

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav techniky a automobilové dopravy



Energetické využití komunálního odpadu

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Martin Fajman, Ph.D.

Vypracoval:

Jan Šmíd

Brno 2016

Na této stránce bude vložen originální formulář Zadání bakalářské práce.
Vystavený, podepsaný a orazítovaný formulář Vám připraví vedoucí bakalářské
práce před jejím svázáním.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci: „**Energetické využití komunálního odpadu**“ vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 Autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity o tom, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne 11. dubna 2016

podpis

Poděkování

Děkuji doc. Ing. Martinu Fajmanovi, Ph.D., vedoucímu mé bakalářské práce, za odborné vedení práce, za cenné informace, rady a připomínky, které jsem uplatnil při zpracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat řediteli divize spalovna, společnosti SAKO Brno, a. s., panu Ing. Tomáši Weignerovi, za zprostředkování exkurze a za podání podrobných informací a zajímavostí o této společnosti.

Abstrakt

Šmíd, J. *Energetické využití komunálního odpadu*, Bakalářská práce. Brno, 2016.

Bakalářská práce se zabývá jednotlivými základními principy využívání komunálních odpadů k produkci energií, resp. způsobu likvidace komunálních odpadů. Popisuje a zaměřuje se na technologie termického zpracování odpadů z komunální sféry a rozvádí jednotlivé technologické prvky linky zpracování komunálního odpadu termickou cestou. Popisuje a vymezuje základní pojmy a platné právní předpisy v oblasti termického zpracování odpadů. S využitím reálných provozních dat vybraného provozu spalovny odpadů, společnosti SAKO Brno, a. s., popisuje vztah k objemu zpracovaných odpadů a výtěžnosti jednotlivých forem energií v letech 2006 až 2014. Rozebírá míru uplatnění technologií spalování komunálních odpadů v České republice a zahraničí z pohledu současnosti i historického vývoje.

Klíčová slova

Komunální odpad, termické zpracování komunálního odpadu, energetické využití komunálního odpadu, spalovna, SAKO Brno, a. s.

Abstract

Šmíd, J. *Energy utilization of municipal waste*, Bachelor thesis. Brno, 2016.

Bachelor thesis deals with the various fundamental principles of the use of municipal waste to produce energy, or method of disposal of municipal waste. It describes and focuses on the technology of thermal treatment of waste from municipalities and distributes various technological elements line treatment of municipal waste by thermal means. It describes and defines the basic concepts and legislation in the field of thermal waste treatment. Using real operational data of the selected operating incinerators company SAKO Brno, a. s., describes the relationship of the volume of processed waste recovery and individual forms of energy in the years since 2006 up to 2014. It analyzes the degree of technology to incineration of municipal waste in the Czech Republic and abroad from the perspective of the present and historical development.

Keywords

Municipal waste, thermic disposal of municipal waste, energy recovery of municipal waste, incinerator, SAKO Brno, a. s.

Obsah

1	Úvod.....	11
2	Cíl bakalářské práce	12
3	Legislativa	13
3.1	Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů	13
3.1.1	Základní pojmy - zákon č. 185/2001 Sb.:.....	13
3.2	Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší.....	14
3.2.1	Základní pojmy - zákon č. 201/2012 Sb.:.....	15
3.3	Zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezení znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů	16
3.4	Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů	17
3.4.1	Základní pojmy - zákon č. 458/2000 Sb.:.....	17
3.5	Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady	18
3.6	Vývoj legislativy v ČR.....	18
4	Technologie a technická zařízení používané k energetickému využití komunálního odpadu	19
4.1	Odpad jako palivo pro spalování a jeho vlastnosti.....	19
4.2	Spalování odpadu.....	21
4.3	Metody termického zpracování odpadů.....	21
4.3.1	Spalovací režimy.....	22
4.3.2	Spalovací pece	23
4.4	Produkty termického procesu.....	26
4.4.1	Spaliny	26
4.4.2	Tuhé a kapalné zbytky po spalování.....	28
4.5	Výhody a nevýhody energetického využívání odpadu	28

5	SAKO Brno, a. s.	30
5.1	Od historie až po současnost	30
5.2	Technologické zpracování komunálního odpadu SAKO Brno, a. s.....	31
5.3	Reálná provozní data společnosti SAKO Brno, a. s.	34
6	Spalování odpadu v ČR a zahraničí	42
6.1	Energetické využití komunálního odpadu v ČR	42
6.2	Energetické využití komunálního odpadu v zahraničí	46
6.3	Porovnání energetického využití komunálního odpadu v ČR a zahraničí .	52
7	Závěr	53
8	Seznam použité literatury	56
9	Seznam zkratk	59
10	Přílohy	60

Seznam obrázků

Obr. 1	První spalovna odpadů na území Rakousko-Uherska	31
Obr. 2	Oblasti a množství navezeného komunálního odpadu v roce 2014.....	35
Obr. 3	Návoz komunálního odpadu v letech 2006 – 2014	36
Obr. 4	Dodávka tepelné energie do SZTE ve městě Brně v roce 2014.....	37
Obr. 5	Roční dodávka tepelné energie do SZTE ve městě Brně v letech 2006 – 2014.....	38
Obr. 6	Dodávky tepelné energie odběratelům ve městě Brně v letech 2006 – 2014.....	39
Obr. 7	Porovnání vlastní spotřeby tepelné energie k ostatním dodávkám tepelné energie v letech 2006 – 2014	40
Obr. 8	Porovnání dodávek elektrické energie mezi SAKO Brno, a. s. a Teplárny Brno, a. s. v letech 2010 – 2014	41
Obr. 9	Nakládání s odpady v ČR v letech 2006 – 2014.....	42
Obr. 10	Roční nakládání s komunálními odpady v ČR v letech 2006 – 2014.....	43
Obr. 11	Množství získané tepelné energie z komunálního odpadu v ČR v letech 2006 – 2014	45
Obr. 12	Množství získané elektrické energie z komunálního odpadu v ČR v letech 2006 – 2014	45
Obr. 13	Nakládání s komunálním odpadem v evropských zemích v roce 2013	46
Obr. 14	Geografické znázornění energetického využití komunálního odpadu v Evropě v letech 2006 a 2013	48
Obr. 15	Nakládání s komunálním odpadem v evropských zemích v letech 2006 a 2013.....	49
Obr. 16	Porovnání vyprodukovaného množství komunálního odpadu ve vybraných zemích v letech 2006 a 2012	50

Obr. 17	Porovnání nakládání s komunálními odpady v USA a EU v roce 2012	51
Obr. 18	Porovnání nakládání s komunálními odpady v USA, EU a ČR v roce 2012	52
Obr. 19	Zásobník odpadu	61
Obr. 20	Hoření odpadu a strop kotle	61
Obr. 21	Turbína	62
Obr. 22	Schéma - Technologický proces zpracování komunálního odpadu (SAKO Brno, a. s.)	62

Seznam tabulek

Tab. 1	Celková roční kapacita spaloven komunálních odpadů v ČR v roce 2014	44
Tab. 2	Počet spaloven a množství spáleného komunálního odpadu k energetickému využití v Evropě v letech 2006 a 2013	47
Tab. 3	Roční nakládání s komunálními odpady v ČR.....	63

1 Úvod

V dřívějších dobách bylo slovo odpad téměř neznámý pojem, který lidstvo nijak nezatěžovalo, a tudíž nebyl důvod se jím zabývat. Lidé neprodukovali odpad v takovém množství ani složení, kterým by byla přítomnost člověka či jeho prostor jakkoliv omezen či ohrožen. Většina předmětů, používaných v minulosti, byla navíc také přírodního původu a příroda si s tímto druhem odpadu dokázala bez problémů poradit. První zásadní problémy s odpady se objevily, jakmile se lidstvo začalo koncentrovat do měst. Z počátku postačovaly generální úklidy, posbírání odpadu a odvezení za hradby měst. Obrovské problémy ovšem nastaly ve středověku. S přibývajícím množstvím se odpady nestačily rozložit, hromadily se a lákaly hlodavce, ptáky a hmyz. Tito živočichové zapříčinili šíření nejrůznějších nemocí (lepra, mor, cholera a dalších), což vedlo k vysoké úmrtnosti. Zásadní zlom nastává v 19. století. Rostoucí města se velmi obtížně zbavovala stále většího množství odpadů a rostoucí průmyslová výroba byla rovněž velkým zdrojem odpadu. Postupem času se objevovala souvislost mezi čistotou prostředí, hygienou a nemocností (úmrtností). Tento fakt zapříčinil zavedení funkčních systémů nakládání s odpady. Města začala budovat skládky odpadů, byl zaveden systém sběrových nádob společně se svozem odpadů a začaly se budovat první spalovny odpadů. První a pro tuto práci významnou spalovnu postavenou na území dnešní České republiky, byla spalovna vybudována ve městě Brně v roce 1904, která již byla vybavena zařízením pro výrobu elektrické energie ze shořelých odpadků. V současnosti je na území České republiky celkem 32 spaloven odpadů, z toho 3 spalovny komunálních odpadů a 29 spaloven nebezpečných odpadů (spalují především zdravotnický a průmyslový odpad) [1]. V České republice chybí kapacita pro energetické využití několika milionů tun odpadů ročně, přesto se preferuje třídění odpadů, i když většina z vytríděných frakcí končí na skládce, ovšem za cenu vyšší energetické náročnosti. Prosadit v ČR novou spalovnu, je téměř nadlidský úkol a ke spalování se přistupuje s obavami. Lidé obecně vidí spalovny jako zdroj znečištění, jež vypouští do ovzduší emise a mají obavy o své zdraví. Díky moderním technologiím a nastavené legislativě nejsou podobné obavy na místě. Například jeden patnáctiminutový ohňostroj vypustí tolik škodlivých plynů a dioxinů, kolik městská spalovna nevypustí ani za 100 let [2]. Spalování komunálního odpadu má svoje výhody, ale i rizika. Spálením odpadu se především zmenšuje prostor, který odpad zabírá a energetickým využitím odpadu se uspoří u nás hojně využívaná fosilní paliva.

2 Cíl bakalářské práce

Cílem mé bakalářské práce je popsat problematiku energetického využití komunálního odpadu. Popsat a uvést platné právní předpisy a základní pojmy této problematiky. Na základě studia literárních pramenů sestavit přehled základních principů využívání komunálních odpadů k produkci energií, resp. způsobu likvidace komunálních odpadů. Zaměřit se na technologie termického zpracování odpadů z komunální sféry a rozvést jednotlivé technologické prvky linky zpracování komunálních odpadů termickou cestou. Ze získaných reálných provozních dat vybraného provozu spalovny odpadů, společnosti SAKO Brno, a. s., popsat vztah k objemu zpracovaných odpadů v letech 2006 až 2014. Rozebrat míru uplatnění technologií spalování komunálních odpadů v České republice a zahraničí z pohledu současnosti i historického vývoje. Formulovat závěry na základě poznatků a jejich komparaci na základě zpracovávaného tématu práce.

3 Legislativa

Vybrané právní předpisy vztažené k energetickému využití komunálních odpadů.

- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů.
- Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší.
- Zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů.
- Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů.
- Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady.

V podrobnějším popisu jsou u každého citovaného předpisu vybrány základní pojmy, které jsou relevantní k textu této práce.

3.1 Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů

Tento zákon zpracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje pravidla pro předcházení vzniku odpadů a pro nakládání s nimi při dodržování ochrany životního prostředí, ochrany lidského zdraví a trvale udržitelného rozvoje a při omezování nepříznivých dopadů využívání přírodních zdrojů a zlepšování účinnosti tohoto využívání, práva a povinnosti osob v odpadovém hospodářství a působnost orgánů veřejné správy v odpadovém hospodářství [3].

3.1.1 Základní pojmy - zákon č. 185/2001 Sb.:

Odpad - každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit.

Nakládání s odpady – shromažďování, sběr, výkup, přeprava, doprava, skladování, úprava, využití a odstranění odpadů.

Komunální odpad – 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.

Zařízení – technické zařízení, místo, stavba nebo část stavby.

Oprávněná osoba – každá osoba, která je oprávněna k nakládání s odpady podle tohoto zákona nebo podle zvláštních právních předpisů.

Úprava odpadů – každá činnost, která vede ke změně chemických, biologických nebo fyzikálních vlastností odpadů (včetně jejich třídění) za účelem umožnění nebo usnadnění jejich dopravy, využití, odstraňování nebo za účelem snížení jejich objemu, případně snížení jejich nebezpečných vlastností.

Zpracování odpadů – využití nebo odstranění odpadů zahrnující i přípravu před využitím nebo odstraněním odpadů.

Odstranění odpadů – činnost, která není využitím odpadů, a to i v případě, že tato činnost má jako druhotný důsledek znovuzískání látek nebo energie.

Zvláštní ustanovení pro spalování odpadů – odpady lze spalovat, jen jsou-li splněny podmínky stanovené právními předpisy o ochraně ovzduší a o hospodaření energií. Technické požadavky pro nakládání s odpady vzniklými při spalování nebezpečného odpadu ve spalovnách, stanoví ministerstvo vyhláškou. Spalování odpadu ve spalovně komunálních odpadů, která dosahuje vysokého stupně energetické účinnosti, se považuje za využívání odpadů způsobem uvedeným pod kódem R1 (Využití odpadu způsobem obdobným jako paliva nebo jiným způsobem k výrobě energie) v příloze č. 3 (Způsoby využívání odpadů) k tomuto zákonu [3].

3.2 Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší

Ochranou ovzduší se rozumí předcházení znečištění ovzduší a snižování úrovně znečištění tak, aby byla omezena rizika pro lidské zdraví způsobená znečištěním ovzduší, snížení zátěže životního prostředí látkami vnášenými do ovzduší a poškozující ekosystémy a vytvoření předpokladů pro regeneraci složek životního prostředí postižených v důsledku znečištění ovzduší. Tento zákon zapracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje přípustné úrovně znečištění a znečištění ovzduší, způsob posuzování přípustné úrovně znečištění a znečištění ovzduší a jejich vyhodnocení, nástroje ke snižování znečištění a znečištění ovzduší, práva a povinnosti osob a působnost orgánů veřejné správy při ochraně ovzduší, práva a povinnosti dodavatelů pohonných hmot a působnost orgánů veřejné správy při sledování a snižování emisí skleníkových plynů z pohonných hmot v dopravě [4].

3.2.1 Základní pojmy - zákon č. 201/2012 Sb.:

Ovzduší – vnější ovzduší v troposféře.

Znečišťující látka – každá látka, která svou přítomností v ovzduší má nebo může mít škodlivé účinky na lidské zdraví nebo životní prostředí anebo obtěžuje zápachem.

Znečišťování (emise) – vnášení jedné nebo více znečišťujících látek do ovzduší.

Úroveň znečištění – hmotnostní koncentrace znečišťující látky v ovzduší (imise) nebo její depozice na zemský povrch za jednotku času.

Stacionární zdroj – ucelená technicky dále nedělitelná stacionární technická jednotka nebo činnost, které znečišťují nebo by mohly znečišťovat, nejde-li o stacionární technickou jednotku používanou pouze k výzkumu, vývoji nebo zkoušení nových výrobků a procesů.

Spalovací stacionární zdroj – stacionární zdroj, ve kterém se oxidují paliva za účelem využití uvolněného tepla.

Provozovatel – právnická nebo fyzická osoba, která stacionární zdroj skutečně provozuje; není-li taková osoba známa nebo neexistuje, považuje se za provozovatele vlastník stacionárního zdroje.

Palivo – spalitelný materiál v pevném, kapalném nebo plynném skupenství, určený jeho výrobcem ke spalování za účelem uvolnění energetického obsahu tohoto materiálu.

Tepelné zpracování odpadu – oxidace odpadu nebo jeho zpracování jiným termickým procesem, včetně spalování vzniklých látek, pokud by tím mohlo dojít k vyšší úrovni znečišťování oproti spálení odpovídajícího množství zemního plynu o stejném energetickém obsahu.

Spalovna odpadu – stacionární zdroj určený k tepelnému zpracování odpadů, jehož hlavním účelem není výroba energie ani jiných produktů, a jakýkoliv stacionární zdroj, ve kterém více než 40 % tepla vzniká tepelným zpracováním nebezpečného odpadu nebo ve kterém se tepelně zpracovává neupravený směsný komunální odpad.

Emisní limit – nejvýše přípustné množství znečišťující látky nebo skupiny znečišťujících látek vnášené do ovzduší ze stacionárního zdroje.

Emisní strop – nejvýše přípustné množství znečišťující látky vnesené do ovzduší za kalendářní rok.

Imisní limit – nejvýše přípustná úroveň znečištění stanovená tímto zákonem.

Zjišťování a vyhodnocení úrovně znečišťování – úroveň znečišťování zjišťuje provozovatel u znečišťující látky, pro kterou má stanoven specifický emisní limit nebo emisní strop, anebo pokud je tak výslovně stanoveno v prováděcím právním předpisu nebo v povolení provozu, u znečišťující látky, pro niž má stanovenou pouze technickou podmínku provozu, a u stacionárního zdroje a znečišťujících látek uvedených v příloze č. 4 k tomuto zákonu. Úroveň znečišťování se zjišťuje jednorázovým měřením emisí v intervalech stanovených prováděcím právním předpisem nebo kontinuálním měřením emisí. Jednorázové měření emisí zajišťuje provozovatel prostřednictvím autorizované osoby, a to minimálně jednou za kalendářní rok. Kontinuální měření emisí provádí provozovatel stacionárního zdroje uvedeného v příloze č. 4 k tomuto zákonu. Podle přílohy č. 2 k tomuto zákonu, je u stacionárního zdroje, sloužícího k tepelnému zpracování odpadu nutno zpracovat rozptylovou studii, provozní řád jako součást povolení provozu a kompenzační opatření dle § 11 v tomto zákoně. Spalovna komunálních odpadů se dle této přílohy stává poplatníkem poplatku za znečišťování [4].

