. V době, kdy se hledají náhradní zdroje za uhlí je odpad jeden z možných náhrad.

Na začátku práce si kladu tyto hlavní otázky:

Je odpad málo energeticky využíván z důvodu komplikovaným procesem schvalování stavby a provozu spalovny, ekonomickou náročností nebo jen psychickou bariérou obyvatel? Proč v západních zemích lze energeticky využívat vyprodukovaný odpad takové míře a u nás ne?

Dalšími cíli této práce jsou potvrdit nebo vyvrátit hypotézy:

Má spalovna v ČR environmentální přínos?

Je současná platná legislativa v souladu s přístupem EU s nakládání s odpady a odpovídá trendům moderního nakládání s odpady v Rakousku a Německu?

Je ČR připravena na omezení skládkování?

Pro odpovědi na otázky se ve své práci budu zabývat všemi možnostmi zpracování odpadu, které stanovuje hierarchie nakládání s odpadem. Pro lepší pochopení technologie energetického využití odpadu popíši proces spalování, včetně metod čištění spalin a popisu spalovny odpadu. Podívám se na konkrétní čísla České republiky ohledně produkce a zpracování odpadu a určím výhody a nevýhody energetického využití odpadu.

V legislativní části se zaměřím na směrnice EU s nakládání s odpadem, na zákony o odpadech a o spalování odpadu České republiky, Německa a Rakouska a porovnáám je mezi sebou.

V praktické části se pokusím doporučit, co by měla Česká republika udělat pro zvýšení energetického využití odpadu a také spočítám ekonomickou efektivnost výstavby nové spalovny odpadu.

2 Odpadové hospodářství

V moderní době společnost produkuje velké množství odpadu různých druhů a vlastností a jeho objem stále roste. Odpadové hospodářství je obor, který se tomuto problému věnuje. Zabývá se předcházením tvoření odpadu, možnostmi využití nebo odstranění odpadu a jejich kontrolou. Technologie zpracování odpadu je vysoká, možnosti jsou různé podle složení odpadu.

V platné legislativě o odpadovém hospodářství v České republice se definuje, co je a co není odpad a jak s ním nakládat. Existují 2 zákony určující tuto problematiku, a to zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů (znám jako „zákon o odpadech“) a zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů (znám jako „zákon o obalech“) a s nimi související prováděcí předpisy.

Česká republika musí nakládat s odpady podle hierarchie, která je dána Evropskou směrnicí. Tato hierarchie je zakotvena v zákoně o odpadech, viz 5.2.2.

- a) předcházení vzniku odpadů,
- b) příprava k opětovnému použití,
- c) recyklace odpadů,
- d) jiné využití odpadů, například energetické využití,
- e) odstranění odpadů.

2.1 Základní pojmy

Za odpad je dle zákona považována „každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit a přísluší do některé ze skupin odpadů uvedených v příloze č. 1 k tomuto zákonu.“ [1] Zákon v příloze č. 1 definuje 16 skupin odpadů. „Ke zbavování se odpadu dochází vždy, kdy osoba předá movitou věc k využití nebo k odstranění ve smyslu tohoto zákona nebo předá-li ji osobě oprávněné ke sběru nebo výkupu odpadů podle tohoto zákona bez ohledu na to, zda se jedná o bezúplatný nebo úplatný převod. (...) Některé druhy odpadu přestávají být odpadem, jestliže poté, co byl odpad předmětem některého ze způsobů využití, splňuje, že věc se běžně využívá ke konkrétním účelům nebo pro věc existuje trh nebo poptávka. (...)“ [1]

Komunální odpad je podle definice „veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob a který je uveden jako komunální odpad v Katalogu odpadů, s výjimkou odpadů

vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání. Obec může obecně závaznou vyhláškou stanovit a vybírat poplatek za komunální odpad (dále jen "poplatek") vznikající na jejím území. Poplatek nelze stanovit současně s místním poplatkem za provoz systému shromažďování, sběru, přepravy, třídění, využívání a odstraňování komunálních odpadů podle zvláštního zákona. (...)“ [1]

Při energetickém využití odpadů se využívá uvolněné tepelné energie ze spalování odpadu k výrobě tepelné a elektrické energie. Ve spalovně se jako palivo používá směsný komunální odpad, který nelze jinak materiálově využít. Je to tedy odpad, který je svážen z popelnic a kontejnerů a taky vybraný odpad z průmyslu, například nemocniční odpad. [2]

Jak je možné z předchozího odstavce o energetickém využití odpadu pochopit, energie vyrobená z odpadu šetří neobnovitelné zdroje surovin, například uhlí. Odpad totiž po vzplanutí ve spalovací komoře kotle hoří sám bez přídavného paliva. Navíc ze zbytků po spálení (škváry) jsou vyseparovány železné a neželezné kovy, které jsou následně využívány jako druhotná surovina. [3]

Pro upřesnění, zákon o odpadech nečlení recyklaci odpadu mezi energetické využití. Je to jakékoliv využití odpadů, kdy se odpad znovu zpracuje na výrobky, materiály nebo látky pro jejich původní nebo jiné účely.

3 Popis možností zpracování odpadu

Hierarchie nakládání s odpadem praví, jak občané a firmy v České republice musí s ním zacházet. Nejdříve se máme chovat tak, abychom vytvořili co nejméně odpadu. Dále věci, které už nepotřebujeme, tak nemáme vyhazovat, ale vymyslet náhradní využití. Následuje třídění odpadů v domácnosti a ve firmách a vyrábět z nich nové výrobky. Ze zbytkových odpadů, které nelze jinak využít, vyrobit energii a teprve poté do skládky ukládat pouze odpady, které nejdou nijak zpracovat. Každý způsob má své výhody a nevýhody.

3.1 Předcházení vzniku odpadu

Ačkoliv se to nejeví jako zpracování odpadu, nezpůsobovat odpad je nejlepší nakládání s odpady. Na toto myslí i zákon o odpadech, který každému udává za povinnost, ve svých možnostech, předcházet vzniku odpadu a omezovat jejich množství. Konkrétněji jsou tyto požadavky formulovány v plánech odpadového hospodářství. Omezování vzniku odpadu nejen pomůže životnímu prostředí, ale také přispěje k lepší ekonomice podniku, hlavně těm nevýrobním, například školám, nemocnicím, armádě apod. [4]

3.1.1 Prevence vzniku odpadu na úrovni spotřebitele

Pro každého občana je mnoho možností, jak předcházet tvorbě odpadu, hlavně toho komunálního. Prioritním úkolem je naučit populaci k ekologickému myšlení. Jde konkrétně o změnu spotřebitelského chování. Například nákup nebaleného zboží, případně v úsporném balení, opakované používání látkové nákupní tašky místo plastových, nákup kvalitního zboží s delší dobou životnosti (nabíjecí baterie, atd.) a také nákup potravin v takovém množství, které bude skutečně spotřebováno a nebude odloženo do sběrných nádob. K prevenci odpadu se řadí i kompostování na zahradách.

Otázkou ale zůstává, jak velkou motivaci má současná konzumní společnost k takovéto změně. Většina lidí, hlavně ve velkých městech, moc neřeší ekologii a životní prostředí. Jsou neohleduplní a nechápou, jak by mohli oni sami něco změnit a nechtějí se omezovat. K tomu jsou podporováni ze strany prodejců a výrobců k nakupování nových výrobků pomocí reklam, slev, případně módních trendů, ačkoliv stávající produkt spotřebitele je funkční nebo zbytečné nakupování potravin, které se nezkonzumují. Toto všechno je součástí vývoje společnosti spojené se sociálními, kulturními a ekonomickými faktory. [4]

3.1.2 Prevence vzniku odpadu na úrovni podniku

Podle Kuraše, nejvíce produkují odpad podniky. Rozdělil opatření o předcházení vzniku odpadu na 2 základní skupiny, na opatření vynutitelná a dobrovolná. Hlavní myšlenkou těchto opatření je celková ochrana životního prostředí.

Vynutitelné opatření je například zákon o odpadech č. 185/2001 Sb. (v platném znění), který jsem již zmiňoval ve 2 kapitole, přímo ukládá povinnost předcházení vzniku odpadů. Dalším významným zákonem je zákon o posuzování vlivů na životní prostředí č. 100/2001 Sb. (EIA). Výstupem z dokumentu EIA je zpráva, za jakých okolností je možné daný projekt zrealizovat a za jakých dopadů na životní prostředí. Významným legislativním opatřením je zákon o integrované prevenci a předcházení znečištění č. 76/2002 Sb. Ten mluví o integrovaném předcházení a omezování znečištění, včetně odpadů. Pro představu, tato legislativa například stanovuje požadavky na úroveň provozované techniky a technologie.

Dobrovolné aktivity výrobců jsou součástí tzv. ekologicky šetrných výrob, jejichž hlavním cílem je zlepšení chování výrobních podniků vůči životnímu prostředí a zároveň zvyšování jeho konkurenceschopnosti. Obojí jde „v ruku v ruce“. Čistší produkce snižuje nepříznivé vlivy na prostředí a současně výrobní podnik dosáhne lepší ekonomiky díky lépe využívajícím vstupům výroby.

Pro výrobní podniky je smyslem dobrovolných aktivit prevence racionálnějšího využívání surovin, materiálů a energií již při vytváření výrobku, ztrát ve výrobě a prodloužení životnosti produktu. Důležitou roli hraje způsob odstranění odpadu vzniklého z původního výrobku. Stěžejním bodem je zavádění máloodpadových a bezodpadových technologií, někdy společně označované jako čisté technologie. Hlavní úloha těchto čistých technologií v průmyslu je minimalizace odpadu, navíc se předcházení odpadu řeší přímo ve výrobním procesu, a ne až za ním.

Máloodpadová technologie je principiálně vhodné nahrazení původního výrobního procesu, a tím se sníží množství produkovaných odpadů. Odpad se zpátky recykluje s určitou účinností, která je určena množstvím energie skutečně využitě na to, aby se odpad znovu použil.

Bezodpadová technologie je koncepce celého cyklu: dodávka surovin – výroba – odstraňování a recyklace odpadu, přičemž se jednotlivé prvky navzájem ovlivňují. Při vlastní výrobě by neměly vznikat žádné další nezpracovatelné a nevyužitelné produkty.

Rozdíl mezi těmito dvěma technologiemi je v tom, že v první jmenované se využije všech surovin, kdežto u druhé je podstata v uzavřených technologických cyklech, kde se odpady recyklují a vracejí do výroby.

Jak Kuraš poukazuje, pro většinu současných provozovaných technologií je výstižnější používat termín „máloodpadová technologie“. [4]

Žádná technologie není absolutně bezodpadová. Pokaždé tedy vznikne nějaký odpad, který je třeba zpracovat některou z následujících možností.

3.2 Recyklování

Recyklace odpadu je využití výrobních zpracovatelských a spotřebních odpadů a látek v původní nebo jiné formě pro vytvoření druhotné suroviny. Tento vytvořený produkt či materiál se dále používá k hospodářskému nebo jinému účelu. Podle Filipa je „recyklace jednou z cest vedoucích k řešení surovinovému problému, k úspoře materiálu a energií a zároveň k ochraně životního prostředí.“

K většímu rozšíření recyklace brání fyzikální, technologické, ekonomické, ale i psychologické omezení. Podle fyzikálního zákona o zachování hmoty a energie lidstvo nedokáže přeměnit materiál na jinou látku bez ztrát, vznikají hlavně tepelné ztráty. Technologické postupy vytvářejí emise, můžou ničit ekosystém, jsou náročné na energie. K tomu neumíme zatím všechny druhy odpadů zpracovat, s tím souvisí i ekonomické omezení, ne vždy je efektivní recyklovat. Navíc se do nákladů na recyklování připočítává sběr, shromažďování, přeprava, případná kontrola „čistoty“ odpadu. Druhotné suroviny nemívají stejné vlastnosti jako produkty z prvotních zdrojů. Toto vše je třeba započítat do výsledné ceny výsledného druhotného produktu. Mezi ekonomické problémy se řadí i potřeba stabilní dodávky odpadu ke zpracování a zároveň odbyt druhotné suroviny. Jako psychologickou bariéru označuje Filip hlavně nedostatečnou informovanost potřeby recyklovat odpad a to nejen u občanů, ale hlavně u managementu firem. [2]

Navzdory výše popsaným omezením využití odpadů jako druhotných surovin přináší v plno případech významné ekonomické efekty. Potřeba elektrické energie při využití druhotných surovin například klesá na 5-70 % potřeby při výrobě srovnatelných produktů ze surovin prvotních, investiční náročnost na zpracování kovů ze šrotu je čtyřikrát až desetkrát menší než při zpracování kovů z rud apod. Emise do ovzduší při výrobě papíru se snižují o 60-

70 %, při výrobě skla o 6-20 %, při výrobě oceli o 80-85 %. Díky recyklaci vzniká i menší množství tuhých odpadů, menší je rovněž objem znečištěných vod. [4]

Pro zvýšení ochrany životního prostředí je recyklace účinná pouze tehdy, jsou-li všechna negativní působení přeměny odpadu na druhotnou surovinu menší než všechny negativní dopady odstranění odpadu. Pokud tomu tak není, recyklace znečišťuje životní prostředí. [2]

3.3 Spalování odpadů

Spalování je technologie z obecné skupiny „tepelné zpracování odpadů“, kam patří i alternativní metody spalování odpadu, například pyrolýza, zplyňování a zkapalňování odpadu. Alternativní metody mají ale požadavek na jednotné odpady s neměnným složením, tzn. komunální odpad, jako palivo, nevyhovuje.

Smyslem spalování odpadů je snížení množství organických znečišťujících látek v odpadech a omezit celkové množství odpadů. Vedlejším jevem spalování je využití tepla, avšak, jak by se mohlo zdát, není to hlavní důvod pro volbu s nakládání s odpady. Spalovat by se měl jen ten odpad, který už nelze využít jako druhotné suroviny. Odpad se spálením objemově sníží na třetinu, váhově na desetinu.

Spalování odpadů je vhodné využití odpadů v hustě obydlených odpadech, kde je nedostatek půdy pro skládkování a zároveň „zaručen“ odběr tepla. Na druhou stranu má podobné výhrady jako recyklace, tedy ekonomické, technické, ekologické a psychologické omezení. Jsou to hlavně vysoké investiční a provozní náklady, nezbytnost kvalifikované obsluhy, dokonalé kontrolní a měřicí zařízení a zařízení pro zachycování škodlivin ze spalin. Podle Kuraše „moderní technologie Waste to Energy (energetické využití odpadů) by měla být již brána jako nezpochybnitelná součást moderního nakládání s odpady, zvláště když tato technologie přispívá k dodávkám energie, aniž by zatěžovala životní prostředí. Udržitelné hospodářství vyžaduje kombinaci vzájemně se doplňujících opatření formou materiálového využívání, biologického zpracování (kompostování) a tepelného zpracování.“ Zároveň upozorňuje, že „je třeba si přitom uvědomit, že se některé zbytkové materiály po recyklačním procesu musí podrobit tepelnému zpracování.“

Pro spalování lze použít různé druhy odpadů: tekuté kaly, tuhé i plynné odpady. Většina odpadů jsou méněhodnotná paliva a jejich spalování je problémové. Konkrétně komunální odpad je různorodý materiál a rozdílných vlastností a rozměrech jednotlivých složek. Ke špatně spalitelným odpadům je potřeba přimíchat dobře spalitelné palivo tak, aby směs stále hořela.

Za dobře spalitelné palivo se považuje inertní odpad (bez biologických složek, nehoří) nebo silně vlhké a spékavé odpady. V případě nutnosti je možno použít přídatné palivo.

Odpadními látkami ze spaloven jsou plynné a pevné látky. Spalovny komunálního odpadu produkují asi 4500 – 6000 m³ spalin na tunu spáleného odpadu. Při plně oxidačním spalování jsou dominantní složky spalin vodní pára, CO₂ a kyslík. Do vzduchu se také mohou dostat podle složení odpadu HCl (chlorovodík), HF (fluorovodík), HBr (kyselina bromovodíková), HI (kyselina jodovodíková), NO_x (oxidy dusíku), SO₂ (oxid siřičitý) a sloučeniny těžkých kovů. Vzniku CO lze ovlivnit řízeným přívodem kyslíku.

Spalování s následným dokonalým čištěním spalin se dá považovat jako účinný a ekologický způsob zpracování odpadu. V zahraničí se tento princip běžně využívá. Průmyslové západní a severní země spalují více než 40 % komunálního odpadu, v České republice je tento podíl okolo 20 %. Jinde, třeba ve Švédsku, se odstraňuje většina komunálních i průmyslových odpadů tímto způsobem a to 83 % z celkového vyprodukovaného odpadu, Švýcarsko dokonce 97 %. [4]

3.4 Skládkování

3.4.1 Povrchové skládkování

V České republice je povrchové skládkování nejpoužívanější metoda nakládání s odpady. Je to způsob, kdy jsou odpady plánovitě odváženy na skládku. Tam se hutní čelním kolovým nakladačem, tzv. kompaktozemníkem a pravidelně se přikrývá inertním (nerozkládajícím se) materiálem. Přestože je skládkování nejméně vhodnou formou odstraňování odpadu, bohužel se počítá s tím, že v blízké budoucnosti zůstane nejrozšířenějším způsobem jejich odstraňování, pokud se razantně nezvýší poplatky na skládkování. Dnes zde končí obrovské množství materiálu, které lidstvo umí recyklovat a nedělá to, jen kvůli levným poplatkům za uložení odpadu na skládce. Zvýšení poplatků je v současné době v řešení.

„Výstavbě skládky, stejně jako i jiných velkých zařízení na odstraňování odpadů, předchází poměrně komplikovaný schvalovací proces přesně vymezený zákony č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí (tzv. EIA), č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění (tzv. IPPC), a č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, v platném znění, po jehož úspěšném zvládnutí může investor získat stavební povolení.“ [4]

Skládky se dělí do tří skupin podle technického zabezpečení:

- Skupina S – inertní odpad (stavební suť, kamení, ...), označována taky jako S-OI
- Skupina S – ostatní odpad (komunální odpad, objemný odpad, ...), označována taky jako S-OO (dělí se dále na podskupiny S-OO1, S-OO2, S-OO3)
- Skupina S – nebezpečný odpad (chemikálie), označována taky jako S-NO.