3.3 Zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů

Účelem zákona je, v souladu s právem Evropské unie, dosáhnout vysoké úrovně ochrany životního prostředí jako celku uplatněním integrované prevence a omezování znečištění vznikajícího činnostmi uvedenými v příloze č. 1 k tomuto zákonu. Tento zákon stanoví povinnosti provozovatelů zařízení, upravuje postup při vydávání integrovaného povolení a další řízení a postupy týkající se integrovaného povolení. Stanoví působnosti orgánů veřejné správy podle tohoto zákona. Upravuje náležitosti systému výměny informací o nejlepších dostupných technických, tzv. BAT, zřízení a činnost technických pracovních skupin a zveřejňování informací o BAT. Stanoví sankce za porušení povinností stanovených tímto zákonem, upravuje vedení informačního systému integrované prevence a stanoví jeho obsah [5].

3.4 Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů

Tento zákon zapracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje v návaznosti na přímo použitelné předpisy Evropské unie podmínky podnikání a výkon státní správy v energetických odvětvích, kterými jsou elektroenergetika, plynárenství a teplárenství, jakož i práva a povinnosti fyzických a právnických osob s tím spojené [6].

3.4.1 Základní pojmy - zákon č. 458/2000 Sb.:

Energetická služba – činnosti, které vedou ke zvýšení energetické účinnosti a k úsporám primární energie.

Vymezené území – území, na němž držitel licence na distribuci elektřiny, distribuci plynu nebo rozvodu tepelné energie vykonává licencovanou činnost.

Zvýšení energetické účinnosti – nárůst energetické účinnosti u konečného uživatele v důsledku technologických či ekonomických změn.

Úspora energie – množství ušetřené energie určené měřením nebo odhadem spotřeby před provedením jednoho či více opatření ke zvýšení energetické účinnosti a po něm, při zajištění normalizace vnějších podmínek, které spotřebu energie ovlivňují.

Poskytovatelem energetických služeb – fyzická nebo právnická osoba, která poskytuje energetické služby nebo nabízí jiná opatření ke zvýšení energetické účinnosti zařízení uživatele, či v rámci jeho budovy a nese při tom jistou míru finančního rizika.

Přenosová soustava – vzájemně propojený soubor vedení a zařízení 400 kV, 220 kV a vybraných vedení a zařízení 110 kV, uvedených v příloze Pravidel provozování přenosové soustavy, sloužící pro zajištění přenosu elektřiny pro celé území České republiky a propojení s elektrizačními soustavami sousedních států, včetně systémů měřicích, ochranných, řídicích, zabezpečovacích, informačních a telekomunikačních techniky; přenosová soustava je zřizována a provozována ve veřejném zájmu [6].

Tento zákon byl od 1. ledna 2016 významně novelizován.

3.5 Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady

Vyhláška stanovuje náležitosti žádosti o souhlas k provozování zařízení k využívání, odstraňování, sběru či výkupu odpadů. Dále zahrnuje technické požadavky na nakládání s odpady vzniklými při spalování komunálních a nebezpečných odpadů. Zakazuje znečišťovat okolní prostředí spaloven prachem a nařizuje uložení vzniklého popílku po spalování na jednodruhovou skládku, a to jen po předchozí stabilizaci [7].

3.6 Vývoj legislativy v ČR

Z historického hlediska oblast odpadového hospodářství upravoval zákon č. 238/1991 Sb., o odpadech, který byl prvním právním předpisem, jež v tuzemsku platil. Do doby vydání tohoto zákona neexistovala žádná právní úprava na poli odpadového hospodářství, pouze místní vyhlášky. Tento zákon vykazoval v mnoha ohledech jisté nedostatky, a tudíž byl nahrazen zákonem č. 125/1997 Sb., o odpadech a následně byl doplněn řadou vyhlášek. Významnou se stala vyhláška č. 337/1997 Sb., kterou se stanovil Katalog odpadů. Následně vyhláška č. 338/1997 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady a vyhláška č. 339/1997 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů. S ohledem na požadavky praxe a požadavky Evropské unie, se však časem všechny tyto právní předpisy, ukázaly být nedostačující. Vstupem České republiky do Evropské unie bylo nutné implementovat právní předpisy Evropské unie do českého právního řádu, a to i v problematice odpadového hospodářství. Od roku 2001 se Česká republika řídí zákonem č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů a od roku 2012 zákonem č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší [8].

4 Technologie a technická zařízení používané k energetickému využití komunálního odpadu

Odpady jsou nejen surovinou, ale také velmi významným zdrojem energie. Odpady lze použít k získání tepelné nebo také elektrické energie, které by se jinak musely získat spalováním fosilních paliv. Odpad se energeticky využívá při procesu spalování odpadů ve spalovnách odpadů. K získání energie z odpadů se používá zejména komunální odpad. Dále se méně běžně energeticky využívají i odpady z průmyslu a zdravotnické odpady. Odpady jako cenná surovina přitom v České republice skončí z velké části bez užitku na skládkách. Je to proto, že v České republice nemáme dostatek zařízení pro energetické využívání odpadů (ZEVO). Spousta projektů na jejich výstavbu totiž naráží na obecný odpor veřejnosti. A jak už bylo zmíněno, odpadu končícího na skládkách přitom není málo – v České republice se jedná o množství necelých 3 mil. Mg komunálního odpadu ročně, které by dokázalo ušetřit okolo 1,8 mil. Mg hnědého uhlí nebo 1,2 mil. Mg černého uhlí. Pro srovnání, v České republice se ročně vytěží cca 45 mil. Mg hnědého uhlí a cca 12 mil. Mg černého uhlí. Spalovat odpady se tedy zdá být na první pohled jako dobrý nápad. To platí ovšem do chvíle, než si uvědomíme, že spalovna odpadů má jako každé jiné zařízení, ve kterém se něco spaluje, komín a produkuje tedy emise. Ty, i když z větší části vyčištěné, unikají do ovzduší nebo zůstávají v popelu, který se někde musí uložit. Z hlediska hierarchie nakládání s odpady je spalování odpadů k energetickému využití až na předposledním místě. Vzhledem k množství vyprodukovaného komunálního odpadu, zavádění nových a efektivních technologií v oblasti čištění spalin, by jistě bylo vhodné spalovat více komunálního odpadu k energetickému využití. V České republice se energeticky využívá pouze přibližně 3 % z celkové produkce odpadů [9].

4.1 Odpad jako palivo pro spalování a jeho vlastnosti

Každé palivo je charakterizováno jednak obsahem hořlaviny (především obsahem spalitelných látek, tj. uhlíku, vodíku, síry); jednak obsahem popela (je určen celkovým množstvím minerálních látek) a podílem vlhkosti. Odpad je z pohledu spalování považován za méně hodnotné palivo, díky značné nehomogenitě [10].

Hořlavinu je možno rozdělit na prchavou a neprchavou. Prchavá hořlavina se uvolňuje vlivem zahřívání odpadu a hoří dlouhým plamenem. V odpadech ji tvoří převážně uhlík vázaný ve sloučeninách a sloučeniny chloru a fluoru. Přítomností uhlovodíků (např. PCB) a množstvím oxidu uhelnatého, lze kontrolovat dokonalost jejího spálení. Neprchavou hořlavinu tvoří převážně uhlík, malé množství síry a vodík. Neprchavá hořlavina nehoří plamenem, nýbrž pouze žhne. Celkové složení lze stanovit z tabulek případně pomocí elementární analýzy [10].

Popel se u tuhých odpadů nachází v množství 3 až 70 % u vzorku vysušeného. U tekutých odpadů je obsah popela až 5 % a plynné odpady popel netvoří [11].

Voda je považována za látku nehořlavou, avšak může za určitých podmínek sloužit jako okysličovadlo. V odpadech se voda může vyskytovat v chemicky vázané formě nebo jako voda povrchová. Krystalicky vázaná voda je vázána v molekulách a sušením v průběhu spalování ji nelze odstranit. Skladováním, dopravou či manipulací se do odpadu dostává voda povrchová. Její přítomnost snižuje výhřevnost odpadu a může při větším množství způsobit zhoršení procesu hoření [12].

Palivo (odpad) je schopný samostatného hoření jen za předpokladu, že obsahuje dostatečné množství hořlaviny.

Spalovací technologie může být aplikována na širokou škálu odpadů, ať se jedná o odpady komunální včetně kalů z čistíren odpadních vod, průmyslové, zemědělské a lesnické či speciální, vyskytující se ve všech skupenstvích (skupenství pevné, kapalné, plynné či pastovité).

Komunálním odpadem se rozumí odpadový materiál vzniklý v městských aglomeracích, zahrnující tyto druhy odpadu: tuhé odpady z domácností, uliční odpady, odpady z parků a zahrad, malý průmyslový odpad, odpady ze služeb a kaly z čistíren odpadních vod, přičemž složení komunálního odpadu se neustále mění.

Průmyslové odpady vznikají při průmyslových procesech a jejich rozsah zahrnuje široký okruh materiálů (odpady ze strojírenského, chemického, dřevařského a textilního průmyslu).

Zemědělské a lesnické odpady jsou zdrojem velkého rozsahu spalitelných odpadů, jak při zpracování zemědělských plodin, tak při výrobě produktů z nich.

Speciální odpad je odpad, který se vyznačuje nebezpečnými vlastnostmi (např. toxické, patogenní či explozivní). Do této kategorie odpadů můžeme zahrnout i nemocniční odpady.

Množství tepla obsaženého v palivu řadíme také k důležitým parametrům paliva, které se udává pomocí spalného tepla a výhřevnosti.

Spalné teplo (neboli horní výhřevnost) je množství tepla, které se uvolní dokonalým spalováním jednotkového množství paliva při ochlazení spalin na výchozí teplotu paliva, přičemž voda v tomto případě zůstane v kapalném stavu. Udává se v kJ nebo MJ na 1 kg či 1 m³ paliva.

Výhřevnost je množství tepla, které se uvolní dokonalým spalováním jednotkového množství paliva při ochlazení spalin na výchozí teplotu paliva, přičemž voda po spálení zůstává v plynném stavu. Udává se v kJ nebo MJ na 1 kg či 1 m³ paliva [12].

4.2 Spalování odpadu

Spalování odpadu je složitý proces, při kterém vzniká prudká oxidační exothermní reakce. Proces spalování odpadu je podmíněn fázemi (vysušení a ohřev odpadu na zápalnou teplotu). K fázi vysušení odpadu dochází při teplotě 50 – 150 °C. Zápalná teplota odpadu představuje minimální teplotu, při níž dochází ke spontánnímu hoření. K zajištění průběhu spalování daným způsobem za vzniku co nejméně škodlivých látek, je nutno zajistit několik zásadních podmínek.

- Dostatečné množství spalovacího vzduchu.
- Dostatečný vývin tepla k zahřátí odpadu na zápalnou teplotu.
- Zajištění zdržení spalin v komoře dodatečného spalování.

Ve spalovnách je odpad před samotným hořením promísen (homogenizován), aby se docílilo konstantní výhřevnosti, která činí u jednoho Mg odpadu 8 až 12 GJ, což je výhřevnost blízká se výhřevností hnědého uhlí [13].

4.3 Metody termického zpracování odpadů

Metodami termického zpracování odpadů jsou původně nebezpečné látky v hořlavých odpadech přeměněny na poměrně neškodné produkty. Termické metody nejsou konečným způsobem odstranění odpadů, jelikož vznikají vedlejší produkty, jimiž je popel (struska) a plynné látky, jež obsahují škodlivé plynné i pevné částice. Procesy termického zneškodnění se dělí na procesy oxidační a redukční.

a) **Procesy oxidační** jsou procesy termického zneškodnění odpadů, při nichž je obsah kyslíku v reakčním prostoru stechiometrický nebo vyšší vzhledem k obsahu hořlavých látek ve zpracovávaném odpadu. V tomto případě se hovoří o spalování odpadů. Další členění těchto oxidačních (spalovacích) procesů je pak možné dle teplot v reakčním prostoru a to na procesy:

- nízkoteplotní s teplotou reakčního prostoru do 1 000 °C,
- vysokoteplotní s teplotou reakčního prostoru nad 1 000 °C.

b) **Procesy redukcí** jsou procesy termického zneškodňování odpadů, při nichž je obsah kyslíku v reakčním prostoru nulový nebo podstochiometrický vzhledem k obsahu hořlavých látek ve zpracovávaném odpadu. Mezi tyto procesy se řadí pyrolýza a zplyňování.

Pyrolýza odpadů je tepelný rozklad organických odpadních látek za nepřístupu oxidačních medií (vzduch, kyslík, oxid uhličitý, vodní pára) v reakčním prostoru, při němž se při teplotách nejčastěji v rozmezí 500 °C až 1 000 °C výšemolekulární organické látky rozpadají na jednoduché těkavé produkty a koks.

Zplyňování odpadů je řízený tepelný rozklad odpadních látek při teplotách nad 800 °C za podstochiometrického obsahu kyslíku v reakčním prostoru, směřující k přeměně uhlíkatých materiálů na plynné hořlavé látky požadovaného složení [14].

4.3.1 Spalovací režimy

Spalovacím režimem se rozumí průběh tepelných toků, teplot spalovaného odpadu, teplot spalin a teplot spalovacích komor. Závisí především na době setrvání odpadu ve spalovacím zařízení a je do jisté míry ovlivněn provedením konstrukce spalovací pece.

Dělení spalovacích režimů:

- 1) *periodicky pracující spalovací pece*: do reakčního prostoru pece se vkládá celá dávka odpadu najednou. Po procesu zneškodnění a zchladnutí pece dochází k vyjmutí tuhých zbytků a vyčištění pece. Pec je následně připravena pro další vložení odpadu a následnému spalování,

- 2) *kontinuálně pracující spalovací pece*: odpad prochází pecí plynule případně po dávkách, po celou dobu termického odstranění odpadu. Tento typ je tudíž ustálený (teploty a tepelné toky jsou v určitém úseku konstantní) [14].

4.3.2 Spalovací pece

Spalovací režimy jsou ovlivněny různými typy spaloven a konstrukčním provedením spalovací pece. Spalovací pece se dělí na:

- 1) roštové pece:
 - a) *s pevnými rošty*,
 - b) *s pohyblivými rošty*,
- 2) rotační (bubnové) pece,
- 3) šachtové pece:
 - a) *kuplovny*,
 - b) *šikmé pece*,
- 4) etážové pece,
- 5) muflové pece,
- 6) fluidní pece,
- 7) komorové pece,
- 8) prostorové pece.

Roštové pece: základ tvoří rošt, na kterém probíhá spalovací proces. Řadí se k nejstarším způsobům spalování pevných paliv a jeho cyklus je členěn do šesti fází, které probíhají postupně v závislosti na teplotách v reakčním prostoru.

- 1) *Fáze sušení*: nastává počáteční ohřev a sušení odpadu sáláním plamene, spalin a spalovacím vzduchem, který je přiváděn pod rošt při teplotě kolem 100 °C.
- 2) *Fáze zplyňování*: odpad se ohřívá na teplotu 200 až 600 °C, kdy dochází k reakci uhlíkatých látek v odpadech s kyslíkem a vyvíjí se hořlavé plyny.
- 3) *Fáze zapálení*: na povrchu odpadu dochází ke vzniku místních ložisek hoření.

- 4) *Fáze prohořívání:* povrchovým odhoříváním se postupně prohřívá celý odpad a dalším přívodem spalovacího vzduchu vznikají nová ložiska hoření při teplotě 500 až 800 °C.
- 5) *Fáze hoření:* dochází k hoření za vzniku souvislé plochy při teplotě cca 1 000 °C. Vzniklé teplo je odváděno spalinami, přičemž vzniká popel a škvára.
- 6) *Fáze vyhořívání:* v této fázi dochází k uvolnění velkého množství tepla při teplotě přibližně 1 200 °C a z roštu je odváděn popel, škvára a nespálitelné zbytky (např. kov).

Pece s pevnými rošty jsou určeny pro malé výkony (do 200 kg.h⁻¹) a jejich využití je omezeno pouze na spalování tuhých kusových odpadů.

Pece s pohyblivými rošty jsou určeny pro vyšší výkony (nad 200 kg.h⁻¹) a jedná se převážně o kontinuální provoz. Účelem pohyblivých roštů je spolehlivé a rovnoměrné procházení odpadu reakčním prostorem pece a plynulé odstraňování popelovin. Základním článkem je rošt, který je složen ze soustavy roštnic nejrůznějšího tvaru. Roštnice jsou tvarem přizpůsobeny vlastnostem spalovaného odpadu a podmínkám spalovacího procesu. Mezi jednotlivými roštnicemi jsou mezery, které umožňují přívod spalovacího vzduchu i odstranění vzniklé škváry. Pohyblivé rošty se dle konstrukce člení na natřásací, pásové, posuvné, otočné a válcové. Spalovny komunálního odpadu v České republice využívají pouze pece s pohyblivým roštem.

Rotační (bubnové) pece: základ tvoří vyzděný ocelový válec, který je otočný kolem podélné osy, jež může být vodorovná či mírně nakloněna vůči horizontální rovině. Přední část je vybavena zapalovacím hořákem a násypkou pro přívod odpadu. Odvod tuhých zbytků se nachází v protilehlé části (spodní část komory), kde tuhé zbytky vypadávají na vynašeč a následně dochází k jejich ochlazení (skrápění vodou). Rotační pec se otáčí rychlostí 1 až 2 otáčky za minutu.

Šachtové pece: mezi šachtové pece patří kuplovny a šikmé pece. *Kuplovny* tvoří šachta vyzděná šamotem. Ve spodní části se nachází výsuvný rošt, pod kterým je uzávěr na odstranění popela. Shora navezený odpad prochází jednotlivými teplotními pásmy (sušení, odplynění, spalování). Ke spodní části šachty je přiváděn spalovací vzduch a spaliny proudí vzhůru proti padajícímu odpadu. Odtok spalin se nachází v horní části pece.

Šikmé pece tvoří vyzděný, pevný a šikmo uložený válec, který je v dolní části ukončený vynášecím roštem. Odpad se dávkuje v horní části pece a vlastní vahou klesá dolů, kde je spalován na šikmém roštu, přičemž popel je vynášen křížovými otočnými rošty. Důležitou výbavou šikmé pece je horkovzdušná komora s hořákem, ve které se připravují horké spaliny, které jsou přiváděny pod šikmý rošt. V horní části pece jsou spaliny vedeny do komory dosazovacího spalování a po vyčištění jsou přiváděny do komína.

Etážové pece: slouží ke zpracovávání kalů s vysokou vlhkostí. Jsou tvořeny ze stojatého válce, který je rozdělen na etáže. Osou pece prochází hřídel, jež je vybavena rameny zasahujícími do jednotlivých etáží. Ramena jsou osazena lopatkami, aby docházelo při otáčení hřídele k přesunu odpadu do pece shora od obvodu ke středu. Vrchní etáže jsou určeny k vysoušení, střední ke spalování a dolní k chlazení zbytků. Spalovací vzduch je přiváděn zespodu. Spaliny ze spalovacího procesu proudí proti odpadu a jsou odváděny v horní části pece.

Muflové pece: jedná se o periodicky pracující spalovací pece, vhodné pro spalování olejových kalů, vrtacích emulzí, zbytků z výroby paliv a laků. Do zchlazené prázdné bezroštové pece je navážen odpad na nístěj, jež je zespodu topena. Po navezení odpadu a uzavření se pec vyhřeje na požadovanou teplotu. Při teplotě cca 900 °C nastává spalování odpadu a vstřikování kapalných odpadů do hořáku komory druhotného spalování. Po ukončení spalování, zchlazení pece a vyhrabání škváry je pec připravena na další navážku odpadu.

Fluidní pece: tímto zařízením lze spalovat pevný i kapalný odpad, za podmínky zajištění stejné zrnitosti. Spalovací vzduch se vhání zespodu velkou rychlostí do vrstvy zrnitého odpadu, čímž dochází k nadnášení a zvětšení reakčního povrchu.

Komorové pece: jedná se o periodicky pracující spalovací pece, vhodné pro tuhý odpad. Pece mají tvar komory s umístěnými podpůrnými hořáky. Spalovaný odpad je umístěn na nístěj a po ohřátí na zápalnou teplotu dochází ke spalování.

Prostorové pece: tvoří je ležatá či stojatá reakční komora navazující na komoru dodatečného spalování. Může být samostatná či navazovat na reakční prostor ve spalovacím procesu. Vhodná pro spalování kapalných odpadů [12].

4.4 Produkty termického procesu

4.4.1 Spaliny

Spaliny obsahují neškodné plyny, jako jsou například oxid uhličitý (CO_2), dusík (N_2) či vodní para, ale obsahují také škodlivé složky, jako jsou oxidy síry (SO_x), oxidy dusíku (NO_x), oxid uhelnatý (CO), fluorovodík (HF) a chlorovodík (HCL), těžké kovy a jejich sloučeniny, prach, organické sloučeniny a sloučeniny fosforu. Při spalování komunálního odpadu se uvolňuje velké množství tepla ve formě horkých spalin. Teplota spalin při výstupu z dohořivací komory je příliš vysoká pro přímý vstup do zařízení na čištění spalin. Složení odpadu, výkon spalovacího zařízení, cena energie a požadavky na čištění spalin významně ovlivňuje způsob chlazení spalin a případné využití jejich tepelné energie.

Chlazení spalin: jedná se o jednu z prvních operací zpracování horkých spalin. Použitý způsob chlazení může mít vliv na jejich množství a kvalitu. Nevhodným způsobem chlazení mohou vznikat škodliviny, jako například dioxiny. Vhodné je volit rychlý způsob ochlazení spalin. Rozlišují se dva způsoby chlazení spalin, a to s využitím tepla a bez využití tepla. Způsob chlazení spalin s využitím tepla je uskutečňován pomocí tzv. výměníku tepla. Ve výměníku tepla dochází k výměně tepelné energie mezi dvěma nebo více proudy pracovních látek. Odpadní teplo, které při termickém zpracování odpadu odchází ve formě spalin, je využíváno k ohřevu pracovní látky (převážně voda a vzduch, ale také k výrobě páry) a tím dochází k ochlazení spalin. Takto ochlazené spaliny mohou dále proudit do zařízení na čištění spalin. Výměníky tepla se mohou rozdělit z několika hledisek.

- 1) *Z hlediska provedení teplosměnných ploch:* výměníky deskové, trubkové a výměníky bez teplosměnných ploch.
- 2) *Podle uspořádání proudů pracovních látek ve výměníku:* výměníky souproude, protiproude a křížové.
- 3) *Podle pracovního pochodu:* výměníky rekuperační, regenerační, kontaktní a směšovací.
- 4) *Podle způsobu přenosu tepla:* výměníky konvekční, sálavé a kombinované.
- 5) *Podle konstrukce výhřevné plochy:* výměníky bubnové, trubkové, deskové, skříňové, žebrové, hadové a další.

Odprášení a čištění spalin: hlavní zdroj potenciálních emisí spaloven odpadů představují prachové částice. Pro zachycení prachových částic se využívá různých typů odlučovačů. Odlučovače pracují na základě rozdílných principů a lze je rozdělit na odlučovače mechanické, elektrické a filtry.

a) **Odlučovače mechanické:**

- *suché:* jsou založeny na gravitačních či setrvačných silách k oddělení tuhých částic, na základě odlišné hustoty oproti plynným spalinám. Nejpoužívanějšími typy mechanických odlučovačů jsou odlučovače vírové (cyklóny), které jsou založeny na principu využití odstředivé síly, která vznikne při uvedení proudu plynu do rychlého rotačního pohybu,
- *mokrý:* slouží k důkladnějšímu odloučení tuhých částic. Pro mokré odloučení se využívají odlučovače vírníkové a proudové. Fungují na principu směšování vody a plynu s prachovými částicemi. Jejich předností je bezporuchový provoz a vysoká odlučivost. Nevýhodou bývá velká spotřeba vody a značná tlaková ztráta.

b) **Odlučovače elektrické:** jejich funkce je založena na principu využití přitažlivých sil mezi elektricky nabitými částicemi prachu a opačně nabitou sběrací elektrodou. Usazené vrstvy prachu na sběrací elektrodě je nutné v pravidelných intervalech zbavovat prachu oklepáváním. Výhodou elektrických odlučovačů je jejich vysoká účinnost a malá ztráta tlaku spalin, nevýhodou naopak jejich velké rozměry a pořizovací cena.

c) **Filtry:** prach z plynů je odlučován přes filtrační materiál (vhodná tkanina) s dostatečnou mechanickou a tepelnou odolností. Pro vysoké teploty se používají filtry keramické.

Používané základní metody čištění spalin se dělí podle aplikovaného fyzikálního a chemického principu na odloučení tuhých znečišťujících látek od plynu, chemické reakce, odlučování aerosolů a absorpci plynných znečišťujících látek. Dále podle skupenství používaných chemických reagentů na metody suché, polosuché a mokré.

Komín, je poslední destinací spalin ve spalovnách odpadů, který zajišťuje odvod spalin do ovzduší. Provedení komínů bývá zděné, železobetonové a nejčastěji ocelové, a to s vyzdívkou či bez vyzdívky. Výška komínů určuje hygienické či urbanistické hledisko a jsou stavěny jako samonosné či kotvené [12].

4.4.2 Tuhé a kapalné zbytky po spalování

Při spalování odpadů vznikají tuhé zbytky propadem jemných částic roštem. Další tuhé zbytky vznikají po spalování tj. popel skládající se ze škváry a strusky. Následně vznikají tuhé zbytky z chlazení a čištění spalin (popílek). Zbytky po spalování jsou odstraňovány ze spalovacího zařízení kontinuálně či po dávkách do kontejnerů. Kontejnery se posléze dopraví na vhodnou skládku. Veškeré produkty spalin je nutné dále zpracovat a upravovat do podoby, která nezpůsobí poškození životního prostředí, neboť se jedná o odpady nebezpečné. Během spalování odpadů dochází také ke vzniku kapalných zbytků a kalů.

Tuhé zbytky po spalování: tvoří jej nespalitelný podíl obsažený v odpadu. Při spalovacím procesu odchází ve formě popelovin (struska, popel, škvára a velmi jemný popílek). Jak už bylo řečeno, tyto formy jsou odváděny kontinuálně či diskontinuálně a po jejich vychladnutí jsou ukládány na skládky. Popílek je unášen proudem spalin, při čemž se jeho většina odloučí v odprašovacích zařízeních. Popílek je nasycen škodlivinami (např. dioxiny), tudíž je považován za zvláště nebezpečnou odpadní látku. Díky značné nebezpečnosti popílku jsou kladeny vysoké nároky na odlučivost filtrů a odlučovače obecně. Odloučený popílek je zneškodňován solidifikací (cementace, bitumenace, vitrifikace), případně je ukládán na skládky nebezpečného odpadu.

Kapalné zbytky a kaly po spalování: během spalování odpadů při provozu kotle nebo při některém způsobu čištění spalin, dochází ke vzniku odpadní vody a kalu. Takto vzniklá voda se zpracovává v čistírnách odpadních vod a vyprodukované kaly se odváží k dalšímu zpracování a zneškodnění [12, 14].

4.5 Výhody a nevýhody energetického využívání odpadu

a) Výhody:

- výroba tepelné a elektrické energie pomocí uvolněné tepelné energie ze spalovacího procesu,
- úspora primárních neobnovitelných zdrojů surovin a energie,
- redukce hmotnosti odpadu na cca 30 % původních hodnot,
- redukce objemu o cca 90 % původních hodnot odpadu,

- vlivem redukce hmotnosti a objemu odpadu se navyšuje životnost skládek,
- jednoduché a účinné řízení spalovacího procesu,
- dokonalé vyhoření odpadu až na anorganický inertní materiál (škvára),
- odseparování feromagnetických a neferomagnetických kovů ze škváry,
- možnost využití škváry ke stavebním účelům.

b) Nevýhody:

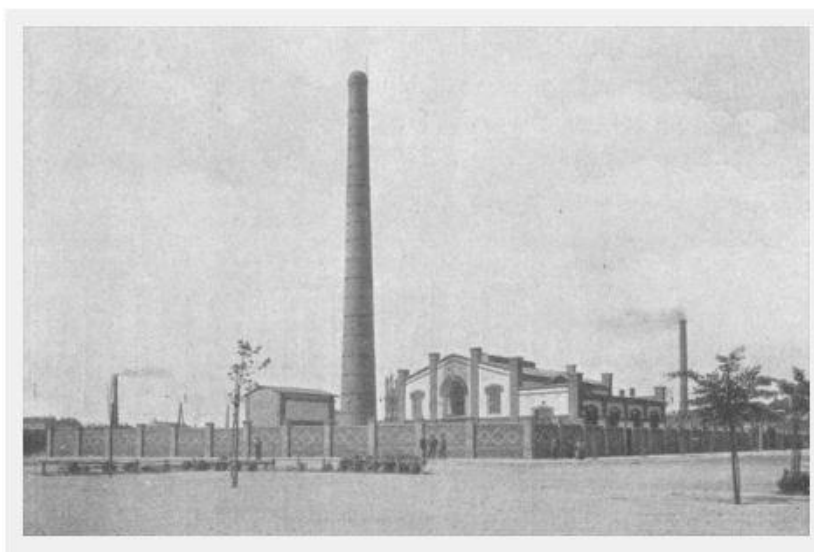
- vysoké investiční náklady na výstavbu spaloven,
- vysoké náklady na provoz a údržbu zařízení,
- potřeba kvalifikovaného personálu pro provoz a údržbu,
- problémy s možnostmi využití vyrobeného tepla,
- možná destrukce odpadních látek potenciálně recyklovatelných,
- nezbytnost nákladných opatření k zábraně emisí do ovzduší a vodních toků.

5 SAKO Brno, a. s.

5.1 Od historie až po současnost

Historie brněnské spalovny sahá až na přelom devatenáctého a dvacátého století. Na podzim roku 1904 byla v Brně, na ulici Radlas, započata stavba první spalovny na území Rakousko-Uherska a 24. srpna 1905 byla uvedena do provozu (obr. 1). „Byla to vůbec první spalovna na území Rakousko-Uherské monarchie, která již v té době využívala spalování odpadu k výrobě elektrické energie.“ [15]. Svému účelu sloužila brněnská smetárna, jak se spalovně tehdy říkalo, do roku 1941, ale v posledních dnech druhé světové války byla vybombardována. Od roku 1946 se datuje snaha o znovuvybudování spalovny ve městě Brně, která spatřila světlo světa po více než čtyřiceti letech. Stavba nové spalovny byla zahájena v roce 1984 a ke zkušebnímu provozu se dostala v lednu roku 1989. V této době bylo možné spalovat odpad ve třech kotlích, jejichž spaliny proudily do společného 125 metrů vysokého komínu, avšak spalovna byla vybavena pouze prvním stupněm čištění spalin, tj. odloučení pevného úletu ze spalin na elektrostatických odlučovačích. Další stupeň čištění spalin, na bázi polosuché vápenné metody rozšířené o dávkování aktivního uhlí do proudu spalin, byl vybudován v roce 1994. Od roku 1998 se začala ve spalovně získávat také elektřina v zařízení o výkonu 400 kW. V říjnu roku 2004 byla zavedena technologie čištění spalin pro snížení oxidu dusíku metodou selektivní nekatalytické redukce oxidu dusíku. Poslední velká rekonstrukce spalovny započala v roce 2008 a dne 15. září 2010 byl zahájen řádný zkušební provoz. Tato zatím poslední významná rekonstrukce byla vyvolána projektem „Odpadové hospodářství Brno“ vlivem zpřísnění legislativních a technických požadavků na provoz zařízení pro energetické využívání odpadů. Cílem projektu byla zásadní přestavba a modernizace, zabezpečující komplexní nakládání s komunálními odpady jak ve městě Brně, tak především v Jihomoravském kraji a naplnění požadavků na materiálové a energetické využívání odpadů a omezení skládkování biologicky rozložitelných odpadů. Kotelna v současné době disponuje dvěma pětitaťovými kotli s koncepcí vrativých roštů. Nově byla nainstalována parní odběrová turbína se vzduchovou kondenzací a na vlastní spalovací proces byl vybudován nový pětistupňový systém čištění spalin. Zařízení bylo vyprojektováno tak, aby umožnilo hospodárný a vysoce účinný provoz a zařízení může pracovat zcela nezávisle na dodávce elektřiny u přenosové soustavy v tzv. ostrovním provozu. Technologickou modernizací prošel také úsek tzv. škvárového hospodář-

ství, který umožňuje škváru roztřídit na různé velikostní frakce včetně zařízení na separaci železných i neželezných kovů odděleně. Škvára se následně používá na technické zabezpečení komunálních skládek jako inertní anorganická mezivrstva nahrazující stavební suť. Slavnostní zahájení spalovny se datuje na den 7. září 2011. V tomto roce zahájila činnost dotříd'ovací linka na PET lahve a papír. V současné době má spalovna oficiální název SAKO Brno, a. s. a jejím vlastníkem je statutární město Brno [16, 17].



Obr. 1 První spalovna odpadů na území Rakousko-Uherska

Zdroj: <http://www.odpadjeenergie.cz/historie/prvni-spalovna-odpadu-byla-v-brne>

5.2 Technologické zpracování komunálního odpadu SAKO Brno, a. s.

Vážní zařízení

Poslední cesta odpadu začíná u vjezdu do spalovny, kde sběrné vozy nejprve projdou kontrolou na radiaci a následně najedou na váhu, jelikož každý přijímaný odpad musí být ze zákona evidován. Do spalovny přijede denně v průměru 200 - 210 sběrných vozidel a navezou cca 900 Mg odpadu. Tato technologická část se nazývá váhovna a veškeré procesy zde probíhají automaticky za pomoci speciálního softwarového programu, který zpracovává získaná data. Současně je zde vedena evidence vstupů a výstupů do celého zařízení a odpad se zde dělí na odpad určený pro energetické využití a na odděleně sbíraný odpad určený k dotřídění na dotříd'ovací lince.

Zásobník odpadu

Po zvážení vozidla se spalitelným odpadem zamíří k vratům, kde se nachází zásobník odpadu. Před vysypáním do zásobníku obsluha zkontroluje deklarovaný odpad a povolí jeho vysypání do zásobníku. Zásobník má kapacitu 5 000 Mg odpadu, což představuje přibližně zásobu na sedm dní provozu spalovny. V okolí zásobníku není cítit zápach a je zde minimální prašnost, jelikož je ze zásobníku odsáván vzduch. Ze zásobníku je odpad jeřábem (polypovým drapákem) přemísťován a přidáván do násypky jednotlivých kotlů. Fotografie zásobníku odpadu je uvedena v příloze č. 1 obr. 19.

Kotle s příslušenstvím

Kotelna disponuje dvěma pětitařovými kotli s koncepcí vratisuvných roštů typu MARTIN, do kterých je odpad sypán za pomoci jeřábů. Rozměry (výška) kotlů se dají přirovnat k desetipatrovému domu. Při teplotě 850 – 1 200 °C spálí za hodinu přibližně 16 Mg odpadu, který hoří sám, nepotřebuje další přídatné palivo a má výhřevnost jako hnědé uhlí. Zde odpad zahoří a získaná tepelná energie se předává varnému systému. Odpad na roštu prochází fází zahřívání, vysoušení, zplyňování, hoření a dohoření. Produkt po spálení odpadu – škvára, padá do mokrého vynašeče. Zde je škvára uhašena a zchlazena a je přes vibrační třidič pásovým dopravníkem dopravována do zásobníku škváry. Fotografie hoření odpadu a strop kotle jsou uvedeny v příloze č. 1 obr. 20.

Chemická úprava vody

Chemická úprava vody zajišťuje dostatečné množství napájecí vody o stanovených parametrech pro celý varný systém kotle. Napájecí voda je tvořena převážně vratným kondenzátem ze soustavy zásobování tepelnou energií (SZTE), čistým kondenzátem ze vzduchem chlazeného kondenzátoru a vodou z chemické úpravy vody, kde se k úpravě využívá převážně pitná voda. Surová voda obsahuje vysokou koncentraci solí a bez její úpravy by došlo k zanesení varného systému kotle minerálními usazeninami a mohlo by dojít k poškození turbíny a kyslík rozpuštěný ve vodě by se významnou měrou podílel na korozi celého varného systému kotle.