Skládka je stavba technologicky vybavená tak, aby uložený odpad negativně neovlivňoval podzemní a povrchovou vodu, a aby byly co nejmenší vlivy na ovzduší jak po dobu životnosti, tak i po uzavření. V průběhu skládkování se totiž vytváří výluhové vody a skládkový plyn. Výluhová voda vzniká hlavně díky srážkové vodě, která proteče vrstvou odpadu. Nebo vznikne biologicky-chemickými procesy při ustálení odpadů. Proto jsou skládky S-OO3 vybaveny jímacím zařízením na odvod výluhové vody. [4] Klinghoffer ve své knize rozděluje skládky na:

- Moderní skládkování využívající skládkový plyn v kogenerační jednotce
- Moderní skládkování spalující skládkový plyn v hořáku
- Skládkování bez využití skládkového plynu

Způsob využití skládkového plynu je ovlivněn obsahem metanu v plynu (20-65 %). [36]

3.4.2 Ukládání odpadu do podzemních prostor

Tato technologie skládkování odpadů dostala označení skládkové hornictví. Jde o ukládání odpadů do podzemních prostor již zavřeného dolu s vhodnými geologickými podmínkami anebo do vhodně upravených vrtů. Výhodou je ochrana životního prostředí na povrchu a dosažení příznivějších klimatických podmínek. Ekonomickou výhodou je zhodnocení již vynaložených a z větší části odepsaných investic a přechod od těžebního ke skládkovému hornictví je méně časově i finančně náročný než při výstavbě nových objektů na povrchu.

Tato metoda je určena pouze pro pevné anebo zpevnitelné sypké hmoty a kalovité zbytkové materiály. Technika ukládání závisí na vlastnostech ukládaných materiálů, a to čerpáním, sypáním nebo stohováním. V České republice se ukládá zbytkový materiál do podzemních důlních děl od počátku 90. let. [4]

3.5 Mechanicko-biologická úprava odpadu

Tato technologie (MBÚ) zpracování komunálního odpadu není v České republice běžnou záležitostí. V české legislativě je tato metoda zakotvena ve vyhlášce č. 482/2005Sb., o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z

biomasy a definuje tuto technologii v § 2 písmena h) jako „úpravu směsného komunálního odpadu a průmyslového odpadu svou charakteristikou a složením podobným komunálnímu odpadu, spočívající v kombinaci mechanických a jiných fyzikálních postupů, jako jsou například rozdrobení a třídění, s biologickými postupy, jako jsou zejména hnití a fermentace, k oddělení některých složek obsažených v těchto odpadech a k jejich biologické stabilizaci.“

Smyslem MBÚ je minimalizovat dopad na životní prostředí při ukládání odpadu na skládku. Jde tedy o roztřídění komunálního a průmyslového odpadu na využitelné (energeticky nebo materiálově) a nevyužitelné odpady a na biologické úpravy vytríděných biologických složek (kompostování) před uložením na skládku. Konkrétně se můžou výstupy rozdělit na:

- odpady materiálově využitelné (železné a neželezné kovy, plasty a biologický materiál pro rekultivaci skládek), tzv. „podsítná frakce“
- odpady energetické (vytríděný výhřevný odpad použitelný v cementárnách nebo v energetických zdrojích), tzv. „lehká frakce“
- odpady k termické úpravě (odpady s nižší výhřevností určené do spaloven odpadu), tzv. „těžká frakce“
- odpady k uložení na skládku

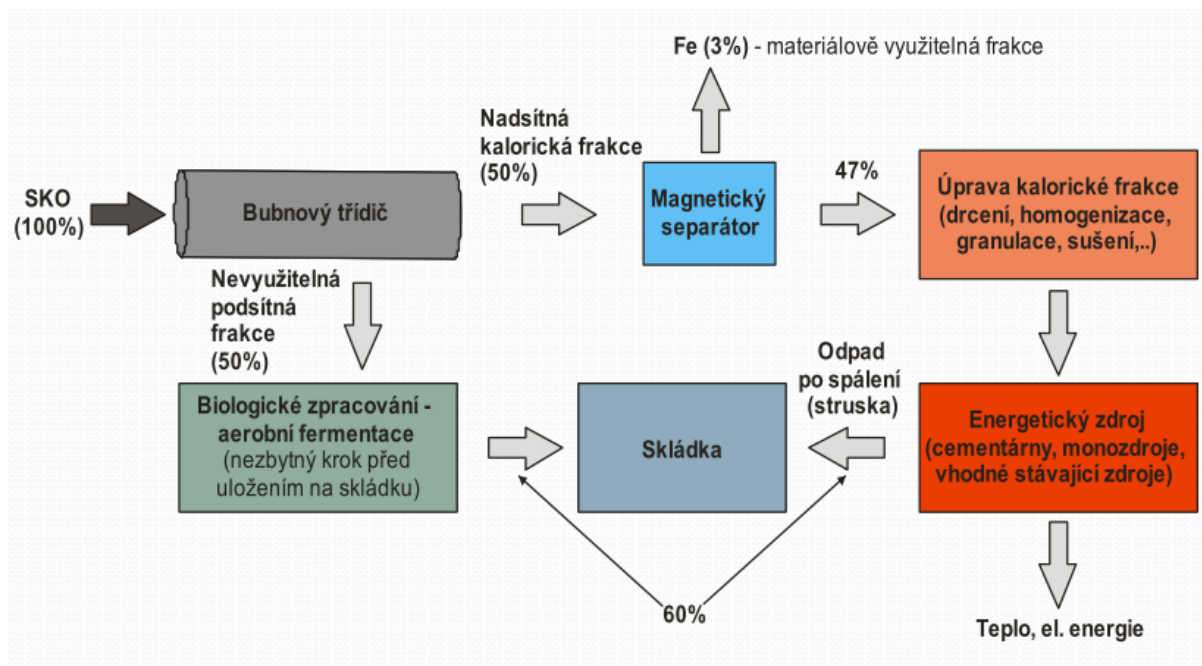
Podle technologického postupu lze procesy rozdělit do tří skupin:

- Mechanicko-biologická úprava
- Mechanicko-biologická stabilizace (biosušení)
- Mechanicko-fyzikální úprava (fyzikální sušení)

Všechny tři technologie se stávají z 3 základních postupů, viz Obr. 1. Vždy to je nejprve „mechanická předúprava“, kdy se z odpadu vybere objemný odpad (např. matrace), elektroodpad, apod. a celá zbylá směs se předdrtí a pomocí mechanických postupů (síta, separátory) se oddělí kovy a různé (biologické, vysoce výhřevné, sklo, ...) složky odpadu.

Poté se podle zvolené technologie směs kompostuje, respektive suší při 55 °C, respektive suší při 150 – 300 °C.

Poslední krok, „mechanická úprava“, je pro všechny technologie stejný, směs se znovu přetřídí na jednotlivé složky odpadu (většinou kovy). Výstupní palivo z odpadu se může peletovat, drtit, lisovat a pak energeticky využít nebo odvést na skládku odpadu. [20]



Obr. 1 Schéma základního modelu MBÚ [33]

Mechanicko-biologická úprava (MBÚ) je využívána v Německu i v Rakousku, v ČR není tato technologie zatím provozována.

Praxe v Německu ukazuje, že MBÚ není správná cesta s nakládáním odpadu. Odborná rada pro otázky životního prostředí německé spolkové vlády z roku 2008 nedoporučuje stavbu nových zařízení MBÚ. [23]

Že MBÚ není nejvhodnější cesta v odpadovém hospodářství, dosvědčuje i zpráva projektu Věda a výzkum Ministerstva životního prostředí, „Ověření použitelnosti metody mechanicko-biologické úpravy komunálních odpadů a stanovení omezujících podmínek z hlediska dopadů na životní prostředí“. Závěrem zprávy je: „MBÚ v kterékoliv variantě a uspořádání není metoda zajišťující konečné využití či odstranění odpadů, MBÚ tedy může fungovat pouze při navázání na další technologie využívající jeho výstupy a na základě zahraničních zkušeností (Rakousko, Německo). MBÚ primárně nevede k materiálovému využití složek směsného komunálního odpadu a produkty těžké a podsitné frakce jsou po stabilizaci stejně vyváženy na skládku.“ Jedná se okolo 60 % hmotnosti odpadu vstupujícího do MBÚ. [30]

4 SWOT analýza energetického využití odpadu

Tepelné zpracování odpadů patří k dlouho používaným metodám zpracování odpadu. Řízené spalování odpadů mělo funkci hlavně hygienickou, pro zamezení přenosných nemocí v odpadech. V pozdější době se tato metoda zpracování odpadu používala hlavně k radikálně zmenšení objemu odpadu a po 2. světové válce i k využitelnosti energetického potenciálu odpadu.

4.1 Recyklovat nebo energeticky využívat?

V zákoně o odpadech každé dále porovnávané země je zakotveno, že třídít odpad má původce odpadu, tzn. domácnosti, firmy, továrny. Do barevných kontejnerů se ukládá papír, sklo, plasty a nápojové kartony, případně ještě bioodpad. Ve sběrných dvorech se dále přijímají kovy, velkoobjemový a nebezpečný odpad a vysloužila elektrozařízení a baterie. Ostatní odpad, který je uložen do směsného odpadu, je odvezen na skládku nebo spálen v ZEVO (zařízení pro energetické využití odpadu).

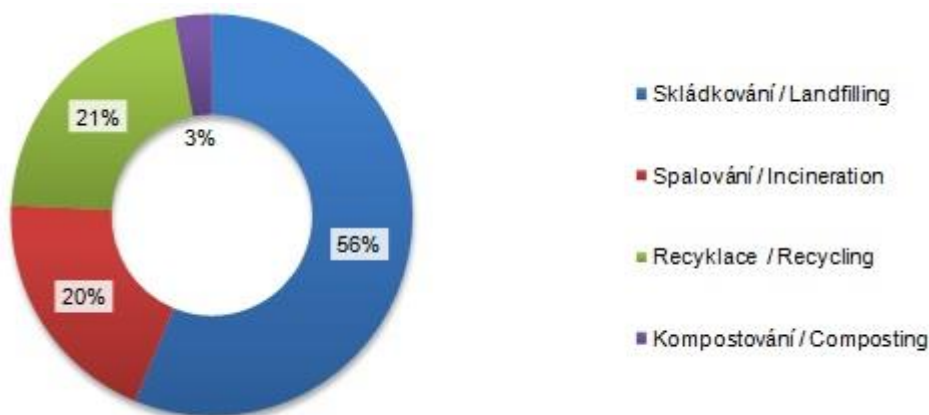
Odpůrci spaloven odpadu tvrdí, že je „lepší“ recyklovat. Jsou ale technologické a ekonomické limity recyklace odpadu. Odpad, který nelze recyklovat nebo je nevytříděn, je vhodnější energeticky využít než uložit na skládku.

V dřívějších dobách bývalo při neřízeném spalování uvolněno do ovzduší mnoho nebezpečných látek. V současnosti existují technologie pro zachycení všech měřitelných škodlivin. Navíc požadavky pro ZEVO jsou velmi přísné a monitorované. Klinghoffer také poukazuje na snížení dopravy z důvodu výstavby ZEVO blízko měst oproti vzdáleným skládkám odpadu a snížení počtu usmrcených osob sražených popelářským autem. [36] Toto je v podmínkách ČR diskutabilní z důvodu velkého množství skládek, viz příloha A, Obr. A1 a odmítání veřejnosti výstavbu ZEVO u měst a také dovoz odpadu ze širokého okolí do ZEVO.

Pro „moderní“ odpadové hospodářství je vhodné ty dvě technologie nakládání s odpadem uplatňovat integrovaně.

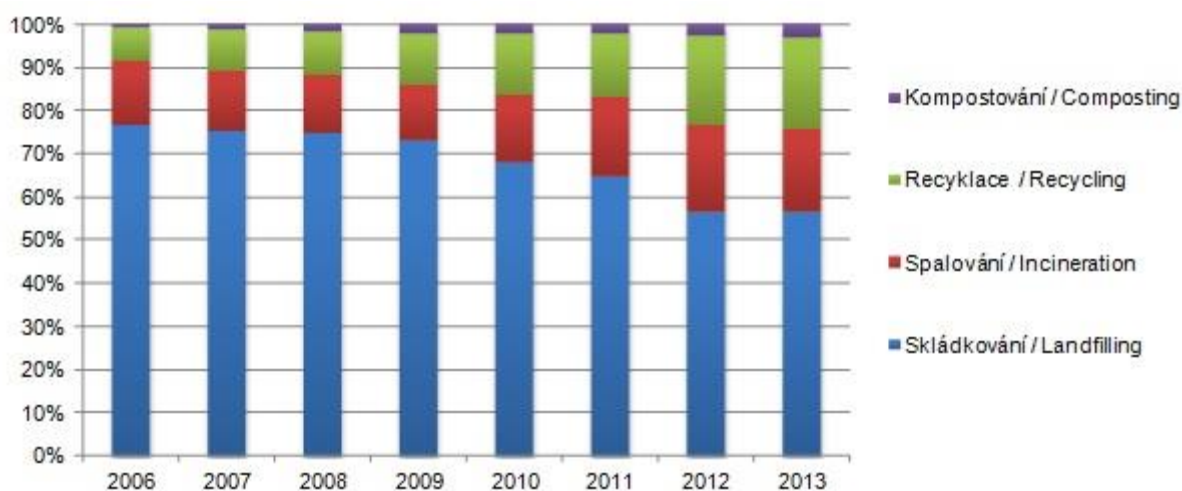
4.2 Energetické využití komunálního odpadu v ČR

Podle Českého statistického úřadu obce, respektive obyvatelé v obcích, vyprodukovali v roce 2013 3 228 232 tun komunálního odpadu. [7] V přepočtu na obyvatele produkce činí průměrně okolo 300 kg odpadu na osobu za rok. Více než polovina tohoto odpadu byla uložena na skládku, pouze pětina byla energeticky využita a další pětina recyklována.



Graf 1 Způsoby nakládání s komunálními odpady v roce 2013 [7]

Zatímco v roce 2000 jsme spalovali v přepočtu pouze 31 kg odpadu na obyvatele, v roce 2007 to bylo 38 kg odpadu na obyvatele a v roce 2012 se energeticky využilo 62 kg odpadu na obyvatele. [7] Trend růstu energetického využití odpadu jde vidět na Grafu 2.



Graf 2 Vývoj nakládání s komunálním odpadem v ČR [7]

Ke dni 8. 10. 2011 bylo 237 provozovaných skládek v České republice, z toho 178 jsou skládky ostatního (komunálního) odpadu, viz Příloha A – Obr. A1.

V současné době jsou v České republice v provozu 31 spaloven nebezpečného odpadu a 3 spalovny komunálního odpadu, v Praze (ZEVO), Brně (SAKO) a v Liberci (Termizo). Čtvrtá se staví v Chotíkově u Plzně, viz Příloha A – Obr. A2.

Spalovny nebezpečného odpadu většinou zajišťují likvidaci kontaminovaných a biologických materiálů, většina je provozována v areálech nemocnic a všechny byly postaveny v devadesátých letech 20. století.

V Praze se původní spalovna komunálního odpadu nacházela ve Vysočanech, která byla v činnosti od roku 1934 do roku 1997. Původně měla 2 kotle, přičemž každý měl kapacitu 10 t odpadu za hodinu, ale s přidavkem hnědého uhlí. Část páry se dopravovala parovodem do okolních podniků, část „šla“ do dvou generátorů o výkonu 2krát 5 MWe. Na konci svého provozu spalovala pouze hnědé uhlí a dodávala teplo do okolí. [8]

Nová spalovna se nachází v Praze Malešicích a funguje od roku 1998. Má 4 kotle, každý může spálit 15 t odpadu za hodinu. Celková kapacita spalovny je 315 000 t odpadu za rok. V roce 2007 byla uvedena do provozu nová technologie druhého stupně čištění spalin. Teprve v roce 2010 byla instalována kondenzační turbína, na kterou je napojen generátor o výkonu 17,5 MWe. Do té doby spalovna nevyráběla elektřinu, ale pouze páru, kterou odváděla do blízké Pražské teplárenské. [9]

V Brně byla postavena spalovna již od roku 1905. V současné době se zde nachází od roku 1989 nová spalovna, která je po celkové rekonstrukci a je to nejmodernější zařízení pro spalování odpadu v ČR. Proto jí je věnována celá kapitola 4.3. Má 2 kotle, kapacita spalovny činí 224 000 t odpadu za rok. Výkon turbíny je 22,7 MWe. [6]

V Liberci je spalovna v provozu od roku 1999, má pouze 1 kotel, který zvládne spálit 96 000 t odpadu za rok. Jsou zde instalované 2 protitlaké turbíny na výrobu elektrické energie o výkonu 3,5 MW. [10]

V současné době se staví čtvrtá spalovna odpadu v Chotíkově u Plzně. Podle oficiálního zdroje [11] je termín dokončení v prosinci 2015. Její kapacita bude činit 95 000 t odpadu za rok. Instalovaný výkon generátoru bude 7,5 MWe. [11]