Elektrická energie a dodávka páry

Parní odběrovou kondenzační turbínou prochází přehřátá pára (220 °C, 1,37 MPa), již součástí je vysokotlaký a nízkotlaký díl s odběrem páry ve vysokotlaké části. Vysokotlaká přehřátá pára v turbíně expanduje, přeměňuje tepelnou

a tlakovou energii na energii mechanickou a koná mechanickou práci pohonem lopatkového rotoru. Rotor je spojen s převodovkou a generátorem elektrické energie, který transformuje mechanickou práci na elektrickou energii. Regulovaný i neregulovaný odběr turbíny zajišťuje současně s výrobou elektrické energie dodávku páry do SZTE, ale i pro technologické účely. Maximální elektrický výkon turbíny je 22,7 MW. Dodávané teplo a elektrická energie pokryje roční spotřebu cca 40 tisíc respektive 20 tisíc domácností. Fotografie turbíny je uvedena v příloze č. 1 obr. 21.

Čištění spalin

Přibližně 2/3 prostoru provozu spalovny zabírá čištění spalin. Pro účely spalovny je provozován systém pětistupňového čištění spalin, který např. přes vápno, uhlí nebo textilní filtry odstraňuje těžké kovy a kyselé složky a garantuje účinné odloučení škodlivin ze spalin.

První stupeň čištění spalin je situován přímo do spalovací komory. Pomocí chemických reakcí zajistí výraznou redukci množství oxidů dusíku ve spalinách pomocí nástřiku močoviny (redukční činidlo).

Druhý stupeň čištění spalin spočívá v adsorpci těžkých kovů a perzistentních organických polutantů typu (PCDD/F – dioxiny, PCB – polychlorované bifenyly, PAU – polycyklické aromatické uhlovodíky) za pomoci reagentů vápenného mléka.

Třetí stupeň čištění spalin je založen na nástřiku jemně rozprášené vodní vápenné suspenze do proudu spalin. Kouřovody jsou plynné spaliny z kotlů přivedeny do absorberů, kde probíhá jejich vyčištění.

Čtvrtý stupeň čištění spalin je umístěn v kouřovodech mezi absorbery a textilními filtry. Je založen na suché vápenné metodě, která spočívá v přidavku suchého haseného vápna do proudu spalin.

Pátý stupeň čištění spalin je složen z textilních filtrů, odlučující veškeré mechanické nečistoty a pevné reakční produkty ze spalin. Finální produkt z čištění spalin je složen z vápenatých solí, aktivního uhlí, popílku a přebytku reagentů. Celý proces čištění spalin je automaticky ovládán řídicím systémem, přičemž na výstupu ze systému čištění spalin je zbytkový obsah sledovaných škodlivin nižší, než nařizují přípustné emisní limity. Čištění spalin u znečišťujících látek dosahuje účinnosti na úrovni 99 % a před vstupem do komína, jsou spaliny kontinuálně monitorovány a vyhodnocovány.

Škvárové hospodářství

Škvárové hospodářství je závěrečným technologickým procesem, který následně upravuje škváru – odpadní inertní produkt spalovacího procesu. Toto zařízení slouží k manipulaci a separaci škváry a je složeno ze zásobníku škváry, pojízdného mostového jeřábu, dopravníkového systému a separační linky. Spalovací komorou prochází škvára přes mokrý vynašeč škváry a za pomoci pásových dopravníků je dopravována do zásobníku, který je zhotoven z betonu. Ze škváry se vytrídí neželezné kovy, ale hlavně kovy železné (ocel a další) a jsou následně odváženy k dalšímu využití jako druhotné suroviny. Ročně se vytrídí až 4 000 Mg oceli a 250 Mg neželezných kovů. Vytříděná škvára je využívána především pro technické zabezpečení skládek. Brněnská spalovna si dává za cíl, produkovat škváru o tak kvalitních parametrech, aby ji bylo možné použít jako stavební materiál (zásypy, podsypy) a minimalizovat tak produkci odpadů [16, 17]. Jednoduché a názorné schéma technologického procesu zpracování komunálního odpadu je uvedeno v příloze č. 2 obr. 22.

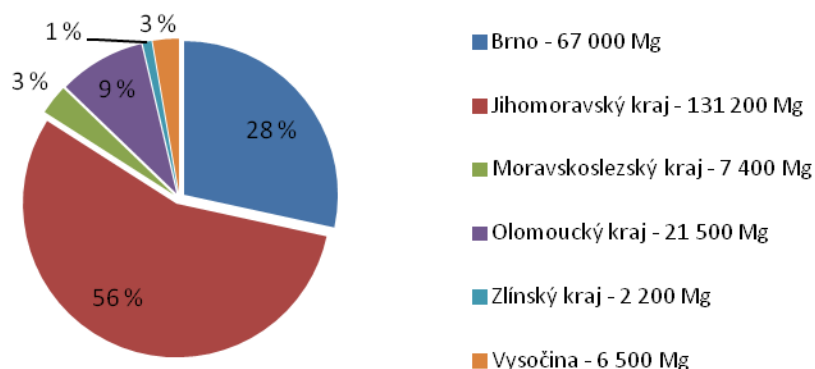
5.3 Reálná provozní data společnosti SAKO Brno, a. s.

Podrobnější reálná provozní data společnosti SAKO Brno, a. s. se i přes původní příslib nepodařilo získat v takovém rozsahu, jaký byl předpokládán. Důvod je následující. V dřívějších dobách se žádná podrobnější provozní data nezaznamenávala a byla vykazována pouze data základní, která jsou veřejně přístupná. Nyní se v brněnské spalovně zavádí nový systém bilancování, pro získání podrobných dat, který je ovšem ve stádiu vývoje, a tudíž nelze s těmito daty náležitě nakládat. Zpracovaná analýza výtěžnosti jednotlivých druhů energií je tedy provedena v omezené míře, a to převážně na základě veřejně dostupných provozních dat, informací a materiálů.

Společnost SAKO Brno, a. s. sídlí na ulici Jedovnická 2, 628 00 Brno. Majitelem společnosti je statutární město Brno, jež je jejím stoprocentním vlastníkem. SAKO Brno, a. s. zajišťuje veškerou činnost spojenou s provozem systému sběru a svozu směsného komunálního a separovaného odpadu. Zabezpečuje pronájem velkokapacitních kontejnerů, svoz objemného odpadu a ekologickou likvidaci černých skládek ve městě Brně. Společnost provozuje zařízení na energetické využívání komunálního odpadu, které energii uvolněnou ze spalování komunálního odpadu využívá k získávání tepelné a elektrické energie. Využitá tepelná energie je převážně dodávána do soustavy zásobování tepelné energie (SZTE) ve městě Brně,

ale také do sousedící společnosti ZETOR TRACTORS, a. s. a v neposlední řadě je také využívána pro vlastní spotřebu. Do budoucna je připravován plán pro dodávku tepelné energie do horkovodu v městské části Brno – Líšeň. Získaná elektrická energie je dodávána převážně do přenosové elektrické soustavy, ale slouží také pro vlastní spotřebu spalovny. Pro zajištění dostatečného množství tepelné energie do SZTE ve městě Brně, je velmi nutná úzká spolupráce se společností Teplárny Brno, a. s., jež je hlavním dodavatelem této energie ve městě Brně. Ve spalovně se jako palivo používá směsný komunální odpad a některé vybrané odpady komunální a průmyslové. Maximální roční kapacita zařízení je 248 000 Mg odpadu [18]. Zařízení nabízí možnost energeticky využít své odpady městům, obcím a firmám především v Jihomoravském kraji. Volná kapacita je ovšem také doplněna i odpadem z krajů okolních (Moravskoslezský kraj, Olomoucký kraj, Zlínský kraj a kraj Vysočina). Jednotlivé oblasti České republiky a množství z nich navezeného komunálního odpadu do brněnské spalovny, pro rok 2014, znázorňuje obr. 2.

Oblasti a množství navezeného komunálního odpadu v roce 2014

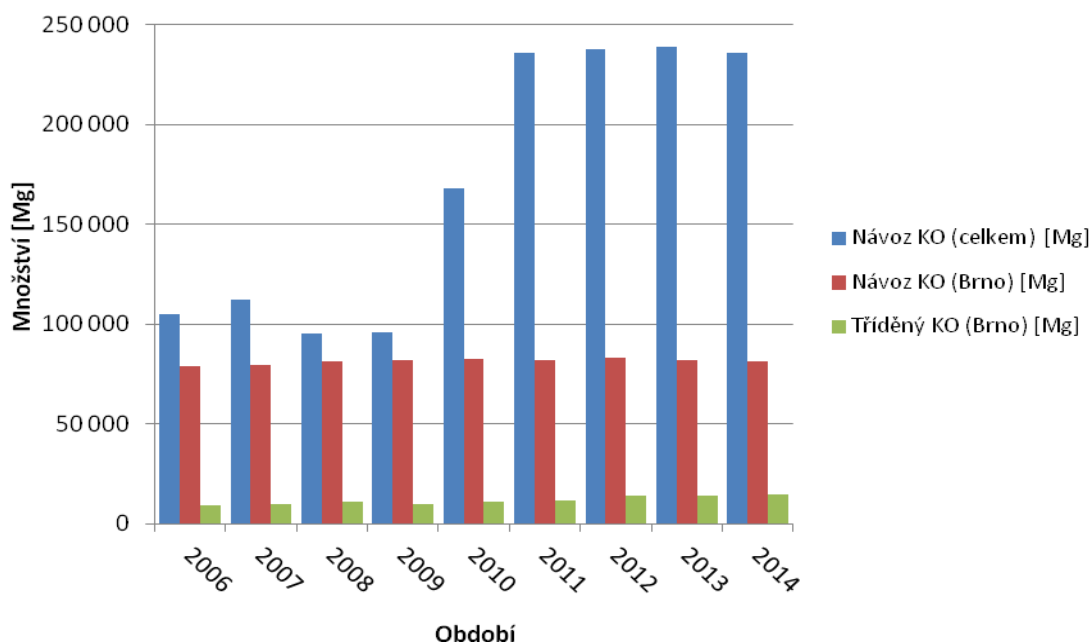


Obr. 2 Oblasti a množství navezeného komunálního odpadu v roce 2014
Zdroj: Vlastní zpracování dle dat ze zdroje [18].

Z obr. 2 vyplývá, že projektovaná kapacita množství navezeného komunálního odpadu v roce 2014 pro energetické využití je téměř naplněna (celkem 235 800 Mg z celkové maximální kapacity 248 000 Mg). Tato skutečnost je výsledkem značné rekonstrukce a modernizace spalovny v letech 2008 - 2010, kdy je vlivem nových a moderních technologií možné spalovat větší množství odpadu. Další zvýšení návozu bylo ovlivněno zlepšením ekonomické efektivity spalování odpadu, což se odrazilo i ve snížení ceny spalného. Toto snížení představuje hlavní

motivační faktor pro zvýšení návozu odpadu. S větší mírou navezeného a spáleného odpadu značně souvisí i větší dodávka tepelné a elektrické energie do energetických sítí. Koordinace s hlavním dodavatelem tepelné energie ve městě Brně (společnost Teplárny Brno, a. s.) tuto skutečnost umožňuje a brněnská spalovna je využívána takřka na 100 %. Důkazem téměř maximálního naplnění kapacity navezeného odpadu vyznačuje obr. 3, na kterém lze pozorovat celkový návoz odpadu v období let 2006 – 2014. Z obr. 3 je jasně patrný více než dvojnásobný návoz odpadu, vlivem rekonstrukce spalovny v letech 2008 – 2010 a tento obrázek názorně uvádí porovnání celkového návozu s návozem odpadu pouze od občanů města Brna, včetně podílu vytríděného odpadu od občanů města Brna. Uvedené porovnání vykazuje skutečnost, že v dřívějších letech byl spalován téměř výhradně komunální odpad navezený z města Brna.

Návoz komunálního odpadu v letech 2006 - 2014



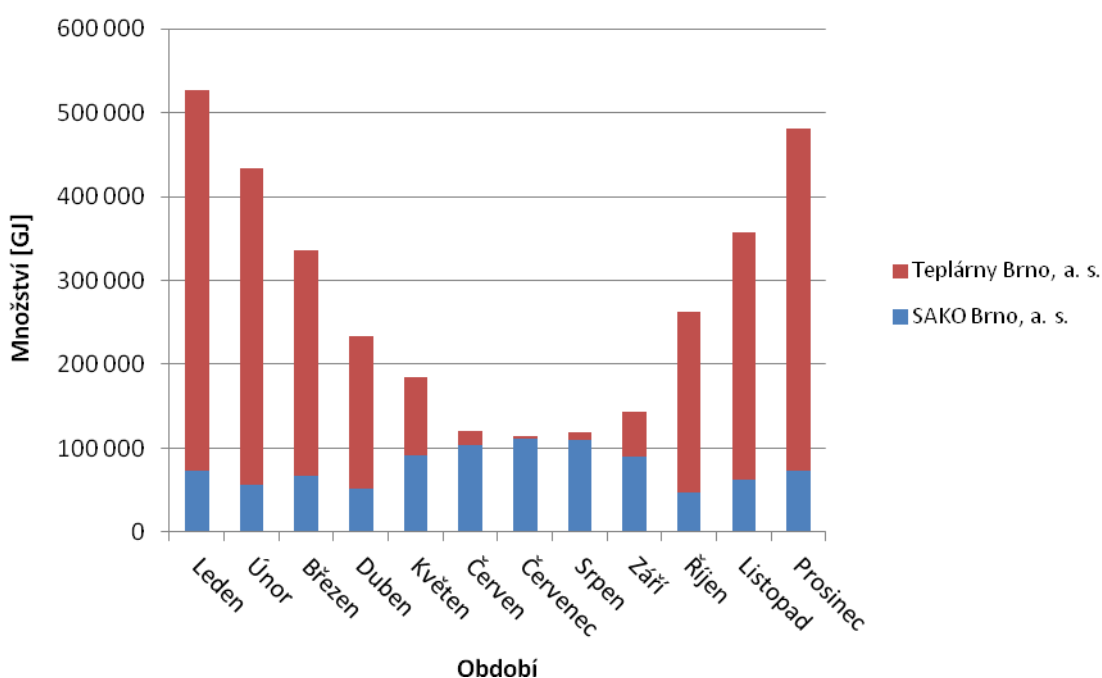
Obr. 3 Návoz komunálního odpadu v letech 2006 – 2014

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat ze zdroje [18].

Dodávka, tepelné energie od společnosti SAKO Brno, a. s. do SZTE ve městě Brně, je dodávána takřka nepřetržitě a brněnská spalovna zásobuje brněnské domácnosti tepelnou energií po celý rok. V některých měsících je dodávka tepelné energie na nižší úrovni oproti jiným měsícům. Důvodem jsou legislativní

a technologické postupy a procesy. Jednotlivé technologie ve spalovacím procesu je nutné podrobit opravám (běžným či generálním), revizím, kontrolám a další údržbě, které brání celoročnímu nepřetržitému provozu. Při pomnutí těchto nevyhnutelných provozních situací je dodávka do SZTE po celý rok takřka nepřetržitá. Důkazem je obr. 4, který znázorňuje rozložení dodávky do SZTE ve městě Brně v roce 2014. V tomto roce byla měsíční dodávka tepelné energie do SZTE v rozmezí cca 50 – 120 tis. GJ.

Dodávka tepelné energie do SZTE ve městě Brně v roce 2014

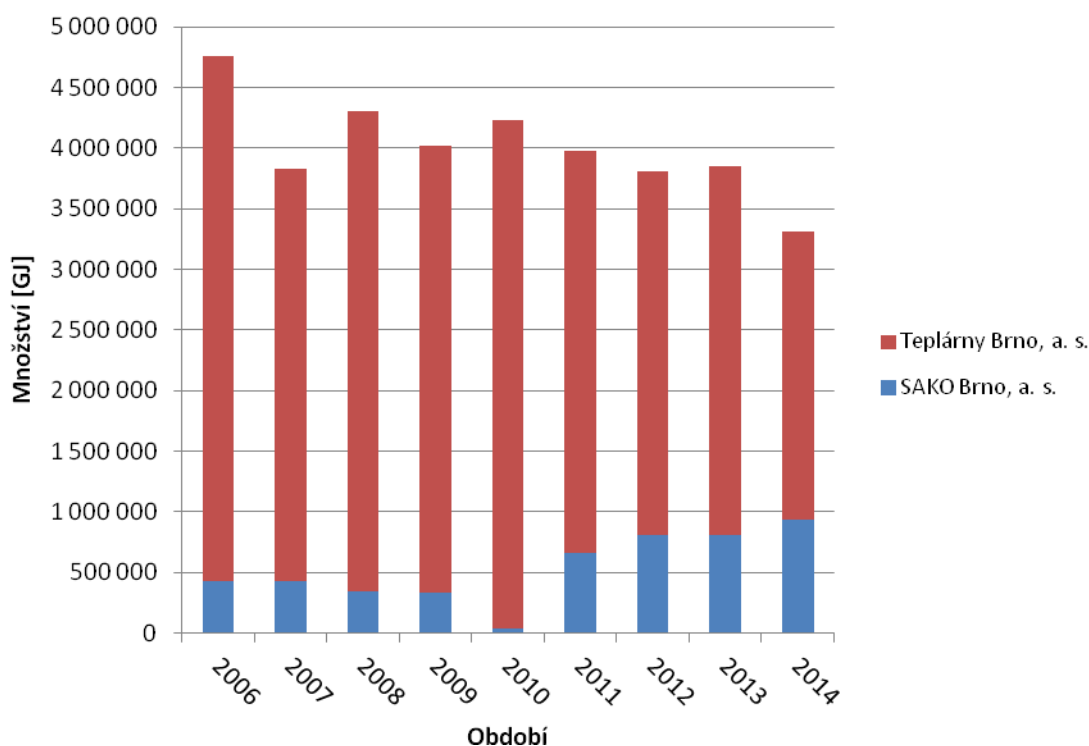


Obr. 4 Dodávka tepelné energie do SZTE ve městě Brně v roce 2014
Zdroj: Vlastní zpracování dle dat ze zdroje [18, 19].