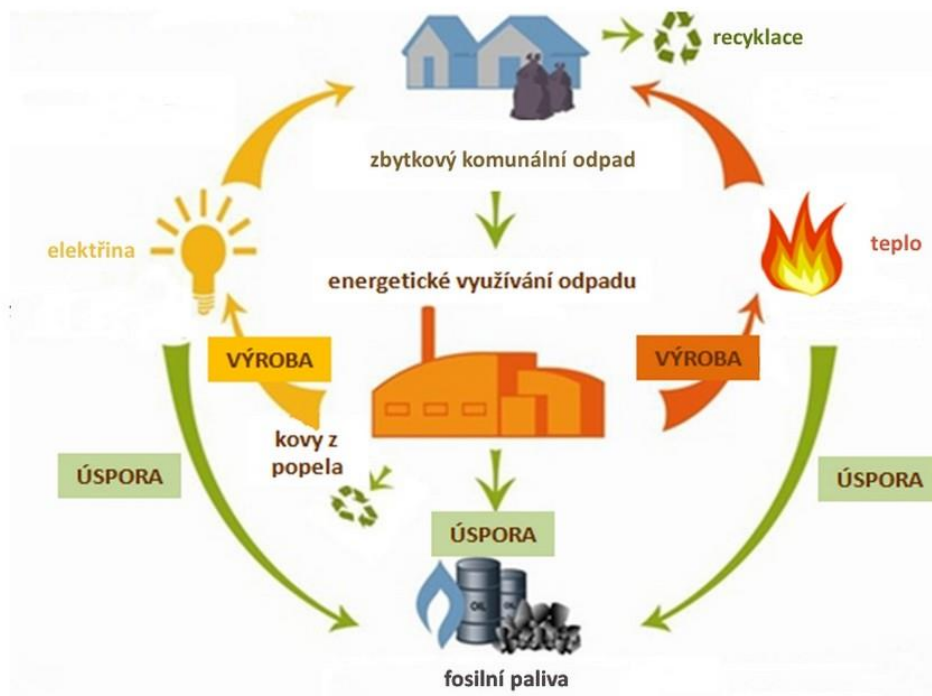
Další plánované spalovny byly v Komořanech (okres Most) s kapacitou 150 000 t odpadu ročně, v Karviné s kapacitou 200 000 t odpadu za rok, ve Vřesové (okres Sokolov) s kapacitou 60 000 t odpadu ročně a v Chebu s kapacitou 20 000 t odpadu za rok. Všechny tyto projekty byly z určitých důvodů zastaveny a nerealizovány. Zdroj: Wikipedie

Ještě další možností energetického využití odpadu je v cementárnách. Je to málo známá varianta využití odpadu. Cementárny pro výrobu cementu potřebují výhřevná paliva, která

navíc obsahují uhlík nebo železo. Tuhé alternativní palivo se drtí na drobné kousky a přimíchává se v určitém poměru k primárnímu palivu. Každá várka odpadu je v laboratoři testována na výhřevnost, je potřeba vysoce výhřevné palivo. Škodlivé spaliny se vážou do struktury cementu. Není možné ale v cementárnách energeticky využít všechny druhy odpadu. V ČR má povolení spoluspalovat odpad 5 cementáren. [22]

4.3 Cyklus energetického využití odpadu

Obr. 2 znázorňuje, jak se má správně zacházet s komunálním odpadem. Předchozí kapitola je věnována nakládání s odpady, první možností je odpad zbytečně nevyprodukovat. Při vytvoření odpadu se recykluje ten odpad, který lze recyklovat. Teprve až potom se nerecyklovatelný odpad odveze do spalovny, kde se spálením vyprodukuje elektřina a teplo, které se vrací zpátky do domácností. Ze strusky a popela se vyseparují kovy, které se opět recyklují. Teprve až teď lze již dále nezpracovatelný odpad odvést na skládku. Z energetického pohledu se šetří touto metodou fosilní paliva, kterých je na Zemi omezené množství. „Obecně platí, že 3 tuny komunálního odpadu o průměrné výhřevnosti 10 MJ/kg mohou poskytovat srovnatelné množství energie jako 1 tona černého uhlí.“ [4] Z ekologického hlediska se sníží množství odpadu ukládané na skládku.

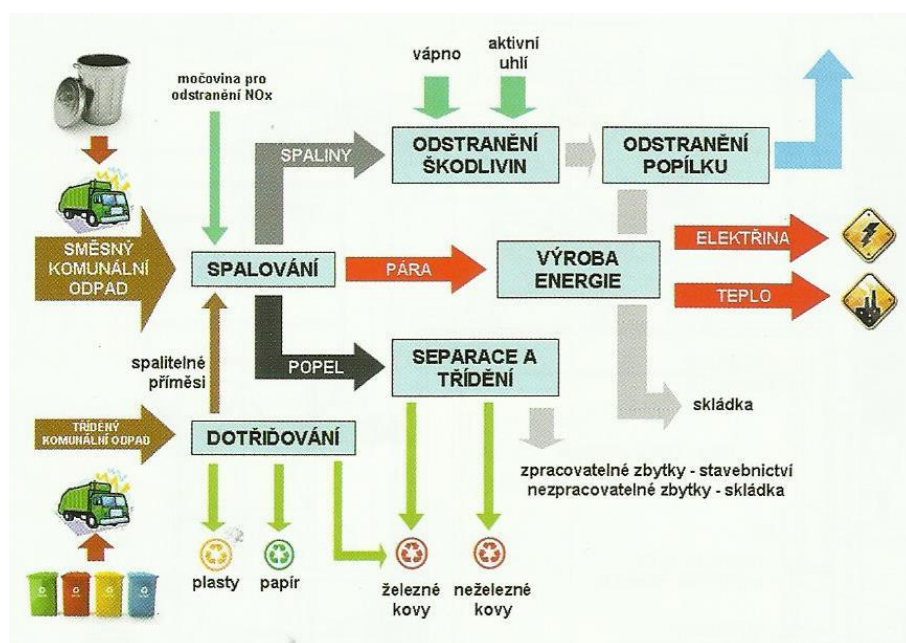


Obr. 2 Cyklus energetického využívání odpadu [5]

Pro upřesnění, spalovny spalují nejen komunální odpad z domácností, ale také průmyslové odpady. Ty můžou být z dřevařského, papírenského, kožedělného, plastikářského a gumárenského, textilního, potravinářského průmyslu, ale také z chemického a petrochemického. Každá spalovna může spalovat jiný typ odpadu podle instalované technologie. Odpady se liší různou výhřevností a skupenstvím. [2]

4.3.1 Čištění spalin

Při jakémkoliv spalování vznikají nebezpečné látky, které je třeba zachytit a zneškodnit. Obr. 3 názorně ukazuje celý technologický proces spalování odpadu, včetně použití dalších chemických látek pro vyčištění spalin.



Obr. 3 Schéma technologického procesu spalování odpadů [6]

Spaliny ze spalování odpadů obsahují mimo neškodných plynů (dusík, CO₂ a vodní páru) také i škodlivé látky (NO_x, SO_x, CO, HCl, HF, prach, těžké kovy a jejich sloučeniny). Čištění spalin je většinou třístupňové a metody se dělí podle používaných chemických reagentů na:

- Suché metody

Jako hlavní složka se používá hydroxid vápenatý ve formě jemného prášku. Výhodou je relativně jednoduchá technologie a nízké investiční náklady, ovšem na úkor účinnosti oproti dalším metodám. Nevýhodou je i velká spotřeba sorbentu a velká produkce nebezpečného odpadu v podobě prášku.

- Polosuché metody

U této metody se nejčastěji používají látky na bázi vápenného hydrátu. Ten se rozmíchá ve vodě a rozprašuje se do proudu horkých spalin. Výhodou je vyšší účinnost než u suché metody, naopak je těžší příprava a aplikace sorbetu, náročnější technologie a s tím spojené vyšší investiční náklady. I v této metodě vzniká velké množství nebezpečného odpadu ve formě prášku.

- Mokrý metody

Sorbční činidlo u mokré metody se používají chemické roztoky na bázi hydroxidů. Účinnost této technologie je nejvyšší, ale také nejsložitější a investičně nejnákladnější. Odpadní voda se zpracovává v čističce odpadních vod. [2]

V dnešní době se nejvíce používá polosuchá metoda čištění spalin. Je technicky jednodušší, méně provozně i energeticky náročná a investičně a provozně levnější než mokrá metoda.

4.3.1.1 Postup čištění spalin

Spaliny z kotle mají 230 – 270°C, ty se musí nejdříve prudce zchladit sprchováním vodou (tzv. quenching), aby se zabránilo nežádoucím reakcím probíhajícím tzv. novosyntézou rekombinací fragmentů vzniklých při rozkladu chlorovaných látek v odpadu.

V prvním stupni se využije elektrostatických nebo tkaninových filtrů. Ty odstraní pevné částice (popílek) a částečně i těžké kovy, které na prachu kondenzují. Emisní limit 10 mg.Nm⁻³ vyžaduje odlučivost vyšší než 99 %. Plyny nadále ale obsahují škodlivé látky.

Ve druhém stupni se odstraní kyselý anorganický plyn (např. oxid siřičitý) pomocí suché, polosuché nebo mokré metody. Teplota spalin zde dosahuje 60 – 80°C podle použité metody. Oxidy dusíku NO_x se odstraňují nejčastěji močovinou.

Ve třetím stupni se odstraňují organické látky (zejména dioxiny), nejčastěji se používá aktivní uhlí. [4]

4.4 Spalovna v Brně

Spalování odpadu má v Brně dlouholetou tradici. První spalovna byla postavena v roce 1905, ta byla ale zničena za 2. světové války. Nová spalovna stavěla v letech 1984 - 1989 a v

letech 2001 – 2011 proběhla modernizace (z toho pouze 3 roky vlastní realizace). V současné době je v SAKO Brno nainstalována je z nejmodernějších technologií v ČR.

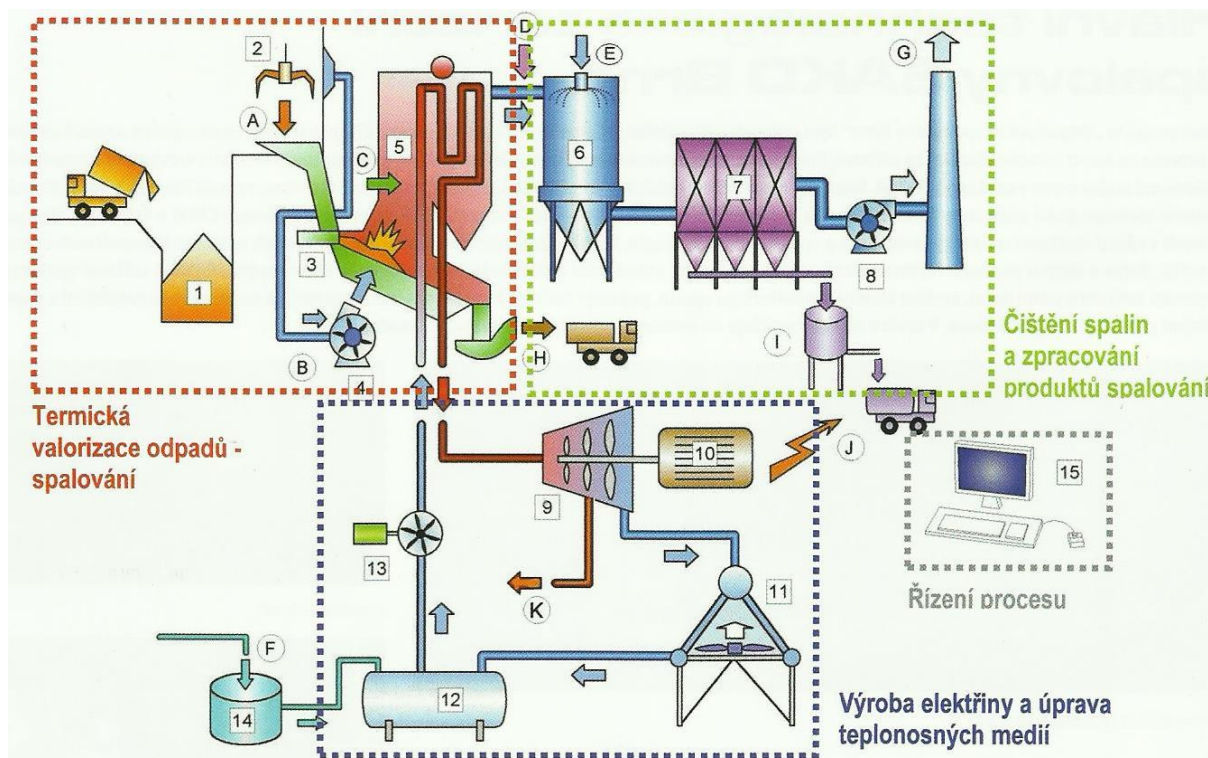
Základní technické parametry spalovny po rekonstrukci:	
Projektovaná kapacita spalovny:	224 00 t/rok komunálního odpadu při jeho výhřevnosti 11 MJ/kg
Výrobce spalovacího zařízení:	CNIM - dva spalovací kotle s roštovým ohništěm typu "MARTIN"
Provozní rozsah:	8,4 - 16 t/h
Jmenovitý parní výkon	52,3 t/h
Parametry páry:	teplota 400°C, tlak 4,1 MPa (abs.)
Nominální výkon turbíny (Siemens):	22,7 MWe
Využití tepla:	výroba páry, horké vody a elektrické energie
Čištění spalin:	pětistupňové

Tab. 1 Základní technické parametry spalovny v Brně [6]

4.4.1 Princip technologického procesu

„Technologie je založena na transformaci energie v odpadu jeho spalováním a následném využití této energie v kogeneračním režimu pro výrobu elektřiny a tepla. Smyslem kogenerační technologie je umožnit nezávislost provozu na odběru tepla a zároveň zachovat vysokou účinnost využití energie odpadu. Srdcem procesu jsou dva parní kotle s roštovým ohništěm, na kterém je odpad řízeně spalován. Každý je z nich schopen spálit za hodinu až 16 tun odpadu a vyrobit 50 tun páry o tlaku 40 bar a teplotě 400°C. Tato pára následně proudí do turbosoustrojí, ve kterém se využívá pro výrobu elektřiny. Část páry je pak z turbíny dodávána do městské sítě centrálního zásobování teplem CZT.

Spaliny vzniklé spalováním odpadů jsou čištěny a vypouštěny do atmosféry, škvára je tříděna a dále materiálově využívána, popílek je ukládán na skládku. Součástí technologie je i dotřídňovací linka na odpady ze separovaného sběru (PET láhve, papír apod.), která umožňuje následně kvalitnější materiálové využití těchto odpadů.“ [6]



Obr. 4 Principiální schéma technologického procesu spalovny SAKO Brno [6]

4.4.2 Skladování odpadů

Komunální odpad je do spalovny svážen svozovými vozidly a velkoobjemovými kontejnery. Po svážení se odpad vysype do betonového bunkru – zásobníku odpadů. Ten vystačí asi na týden provozu spalovny. Aby bylo zamezilo úniku zápachu a prachu ze zásobníku, je uvnitř udržován podtlak prostřednictvím sání primárního spalovacího vzduchu. Velkoobjemový odpad je drcen v drtiči. [6]

4.4.3 Spalovací zařízení

Pro spalování odpadů je používán vratisuvný rošt MARTIN. Ten je skloněn pod úhlem 26° a je složen z roštnic posazených do tvaru schodiště. Každý druhý schod dělá posuvný pohyb dolů, proti směru sklonu roštu. Tento princip nejenže promíchává hořící vrstvu odpadu, ale také mísí již hořící odpad s odpadem podávaný na rošt. Odpad začíná okamžitě hořet, přičemž teplota v hořící vrstvě je $1000 - 1100^\circ\text{C}$. Výsledkem spalování je škvára, která propadáva na vyhrnovač a je chlazen vodou. Spalovací rošt je umístěn ve spodní části spalovací komory kotle a je tak s parním kotlem plně integrován. [6]



Obr. 5
roštnic a odpadu na roštu [6]

Pohyb

4.4.4 Parní kotel

Byla zvolena klasická koncepce se třemi tahy, dvěma bubny a kotlovým svazkem. „Spalovací komora kotle je vyzděná žáruvzdornou vyzdívkou provedenou z cihel. Smyslem vyzdívkou je zajištění dostatečné teploty a doby setrvání spalin nutné pro vyhoření potenciálně nebezpečných uhlovodíkových sloučenin, tak jak požaduje platná legislativa. Ve druhém tahu kotle je umístěn deskový přehřívák páry. Ve třetím tahu je umístěn kotlový svazek, který spojuje horní a spodní kotlový buben. (...) Za kotlem je umístěn dvoustupňový ekonomizér.“ [6] (Pozn. ekonomizér je výměník využívající teplo spalin k předehřívání napájecí vody.) Tato koncepce kotle umožňuje nominální výkon každého kotle 51 tun přehřáté páry za hodinu. [6]

4.4.5 Čištění spalin

Čištění spalin je založeno na polosuché metodě. Emise oxidu dusíku jsou snižovány dávkováním močoviny do horní části spalovací komory kotle. Spaliny dále proudí do absorbéru, v jehož horní části se vysokootáčkovou turbínou rozprašuje chemické vápenné mléko. Do absorbéru je současně dávkováno i aktivní uhlí. Směs spalin, popílku a reakčních produktů je vedena do tkaninového filtru. Vyčištěné spaliny jsou z tkaninového filtru vysávány ventilátorem do komína spalovny. [6]

4.4.6 Turbína a parovodní trakt

Parní turbína a celý související parovodní trakt byly navrženy tak, aby byl velký regulační rozsah, schopnost ostrovního provozu, dodávka páry do CZT a také možnost provozu spalovny na plný výkon bez provozu turbíny.[6]

„Pára je z obou kotlů dodávána do vysokotlakého parního rozdělovače, ze kterého je možno napájet buď turbínu, nebo redukční stanici. Turbína je vybavena jedním regulovaným odběrem, ze kterého je napájen středotlaký parní rozvaděč, ze kterého je pára dodávána jednak do městské parní sítě a dále k odběrům v rámci technologického procesu, především pro odplyňování napájecí vody a předehřev primárního spalovacího vzduchu. Neregulovaný odběr turbíny je pak využíván pro předehřev vratného kondenzátu před jeho vstupem do napájecí nádrže.“ [6]

4.5 SWOT analýza

SWOT analýza je metoda, díky které dokážeme najít silné (ang.: Strengths) a slabé (ang.: Weaknesses) stránky, příležitosti (ang.: Opportunities) a hrozby (ang.: Threats) projektu. Jinak řečeno, jsou to výhody a nevýhody v současnosti a budoucnosti. Všechny argumenty jsou popsány v kapitolách 3.3 Spalování odpadu, 4.1 Cyklus energetického využití odpadu a v 4.2. Spalovna v Brně.



Obr. 6 SWOT analýza ZEVO

Použité barvy znázorňují velikost problémového faktoru. Zelený text znamená malý problém, žlutý značí střední problém a červený znázorňuje velký problém.