Z obr. 4 lze také jednoznačně vyčíst vliv sezónnosti na dodávky tepla do SZTE, jež je dána klimatickými podmínkami panujícími v České republice. Dodávka tepelné energie do SZTE v zimních měsících několikanásobně překračuje dodávky v měsících letních. Vlivem koordinace dvou dodavatelů tepelné energie do SZTE se vliv sezónnosti na energetickém využití komunálního odpadu nikterak nepodepisuje. Brněnská spalovna neustále dodává brněnským domácnostem cca 50 - 120 tis. GJ tepelné energie měsíčně (v letních měsících je to de facto pouze brněnská spalovna) a tepelnou energii, kterou je nutno dodat nad rámec možností

brněnské spalovny, zajišťuje společnost Teplárny Brno, a. s., která pro tyto účely používá převážně ušlechtilé palivo, kterým je zemní plyn. Pro názorné porovnání ročních dodávek tepelné energie do SZTE, brněnské spalovny a společností Teplárny Brno, a. s., znázorňuje obr. 5. Z tohoto obrázku je opět patrný rozdíl v dodávaném množství tepelné energie v období před rekonstrukcí, v průběhu rekonstrukce a po rekonstrukci brněnské spalovny komunálních odpadů.

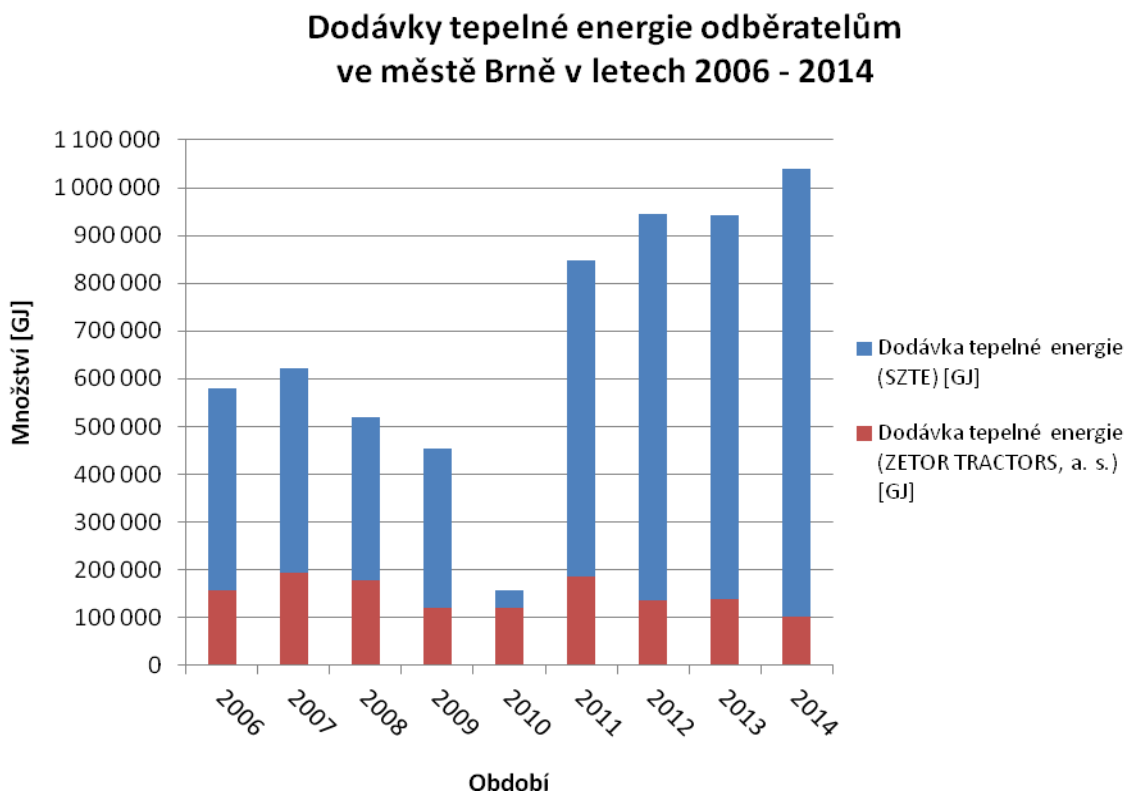
Roční dodávka tepelné energie do SZTE ve městě Brně v letech 2006 - 2014



Obr. 5 Roční dodávka tepelné energie do SZTE ve městě Brně v letech 2006 – 2014
Zdroj: Vlastní zpracování dle dat ze zdroje [18, 19].

Společnost SAKO Brno, a. s. dodává tepelnou energii, také formou přímé dodávky, do společnosti ZETOR TRACTORS, a. s., která sídlí v jejím těsném sousedství. Množství a průběh dodávek tepelné energie do této společnosti a celkových dodávek do SZTE v letech 2006 – 2014 znázorňuje obr. 6. Z tohoto obrázku je možné definovat, že dodávka do společnosti ZETOR TRACTORS, a. s. se pohybuje mezi cca 100 - 200 tis. GJ ročně. Ostatní vyprodukovaná tepelná energie je dodávána do SZTE a část také slouží pro vlastní spotřebu spalovny.

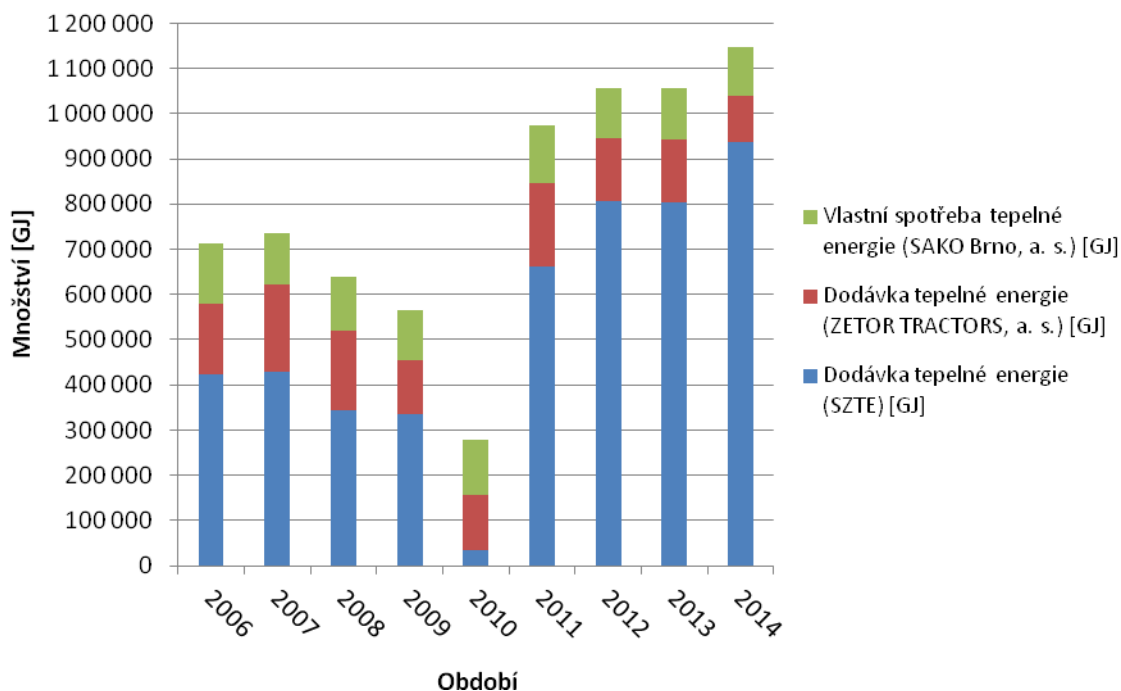
Množství dodané tepelné energie závisí na požadavcích odběratelů a na průběhu klimatických podmínek panujících v České republice. Z obr. 6 je opět patrný vliv dodávek odběratelům tepelné energie během rozsáhlé rekonstrukce a modernizace brněnské spalovny v letech 2008 – 2010.



Obr. 6 Dodávky tepelné energie odběratelům ve městě Brně v letech 2006 – 2014
Zdroj: Vlastní zpracování dle dat ze zdroje [18].

S provozem spalovny komunálních odpadů souvisí také spotřeba tepelné energie sloužící pro provoz zařízení a pro vlastní spotřebu (získaná tepelná energie využitá k vytápění budov, přípravě teplé užitkové vody a technologického tepla či k dalšímu využití sloužícímu k provozu spalovny). Že vlastní spotřeba není zanedbatelná, dokresluje obr. 7, na kterém je míra vlastní spotřeby porovnána s dodávkami tepelné energie pro společnost ZETOR TRACTORS, a. s. a dodávkami do SZTE. Vlastní spotřeba tepelné energie se za sledované období (2006 – 2014) pohybuje na úrovni cca 100 - 150 tis. GJ ročně. Vlastní spotřeba tepelné energie je především určena k ohřátí (předehřátí) napájecí vody vstupující do kotle, pro chemickou úpravu vody, pro vytápění objektů a k dalším technologickým účelům.

Porovnání vlastní spotřeby tepelné energie k ostatním dodávkám tepelné energie v letech 2006 - 2014

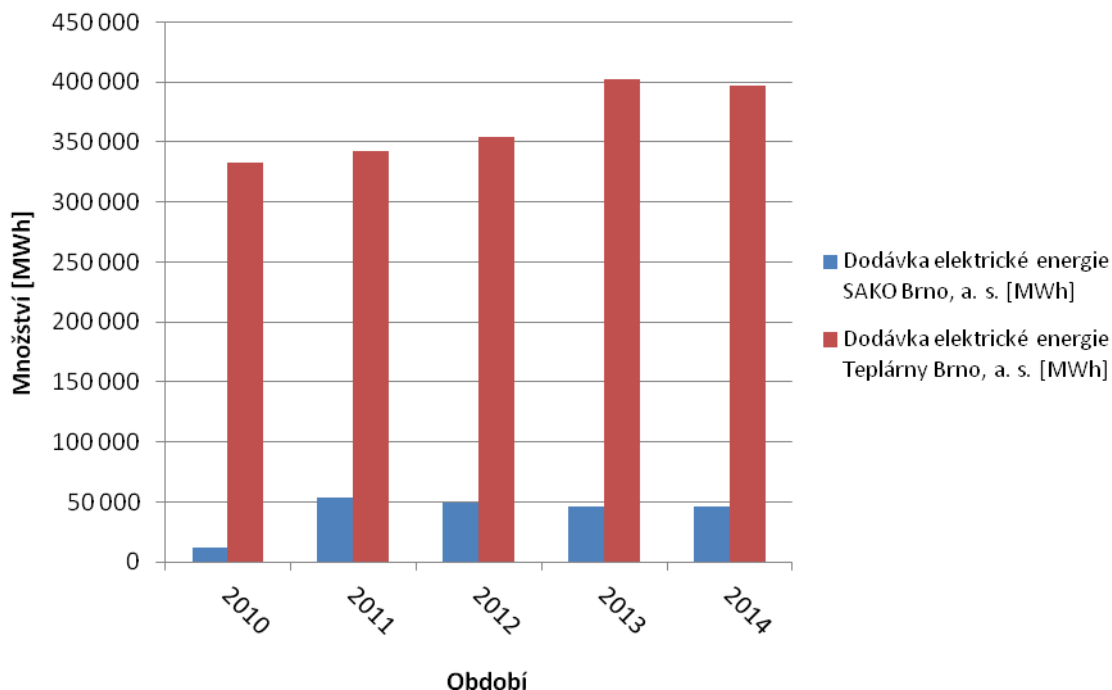


Obr. 7 Porovnání vlastní spotřeby tepelné energie k ostatním dodávkám tepelné energie v letech 2006 – 2014

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat ze zdroje [18].

Vyrobená tepelná energie se ve spalovně komunálních odpadů využívá také k výrobě elektrické energie. K tomuto účelu slouží nově nainstalovaná (v roce 2010) parní odběrová turbína se vzduchovou kondenzací. Vyrobenou elektrickou energii si spalovna pokryje nejen vlastní spotřebu elektrické energie (spotřeba technologických zařízení samotné spalovny), ale větší část předává do přenosové elektrické soustavy. Maximální elektrický výkon, jehož může turbína dosáhnout, je 22,7 MW. Roční dodávka elektrické energie do přenosové soustavy se pohybuje na úrovni cca 45 - 50 tis. MWh. Dodaná elektrická energie touto turbínou pokryje roční spotřebu cca 20 tisíc domácností ve městě Brně. Celkové dodávané množství elektrické energie do přenosové soustavy za období let 2010 – 2014 znázorňuje obr. 8, na kterém je uvedena i dodávka elektrické energie od společnosti Teplárny Brno, a. s. (provozy Špitálka, Červený mlýn, Brno-sever), pro názorné porovnání.

Porovnání dodávek elektrické energie mezi SAKO Brno, a. s. a Teplárny Brno, a. s. v letech 2010 - 2014



Obr. 8 Porovnání dodávek elektrické energie mezi SAKO Brno, a. s. a Teplárny Brno, a. s. v letech 2010 – 2014

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat ze zdroje [18, 19].

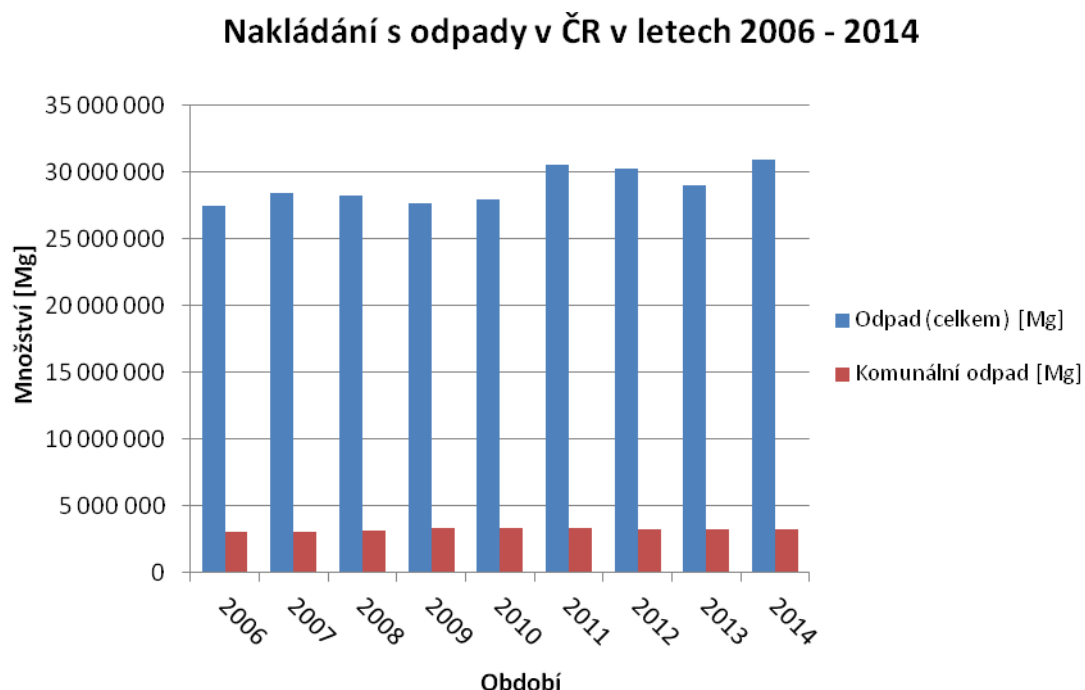
Společnost SAKO Brno, a. s. ovlivnila svojí poslední a významnou rekonstrukcí (v letech 2008 – 2010) způsob nakládání a zpracování komunálního odpadu nejen ve městě Brně či Jihomoravském kraji, ale i krajích přilehlých. Po této rekonstrukci bylo do spalovny navedeno a energeticky využito přes 1 mil. Mg komunálního odpadu, přičemž podíl komunálního odpadu z města Brna činil přibližně 30 %. Zpracováním tohoto komunálního odpadu dodala spalovna téměř 4 mil. GJ tepelné energie do společnosti ZETOR TRACTORS, a. s. a do SZTE ve městě Brně. Díky nově nainstalované turbíně dodala přes 206 tis. MWh elektrické energie do přenosové elektrické soustavy (období 2010 – 2014). Brněnská spalovna je v současné době se svojí kapacitou takřka na svém maximu a další výrazné navyšování objemu zpracování komunálního odpadu není bez větších opatření možný. Koordinací se společností Teplárny Brno, a. s., tvoří páteř systému SZTE ve městě Brně, přičemž v letních měsících je to pouze brněnská spalovna, která dodává tepelnou energii do tohoto systému.

6 Spalování odpadu v ČR a zahraničí

V této části bakalářské práce je rozebrána míra uplatnění technologií spalování komunálního odpadu v České republice a zahraničí z pohledu současnosti i historického vývoje. Nejprve je rozebrána míra uplatnění v tuzemsku, následuje rozebrání míry uplatnění technologií spalování komunálního odpadu ve vybraných zemích. V poslední části této kapitoly se nachází porovnání míry uplatnění technologií spalování komunálního odpadu v České republice vůči ostatním vybraným zemím.