4.5.1 Silné stránky

Historická myšlenka spalování odpadu vychází ze snížení objemu a hmotnosti odpadu a zničení kontaminovaných materiálů. Později se začalo využívat teplo uvolněné ze spalování k výrobě elektřiny a dodávání tepla do sítě CZT, bez spotřeby primární suroviny (např. uhlí). Proto se v současné době hovoří o spalovnách odpadu, jako o možnosti snížení spotřeby fosilních paliv. Tomuto využití se říká „Energetické využití odpadu“. Spalují se odpady různé konzistence a různého původu. Po vyhoření odpadu se ze škváry vyseparují železné kovy, které se dále recyklují.

4.5.2 Slabé stránky

Nevýhodou spalovny jsou její relativně vysoké investiční náklady a poté i náklady na provoz a údržbu. Dále je třeba kvalifikovaného personálu, který zajistí bezproblémový provoz spalovny. Vysoké investice představují dokonalé kontrolní a měřicí zařízení a náročné zařízení pro zachycování škodlivin ze spalin.

4.5.3 Příležitosti

Stále dokonalejší technologie pro zachycování škodlivých látek ze spalin umožňují ekologické nakládání s odpady. Navíc jsou, resp. budou, zavedena přísná regulační opatření týkající se skládkování odpadů, které lze ukládat na skládky. Proto bude energetické využití odpadu jednou z ekologických cest, jak nakládat s odpady. Při snižování cen technologií a přísné legislativě je možno očekávat budování lokálních a malých spaloven odpadu.

4.5.4 Hrozby

V dnešní době je v naší republice slovo „spalovna“ vnímána veřejností negativně, nikdo ji nechce mít poblíž svého bydliště. Nová výstavba spalovny odpadu je terčem kritiky, například v Chotíkově u Plzně. Zde je podáno plno žalob a veřejnost chce zastavit stavbu. Komunikace s obyvateli je neúčinná. Naopak u stávajících spaloven, jako například v Brně, je komunikace s veřejností na vysoké úrovni a občané chápou potřebu spalovny. Velký sociální problém bude změnit názor obyvatelstva na spalovny odpadu.

Další možná „hrozba“ může být zpřísnění limitů vypouštění škodlivých látek do ovzduší. Nové technologie zachycování škodlivin ve spalinách jsou na vysoké úrovni a hodnoty nebezpečných látek jsou velmi nízké, hluboko pod limitem. Avšak stávající spalovny bez rekonstrukce nemusí za pár let splňovat přísné nové emisní limity a bude třeba investovat do nových technologií.

4.6 Výroba tepla, elektřiny a vedlejších produktů

Tzv. parní kombinovaná výroba elektřiny a tepla se děje prostřednictvím páry vyrobené v parním kotli při spalování odpadu. Pára se přivádí do protitlaké nebo kondenzační odběrové parní turbíny (záleží na zvolené technologii), kterými se pohání generátor elektrické energie. Teplo ve formě páry, jejíž tlak odpovídá požadované teplotní úrovni tepelné energie, se odebírá z regulovaných odběrů po částečné expanzi. Neregulované odběry se používají především za účelem regenerace tepla v páře. [12]

Kromě spalin vzniká v ohništi škvára, která propadává roštem do vodní lázně, kde se ochladí a poté je dopravena do betonové jámy. Poté se pomocí velkých třídících bubnů roztrídí na škváru hrubou, střední a jemnou frakci. Tříděná škvára putuje po pásových dopravnících, ze kterých jsou magnetickými separátory odtríděny železné a neželezné kovy. Ty poté směřují do hutí, kde se znovu použijí. Také vytřízená škvára se používá k pomocným stavebním účelům, například pro podsypy při budování cest. Nevyužitelný zbytek je ukládán na skládku. [6]

5 Popis regulatorního a legislativního prostředí energetického využití odpadu v Česku, Německu, Rakousku a porovnání mezi sebou

5.1 Směrnice Evropské unie

Směrnice EU je právním předpisem, který je nadřazený legislativám jednotlivých členských států. Ti jsou povinni své státní předpisy do určité doby (většinou 2 roky) změnit tak, aby byl splněn cíl směrnice.

5.1.1 Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES o odpadech

„Za účelem odstranění stávající souvislosti mezi nárůstem a vznikem odpadů přijímá Evropská unie právní rámec, jehož cílem je kontrolovat celý životní cyklus odpadu počínaje vznikem a konče likvidací s důrazem na využití a recyklaci.“ [26]

Tato směrnice vychází z původních hlavních směrnic o odpadu z let 1975, 1991 a 2006. Ve směrnici z roku 2008 je stanovena hierarchie nakládání s odpady s cílem chránit životní prostředí. Členské státy mohou posílit tuto hierarchii, avšak nesmí ohrozit lidské zdraví a životní prostředí. Jednotlivé státy musí stanovit koncepci pro nakládání s odpady s cílem předcházet vzniku odpadu.

Tato legislativa dává možnost spolupráce členských států na vytvoření sítě zařízení na odstraňování odpadu. Všechny zařízení, které nakládají s odpady, musí mít povolení od úřadů, pravidelně dokládat množství a druh zpracovaného odpadu a provádět kontroly. [26]

Směrnice definuje tyto základní pojmy: [26]

- Nakládání s odpady: „Sběr, přeprava, využití a odstraňování odpadů, včetně dozoru nad těmito činnostmi, a následná péče o zařízení pro odstraňování a zejména úkony, jež přebírají obchodníci nebo zprostředkovatelé.“
- Předcházení vzniku: „Opatření přijatá předtím, než se látka, materiál nebo výrobek staly odpadem.“
- Využití: „Jakákoli činnost, jejímž hlavním výsledkem je, že odpady slouží užitečnému účelu.“
- Recyklace: „Jakýkoli způsob využití, jímž je odpad znovu zpracován na výrobky, materiály nebo látky, ať pro konečné nebo jiné účely.“

5.1.2 Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/76/ES o spalování odpadu

„Evropská unie zavádí opatření, jejichž cílem je předcházet negativním účinkům spalování a spoluspalování odpadu na znečišťování ovzduší, vody a půdy, a z toho vyplývající ohrožení lidského zdraví, nebo tyto účinky podle možností omezit. Tato opatření ukládají zejména povinnost získat povolení provozovat spalovací nebo spoluspalovací zařízení a stanovují mezní hodnoty emisí pro některé znečišťující látky vypouštěné do ovzduší a vody.“ [27]

Ve směrnici je zakotvena teplota pro spalování odpadu, a to minimálně 850° C po dobu nejméně 2 sekund. Pro nebezpečný odpad obsahující více než 1 % halogenových látek (chlór) to je 1100° C. Jsou zde definovány mezní hodnoty vypouštěných emisí jak pro spalování odpadu, spoluspalování odpadu a také pro spoluspalování v cementářských pecích. Zbytků po spálení odpadu musí být co nejvíce a v co největší míře recyklovány. Všechna tepelná energie uvolněná při pálení nebo spoluspalování odpadu se musí co nejvíce využít.

Při povolování nového zařízení na spalování nebo spoluspalování odpadu je nutno zveřejnit žádosti o provozování, aby se mohla veřejnost vyjádřit. Volně k dispozici musí být seznam všech zařízení se jmenovitou kapacitou menší než 2 t odpadu za hodinu.

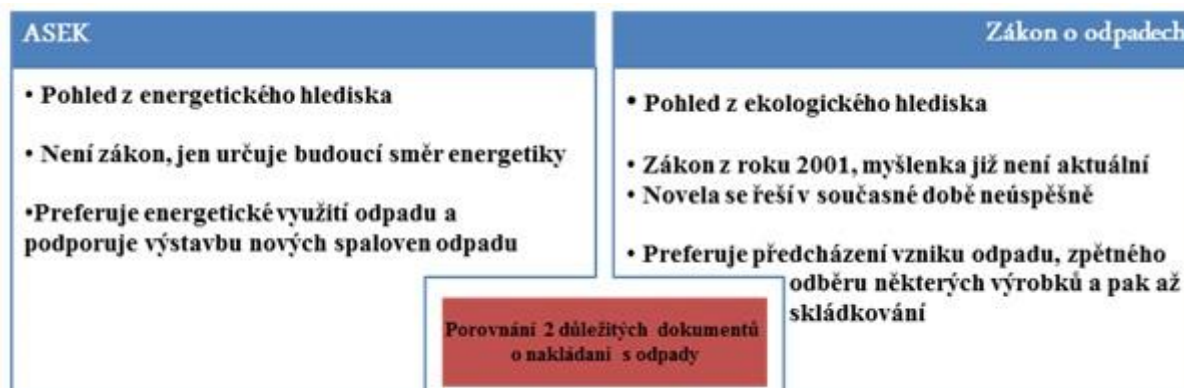
Směrnice definuje tyto základní pojmy: [27]

- Spalovací zařízení: „Stacionární nebo mobilní technická jednotka a zařízení určené k tepelnému zpracování odpadů, s využitím tepla vzniklého spalováním nebo bez něho. To zahrnuje spalování oxidací odpadu stejně jako další způsoby tepelného zpracování, jako je např. pyrolýza, zplynování nebo plazmové procesy, pokud jsou látky tímto zpracováním vzniklé následně spáleny.“
- Spoluspalovací zařízení: „Stacionární nebo mobilní zařízení, jehož hlavním účelem je výroba energie nebo hmotných produktů, a:
 - které využívá odpad jako normální nebo přídavné palivo; nebo
 - ve kterém je odpad tepelně zpracován za účelem jeho odstranění.“

5.2 Legislativa v České republice

V platnosti jsou 2 hlavní dokumenty, které doporučují/nařizují jak nakládat s odpady. První je ASEK, respektive SEK, který vydalo Ministerstvo průmyslu a obchodu. Druhý je zákon 185/2001 Sb., o odpadech, který vydalo Ministerstvo životního prostředí. K tomu se váže i další zákon 477/2001 Sb., o obalech. Jde o dokumenty pojednávající o stejné věci, ale každý přistupuje k problematice rozdílně, až protichůdně, podle zájmu vydávajícího ministerstva.

Obr. 7 Porovnání 2 legislativních dokumentů o nakládání s odpady



5.2.1 ASEK

Státní energetická koncepce (SEK) je strategický dokument státu v domácí energetice s cílem zajistit dostatek energie obyvatelům a ekonomice ČR. Není to zákon, pouze dokument, který určuje směr energetiky do roku 2030. Koncepce byla schválena 10. března 2004. Na internetu lze najít její různé verze návrhu aktualizace (ASEK) z pěti různých období (02/2010, 08/2012, 11/2012, 09/2013, 08/2014), avšak ani jedna nebyla přijata a tak formálně stále platí státní energetická koncepce z roku 2004. V nejbližší době se bude projednávat návrh z roku 2014, kde je uveden scénář k optimalizaci vývoje energetiky ČR do roku 2045. Energetické využití odpadu už zde má také své místo. [13]

Dokument přiznává nedodržení cílů snížení množství skládkování odpadu o 25 % v roce 2006 a o 50 % v roce 2009 k celkovému množství odpadu v roce 1995. V roce 2012 se v České republice ukládalo 60 % odpadu na skládky vůči roku 1995. Koncepce také předpokládá razantní zvýšení poplatku za ukládání odpadu na skládky a výnosy směřovat do recyklace a podpory energetického využití odpadu. Výše poplatku se ale nespecifikuje. [14]

Energetické využití odpadu je bráno jako jedna z náhrad za uhlí. Nicméně stát stále musí respektovat hierarchii s nakládání s odpady a nejdříve odpady recyklovat a poté až spalovat. Z dokumentu ale vyplývá, že velmi důležité je energetické využití odpadů. Ekonomická analýza

návrhu ASEK uznává poměrně vysoké investiční náklady na výstavbu nové spalovny a dlouhou dobu schvalovacího procesu. Analýza předpokládá maximální cenu poplatku za tunu využití odpadu na bráně ZEVO (zařízení pro energetické využití odpadu) nižší než v Rakousku nebo Německu (cca 40 €), jinak by docházelo k vývozu tuzemské produkce. Dále se předpokládá v roce 2020 provoz současných 3 spaloven a zprovoznění budované spalovny v Chotíkově. Do roku 2030 se mají vystavět další 3 zařízení pro energetické využití odpadu (ZEVO). [15]

5.2.2 Zákon o odpadech

Tento zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů (znám jako „zákon o odpadech“) je zaměřen na ekologii než na energetiku. Proto se v tomto dokumentu vůbec nepojednává o energetickém využití odpadů, ani o recyklování odpadu pocházející z domácností. Pouze řeší, za jakých podmínek odpad přestává být odpadem pro jednodušší a environmentálně bezpečnější použití. Podle směrnice EU se ustanovuje hierarchie s nakládáním odpadů, tedy předcházení vzniku odpadu, recyklování, energetické využití odpadu a poté skládkování. Velká část je věnována předcházení vzniku odpadu a povinnost pro firmy, tedy povinnost zpětného odběru akumulátorů, zářivek, pneumatik a elektrospotřebičů z domácností. V další části se zákon zabývá všemi poplatky související se skládkováním, včetně jejich výše a pokut při porušení zákona. [1]

Zákon o odpadech byl několikrát novelizován z důvodu implementací směrnic EU. Nicméně pokusy o aktualizaci zákona o odpadech na jaře roku 2014 vyšly „do ztracena“, hlavně z důvodu výše poplatků za ukládání odpadu na skládky a preferování energetického využití odpadů z důvodu šetření uhlí. Sice Evropská unie „tlačí“ na Českou republiku ohledně snížení množství skládkovaného odpadu do roku 2025, stále není k dispozici žádný oficiální dokument, který stanovuje novou výši poplatků. V návrzích se uvádí násobky současné maximální ceny, tedy ze současných 500 Kč/t odpadu uložené na skládce až na 2900 Kč/t v roce 2025. Je to velmi citlivé téma, své názory předkládají politici, ekologové, firmy. Všichni hájí své zájmy, které jdou proti sobě. Lobby za skládky i za spalovny je velmi silné a prakticky správné rozhodnutí neexistuje. Vždy se najde někdo, komu řešení nebude vyhovovat.

5.2.3 Zákon 354/2002 Sb. o emisních limitech a dalších podmínkách při spalování odpadu

Tento zákon patří ke sbírce zákonů o emisních limitech z různých zdrojů nečištění. Legislativa definuje požadavky pro spalovny odpadu pro provoz, čištění a měření emisí. Myslí se také na čistotu odpadních vod vypouštěné ze spaloven. Při přejímce odpadu nebezpečného a pro spoluspalování je nutné odebrat reprezentativní vzorek z odpadu. Povinnosti provozovatelů zařízení na spalování nebo spoluspalování odpadu je dokládat způsob využití tepla. U spoluspalování je navíc třeba uvést podíl tepla vzniklý spálením odpadu.

	Spalovny odpadu	Spoluspalování v cementárenských pecích
Prach (TZL) [mg/m ³]	10	30
NO _x (zařízení nová/stávající do konce roku 2004) [mg/m ³]	200/400	800/500
SO ₂ [mg/m ³]	50	50
Celkový obsah uhlíku [mg/m ³]	10	10
HCl [mg/m ³]	10	10
HF [mg/m ³]	1	1
CO [mg/m ³]	50	-

Tab. 2 Porovnání denních emisních limitů spaloven odpadu a spoluspalování odpadu v cementárnách [27]

Z Tab. 2 lze vidět rozdíl „přísnosti“ vypouštění škodlivých emisí do ovzduší z odpadu. Rozdíl v odpadech je ten, že u klasických spaloven se pálí směsný komunální odpadu o průměrné výhřevnosti 10 MJ/kg, kdežto při spoluspalování v cementárenských pecích se používá tříděný odpad o minimální výhřevnosti 17 MJ/kg. Tato minimální výhřevnost není uzákoněna, ale je doporučena Výzkumným ústavem maltovin v Praze, stejně tak jako i další parametry odpadu pro spoluspalování, viz Obr. 8. Jedna z možností, jak získat odpad takovýchto parametrů, je jeden z výstupů z Mechanicko-biologické úpravy (MBÚ). Jedná se o vytříděnou vysokoenergetickou frakci odpadu (VEF). V ČR se tato možnost nevyužívá.

Parametr	Hodnota
Vlhkost	max. 10-15 hm. %
Výhřevnost	min. 17-19 MJ/kg
Popel	max. 10–15 hm. %
Alkalický ekv. K ₂ O 0,658+Na ₂ O	max. 1 hm.%
Chlór	max. 0,8 hm.%
Síra	max. 3 hm.%
Rtuť	max. 2 ppm
Thalium	max. 10 ppm
Olovo	max. 0,2 hm.%
Zinek	max. 1 hm.%
PCB	max. 10 ppm
Fyzikálně mecha- nické vlastnosti	nelepivá, biologicky stabilní, sypká hmota
Granulometrie	0–25 mm

Obr. 8 Doporučené parametry pro palivové využití VEF (vytříděná vysokoenergetická frakce) v cementárnách [29]

Dále zákon o spalování odpadu stanovuje emisní limity pro spoluspalování mimo cementárny a pro biomasu, viz Tab. 3.

Znečišťující látka	<50MW		50-100 MW		100-300 MW		>300 MW	
	Spolu spalování	Bio masa	Spolu spalování	Bio masa	Spolu spalování	Bio masa	Spolu spalování	Bio masa
SO ₂ [mg/m ³]	*	*	850	200	200	200	200	200
Stupeň odsíření	*	*	≥ 92 %	-	≥ 92 %	-	≥ 95 %	-
NO _x [mg/m ³]	*	*	400	400	200	300	200	200
Prach (TZL) [mg/m ³]	50	50	50	50	30	30	30	30

Tab. 3 Porovnání denních emisních limitů pro zařízení pro spoluspalování odpadu (kromě cementáren) a pro biomasu. (údaje jsou stažené na obsah 6 % O₂) [27]

* „Nařízení vlády, kterým se stanoví emisní limity a další podmínky provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší.“ [27]

Při porovnání hodnot lze vidět, že spoluspalování odpadu má stejné emisní limity, až na nějaké výjimky, jako spalování biomasy. Při porovnání Tab. 2 a Tab. 3 vidíme, že nejpřísnější emisní limity mají spalovny odpadů, „nejvolnější“ pak cementárny při spoluspalování odpadu.