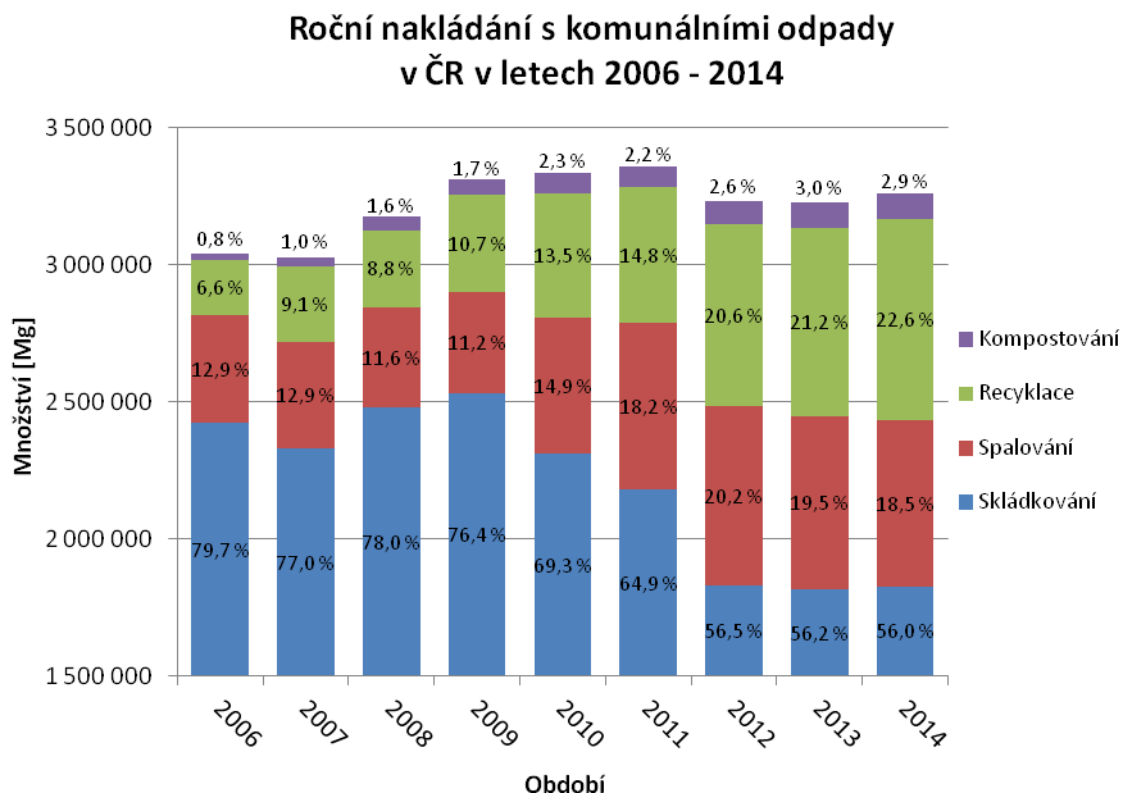
6.1 Energetické využití komunálního odpadu v ČR

Komunální odpad tvoří jen malou část odpadu, se kterým se na našem území nakládá. Tuto skutečnost pro názornost dokládá obr. 9, na kterém je znázorněno celkové množství odpadů v porovnání s komunálními odpady v České republice.



Obr. 9 Nakládání s odpady v ČR v letech 2006 – 2014
Zdroj: Vlastní zpracování dle dat ze zdroje [20].

Z obr. 9 vyplývá, že průměrná celková roční produkce komunálního odpadu v České republice činí cca 3 mil. Mg. Každý obyvatel tak průměrně vyprodukuje okolo 300 kg komunálního odpadu. Vyprodukovaný komunální odpad se v tuzemsku zpracovává termicky, kompostuje, recykluje a převážně ukládá na skládky. Celkovou roční produkci komunálního odpadu v České republice s jeho nakládáním, zpracováním a bilanční vývoj (v letech 2006 – 2014) znázorňuje obr. 10. Jednotlivé číselné hodnoty tohoto obrázku jsou grafickým znázorněním hodnot z tabulky 3 v příloze č. 3.



Obr. 10 Roční nakládání s komunálními odpady v ČR v letech 2006 – 2014
Zdroj: Vlastní zpracování dle dat ze zdroje [20].

V České republice jsou situovány celkem tři spalovny komunálního odpadu. Jedná se o tyto následující provozy: SAKO Brno, a. s., ZEVO Praha Malešice, a. s., TERMIZO, a. s. (Liberec). Celková kapacita těchto spaloven činí 654 000 Mg odpadu za rok (kapacita platná pro rok 2014). Podrobný přehled kapacit jednotlivých spaloven komunálních odpadů znázorňuje tabulka 1. Energetickým využitím komunálního odpadu produkují spalovny páru, která je využívána pro získání elektrické a tepelné energie, pro vlastní spotřebu či dodávku do energetických sítí.

Tab. 1 Celková roční kapacita spaloven komunálních odpadů v ČR v roce 2014

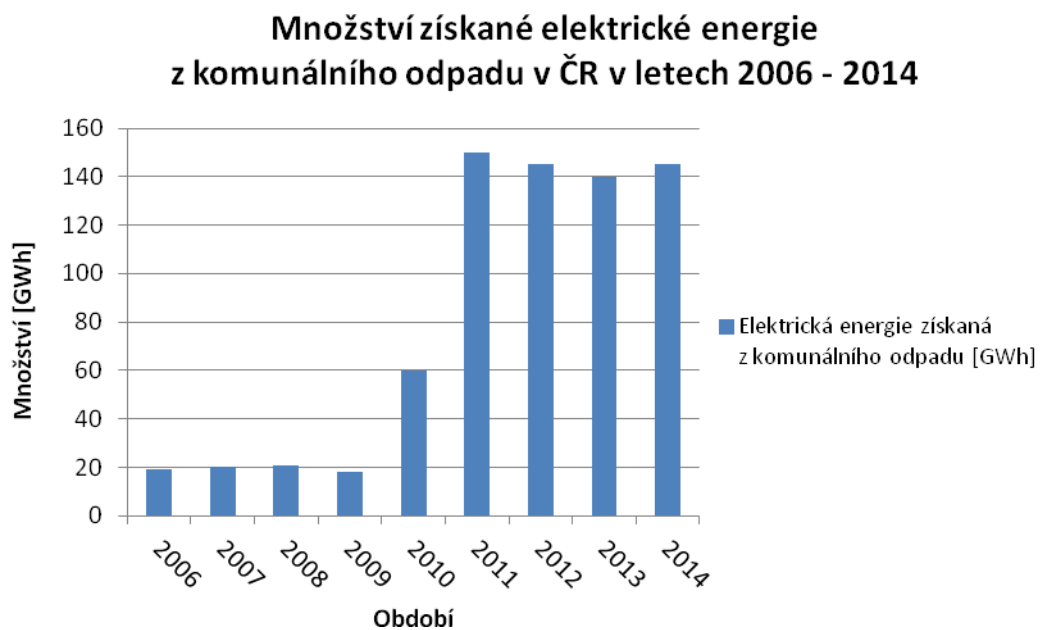
Celková roční kapacita spaloven komunálních odpadů v ČR v roce 2014 [Mg]	
SAKO Brno, a. s.	248 000 Mg
TERMIZO, a. s. (Liberec)	96 000 Mg
ZEVO Praha Malešice, a. s.	310 000 Mg
Celkem	654 000 Mg

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat ze zdroje [18, 21, 22].

Z uvedeného obr. 10 (případně z tabulky 3 z přílohy č. 3) a tabulky 1 vyplývá, že současná kapacita spaloven situovaných v České republice je téměř naplněná. Do budoucna legislativa České republiky a hlavně legislativa Evropské unie směřuje ke snižování objemu skládkování komunálního odpadu a preferuje navyšování materiálového a energetického využití (do roku 2024 bude Evropskou unií zakázáno skládkovat biologicky rozložitelný odpad a omezit tak částečně skládkování komunálního odpadu). Se změnou legislativy roste snaha o vybudování dalších spaloven na našem území (např. spalovna komunálního odpadu v Chotíkově, Chebu, Komořanech či v Karviné). Projekty, následné vybudování a provoz nových spaloven, je velmi nákladný oproti skládkování a bez podpory Evropské unie (finančních dotací) takřka nerealizovatelný. Přes všechny uvedené aspekty se vlivem investic do rekonstrukcí stávajících spaloven, zvyšováním jejich kapacit a účinnosti spalování, podíl energeticky využívaného odpadu zvyšuje. Pokles skládkování také značnou mírou ovlivňuje zvýšená recyklace odpadu a jeho opětovné použití. Tuto skutečnost a procentuální porovnání nakládání s komunálními odpady, dokládá také uvedený obr. 10. Energetickým využitím komunálního odpadu, se ve spalovnách získává tepelná a případně také elektrická energie. Tyto vyprodukované energie se dodávají do energetických sítí. Jaké je množství získané tepelné a elektrické energie z komunálního odpadu v České republice v letech 2006 - 2014 znázorňují obr. 11 a obr. 12.



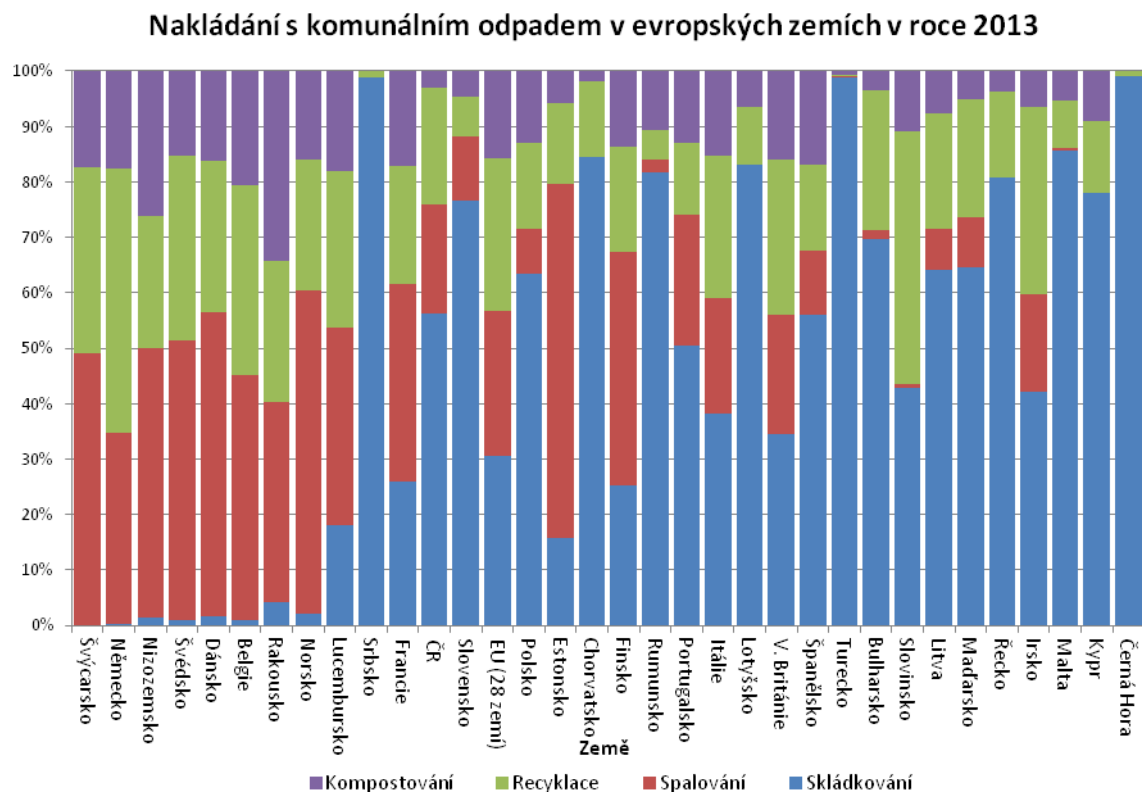
Obr. 11 Množství získané tepelné energie z komunálního odpadu v ČR v letech 2006 – 2014
Zdroj: Vlastní zpracování dle dat ze zdroje [20].



Obr. 12 Množství získané elektrické energie z komunálního odpadu v ČR v letech 2006 – 2014
Zdroj: Vlastní zpracování dle dat ze zdroje [20].

6.2 Energetické využití komunálního odpadu v zahraničí

Energetické využití komunálního odpadu v zahraničí je do značné míry ovlivněno vyspělostí jednotlivých zemí. V principu se dá shrnout, že čím více jsou hospodářsky vyspělejší země, tím více spaloven na svém území provozují. Vybudované spalovny v těchto zemích mají nižší kapacitu odpadů, avšak jejich četnost je vyšší. Mezi takové země Evropy se řadí například Finsko, Norsko, Švédsko, Dánsko, Nizozemsko, Švýcarsko, Německo, Rakousko, Belgie, Francie, Velká Británie a další. V těchto zemích se naprostá většina komunálního odpadu spaluje ve spalovnách, kompostuje či recykluje. Současně se snižuje množství ukládání komunálního odpadu na skládky, případně je skládkování úplně zakázáno. Naproti tomu u zemí méně hospodářsky vyspělých, jako jsou například Řecko, Černá Hora, Bulharsko, Rumunsko, Chorvatsko, Slovinsko a další, je trend nakládání s komunálními odpady opačný. Procentuální nakládání s komunálními odpady v evropských zemích v roce 2013, znázorňuje obr. 13.



Obr. 13 Nakládání s komunálním odpadem v evropských zemích v roce 2013
Zdroj: Vlastní zpracování dle dat ze zdroje [23].

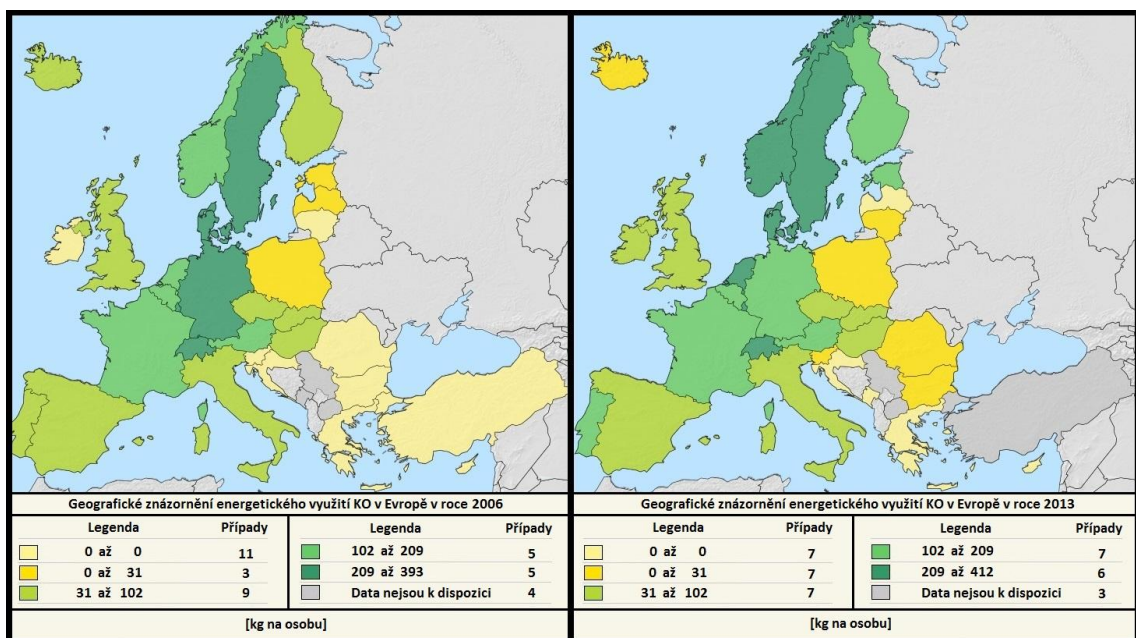
V celé Evropě je v současné době situováno celkem 459 spaloven a celkové množství spáleného komunálního odpadu k energetickému využití činí cca 82 mil. Mg (hodnoty platné pro rok 2013). Podrobný počet spaloven jednotlivých evropských zemí a množství v nich spáleného komunálního odpadu k energetickému využití, v porovnání s rokem 2006 uvádí tabulka 2.

Tab. 2 Počet spaloven a množství spáleného komunálního odpadu k energetickému využití v Evropě v letech 2006 a 2013

Počet spaloven a množství spáleného komunálního odpadu k energetickému využití v Evropě v letech 2006 a 2013				
	Počet spaloven komunálního odpadu		Množství spáleného komunálního odpadu k energetickému využití [mil. Mg]	
	2006	2013	2006	2013
Francie	128	127	12,300	14,500
Německo	66	81	17,400	21,900
Itálie	47	45	4,500	5,800
Švédsko	30	32	4,100	5,300
Švýcarsko	29	30	3,600	3,800
Dánsko	29	27	3,500	3,300
Velká Británie	19	26	3,300	6,100
Belgie	16	18	2,500	3,500
Norsko	20	16	0,800	1,600
Rakousko	8	13	1,700	2,900
Nizozemsko	11	12	5,500	7,500
Španělsko	10	11	2,100	2,100
Finsko	1	6	0,050	0,820
Portugalsko	3	3	1,100	1,100
Česká republika	3	3	0,400	0,600
Slovensko	2	2	0,200	0,170
Maďarsko	1	1	0,400	0,360
Irsko	0	1	0,000	0,220
Estonsko	0	1	0,000	0,180
Litva	0	1	0,000	0,150
Lucembursko	1	1	0,100	0,130
Polsko	1	1	0,050	0,040
Slovinsko	0	1	0,000	0,004
Celkem	425	459	63,600	82,074

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat ze zdroje [24].