5.3 Legislativa ve Spolkové republice Německo

Mezi nejdůležitější legislativy, které určily směr nakládání s komunálním odpadem, patří Technický návod pro komunální odpad (Technische Anleitung Siedlungsabfall – TASI), Vyhláška o ukládání odpadů (Abfallablagerungsverordnung) a Zákon o oběhovém hospodářství a o odpadech (Kreislaufwirtschaftsund Abfallgesetz) z roku 1996.

5.3.1 Historie a současný stav

První spalovna byla postavena v roce 1893 v Hamburku. V roce 1894 začal zkušební provoz, který trval dva roky a teprve potom, od roku 1896, začal v této spalovně pravidelný provoz. Další spalovací zařízení bylo postaveno na přelomu století v Mnichově a v roce 1921 i v Berlíně.

Do roku 2012 bylo v Německu postaveno 69 spaloven na komunální odpad o kapacitě spaloven v rozmezí 40 000 – 700 000 t odpadu za rok a plánují se další. Celková kapacita spaloven je větší než celková produkce odpadu v celém Německu, z toho důvodu dováží ze zahraničí okolo 2 milionů tun odpadu ročně pro energetické využití. [17]

K červnu roku 2005 bylo v provozu 162 skládek komunálního odpadu. [18]

V současné době je v Německu v provozu 45 zařízení na mechanicko-biologickou úpravu odpadu (MBÚ) různých technologií. [20]

5.3.2 Technische Anleitung Siedlungsabfall (TASI)

Tato legislativa o odpadech byla platná od 1. 6. 1993 do 16. 7. 2009. Je to vlastně obdoba českého zákona č. 185/2001 Sb., znám jako „zákon o odpadech“. Tato legislativa zajišťovala ochranu životního prostředí před následky skládkování odpadu, definovala nakládání s domácím komunálním odpadem a likvidaci nerecyklovatelných odpadů a také zaručovala, aby problém s odpady byl řešen hned a nebyl necháván budoucím generacím.

Odpad byl rozdělen na jednotlivé skupiny podle původu (z domácností, firem, z veřejných prostranství, stavební, z čističek, fekálie), včetně postupu nakládání s nimi. Zakázalo se skládkovat materiál, který by mohl být v budoucnu nebezpečný pro životní prostředí. [19]

Od 1. 5. 2005 je v Německu touto legislativou zakázáno skládkovat neupravený odpad. Skládkuje se tedy jen již nepoužitelný výstup ze spaloven a z mechanicko-biologických úpraven odpadu. Toto opatření vedlo k uzavření velkého počtu skládek.

5.3.3 Abfallablagerungsverordnung (AbfAbIV)

Tato „Vyhláška o ukládání odpadu“ byla platná v období od 1. 5. 2001 do 16. 7. 2009 a byla doplňkem TASI. Definovala požadavky na umístění, výstavbu a provoz mechanicko-biologických úpraven odpadů, včetně podmínek pro ukládání zpracovaného odpadu z MBÚ na skládky. Byla také implementována evropská směrnice 1999/31 ES. [21]

Podle hodnotící zprávy Odborné rady pro otázky životního prostředí německé spolkové vlády z roku 2008 se Mechanicko-biologická úprava odpadu (MBÚ) neosvědčila. Je charakterizována jako „chybná cesta v německém odpadovém hospodářství“ a stavbu nových zařízení MBÚ se nedoporučuje. [23]

5.3.4 17. BImSchV: Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen

Tato legislativa vstoupí v platnost 1. 1. 2016. Jde o „usnesení o spalování a spoluspalování odpadu“. Stanovuje provoz spaloven odpadu, včetně postupu měření škodlivých látek a povolené hranice vypouštění nebezpečných látek do ovzduší. Pojednává také o nakládání s nebezpečnými látky uvolněné při spalování odpadu v popílku, struse a v odpadních vodách čistící spaliny.

V platnosti bude možnost spalování primárního paliva spolu s odpadem ve všech energetických zdrojích, tedy nejen v cementárnách. Odpad může nahradit max 25 % primárního paliva. Omezení je pouze v tom, že při spoluspalování se musí dodržet stejné podmínky jako v případě spaloven, tzn. minimální teplota při spalování a dodržení emisí. Zákon také stanovuje minimální výhřevnost odpadu pro spoluspalování a to je 30 MJ/kg. [22]

Jedná se tedy o vyříděný odpad, výstup z MBÚ. Běžný komunální odpad z domácností má výhřevnost průměrně 10 MJ/kg.

5.4 Legislativa v Rakouské republice

Rakousko má za hlavní cíl udržitelné odpadové hospodářství, znamená to tedy předúpravu odpadu před uložením na skládku.

5.4.1 Současný stav

V celém Rakousku je v provozu 9 spaloven komunálního odpadu a 2 jsou ve výstavbě. Zařízení na mechanicko-biologickou úpravu je v zemi 16 a další 3 jsou plánované.

5.4.2 Abfallwirtschaftsgesetz 2002 (AVG)

Zákon o odpadech z roku 2002 je základní legislativou nakládání s odpady v Rakousku. Je to obdoba českého zákona o odpadech. Byl několikrát novelizován z důvodu implementace směrnic Evropské unie. [24]

Nejdůležitější novelizace byla uvedena v platnost od 1. 1. 2004, kdy od tohoto data bylo zakázáno skládkování neupraveného odpadu. Jediné Štýrsko mělo výjimku ohledně skládkování odpadu platnou od 1. 1. 2009. Od tohoto data je v celém Rakousku zákaz odvážení odpadu rovnou na skládku. Odpad se „upravuje“ ve spalovnách odpadu a v zařízeních MBÚ.

5.4.3 Abfallverbrennungsverordnung

Vyhláška o spalování a spoluspalování odpadu č. 389/2002 je obdobou německé vyhlášky 17. BImSchV. Pojednává o provozu, měření a limitech emisí spaloven odpadu.

Pro spoluspalování odpadu v elektrárnách je povoleno použít maximálně 15 % odpadu z celkové tepelné kapacity paliva. U ostatních zařízení je možné „spoluspálit“ maximálně 25 t odpadu ročně a to jen u zařízení, kde je jmenovitý tepelný příkon menší než 500 kW. [25]

5.5 Porovnání legislativ států mezi sebou

Směrnice Evropské unie stanovují směr, kterým se mají členské státy ubírat. Jedná se hlavně o předcházení tvorby odpadu a o co největší zpracování (recyklace nebo energetické využití) odpadu s minimálním ukládáním odpadu na skládky. Německo a Rakousko mají směrnice implementované ve svých legislativách. Česká republika má sice také implementované směrnice, nicméně úroveň odpadového hospodářství je v naší zemi nízká v porovnání se západními sousedními státy. Hlavní příčinou může být nejednotná koncepce ČR

s nakládáním odpadů, kdy Zákon 185/2001 Sb. o odpadech nepojednává o energetickém využití odpadu. Naopak v ASEK se preferuje spalování odpadu ve spalovnách a využívat vyrobené teplo a elektřinu. Navíc, podle ASEK, ČR neplní závazky stanovené Evropskou unií ohledně snižování objemu odpadu ukládaného na skládky.

Německo i Rakousko mají svoji koncepci odpadového hospodářství z 90. let minulého století. Z jejich dlouhodobých zkušeností může čerpat i Česká republika. Obě sousední země mají zakázané skládkování neupraveného odpadu, Německo od roku 2005 novelou jejich zákonu o odpadech (TASi), Rakousko od roku 2004, respektive 2009, novelou zákonu o odpadech (AVG). Komunální odpad v těchto dvou zemích je buď vytríděn na jednotlivé frakce v zařízení pro mechanicko-biologickou úpravu (MBÚ) a jeden z výstupů (VEF) je spoluspalován v cementárnách, případně v jiných energetických zařízeních nebo odpad jako celek spálen ve spalovnách odpadu. Teprve nezpracovatelné zbytky jsou ukládány na skládku. V České republice se více než polovina odpadu odváží přímo na skládky odpadu bez jakéhokoliv předchozího využití. EU nutí Českou republiku změnit tento stav. Aktualizaci zákonu 185/2001 Sb. se nedaří „dokončit“ z důvodu neshody zákonodárců ohledně zákazu skládkování či zdražení poplatku za skládkování.

Zatímco v Německu je v provozu 69 spaloven komunálního odpadu na 80 milionů obyvatel, v Rakousku je 9 spaloven na 8,5 milionů obyvatel a v České republice jsou v provozu pouze 3 spalovny na 11 milionů obyvatel. V sousedních dvou zemích jsou také v provozu zařízení MBÚ, v Německu jich je 45, v Rakousku 16. Tříděný odpad (MBÚ) se ne úplně osvědčily jako vhodná metoda pro naložení s odpadem, VEF je sice dále využívána, bohužel těžká frakce nemá většinou další využití a odváží se stejně na skládku. V ČR není v provozu ani jedno MBÚ, ani žádná legislativa upravující provoz MBÚ.

Ve všech třech zemích je povoleno spoluspalování odpadu v cementárnách i v jiných energetických zařízeních, každá republika má ale jiné podmínky. Podle německé legislativy 17. BImSchV může primární palivo být nahrazeno až 25 % odpadem o minimální výhřevnosti 30 MJ/kg. Podle rakouské legislativy Abfallverbrennungsverordnung je možno spoluspalovat 15 % odpadu. Omezení je pro ostatní zařízení do 500 kW, kde je možno spoluspalit odpad maximálně 25 t ročně. Česká republika ve svém zákonu 354/2001 Sb. neomezuje výhřevnost odpadu při spoluspalování, jen je doporučena hodnota 17 MJ/kg od Výzkumného ústavu maltin v Praze. V naší republice se spoluspaluje odpad jen v několika cementárnách, ročně to je okolo 160 000 t odpadu, který je tvořen plasty, pneumatikami a průmyslovými odpady. [30]

Všechny země mají stanoveny maximální povolený limit vypouštěných emisí ze spaloven odpadu. Z Tab. 4 je vidět, že ČR převzala směrnici EU o emisích ze spaloven bez úpravy, kdežto v Německu či Rakousku je některá z hodnot přísnější než ukládá EU.

	EU	ČR	Německo	Rakousko
Prach [mg/m³]	10	10	5	10
NO_x [mg/m³]	200	200	150	100
SO₂ [mg/m³]	50	50	50	50
Celkový obsah uhlíku [mg/m³]	10	10	10	10
HCl [mg/m³]	10	10	10	10
HF [mg/m³]	1	1	1	0,5
CO [mg/m³]	50	50	50	50
Zdroj literatury	[26]	[28]	[22]	[25]

Tab. 4 Porovnání emisních limitů jednotlivých zemí

6 Budoucnost energetického využívání odpadu v České republice

6.1 Návrh jednotlivých kroků

- **Jednotná a stálá koncepce nakládání s odpady**

Hierarchie nakládání s odpady jasně definuje, která technologie zpracování odpadu má přednost před jinou. Tzn. nejdříve předcházet vzniku odpadu, při vzniku přemýšlet o jiném využití, poté recyklovat, ostatní nerecyklovatelný směsný odpad spálit. Nakonec výstup ze spaloven a nespalitelný odpad teprve odvést na skládku. V ČR se stále vyváží více než 50 % odpadu rovnou na skládku. Je potřeba „se dostat“ z posledního stupně hierarchie na vyšší, tzn. recyklovat a energeticky využívat odpad.

Tak jako energetická koncepce (ASEK) plánuje budoucí vývoj české energetiky a zároveň zákon 458/2000 Sb. (energetický zákon) stanovuje současné podmínky pro podnikání, výkon státní správy a regulaci v elektroenergetice, plynárenství a teplárenství, tak by měla vzniknout odpadová koncepce určující směr odpadového hospodářství na území České republiky na následující desetiletí spolu „v ruce“ se zákonem o odpadech (v současné době je platný zákon 185/2001 Sb.), který bude stanovovat podmínky pro všechny příčky hierarchie.

V poslední době se začal odpad brát jako palivo, ASEK bere odpad jako jednu z náhrad za uhlí. Podle dokumentu se plánuje postavit 4 nová zařízení ZEVO do roku 2030. Odpadová koncepce by mohla navázat na ASEK a doplnit vizi pro další stupně hierarchie nakládání odpadu.

Zákon 185/2001 Sb. má díky novelizacím zaimplementovány směrnice EU, nicméně ČR neplní požadavky EU ohledně skládkování odpadů. Proto je velmi důležitý následující bod doporučení.

- **Omezit skládkování**

Evropská komise navrhuje ve svém sdělení ze dne 2. 7. 2014 zakázat skládkování recyklovatelných plastů, kovů, skla, papíru, lepenky a biologicky rozložitelného odpadu. Současně navrhuje zákaz skládkování ve všech členských od roku 2030. [31]

V novele zákona 185/2001 Sb. se počítá s omezením skládkování do roku 2024. Ovšem ne direktivním zákazem skládkování, ale několikanásobně zvýšením poplatku (až na 2900 Kč/t)

za uložení odpadu na skládku. I toto je to jedna z cest ke splnění požadavků EU. Bohužel pro Českou republiku, novela nebyla přijata a koncepce neexistuje.

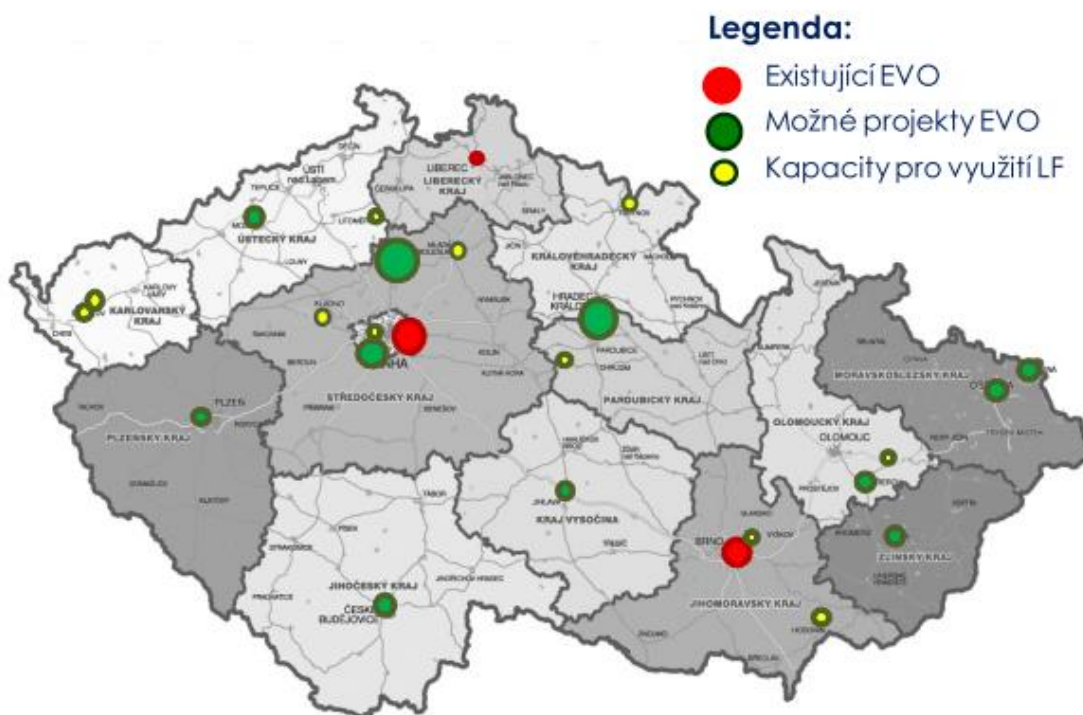
Je nutné si uvědomit, že i přes zvýšení objemu recyklovaného odpadu je třeba likvidovat směsný komunální odpad, nejvhodnější cestou je energetické využívání odpadu ve spalovnách.

Při omezení skládkování bez připravení nových kapacit („recyklovny“ nebo ZEVO) pro odklonění komunálního odpadu ze skládek může dojít k nedostatku kapacit jiných technologií zpracování odpadu. Stávající spalovny odpadu již teď jsou provozně na hranici svých kapacit. Proto je třeba jasně stanovit směr nakládání odpadu po omezení skládkování a vybudovat nové kapacity pro zpracování 2 850 000 t množství odpadu jiným způsobem než uložení na skládku. [32] Dobré je poučit se ze zkušeností v zahraničí a zbytečně neinvestovat do nevhodných technologií. Sice MBÚ je v porovnání se spalovnou investičně téměř o polovinu méně náročná, avšak 60 % odpadu ze vstupu do MBÚ putuje na skládku.

- **Nahrazení nevyhovujících tepláren zařízením energeticky využívající odpad**

V roce 2018 vejdou v platnost nové emisní limity. Uhelné elektrárny a teplárny musí investovat do nových technologií čištění spalin nemalé částky. Jedna z možností je přestavět nevyhovující uhelnou teplárnu na spalovnu odpadu. Jako argument se může použít: využití stávající sítě CZT, „krátký“ přenos tepla k odběratelům, rozšíření kapacity pro zpracování odpadu jinak než skládkováním, využití již postavené budovy.

S možností využití již nevhodných energetických zdrojů pracovala i studie VUT Brno „Optimální nastavení výše podpory výroby elektřiny z odpadu ve vztahu k ceně elektřiny pro spotřebitele“ ze srpna 2011. Z Obr. 9 jde vidět, že studie předpokládá vybudování ZEVO skoro ve všech krajích ČR. Ze současné kapacity energetického využití odpadu 620 000 t/rok (20 % energetického využití z celkového objemu odpadu) by se při postavení všech 11 nových ZEVO zvýšila kapacita na 2 800 000 t/rok. Investiční náklady jsou odhadnuty na 49 mld. Kč. ASEK předpokládá výstavbu 4 nových ZEVO do roku 2030.



Přehled lokalit vhodných pro výstavbu EVO a jejich doporučené kapacity:

<i>EVO Most - Komořany</i>	<i>150 kt</i>
<i>ZEVO Chotíkov</i>	<i>97 kt</i>
<i>Mělník</i>	<i>430 kt</i>
<i>Praha – levobřežní část, např. Řeporyje</i>	<i>230 kt</i>
<i>Opatovice</i>	<i>320 kt</i>
<i>České Budějovice</i>	<i>170 kt</i>
<i>Jihlava</i>	<i>150 kt</i>
<i>Přerov</i>	<i>150 kt</i>
<i>Otrokovice - Zlín</i>	<i>163 kt</i>
<i>Karviná</i>	<i>190 kt</i>
<i>Ostrava</i>	<i>180 kt</i>

Pozn: Uvedené rozmístění představuje výhledové koncepční řešení. Kapacity jednotlivých projektů musí být upřesněny na základě podrobných analýz lokálních podmínek, podrobných studií dostupnosti odpadů a interference jednotlivých projektů.

Obr. 9 Možné rozmístění zpracovatelských kapacit vycházející z předpokladu maximálního využití energie vázané v odpadech v sítích CZT [32]

- **Finančně podpořit investice do nových zařízení energeticky využívající odpad**

Výstavba nové spalovny odpadu je velmi finančně náročná, investice se pohybuje okolo 3 mld. Kč. Jedna z možností podpory výstavby ZEVO a přestavby tepláren na ZEVO je jednorázová finanční dotace ze strany státu nebo EU. Podle studie VUT Brno [32] by se měla investiční podpora pohybovat mezi 25 – 30 % z celkové investice pro přilákání soukromých investorů.

Ing. Barbora Vondrušková Ph.D. z firmy Ernst & Young, s. r. o. poslala oficiální dotaz na MŽP ohledně „předpokladu střednědobého zhodnocení operačního programu a plánu odpadového hospodářství v návaznosti na případnou podporu ZEVO/spalovna.“

Odpověď MŽP zněla takhle: „Termín střednědobého zhodnocení všech operačních programů je stanoven na konec roku 2016. Kraje mají zákonnou povinnost zpracovat krajská POH do 18 měsíců od účinnosti národního POH. Případná podpora zařízení ZEVO nebude možná do doby zaslání národního POH a 14 krajských POH EK, která všechny POH posoudí,

zda-li jsou v souladu se směrnicí 2008/98/ES, a dále do doby vyřešení problematiky dvojích dat.“

Jinými slovy se dá říct, podpora ZEVO ze strany MŽP bude nejdříve přijata k posouzení v polovině roku 2018. Posouzení o dotaci může trvat i do roku 2019 a žádost může být i zamítnuta.

Samotná výstavba spalovny odpadu trvá 3 roky, administrativní úkony tento proces můžou protáhnout i o několik let. Rekonstrukce SAKO Brno trvala od počátečního rozhodnutí do „nového provozu“ 9 let. V roce 2024 chce ČR zakázat skládkování odpadu. V tomto směru nejde stihnout postavit dostatečné kapacity pro odklonění 3 346 000 t odpadu ze skládek.

- **Komunikace s veřejností o prospěchu spaloven**

Je nutné začít vést profesionální jednotnou kampaň na státní úrovni, která široké veřejnosti vysvětlí environmentální přínos spaloven odpadu, základní princip energetického využití odpadu ve spalovnách a při tom zdůrazní výhodnost zařazení ZEVO do vazby teplárenství.

Smutným příkladem je realizace ZEVO Chotíkov u Plzně. Po 19 měsících stavby jim bylo odebráno v březnu 2015 stavební povolení z důvodu možnosti podjatosti úředníků při schvalování. [34]

Dalším příkladem pro nutnost environmentální osvěty je zastavení schvalování stavebního povolení pro ZEVO v Karviné z důvodu ohrožení Vážky plavé, která se údajně v lokalitě nachází. [35] Je těžké rozhodnout co z environmentálního hlediska má přednost.

- **Likvidace skládek**

Po roce 2030, kdy EU předpokládá zákaz skládkování ve všech členských, se velký počet skládek uzavře. Česká republika v novele zákona o odpadech chce znevýhodnit skládkování odpadu od roku 2024. Drtivá většina uzavřených skládek se rekultivuje. Obr 3 A v příloze A ukazuje velké množství kontaminovaných míst na území ČR. Jedná se o stávající, rekultivované a černé skládky.

Jiná možnost pro odstranění skládky je energetické využití již skládkovaného odpadu. Touto cestou se vydalo Švýcarsko, kterému se říká „Ráj spaloven“. Technologie spalování

takového odpadu je obdobná jako při spálení zrovna dovezeného odpadu, musí být ale zhodnoceny určité faktory:

- Odpad nesmí mít nebezpečné vlastnosti
- Vlhkost odpadu
- Výhřevnost odpadu

Nebezpečný odpad se spaluje ve speciálních spalovnách, třaskavý odpad může ohrozit zdraví zaměstnanců a technologie. Vlhkost odpadu bude ovlivňovat náklady na spálení z důvodu vysoušení před termickým zpracováním. A v neposlední řadě výhřevnost odpadu ovlivňuje množství vyrobeného tepla, tento faktor je brán v potaz i při spalování neskládkovaného odpadu a měl by velkou váhu při likvidaci rekultivovaných skládek, protože zemina přikrývající odpad má nulovou výhřevnost.

Tento způsob likvidace skládek dává dostatečnou zásobu odpadu při výstavbě velkého počtu ZEVO. Je to ale „hudba budoucnosti“, protože v současné době není potřebná kapacita pro zpracování právě vytvářeného odpadu.

6.2 Efektivnost výstavby nové spalovny odpadu, modelový příklad

Studie VUT Brno „Optimální nastavení výše podpory výroby elektřiny z odpadu ve vztahu k ceně elektřiny pro spotřebitele“ ze srpna 2011 počítá podle Obr. 9 s minimální kapacitou ZEVO necelých 100 000 t/rok v Chotíkově a s maximální kapacitou 430 000 t/rok v Mělníku. Kapacita je závislá hlavně na množství přijímaného odpadu z blízkého okolí a uplatnění tepla ze spálení.

Nejmenší provozovaná spalovna komunálního odpadu v Evropě k roku 2010 je na ostrově patřící Velké Británii, Isles of Scilly, s kapacitou 3700 t/rok. Obdobně je na tom Island s 8 spalovnami odpadu, každá má kapacitu 4000 t/rok. Naopak největší spalovna je v Amsterdamu s kapacitou 1 190 000 t/rok. [38]

6.2.1 Modelový příklad

V modelovém příkladu jsou data brána z výsledovek spalovny odpadu Termizo a. s. v Liberci uvedené ve výročních zprávách v letech 2002 – 2013. Kapacita spalovny Termizo je 98 000 t/rok, odpad je svážen z oblasti 50 km. Spalovna je vlastněna německou firmou MVV Energie. Jako jediná spalovna odpadu v ČR používá ekonomicky náročnější, ale účinnostně nejlepší „mokrou technologii“ čištění spalin a má svůj vlastní výzkum technologií. Pro podpoření příjmu odpadu do spalovny v zimním období mají zvýhodněné „zimní ceny“.

Tepelný výkon spalovny je 38,3 MW, instalovaný elektrický výkon turbín je 3,5 MW (protitlaká) + 1 MW (kondenzační).

Poznámka: Termizo je zkratka pro Termické zpracování odpadu.

6.2.1.1 Zádání, předpoklady

Délka zkoumaného období v modelovém příkladu je 30 let, spalovna byla spuštěna do zkušebního provozu v roce 1999. Uvažuji tedy období 2000 - 2030, z toho do roku 2013 jsou použita data z finančních závěrek, poté je dopočítávám.

Množství přijatého odpadu jsem vypočetl průměrem hodnot za období 2003 -2013, bez roku 2011. V roce 2011 firma Termizo a. s. přešla na jiné účetní období, proto jsou hodnoty v tomto roce zkrácené (účetní rok trval pouze 9 měsíců).

Množství vyrobeného tepla [GJ] jsem vypočítal:

$$(\text{Výhřevnost odpadu [GJ/t]} \cdot \text{Množství přijatého odpadu [t]})$$

Výhřevnost odpadu se v letech 2004 -2013 pohybovala průměrně okolo 10,07 GJ/t. Objem prodaného tepla do soustavy centrálního zásobování teplem (SCZT) [GJ] jsem vypočítal:

$$(\text{Množství vyrobeného tepla [GJ]} \cdot \text{Podíl dodaného/vyrobeného tepla [%]})$$

Vlastní spotřeba tepla spalovny je průměrně 30 %.

Množství vyrobené elektřiny [MWh] je závislé na objemu dodaného tepla do SCZT z důvodu instalace protitlaké a kondenzační turbíny. Podíl vyrobené elektřiny k dodanému teple je průměrně 10,5 %. Vlastní spotřeba elektřiny spalovny je průměrně 43 % z vyrobené elektřiny.

Inflace do roku 2014 je převzata z dat Českého statistického úřadu, hodnoty inflace v letech 2015 – 2017 jsou predikcí Ministerstva práce a sociálních věcí a inflace v období 2018 – 2030 je průměr hodnot za období 2009 – 2017.

Odpisy jsou odepisovány firmou lineárně, proto jsem ve svém modelu použil i dále lineární odepisování. Hodnotu jsem určil průměrem z let 2002 – 2013 bez roku 2011, uvažoval jsem i odpisy nových investic v roce 2019 a 2020.

Meziroční nárůst mezd je 3,2 %. Hodnotu jsem vypočítal průměrem zvýšení osobních nákladů za 2003 – 2013 včetně pojištění. V současné době má Termizo a. s. 39 zaměstnanců.

Náklady na materiál, energie, služby a ostatní náklady jsou vypočtené průměrem za roky 2003 – 2013 a hodnota nákladu je zvýšena o inflaci daného roku.

Tržby za prodej tepla do SCZT jsem vypočítal:

$$(\text{Množství dodaného tepla do SCZT [GJ]} \cdot \text{Cena tepla do SCZT [Kč/GJ]})$$

Cena tepla meziročně narůstá o 2 %. Ve výpočtech zanedbávám snížení množství prodaného tepla z důvodu odpojování zákazníků od SCZT, zateplování budov a ztráty v SCZT. Dále předpokládám, že zachovám současný odběrový diagram tepla, kdy je všechno vyrobené teplo po celý rok zužitkováno.

Tržby za zpracování odpadu jsem vypočítal jako:

$$(\text{Cena odpadu [Kč/t]} \cdot \text{Množství odpadu [t]})$$

Cena za 1 t odpadu je vypočtena průměrem za roky 2003 – 2013 a meziroční nárůst ceny odpadu je 1 %. Vypočítaný průměr ceny odpadu je 862 Kč/t. Podle ceníku Termiza a. s. se cena odpadu přivezeného do spalovny pohybuje v rozmezí 1400 – 2700 Kč/t podle typu odpadu.

Tržby za prodej elektřiny do sítě je uvažován jako:

$$(\text{Množství elektřiny prodané do sítě [MWh]} \cdot \text{Cena silové elektřiny [Kč/MWh]})$$

Cenu silové elektřiny jsem určil na 850 Kč/MWh podle ceny elektřiny Energetického regulačního úřadu (ERU) i podle Pražské burzy (PXE). K tomu se připočte Zelený bonus (ZB) ve výši 45 Kč za MWh vyrobenou spalováním odpadu. Výše ZB je dána ERU a předpokládám stejnou po celou dobu. Tržby za vyseparovaný šrot jsou vypočítány podle předpokladu 1800 t vyseparovaného železa z popelu ročně a výkupní cenou 2500 Kč/t šrotu.

Termizo a. s. má svůj vlastní výzkum technologií zaměřený hlavně na čištění spalin. Hodnotu aktivace jsem určil průměrem za roky 2004 – 2013. Aktivace je sice tržba, nicméně ve výpočtu EBT hodnotu aktivace odečítám z tržeb a zároveň od celkových nákladů jsem odečetl stejnou hodnotu aktivace. Tím se aktivace ve výpočtech vyruší.

Investice v roce 1999 činila 2 808 697 000 Kč, z toho 57,9 % bylo financováno úvěrem s úrokem 8,4 %, který se podařilo v roce 2002 a dále v roce 2014 přefinancovat na současný úrok 4,77 % se splatností v roce 2021. Během zkoumaného okolí uvažuji pouze investici do vozového parku v roce 2019 v hodnotě 5 mil. Kč a do pomocných strojů v roce 2020 v hodnotě 2 mil. Kč. Investici do obnovy technologie před jejím vypršením životnosti neuvažuji.

6.2.1.2 Výsledky

Diskont jsem stanovil pomocí modelu CAPM a průměrné vážené ceny kapitálu WACC. Vzorec pro model CAPM:

$$(\text{CAPM} = r_f + \beta (r_m - r_f))$$

$$\text{CAPM} = 9,15 \%$$

Vzorec pro výpočet diskontu dle WACC:

$$(\text{WACC} = r_d \cdot (1-t) \cdot D/T + r_e \cdot E/T)$$

$$\text{WACC} = 7,69 \%$$

Jednotlivé parametry jsem určil následovně:

r_f : v současnosti se u nejdelších vládních dluhopisů uvádí výnos do doby splatnosti zhruba 4,6%.

Použil jsem hodnotu beta koeficientu pro evropský segment Power pro rok 2015 ze zdroje: [http://www.stern.nyu.edu/~adamodar/pc/datasets/totalbetaEurope.xls.] $\beta = 1,012$.

Podle zdroje [32] „riziková prémie ($r_m - r_f$), která je celosvětově předmětem řady akademických pojednání, se nejčastěji uvádí ve výši 4.5 – 5.0%.“ Určil jsem $r_m - r_f = 4,5 \%$.

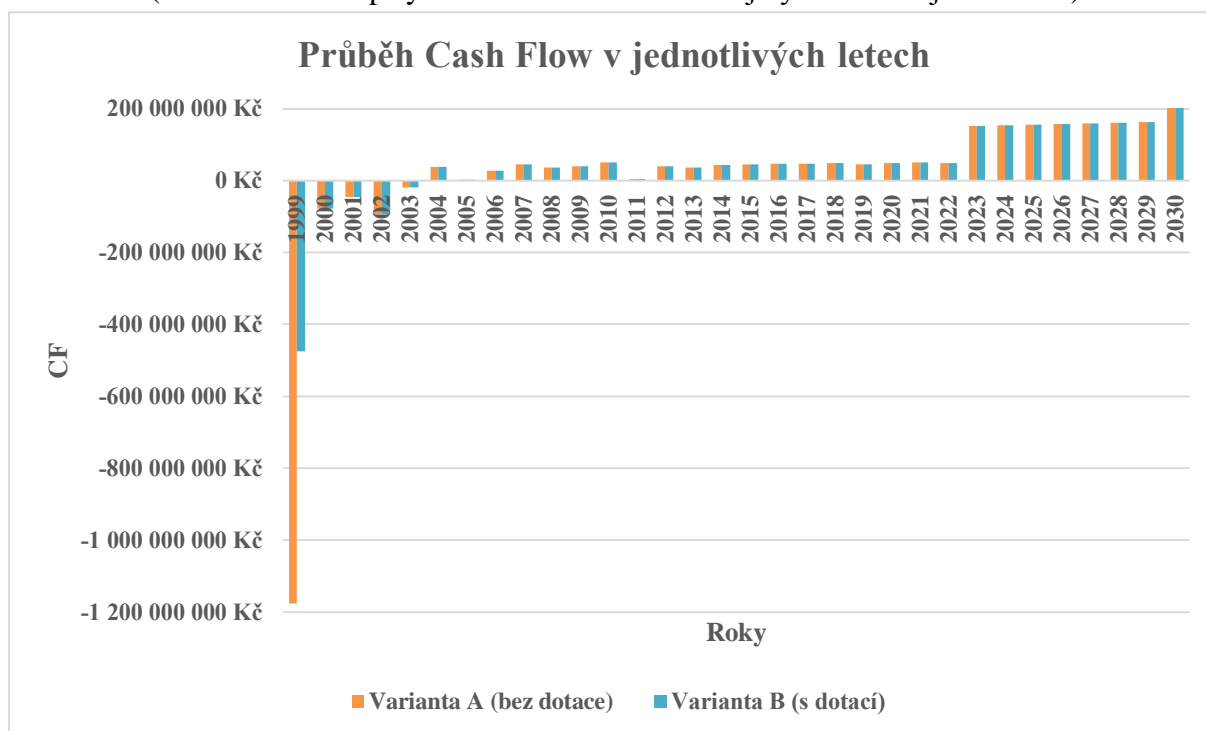
Daň jsem uvažoval v hodnotě 19 %.

Hodnotu diskontu jsem zvolil ve výši 7,5% což je v souladu s vypočtenými hodnotami.

Graf 3 Cash Flow v jednotlivých letech

Cash Flow pro jednotlivé roky jsem vypočítal jako:

$$(CF = EAT + \text{Odpisy} - \text{Investice} - \text{Úmor} + \text{Přijatý úvěr} + \text{Přijátá dotace})$$



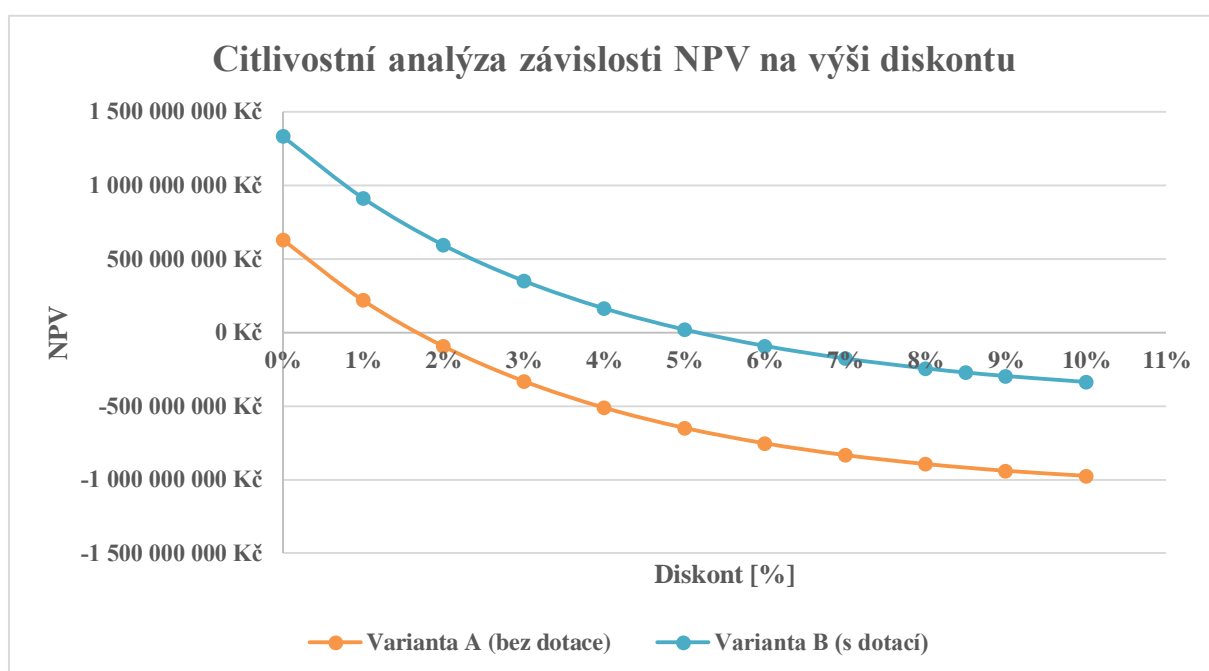
Uvažoval jsem dva případy, Varianta A - bez investiční dotace od státu nebo Evropské unie, Varianta B - s investiční dotací v hodnotě 25 % z celkové investice. Na Grafu 3 lze vidět tyto dva případy, hodnoty CF jsou shodné ve všech letech, kromě roku 1999, kdy by byla přijata investiční dotace v hodnotě 702 174 000 Kč. Do roku 2003 je CF záporné. Také je vidět, že po splacení úvěru v roce 2022 se CF výrazně zvýší.