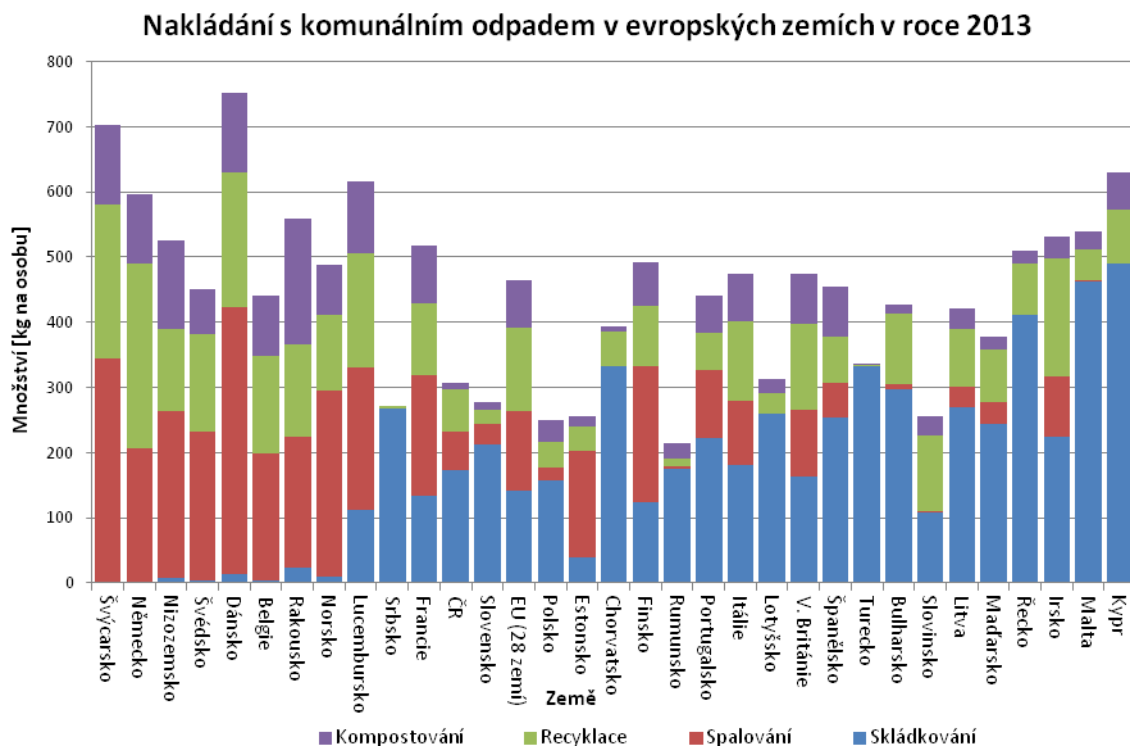
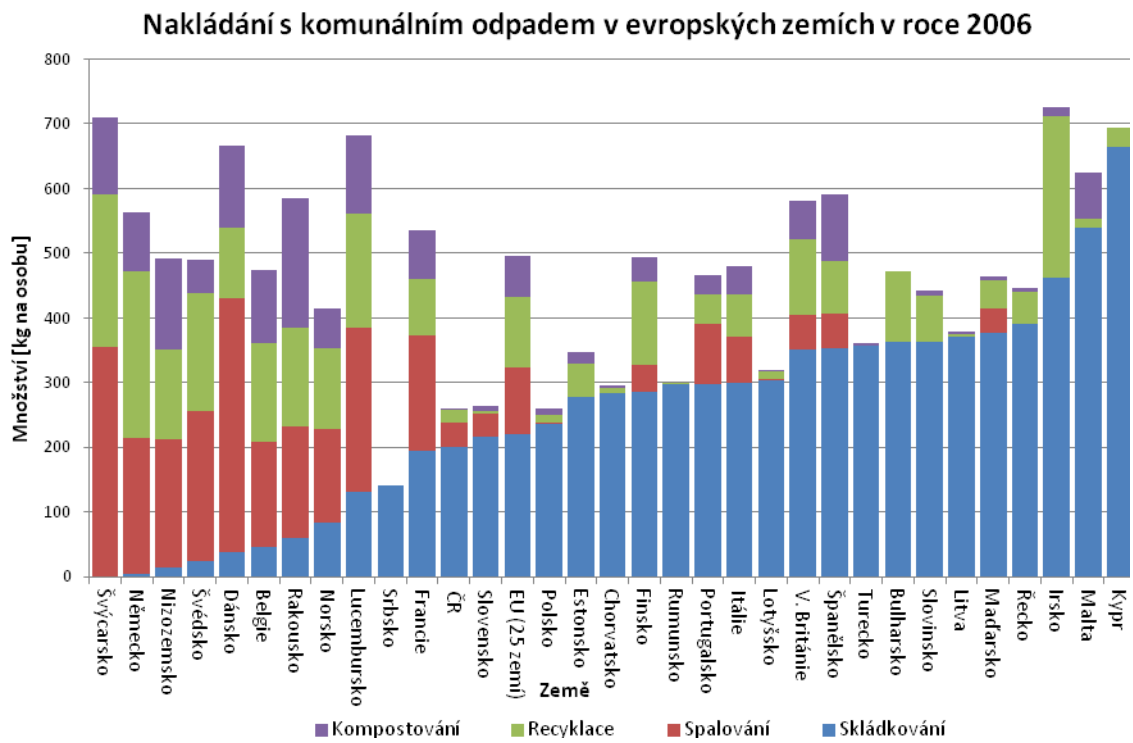
Z tabulky 2 lze vyčíst, že v Evropě vzrostl od roku 2006 počet spaloven o 34 zařízení (nárůst o 8 %) a celkové množství spáleného komunálního odpadu k energetickému využití se navýšil o cca 18,5 mil. Mg (relativně o 29 %). Nejvyšší nárůst počtu spaloven a množství energetického využití komunálního odpadu je u Německa, Velké Británie a Rakouska. Z geografického pohledu by se dalo říci, že v evropských zemích na západ od České republiky jsou mnohem četněji zastoupeny spalovny komunálního odpadu. Odpad se zde v mnohem větším podílu používá k energetickým účelům, než je tomu na východ od České republiky, jak tomu naznačuje obr. 14. Tento obrázek znázorňuje porovnání energetického využití komunálního odpadu v Evropě v letech 2006 a 2013 z geografického hlediska v kilogramech na osobu.



Obr. 14 Geografické znázornění energetického využití komunálního odpadu v Evropě v letech 2006 a 2013

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat ze zdroje [23].

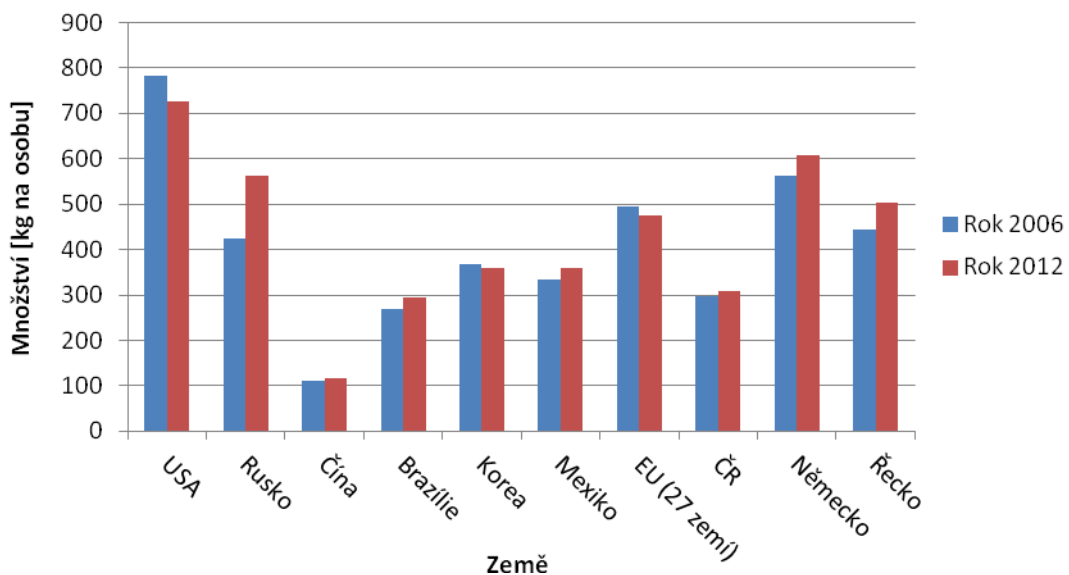
Celkové množství nakládání s komunálními odpady v evropských zemích v letech 2006 a 2013 znázorňuje a porovnává obr. 15. Tento obrázek vyjadřuje nejen celkové množství komunálního odpadu, ale porovnává jednotlivé způsoby nakládání s komunálními odpady. Vyjadřuje množství kompostovaného, recyklovaného, spáleného (energeticky využitého) a skládkovaného komunálního odpadu, v jednotlivých evropských zemích, v kilogramech na osobu a srovnává roky 2006 a 2013.



Obr. 15 Nakládání s komunálním odpadem v evropských zemích v letech 2006 a 2013
Zdroj: Vlastní zpracování dle dat ze zdroje [23].

Z obr. 15 lze konstatovat skutečnost, že se více než polovině evropských zemí, mezi roky 2006 a 2013, podařilo snížit množství celkového produkovaného množství komunálního odpadu na osobu. Tento fakt je jistě způsoben především předcházením vzniku odpadů. Současně se snížil podíl odpadu ukládaného na skládky, což má za následek navýšení zpracování komunálního odpadu formou spalování (energetického využití), recyklace či kompostování. Velký význam na změně způsobu zpracování komunálního odpadu má legislativní rámec, který do budoucna tento trend a způsob zpracování komunálního odpadu ještě více podpoří. Současně lze z tohoto obrázku konstatovat, že jsou stále některé evropské země, u kterých jednoznačně převažuje skládkování. V hospodářsky vyspělých zemích západní Evropy převládá počet zařízení k energetickému využití komunálního odpadu, oproti zemím Evropy východní. Obecně by se dalo říci, že v evropských zemích se trend spalování a využití energie z odpadu zvyšuje. Produkce komunálního odpadu v ostatních vybraných zemích světa a porovnání s vybranými evropskými zeměmi, znázorňuje obr. 16. Zde je vyjádřeno množství vyprodukovaného komunálního odpadu v kilogramech na osobu v letech 2006 a 2012.

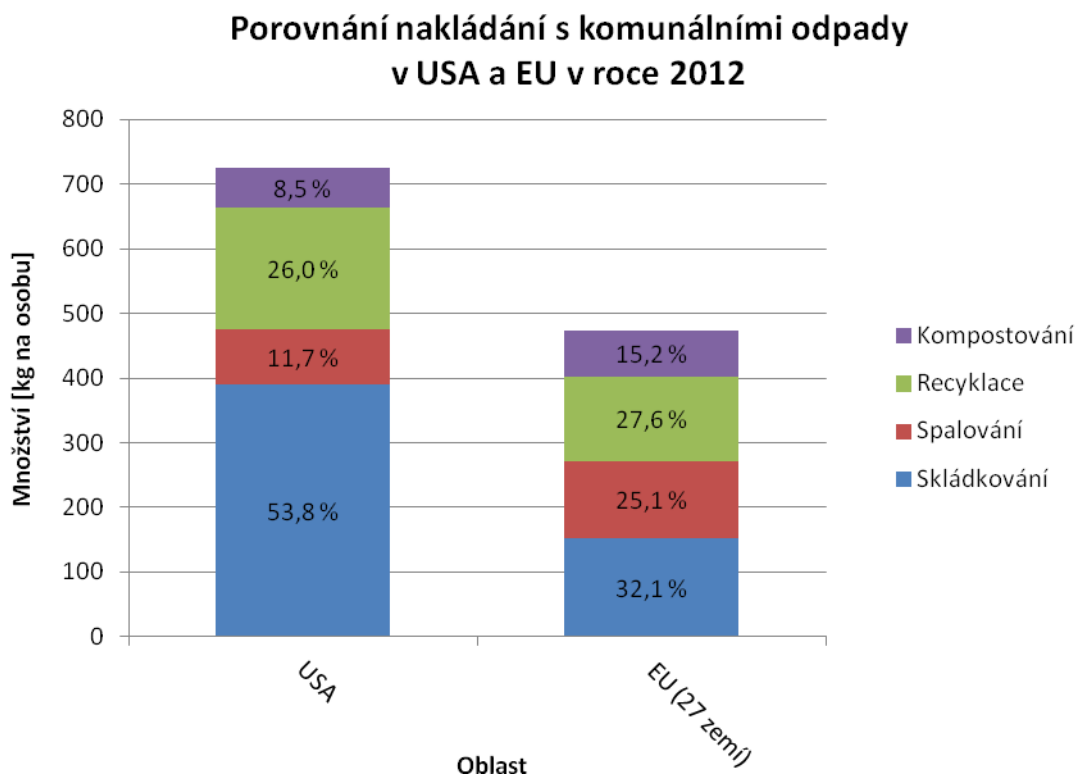
Porovnání vyprodukovaného množství komunálního odpadu ve vybraných zemích v letech 2006 a 2012



Obr. 16 Porovnání vyprodukovaného množství komunálního odpadu ve vybraných zemích v letech 2006 a 2012

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat ze zdroje [23, 25].

Z obr. 16 je jasně patrné, že nejvíce komunálního odpadu na světě na osobu vyprodukují Spojené státy americké. V porovnání s Evropskou unií (27 zemí), činí rozdíl více než 250 kg komunálního odpadu vyprodukovaného na osobu. Přímé srovnání nakládání s komunálními odpady ve Spojených státech amerických a v Evropské unii zobrazuje obr. 17. Tento obrázek vyjadřuje množství kompostovaného, recyklovaného, spáleného (energeticky využitého) a skládkovaného komunálního odpadu v USA a EU v roce 2012 v kilogramech na osobu (tento rok je poslední veřejně statisticky uváděný pro srovnání těchto zemí).



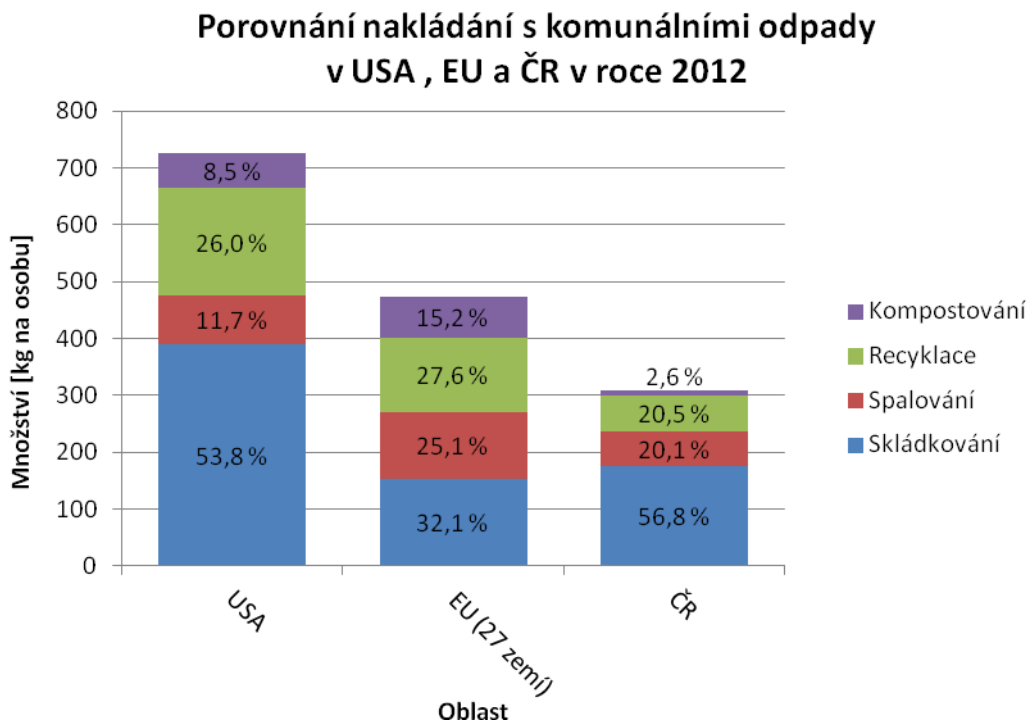
Obr. 17 Porovnání nakládání s komunálními odpady v USA a EU v roce 2012

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat ze zdroje [23, 25].

Obr. 17 znázorňuje poměrně značné rozdíly ve zpracování komunálního odpadu v USA a v EU. Ve Spojených státech amerických je více než polovina komunálního odpadu skládkována, čtvrtina recyklována a pouze cca 12 % je energeticky využito. Zbylá část komunálního odpadu se ve Spojených státech amerických kompostuje. Podíl zpracování komunálního odpadu v Evropské unii je, co se týče energetického využití, více než dvojnásobný oproti USA. Značný rozdíl vykazuje také porovnání skládkování, jelikož v EU se tímto způsobem zpracovává cca třetina komunálního odpadu, ve Spojených státech amerických je to více než polovina.

6.3 Porovnání energetického využití komunálního odpadu v ČR a zahraničí

Česká republika je se svým odpadovým hospodářstvím a nakládání s odpady na rozhraní mezi hospodářsky vyspělými a méně vyspělými zeměmi. Na obr. 18 je znázorněno nakládání s komunálními odpady v České republice v porovnání se Spojenými státy americkými a Evropskou unií v roce 2012 v kilogramech na osobu.



Obr. 18 Porovnání nakládání s komunálními odpady v USA, EU a ČR v roce 2012
Zdroj: Vlastní zpracování dle dat ze zdroje [23, 25].

Z obr. 18 lze vyčíst, že v roce 2012 (tento rok je poslední veřejně statisticky uváděný pro srovnání těchto zemí) Česká republika energeticky využívá více než 20 % komunálního odpadu, což je téměř dvojnásobný podíl oproti Spojeným státům americkým. V porovnání s celou Evropskou unií je energetické využití komunálního odpadu o 5 procentních bodů nižší. Tato skutečnost dokládá výše uvedený fakt, že se ČR řadí mezi průměrné země Evropské unie a zaujímá prostřední příčky v oblasti energetického využití komunálního odpadu. Recyklace komunálního odpadu v České republice je na stejné úrovni jako energetické využití, avšak pouze necelá 3 % komunálního odpadu se využívají ke kompostování, což do značné míry ovlivňuje skutečnost, že se téměř 57 % komunálního odpadu ukládá na skládky.