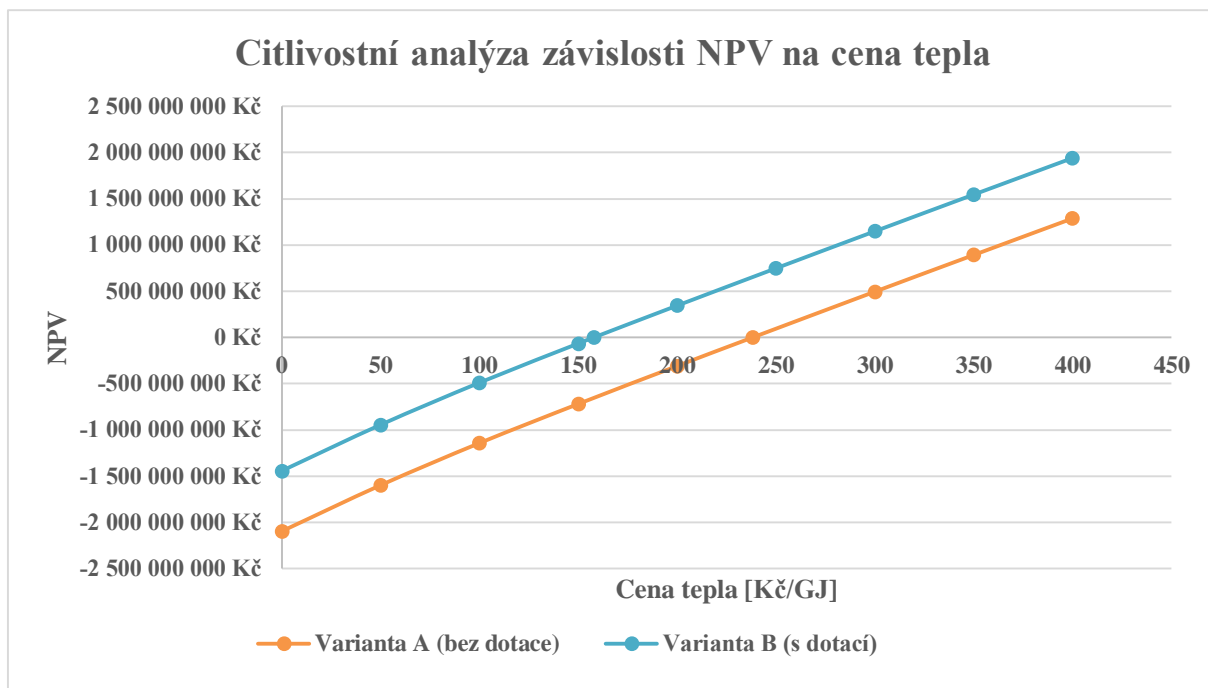
Pro stanovení čisté současné hodnoty (NPV) jsem použil diskont = 7,5 %. Výše NPV vyšla:

- u varianty A (bez dotace) **-865 022 181 Kč**,
- u varianty B (s dotací) **-211 836 832 Kč**.

Graf 4 Citlivostní analýza závislosti NPV na výši diskontu

Graf 4 Citlivostní analýza závislosti NPV na výši diskontu zobrazuje, že ve variantě A by pro kladné NPV měl být diskont maximálně 1,5 %. Pro variantu B by diskont měl dosahovat maximálně 5 %, aby čistá současná hodnota byla kladná. Počítal jsem s diskontem 7,5 % pro obě varianty.



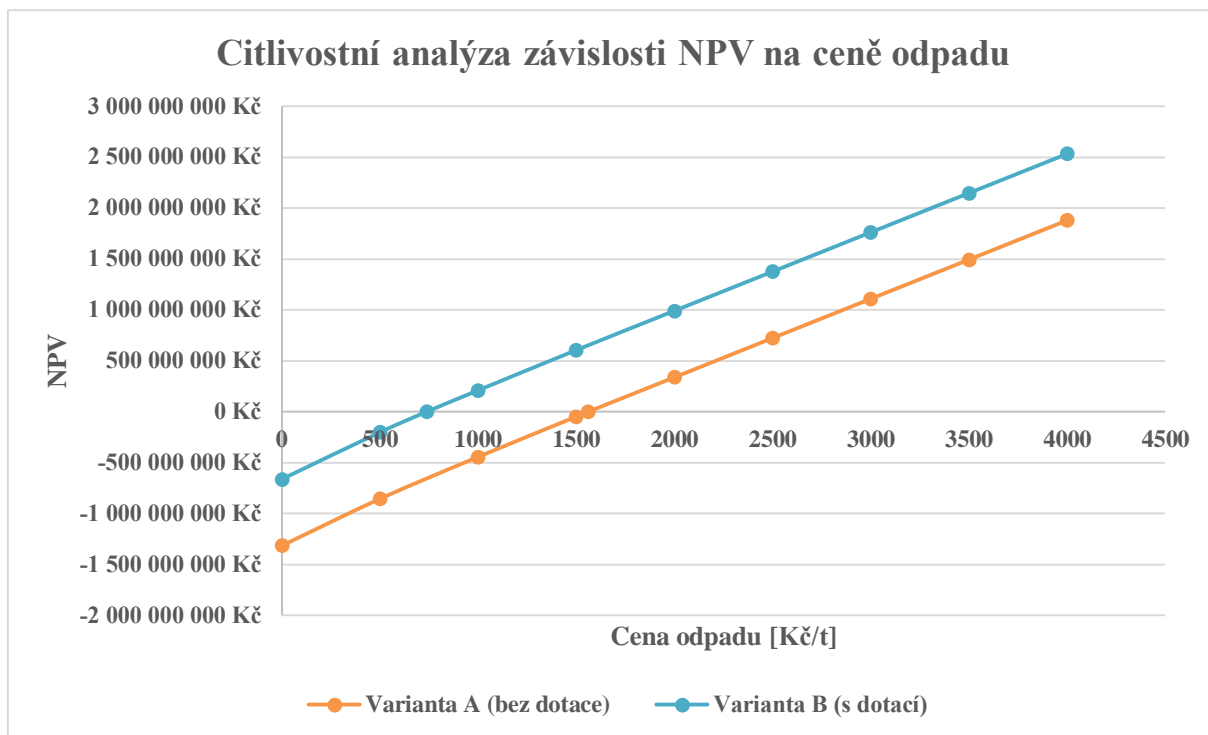


Graf 5 Citlivostní analýza závislosti NPV na cenu tepla

Podle citlivostní analýzy závislosti NPV na cenu tepla jsem stanovil minimální cenu tepla. (Podmínka: NPV = 0 Kč)

- Pro variantu A minimální cena tepla = 238,18 Kč,
- Pro variantu B minimální cena tepla = 157,81 Kč.

Při porovnání s cenami tepla stanovené ERU pro rok 2001 Termizo prodávalo teplo do SCZT za 169,65 Kč/GJ, Teplárna Liberec za 255,89 Kč/GJ a domácnosti platily 385,92 Kč/GJ. V letošním roce 2015, Termizo dodává teplo do SCZT za 234,83 Kč/GJ, Teplárna Liberec dodává teplo do SCZT za 452,77 Kč/GJ. Domácnosti platí za teplo 705,79 Kč/GJ. Vše s DPH.



Graf 6 Citlivostní analýza závislosti NPV na ceně odpadu

Druhá největší část z příjmu spalovny odpadu jsou tržby za likvidaci odpadu. Z Grafu 6 dokážeme vyčíst minimální cenu odpadu.

- Pro variantu A je minimální cena odpadu 1560,37 Kč/t,
- Pro variantu B je minimální cena odpadu 737,35 Kč/t.

Ceník Termiza a. s. za zpracování odpadu stanovuje částku 1400 - 2700 Kč/t podle typu odpadu.

6.2.1.3 Závěr úlohy

Vypočítal jsem efektivnost výstavby nové spalovny odpadu. Jedná se investičně i provozně o náročné zařízení. Podle dat za 14 let provozu spalovny Termizo v Liberci a dále dopočítaných dat podle výše uvedených předpokladů vyšlo neefektivní stavět nové spalovny odpadu. NPV v obou variantách (bez/s dotací) vyšlo záporné. NPV u varianty A (bez dotace) vyšlo -865 022 000 Kč, u varianty B (s dotací) vyšlo -211 837 000 Kč, diskont u obou variant je 7,5 %.

Při změně některých předpokladů se NPV dostane do kladných čísel. V případě změny diskontu se sníží u varianty A na 1,5 %, u varianty B na 5 %. Další možností je změna ceny tepla. Minimální cena tepla u varianty A je 238 Kč/GJ, u varianty B je minimální cena 158 Kč/GJ. Poslední uvažovanou možností je změna ceny za pracování odpadu, u varianty A se jedná o cenu 1560 Kč/t, v případě varianty B to je 737 Kč/t. Při porovnání reálných dat se

výsledky Varianty B blíží k reálné situaci, tedy že spalovna byla postavena s 25% investiční dotací. Další možná změna předpokladu pro zvýšení efektivity výstavby spalovny je zvýšení životnosti provozu spalovny. Tuto možnost jsem nepočítal.

7 Závěr

Je několik cest, jak se vypořádat s komunálním odpadem. Každý stát si zvolí/zvolil vlastní cestu. Členské země EU musí dodržovat odpadovou hierarchii, tzn. nejdříve předcházet vzniku odpadu jak na úrovni výrobců, tak na úrovni spotřebitele, poté odpad recyklovat, nerecyklovatelný odpad energeticky využít a až teprve nezpracovatelný zbytek odpadu uložit na skládku. Další možností je MBÚ, které ale není zakotveno v odpadové hierarchii. Mechanicko-biologická úprava roztřídí odpad na jednotlivé frakce. Bohužel zkušenosti v Německu ukázaly, že MBÚ je „slepá ulička“ odpadového hospodářství. Využije se pouze 40 % odpadu jako vyříděná vysokoenergetická frakce pro spalování odpadu v cementárnách a elektrárnách, ale zbytek (60 %) se stejně odveze na skládku. V ČR se pro spalování v cementárnách energeticky využívají plasty a pneumatiky.

Energetické využití odpadu je zvládnutá technologie, environmentálně přínosná cesta likvidace odpadu navíc s využitím energetického potenciálu, který může sloužit jako náhradní palivo místo uhlí. Spálením odpadu se jeho objem sníží na třetinu, váhově na desetinu. Tímto se potvrdila hypotéza o environmentálním přínosu spalovny odpadu. Výstavba nových ZEVO ale naráží na velký odpor veřejnosti, několikaletý proces schvalování a počáteční investiční a provozní náročnost stavby. Je to ale správná cesta zpracování nerecyklovaného odpadu. Kromě výroby tepla a elektřiny se vyseparují kovy ze strusky, popel se po stabilizaci může použít ve stavebnictví, například jako podkladový materiál při výstavbě cest.

Česká republika, Německo i Rakousko mají ve svých zákonech o odpadech zaimplementovány směrnice EU. Dalo by se říct, že Německo i Rakousko mají moderní odpadové hospodářství. V těchto zemích je zakázáno skládkování neupraveného odpadu, kdežto v České republice se stále na skládku ukládá více než polovina vyprodukovaného odpadu. I počet ZEVO a MBÚ je u západních sousedů vyšší než u nás. Tímto můžeme částečně potvrdit hypotézu, že platná legislativa České republiky je v souladu s přístupem EU s nakládání s odpadem, ale neplatí, že české odpadové hospodářství odpovídá trendům moderního nakládání s odpady v Německu a Rakousku. Navíc česká legislativa v současnosti nestanovuje podmínky výstavby a provozu zařízení MBÚ.

Podle návrhu Evropské komise mají členské státy v roce 2025 zakázat skládkování recyklovatelných odpadů a v roce 2030 zakázat úplně skládkování neupraveného odpadu. V roce 2013 v České republice vyprodukovalo 3 228 232 t komunálního odpadu, tzn., že každý člověk vytvořil okolo 300 kg odpadu za rok, z toho se pouze 20 % energeticky využilo a 21 %

recyklovalo. Podle studie VUT Brno se tedy musí do roku 2025 ČR kapacitně připravit pro zpracování 2 850 000 t celkového odpadu jinak než uložením na skládku. ASEK z roku 2014 plánuje vystavět do roku 2020 další 3 ZEVO a zprovoznit budované ZEVO v Chotíkově. Bohužel v současné době má stavba v Chotíkově odebrané stavební povolení a další stavby se neplánují. Administrativní úkony a výstavba ZEVO může trvat až 9 let. Tímto odpovídám na další otázku, Česká republika není připravena na omezení skládkování v roce 2025.

Jako další doporučení navrhuji stanovit jednotnou a stálou koncepci nakládání s odpady. V současné době Zákon o odpadech preferuje recyklaci odpadu, ASEK zase energetické využití odpadu. Navrhuji navázat na ASEK z roku 2014 a dopracovat další stupně odpadové hierarchie, včetně omezení skládkování.

V roce 2018 vstoupí v platnost nové emisní limity pro uhelné elektrárny a teplárny. Jedna z možností jak využít stávající SCZT a podpořit nové ZEVO je přebudování nevyhovujících uhelných tepláren na ZEVO. VUT Brno ve své studii vytipovala 10 míst pro přebudování tepláren na ZEVO s využitím stávající SCZT.

V modelovém příkladu efektivnosti výstavby nové spalovny odpadu jsem potvrdil vysoké investiční náklady v hodnotě 2,81 mld. Kč a roční provozní náklady v hodnotě 248 mil. Kč při kapacitě 98 000 t zpracovaného odpadu ročně. Při stanovených podmínkách, tj. dobou životnosti 30 let, diskontem 7,5 % podle vypočítané hodnoty WACC, vyšlo NPV -865 022 000 Kč. Minimální cena tepla vyšla 238 Kč/GJ a minimální cena za zpracování odpadu 1560 Kč/t. Pro podpoření výstavby ZEVO navrhuji nevratnou investiční dotaci v hodnotě 25 % z celkové investice. V této variantě by NPV vyšlo -211 837 000 Kč, minimální cena tepla by byla 158 Kč/GJ a minimální cena za zpracování odpadu by byla 737 Kč/t. Je zde tedy velký prostor pro změnu parametrů pro kladné NPV. Ať se jedná o změnu diskontu, reinvestování do technologií a tím prodloužení životnosti, zvýšením ceny za teplo nebo za zpracování odpadu.

Na otázku proč se v ČR málo energeticky využívá odpad, tedy můžu odpovědět, že se jedná hlavně o psychickou bariéru obyvatelů. Stát by měl změnit názor obyvatelstva pomocí profesionální kampaně, při které by měl vysvětlit environmentální význam a princip ZEVO. Dále by měl stát a Evropská unie dotačně podpořit výstavbu ZEVO a tím snížit investiční náročnost stavby. Legislativní a regulatorní prostředí spaloven odpadu v ČR je připraveno.

8 Literatura

- [1] Kolektiv autorů. *Zákon č. 185/2001 Sb.* [online]. 2014 [cit. 18. 10. 2014]. Dostupné z: <http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/8fc3e5c15334ab9dc125727b00339581?OpenDocument>
- [2] FILIP, J. *Odpadové hospodářství*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2002-2003, 2 sv. (116, 75 s.). ISBN 80-7157-682-42.
- [3] Anonymus. *SAKO Brno* [online]. 2013 [cit. 18. 10. 2014]. Dostupné z: <http://www.sako.cz/stranka/cz/79/energeticke-vyuzivani-odpadu/>
- [4] KURAŠ, M. *Odpadové hospodářství*. Vyd. 1. Chrudim: Ekomonitor, 2008, 143 s. ISBN 978-80-86832-34-0.
- [5] Anonymus. *Vítejte na Zemi...* [online]. 2013 [cit. 18. 10. 2014]. Dostupné z: http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=energeticke_vyuziti_odpadu&site=odpady
- [6] *All for Power*. Praha: AF POWER agency a.s., 2011, roč. 2011, č. 4. ISSN 1802-8535.
- [7] Anonymus. ČSÚ: *Produkce, využití a odstranění odpadů 2013*. [online]. 2014 [cit. 12. 11. 2014]. Dostupné z: http://www.czso.cz/csu/2014edicniplan.nsf/publ/280020-14-r_2014
- [8] CZUMALO, V. *Co jsme ve Vysočanech a v Libni (už) neviděli VI - Spalovna* [online]. 2013 [cit. 12. 11. 2014]. Dostupné z: <https://czumalo.wordpress.com/2013/08/07/o-j sme-ve-vysocanech-a-libni-uz-nevideli-vi-spalovna/>
- [9] Anonymus. *Pražské služby: Zařízení na energetické využití odpadu - ZEVO* [online]. 2014 [cit. 12. 11. 2014]. Dostupné z: <http://www.psas.cz/index.cfm/sluzby-firmam/zarizeni-pro-energeticke-vyuzivani-odpadu/energeticke-vyuzivani-odpadc5af/>
- [10] Kolektiv autorů. *Termizo* [online]. 2014 [cit. 12. 11. 2014]. Dostupné z: <http://www.termizo.mvv.cz/>
- [11] Kolektiv autorů. *ZEVO Chotíkov* [online]. 2014 [cit. 12. 11. 2014]. Dostupné z: <http://www.spalovna.info/>

- [12] Kolektiv autorů. *Kombinovaná výroba elektřiny a tepla* [online]. Praha, 2011 [cit. 26. 11. 2014]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/uspory-energie/kombinovana-vyroba-elekriny-a-tepla>
- [13] Kolektiv autorů. Aktualizace Státní energetické koncepce ČR. In: *Předkládací zpráva ASEK 2014* [online]. 2014 [cit. 26. 11. 2014]. Dostupné z: <http://www.komora.cz/pro-podnikani/legislativa-a-normy/pripominkovani-legislativy/nove-materialy-k-pripominkam/160-14-aktualizace-statni-energeticke-koncepce-cr-t-29-9-2014.aspx>
- [14] Kolektiv autorů. Aktualizace Státní energetické koncepce ČR. In: *Materiál* [online]. 2014 [cit. 26. 11. 2014]. Dostupné z: <http://www.komora.cz/pro-podnikani/legislativa-a-normy/pripominkovani-legislativy/nove-materialy-k-pripominkam/160-14-aktualizace-statni-energeticke-koncepce-cr-t-29-9-2014.aspx>
- [15] Kolektiv autorů. Aktualizace Státní energetické koncepce ČR. In: *Příloha* [online]. 2014 [cit. 26. 11. 2014]. Dostupné z: <http://www.komora.cz/pro-podnikani/legislativa-a-normy/pripominkovani-legislativy/nove-materialy-k-pripominkam/160-14-aktualizace-statni-energeticke-koncepce-cr-t-29-9-2014.aspx>
- [16] Kolektiv autorů. *Zákon č. 477/2001 Sb.* [online]. 2014 [cit. 26. 11. 2014]. Dostupné z: <http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/2e3a627d45671704c1257563004137a8?OpenDocument>
- [17] Anonymus. Umweltbundesamt: *Abfallverbrennungsanlagen (Rostfeuerung)* [online]. Dessau, 2011 [cit. 3. 3. 2015]. Dostupné z: https://web.archive.org/web/20120528073657/http://www.umweltbundesamt.de/abfallwirtschaft/entsorgung/dokumente/MVA_Liste.pdf
- [18] Anonymus. Umweltbundesamt: *Verteilung der Deponien der Klasse II* [online]. Dessau, 2005 [cit. 3. 3. 2015]. Dostupné z: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Bilder_Infografiken/hausmuelldeponien.jpg
- [19] Anonymus. *TA Siedlungsabfall* [online]. 1993 [cit. 3. 3. 2015]. Dostupné z: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/tasi_ges.pdf

- [20] Kolektiv autorů. *Co je MBÚ* [online]. 2015 [cit. 11. 3. 2015]. Dostupné z: <http://www.mbu.cz/cz/Cojembu.php>
- [21] Kolektiv autorů. AbfAbIV - Abfallablagungsverordnung. In: *AbfAbIV* [online]. 2009 [cit. 11. 3. 2015]. Dostupné z: <http://www.bmub.bund.de/service/publikationen/downloads/details/artikel/abfablv-abfallablagungsverordnung-verordnung-ueber-die-umweltvertraegliche-ablagerung-von-siedlungsabfaellen/>
- [21] Kolektiv autorů. *Cementárny pouze jako výrobci cementu? Omyl. Dokáží i efektivně využít odpad.* [online]. 2013 [cit. 16. 3. 2015]. Dostupné z: <http://www.rrapk.cz/zivotni-prostredi/ekologicke-vzdelavani-obcanu-pk/komunikace-zpusobu-vyuziti-a-zneskodneni-odpadu/cementarny-pouze-jako-vyrobcu-cementu-omyl-dokazi-i-efektivne-vyuzit-odpad.htm>
- [22] Anonymus. *Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen - 17. BImSchV* [online]. 2013 [cit. 16. 3. 2015]. Dostupné z: http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bimschv_17_2013/gesamt.pdf
- [23] Kolektiv autorů. *Německé zkušenosti s mechanicko-biologickou úpravou komunálních odpadů* [online]. 2015 [cit. 16. 3. 2015]. Dostupné z: <http://www.odpadjeenergie.cz/mbu-a-jine/mbu/nemecke-zkusenosti-s-mechanicko-biologickou-upravou-komunalnich-odpadu>
- [24] Anonymus. AWG-Novelle 2010. In: *Gesetzestext* [online]. 2014 [cit. 19. 3. 2015]. Dostupné z: http://www.parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXIV/I/I_01005/index.shtml
- [25] Anonymus. Abfallverbrennungsverordnung. In: *AVV Novelle 2013 BGBl. II Nr. 135/2013* [online]. 2014 [cit. 19. 3. 2015]. Dostupné z: <http://www.bmlfuw.gv.at/greentec/abfall-ressourcen/abfall-altlastenrecht/awg-verordnungen/avv.html>
- [26] Kolektiv autorů. *Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic* [online]. 2008 [cit. 30. 3. 2015]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&from=CS>

- [27] Kolektiv autorů. Poslanecká sněmovna Parlamentu České republiky, Předpis 354/2002 Sb. In: *Sbírka zákonu* [online]. 2002 [cit. 30. 3. 2015]. Dostupné z: <http://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?r=2002&cz=354>
- [28] Kolektiv autorů. *Příloha č. 4 k vyhlášce č. 415/2012 Sb. Podmínky provozu pro stacionární zdroje tepelně zpracovávající odpad* [online]. 2012 [cit. 30. 3. 2015]. Dostupné z: <http://www.inisoft.cz/strana/vyhlaska-415-2012-p4>
- [29] GEMRICH, J. *Spoluspalování produktů MBÚ při výrobě cementu* [online]. 2009 [cit. 9. 4. 2015]. Dostupné z: <http://odpady-online.cz/spoluspalovani-produktu-mbu-pri-vyrobe-cementu/>
- [30] VECKA, J. *Mechanicko-biologická úprava je slepá ulička* [online]. 2012 [cit. 9. 4. 2015]. Dostupné z: <http://odpady-online.cz/mechanicko-biologicka-uprava-je-slepa-ulicka>
- [31] Kolektiv autorů. *Sdělení Komise Evropskému parlamentu, Radě, Evropskému hospodářskému a sociálnímu výboru a Výboru regionů* [online]. 2014 [cit. 10. 4. 2015]. Dostupné z: [http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2014_2019/documents/com/com_com\(2014\)0398_/com_com\(2014\)0398_cs.pdf](http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2014_2019/documents/com/com_com(2014)0398_/com_com(2014)0398_cs.pdf)
- [32] Kolektiv autorů. *Optimální nastavení výše podpory výroby elektřiny z odpadu ve vztahu k ceně elektřiny pro spotřebitele* [online]. VUT Brno, 2011 [cit. 15. 4. 2015]. Dostupné z: http://www.hnutiduha.cz/sites/default/files/publikace/2013/11/eveco_studie_mpo_efekt_odpady.pdf
- [33] KOVAŘÍK, R. *Možnosti energetického využívání směsných komunálních odpadů v ČR - aktuální situace, výhledy a možnosti* [online]. Ostrava, 2014. [cit. 15. 4. 2015]. Dostupné z: <http://vec.vsb.cz/userfiles/Seminare/Kovarik.pdf>
- [34] MILOTA, L. *Plzeňská teplárenská přerušila stavbu skoro hotové spalovny v Chotíkově* [online]. Plzeň, 2015. [cit. 25. 4. 2015]. Dostupné z: http://www.rozhlas.cz/plzen/zpravodajstvi/_zprava/plzenska-teplarenska-prerusila-stavbu-skoro-hotove-spalovny-v-chotikove--1462731

- [35] Anonymus. *Stavbu obří spalovny v Karviné pozastavila vzácná vážka* [online]. 2012. [cit. 25. 4. 2015]. Dostupné z: <http://www.kic-odpady.cz/stavbu-obri-spalovny-v-karvine-pozastavila-vzacna-vazka.html>
- [36] KLINGHOFFER, B. N., CASTALDI, M. J. *Waste to Energy Conversion Technology*, Cambridge: Woodhead Publishing Ltd, 2013. ISBN 9780857096364
- [37] Kolektiv autorů. *Municipal Solid Waste Management Capacities in Europe* [online]. 2014. [cit. 28. 4. 2015]. Dostupné z: http://scp.eionet.europa.eu/publications/wp2014_8/wp/wp2014_8
- [38] BARTÁČKOVÁ, L. Centrum pro hospodaření s odpady. In: *Atlas zařízení pro nakládání s odpady 2., 3. díl.* [online]. 2010 [cit. 3. 3. 2015]. Dostupné z: <http://www.ceho.cz/skladky-odpadu>
- [39] Anonymus. *Systém NIKM* [online]. 2011 [cit. 28. 4. 2015]. Dostupné z: http://nikmapp.cenia.cz/nikmwp/?page_id=82

Seznam obrázků

Obr. 1 Schéma základního modelu MBÚ [33].....	15
Obr. 2 Cyklus energetického využívání odpadu [5].....	19
Obr. 3 Schéma technologického procesu spalování odpadů [6]	20
Obr. 4 Principiální schéma technologického procesu spalovny SAKO Brno [6]	23
Obr. 5 Pohyb roštic a odpadu na roštu [6]	24
Obr. 6 SWOT analýza ZEVO	25
Obr. 7 Porovnání 2 legislativních dokumentů o nakládání s odpady	30
Obr. 8 Doporučené parametry pro palivové využití VEF (vytříděná vysokoenergetická frakce) v cementárnách [29]	33
Obr. 9 Možné rozmístění zpracovatelských kapacit vycházející z předpokladu maximálního využití energie vázané v odpadech v sítích CZT [32]	42
Obr. A 1 Rozmístění provozovaných skládek komunálního odpadu v ČR [38].....	i
Obr. A 2 Rozmístění provozovaných spaloven v ČR [38]	ii
Obr. A 3 Kontaminovaná místa v systému evidence kontaminovaných míst na území ČR [39] (Stávající, rekultivované a černé skládky)	iii

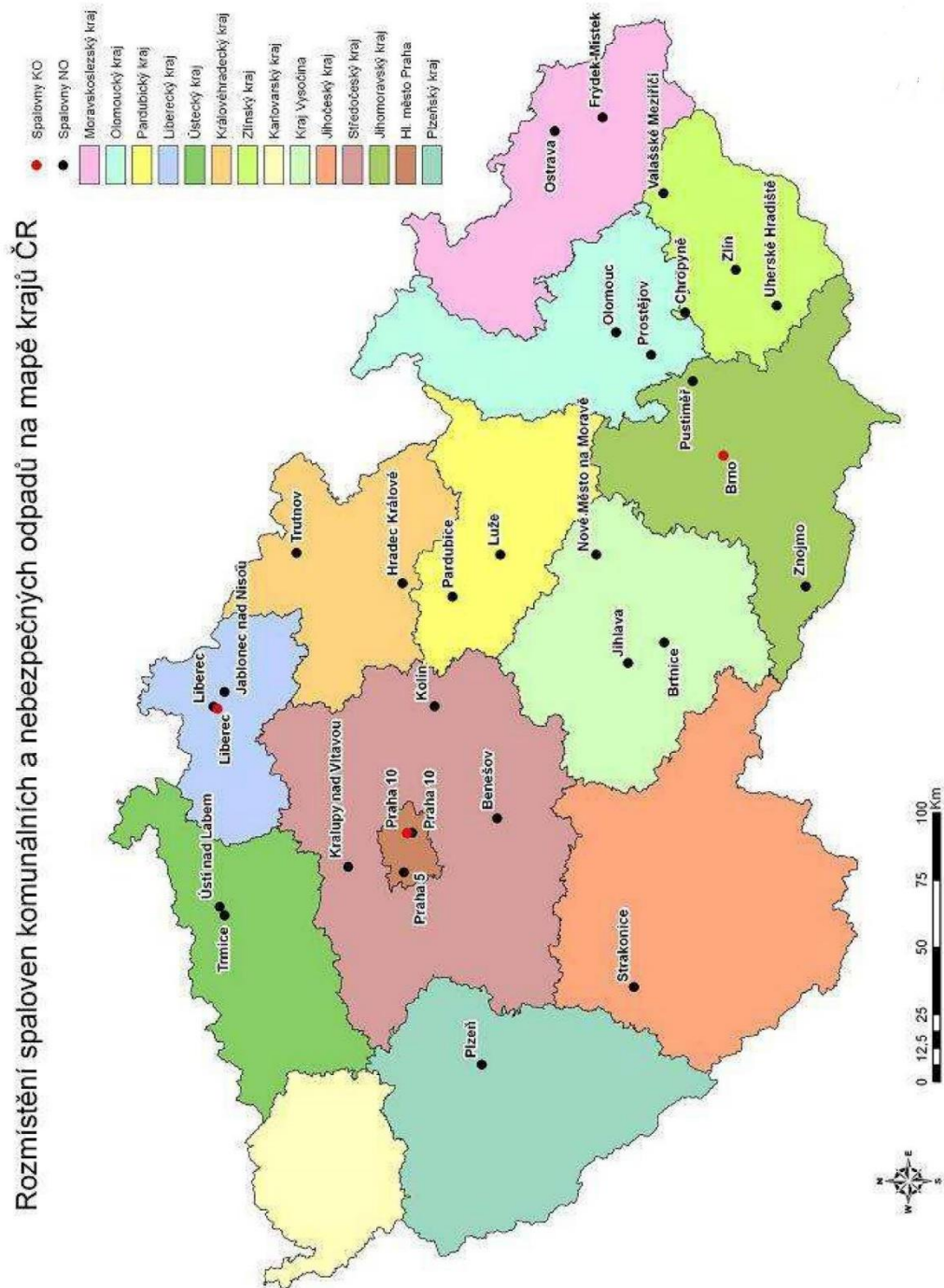
Seznam tabulek

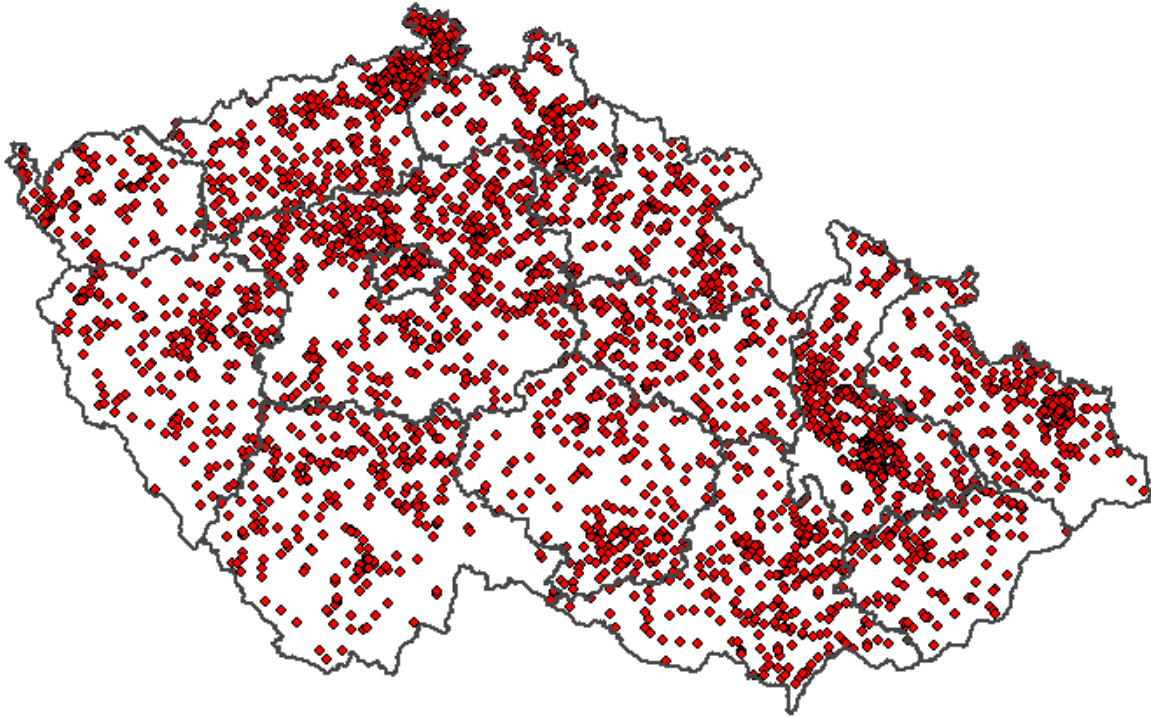
Tab. 1 Základní technické parametry spalovny v Brně [6].....	22
Tab. 2 Porovnání denních emisních limitů spaloven odpadu a spoluspalování odpadu v cementárnách [27]	32
Tab. 3 Porovnání denních emisních limitů pro zařízení pro spoluspalování odpadu (kromě cementáren) a pro biomasu. (údaje jsou stažené na obsah 6 % O ₂) [27].....	33

Seznam grafů

Graf 1 Způsoby nakládání s komunálními odpady v roce 2013 [7].....	17
Graf 2 Vývoj nakládání s komunálním odpadem v ČR [7]	17
Graf 3 Cash Flow v jednotlivých letech	48
Graf 4 Citlivostní analýza závislosti NPV na výši diskontu.....	49
Graf 5 Citlivostní analýza závislosti NPV na cenu tepla.....	50
Graf 6 Citlivostní analýza závislosti NPV na ceně odpadu	51

Obr. A 2 Rozmístění provozovaných spaloven v ČR [38]





Obr. A 3 Kontaminovaná místa v systému evidence kontaminovaných míst na území ČR [39] (Stávající, rekultivované a černé skládky)