7 Závěr

V jaké míře a jakým způsobem se v jihomoravské metropoli, ve městě Brně, energeticky využívá komunální odpad? Na jaké úrovni je energetické využití komunálního odpadu v České republice? Jaké je srovnání České republiky s evropskými zeměmi, případně s ostatními zeměmi? Tyto otázky se staly hlavním motivem pro výběr tématu této bakalářské práce. Problematika energetického využití komunálního odpadu je velmi aktuální, vlivem legislativních opatření Evropské unie a jejím přístupem ke zpracování (skládkování) odpadu. S využitím převážně veřejně přístupných dat společnosti SAKO Brno, a. s. byly vyhodnoceny nejdůležitější charakteristiky spalování komunálního odpadu ve městě Brně ve vztahu k energetickému využití komunálního odpadu v letech 2006 - 2014. Provoz brněnské spalovny značně ovlivnila poslední, ale velice významná rekonstrukce, kterou spalovna prošla v letech 2008 – 2010. Vlivem této rozsáhlé rekonstrukce vzrostl roční návoz komunálního odpadu ke zpracování (k energetickému využití) na více než dvojnásobek, z původních průměrných hodnot cca 100 tis. Mg na přibližně 236 tis. Mg. Celková maximální roční kapacita brněnské spalovny činí 248 tis. Mg a tudíž je kapacitně takřka naplněna. Budoucí vývoj tudíž neumožní další navyšování energetického využití komunálního odpadu bez dalšího rozšíření spalovny. Nabízí se otázka, jestli by vůbec bylo možné ještě nějakým způsobem rozšířit spalovnu a navýšit množství komunálního odpadu k energetickému využití. Problémů k takovému kroku do budoucna je hned několik. Vybudovat či rozšířit taková zařízení vyžaduje množství povolení a souhlasů. Ta se v dnešní době nedají snadno zajistit, vlivem legislativních opatření a také vlivem nejrůznějších organizací a občanských sdružení, které jsou proti budování takovýchto zařízení. V neposlední řadě je třeba investovat obrovské množství finančních prostředků, které jsou třeba k realizaci takových projektů. Brněnské spalovně v období před rekonstrukcí téměř postačoval návoz komunálního odpadu pouze od občanů z města Brna. Po zmíněné rekonstrukci se zpracovává komunální odpad nejen z Brna či Jihomoravského kraje, ale i z krajů přilehlých (Moravskoslezský kraj, Olomoucký kraj, Zlínský kraj a kraj Vysočina). Brněnská spalovna zpracovává komunální odpad k energetickému využití a získává tepelnou a elektrickou energii. Získanou tepelnou energii dodává společnosti ZETOR TRACTORS, a. s. (roční dodávka činí cca 100 – 200 tis. GJ), která sídlí v jejím sousedství. V součinnosti se společností Teplárny Brno, a. s. dodává tepelnou energii do systému SZTE (měsíční

dodávka činí cca 50 – 120 tis. GJ). V letních měsících je to takřka pouze brněnská spalovna, která zásobuje systém SZTE ve městě Brně. Společně s těmito dodávkami tepelné energie využívá získanou tepelnou energii pro vlastní spotřebu a provoz zařízení (ročně 100 – 150 tis. GJ). Od doby poslední rekonstrukce navezla a energeticky zpracovala přes 1 mil. Mg komunálního odpadu a dodala téměř 4 mil. GJ tepelné energie do společnosti ZETOR TRACTORS, a. s. a do systému SZTE. Zpracováním komunálního odpadu také dodala přes 206 tis. MWh elektrické energie do přenosové elektrické soustavy. Ačkoliv jsou tyto atributy na podstatně nižší úrovni, než je schopna dodávat do systému SZTE a do elektrické přenosové soustavy společnost Teplárny Brno, a. s., nejsou tato dodávaná množství tepelné a elektrické energie zanedbatelná. Spalovnou komunálních odpadů se totiž rozumí zařízení, ve kterém je hlavním účelem tepelné zpracování odpadů, nikoliv produkce energií. Z uvedených a zpracovaných dat společnost SAKO Brno, a. s. tuto skutečnost bezpochyby naplňuje.

V současné době celková roční produkce komunálního odpadu v České republice činí cca 3 mil. Mg a tudíž každý obyvatel České republiky průměrně vyprodukuje 300 kg komunálního odpadu za rok. Brněnská spalovna není jediným zařízením k energetickému využití komunálního odpadu na našem území. Mezi taková zařízení v ČR patří také ZEVO Praha Malešice, a. s. a TERMIZO, a. s. (Liberec). Všechna tato zařízení disponují dohromady kapacitou 654 tis. Mg komunálního odpadu. Během posledních let celkové roční množství energeticky využitelného komunálního odpadu převyšuje 600 tis. Mg. Stejně jako kapacita brněnské spalovny, je také téměř naplněna kapacita i těchto zařízení. Do budoucna legislativa České republiky a hlavně legislativa Evropské unie směřuje ke snižování objemu skládkování komunálního odpadu. Preferuje navyšování materiálového a energetického využití (do roku 2024 bude Evropskou unií zakázáno skládkovat biologicky rozložitelný odpad a omezit tak částečně skládkování komunálního odpadu). Se změnou legislativy roste snaha o vybudování dalších spaloven na našem území. Z celkového nakládání komunálního odpadu se v České republice energeticky využívá přibližně 20 % komunálního odpadu, což je přibližně stejně jako komunální odpad zpracovaný recyklací. Pouhá 3 % komunálního odpadu se kompostuje a zbylá část komunálního odpadu (cca 56 %) se ukládá na skládky. Energetickým využitím komunálního odpadu se v České republice za rok získá 3 – 4 tis. TJ tepelné energie a cca 140 GWh elektrické energie.

Situace energetického využití komunálního odpadu v zahraničí je velmi různorodá. Takovéto zpracování odpadu je v zahraničí ovlivněno hospodářskou

vyspělostí jednotlivých zemí. Čím více jsou hospodářsky vyspělejší země, tím více spaloven na svém území provozují. Jedná se většinou o spalovny s nižší kapacitou, avšak s vyšší četností v daném regionu. Nejvyšší počet spaloven provozují například Francie, Německo, Itálie, Švédsko, Dánsko a další, které jsou také největšími producenty komunálního odpadu na osobu. Naopak méně vyspělé země jako jsou například Řecko, Černá Hora, Bulharsko, Rumunsko, Chorvatsko, Slovinsko, disponují nízkým počtem spaloven, případně odpad vůbec nespalují, a tudíž ho nemohou energeticky využívat. I přes tuto skutečnost se počet spaloven a množství spáleného (energeticky využitého) komunálního odpadu v Evropě neustále zvyšuje. V období let 2006 – 2013, vzrostl celkový počet spaloven o 34 zařízení, z původních 425 na 459. Množství energeticky využitého komunálního odpadu v Evropě vzrostlo o 18,5 mil. Mg, z původních 63,6 mil. Mg na cca 82,1 Mg – tedy o 29 %, což je nezanedbatelný nárůst za relativně krátké období, když zvážíme náročnost projektů staveb a rekonstrukcí spaloven komunálních odpadů.

Porovnání energetického využití komunálního odpadu u mimoevropských zemí je také dosti odlišné a opět záleží na vyspělosti jednotlivých zemí i historickém kontextu. Velice zajímavé se jeví srovnání nakládání s komunálními odpady a jejich energetické využití mezi Českou republikou, Evropskou unií (27 zemí) a Spojenými státy americkými v roce 2012 (tento rok je poslední veřejně statisticky uváděný pro srovnání těchto zemí). Česká republika energeticky využívá více než 20 % komunálního odpadu, což je téměř dvojnásobné množství oproti Spojeným státům americkým. Česká republika v porovnání s Evropskou unií energeticky využívá o 5 % komunálního odpadu méně, což dokládá skutečnost, že se řadí, co do vyspělosti, mezi průměrné země.

8 Seznam použité literatury

- [1] Český hydrometeorologický ústav. 2016: *Seznam spaloven odpadů v ČR*. Online [Citace: 2016-02-12]. Dostupné z: <<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/emise/spalovny/>>.
- [2] ŠEJVL, Radovan (Biom.cz). 2016: *Bez energetického využití odpadů se neobejdeme*. Online [Citace: 2016-01-10]. Dostupné z: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/bez-energetickeho-vyuziti-odpadu-se-neobejdeme>>.
- [3] ZÁKON č. 185/2001 Sb., ze dne 15. května 2001, o odpadech a o změně některých dalších zákonů ve znění pozdějších předpisů.
- [4] ZÁKON č. 201/2012 Sb., ze dne 2. května 2012, o ochraně ovzduší.
- [5] ZÁKON č. 76/2002 Sb., ze dne 5. února 2002, o integrované prevenci a omezení znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (Zákon o integrované prevenci).
- [6] ZÁKON č. 458/2000 Sb., ze dne 28. listopadu 2000, o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (Energetický zákon).
- [7] VYHLÁŠKA č. 383/2001 Sb., Ministerstva životního prostředí ze dne 17. října 2001, o podrobnostech nakládání s odpady ve znění pozdějších předpisů.
- [8] FIEDOR, Jiří. *Odpadové hospodářství I*. Vyd. 1. Ostrava: Technická univerzita Ostrava, 2012, 128 s. ISBN 978-80-248-2573-1.
- [9] VÍTEJTE NA ZEMI. 2016: *Energetické využití odpadů*. Online [Citace: 2016-01-20]. Dostupné z: <http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=energeticke_vyuziti_odpadu&site=odpady>.
- [10] FILIP, Jiří. *Odpadové hospodářství*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně 2002, 118 s. ISBN 80-7157-608-5.
- [11] GRODA, Bořivoj. *Technika zpracování odpadů II*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1997, 168 s. ISBN 80-715-7264-0.
- [12] FILIP, Jiří a Jaroslav ORAL. *Odpadové hospodářství*. Dotisk vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003, 78 s. ISBN 80-7157-682-4.

- [13] KURÁŠ, Mečislav. *Odpady, jejich využití a zneškodňování*. Vyd. 1. Praha: Český ekologický ústav, 1994, 243 s. ISBN 80-85087-32-4.
- [14] OBROUČKA, Karel. *Termické odstraňování a energetické využívání odpadů*. Dotisk vyd. 1. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství, 2003, 143 s. ISBN 80-248-0009-8.
- [15] ODPAD JE ENERGIE. 2016: *První spalovna odpadů byla v Brně*. Online [Citace: 2016-01-22]. Dostupné z: <<http://www.odpadjeenergie.cz/historie/prvni-spalovna-odpadu-byla-v-brne>>.
- [16] SAKO Brno, a. s. 2016: *Historie spalování*. Online [Citace: 2016-02-08]. Dostupné z: <<http://www.sako.cz/stranka/cz/142/historie-spalovani/>>.
- [17] BRNĚNSKÉ ODPADKY V ČASE. 2016: *BRNĚNSKÉ ODPADKY V ČASE aneb Kronika společnosti SAKO Brno, a. s.* Online [Citace: 2016-02-10]. Dostupné z: <http://issuu.com/sakobrna/docs/sako_brno_-_historie>.
- [18] Sbírka listin SAKO Brno, a. s. 2016: *Výroční zprávy 2006 – 2014*. Online [Citace: 2016-02-17]. Dostupné z: <<https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl-firma?subjektId=701241>>.
- [19] Sbírka listin Teplárny Brno, a. s. 2016: *Výroční zprávy 2006 – 2014*. Online [Citace: 2016-02-17]. Dostupné z: <<https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl-firma?subjektId=429540>>.
- [20] Český statistický úřad. 2016: *Statistické ročenky České republiky 2006 – 2014*. Online [Citace: 2016-02-17]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/rocenky_souhrn>.
- [21] Pražské služby, a. s. 2016: *Výroční zpráva 2014*. Online [Citace: 2016-02-17]. Dostupné z: <<http://www.psas.cz/index.cfm/info-pro-akcionare/2015/radna-valna-hromada-svolana-na-den-17-cervna-2015/vyrocnizprava-2014>>.
- [22] TERMIZO, a. s. (Liberec). 2016: *Zpráva o provozu spalovny – environmentální profil za rok 2014*. Online [Citace: 2016-02-17]. Dostupné z: <http://www.termizo.mvv.cz/wp-content/uploads/2015/06/Environmentální-profil-2014_def.pdf>.

-
- [23] EUROSTAT. 2016: *Municipal waste generation and treatment, by type of treatment method*. Online [Citace: 2016-02-22]. Dostupné z: <<http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=tsdpc240&language=en>>.
- [24] CEWEP – Confederation of European Waste-to-Energy Plants. 2016: *Waste-to-Energy in Europe in 2013*. Online [Citace: 2016-02-17]. Dostupné z: <http://www.cewep.eu/information/data/studies/m_1459>.
- [25] OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development. 2016: *Municipal waste, Generation and Treatment*. Online [Citace: 2016-02-20]. Dostupné z: <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MU_NW>.

9 Seznam zkratk

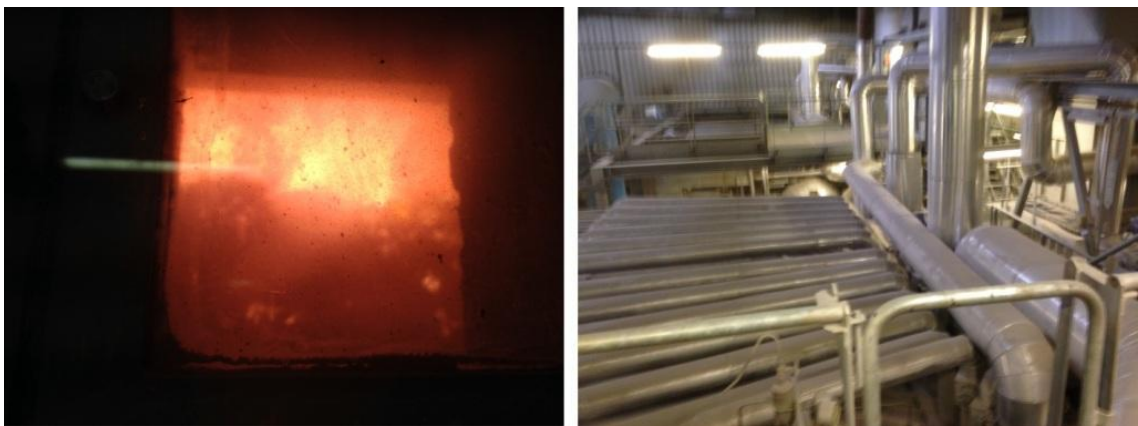
BAT	Best Available Techniques (Nejlepší dostupné techniky)
ČR	Česká republika
EU	Evropská unie
KO	Komunální odpad
PCB	Polychlorované bifenyly
SZTE	Soustava zásobování tepelnou energií
USA	United States of America (Spojené státy americké)
ZEVO	Zařízení na energetické využívání odpadů

Přílohy

Příloha č. 1: Fotodokumentace z provozu SAKO Brno, a. s.

Obr. 19 Zásobník odpadu

Zdroj: Vlastní zpracování fotografií při exkurzi.



Obr. 20 Hoření odpadu a strop kotle

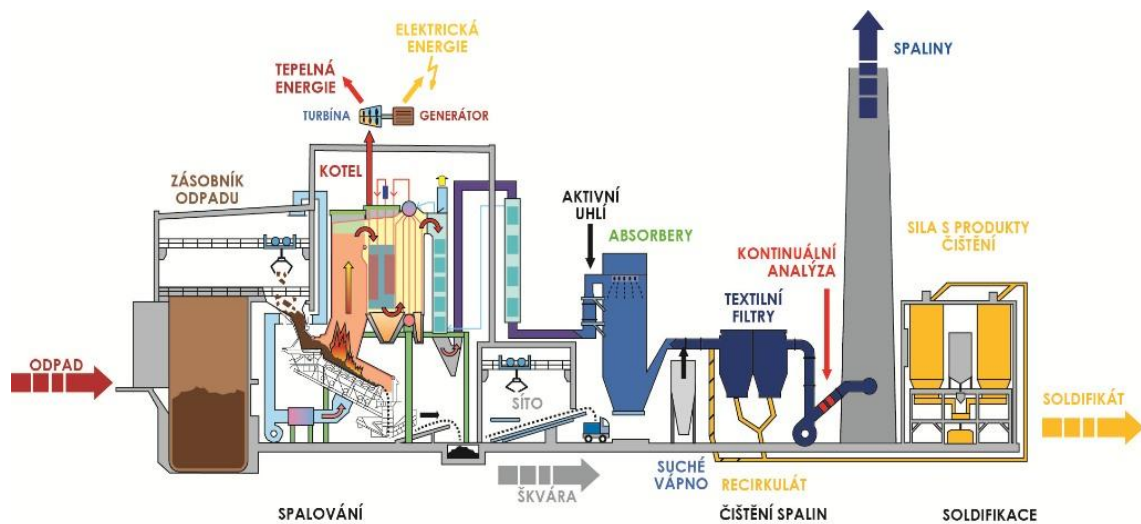
Zdroj: Vlastní zpracování fotografií při exkurzi.



Obr. 21 Turbína

Zdroj: Vlastní zpracování fotografie při exkurzi.

Příloha č. 2: Schéma - Technologický proces zpracování komunálního odpadu (SAKO Brno, a. s.)



Obr. 22 Schéma - Technologický proces zpracování komunálního odpadu (SAKO Brno, a. s.)

Zdroj: <http://www.sako.cz/stranka/cz/62/technologicky-proces/>

Příloha č. 3: Roční nakládání s komunálními odpady v ČR

Tab. 3 Roční nakládání s komunálními odpady v ČR

Roční nakládání s komunálními odpady v ČR [Mg]									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Komunální odpad	3 038 702	3 024 781	3 175 934	3 309 667	3 334 240	3 357 877	3 232 643	3 228 232	3 260 581
Skládkování	2 422 768	2 327 935	2 476 705	2 529 095	2 309 650	2 178 580	1 827 868	1 815 103	1 826 974
Recyklace	200 603	276 075	279 849	352 787	451 765	495 695	665 279	685 920	736 022
Kompostování	23 104	30 444	50 187	55 712	75 724	73 762	85 099	96 101	93 429
Spalování (e. využití)	390 620	388 681	367 470	369 953	494 949	607 222	651 563	628 413	600 147
Spalování (ostatní)	1 607	1 646	1 723	2 120	2 152	2 618	2 834	2 695	4 009
Spalování (celkem)	392 227	390 327	369 193	372 073	497 101	609 840	654 397	631 108	604 156

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat ze zdroje [22].