



**Zhodnocení provozu spalovny komunálního odpadu
SAKO Brno před a po modernizaci**
Bakalářská práce

Vedoucí práce:
Ing. Bc. Petr Junga, Ph. D.

Vypracovala:
Ing. Jana Bajzová

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Ing. Jana Bajzová**
Studijní program: Technologie odpadů
Obor: Odpadové hospodářství
Název tématu: **Zhodnocení provozu spalovny komunálního odpadu SAKO Brno před a po modernizaci**
Rozsah práce: 30 až 40 stran + přílohy

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte literární přehled v oblasti termického zpracování odpadů se zaměřením na technologie využívané ve Vámi hodnoceném zařízení.
2. Zvolte cíle práce a navrhnete metodiku řešení. Shromážděte dostupné informace o Vámi řešeném zařízení.
3. Proveďte specifikaci Vámi vybraného zařízení (z hlediska umístění, technického řešení a vybavení, výkonnosti zařízení atd.), a to před modernizací a zejména současný stav po modernizaci.
4. Proveďte zhodnocení Vámi vybraného zařízení. Zaměřete se především na výkonnost zařízení, náklady (provozní i investiční-modernizace), provozní charakteristiky, technickou koncepci zařízení, praktické zkušenosti z provozování zařízení apod.
5. Na základě zjištěných skutečností vyvodte závěry.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: „Zhodnocení provozu spalovny komunálního odpadu SAKO Brno před a po modernizaci“ vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím 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 *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom/a, 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, 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 27. 4. 2017

.....
podpis

Poděkování

Touto cestou bych chtěla poděkovat panu Ing. Bc. Petru Jungovi, Ph. D. za odbornou pomoc při psaní bakalářské práce. Také bych chtěla poděkovat panu Ing. Tomáši Weignerovi, řediteli divize spalovna SAKO Brno, a.s. za ochotu a poskytnuté odborné rady a informace. A v neposlední řadě své rodině a partnerovi za jejich podporu a trpělivost.

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřena na chod spalovny společnosti SAKO Brno, a.s. za posledních 15 let provozu, kdy došlo k rozsáhle modernizaci technologického zařízení. Úvod práce je zahájen seznámením s vybranou legislativou spojenou s provozováním spalovenského zařízení platnou jak v České republice, tak i v Evropské unii. Dále je uveden současný stav spalování v ČR a seznámení se společností SAKO Brno, a.s. Další část srovnává technologii používanou před rekonstrukcí a po rekonstrukci ve společnosti. Poté je proveden rozbor množství navezeného a spáleného odpadu, výroby tepelné a elektrické energie a dalších výstupních produktů. Závěr je věnován komplexnímu zhodnocení provozování zařízení po současnost, návrhům dalších možností modernizace a rozšíření.

Klíčová slova

Spalovna, komunální odpad, rekonstrukce, energetické využití odpadu.

Abstrakt

The bachelor thesis looks at the last 15 years of operating the incinerator run by SAKO Brno, a. s., during which extensive modernization was carried out. The first part introduces selected legislation related to operating incineration facilities valid in the Czech Republic as well as the European Union. The second part compares technology used before and after the reconstruction. Furthermore, the work analyzes the amount of collected and incinerated waste, heat and electric energy generation and other output products. The final part suggests further possibilities of modernization and expansion of the plant and evaluates the incinerator operation up to the present day.

Keywords

Incinerator, municipal waste, reconstruction, energy recovery.

OBSAH

1. ÚVOD	7
2. CÍL PRÁCE	8
2.1. Materiál a metodika	8
3. VYBRANÉ PRÁVNÍ PŘEDPISY K PROVOZU SPALOVEN	9
3.1. Legislativa platná v Evropské unii	9
3.2. Legislativa platná v České republice	10
4. SPALOVÁNÍ ODPADU V ČESKÉ REPUBLICE	14
5. SPOLEČNOST SAKO BRNO, A.S.	16
5.1. Projekt Odpadové hospodářství Brno	16
6. SPALOVNA PŘED A PO MODERNIZACI	18
6.1. Technický stav původního zařízení	18
6.2. Technický stav současného zařízení	20
6.3. Zhodnocení provozu v letech	22
6.3.1. I. etapa - provoz před rekonstrukcí	24
6.3.2. II. etapa - rekonstrukce	26
6.3.3. III. etapa - zkušební provoz	27
6.3.4. IV. etapa - provoz po rekonstrukci	28
7. VÝSLEDKY A DISKUZE	30
8. ZÁVĚR	33
9. ZDROJE	34
10. SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	37
11. SEZNAM ZKRATEK	38
12. PŘÍLOHY	42

1. ÚVOD

Hlavním úkolem jakékoli politiky odpadového hospodářství by měla být minimalizace nepříznivých účinků vzniku odpadů a nakládání s nimi na lidské zdraví a životní prostředí. Odpadová politika by měla rovněž usilovat o omezení používání zdrojů a upřednostňovat praktické uplatňování hierarchie odpadů.

Hierarchie odpadů vychází nejen z legislativy dané zákonem o odpadech č. 185/200 Sb. § 9a v platném znění, ale i z přirozeného řádu s ohledem na možné ekologické dopady.

Největší důraz je kladen na předcházení vzniku odpadů, již v místě jeho vzniku tzn. již ve výrobním procesu. Takto je docíleno nejlepšího způsobu jak minimalizovat případné ekologické újmy. Prvořadým úkolem každého by měla být snaha o snížení produkce odpadů a snížení obsahu škodlivin. V rámci prevence vzniku odpadů mohou být využity prostředky, jako např. legislativa – zákon o integrované prevenci a o omezení znečištění č. 76/2002 Sb. v platném znění, dále dobrovolný „Systém environmentálního managementu“ (EMS), jehož zavedením se podnik zavazuje, že bude veškeré činnosti vykonávat tak, aby nedošlo k zatížení životního prostředí i zdraví obyvatel. (KURAŠ M., 2008)

Jakmile dojde ke vzniku odpadů, je doporučeno dodržet zmíněnou hierarchii v jednotlivých krocích. Prvním krokem by měla být příprava k opětovnému použití (např.: využití produktu či jeho částí), dále recyklace (např.: kompostování, třídění PET a papíru a jejich druhotné využití) a až na poslední místo se řadí jiné využití odpadů, do kterého můžeme zahrnout využití odpadu k výrobě energie (např.: ZEVO).

V rámci hierarchie posledním a nejméně vhodným způsobem nakládání s odpady je jejich odstranění bez jakéhokoliv jiného využití. Tento bod se týká odpadů, které jsou ukládány na skládkách, případně likvidovány ve spalovnách bez energetického využití. Dle platných evropských směrnic by však i tyto odpady měly být ještě energeticky využity, a teprve zbytek (např. škvára) může být uložen na skládky.

Pro bakalářskou práci jsem si zvolila téma „Zhodnocení provozu spalovny komunálního odpadu před a po rekonstrukci“ v rámci projektu Odpadové hospodářství Brno. Hlavním důvodem je kladení vysokého nároku na dodržování environmentálních norem a minimalizace dopadů na životní prostředí, zpřísňování podmínek pro skládkování a v neposlední řadě zájem o danou problematiku, jelikož jsem zaměstnankyní společnosti SAKO Brno, a.s.

2. CÍL PRÁCE

Hlavním cílem bakalářské práce „Zhodnocení provozu spalovny komunálního odpadu SAKO Brno před a po modernizaci“ je analýza vstupních a výstupních provozních parametrů zařízení pro energetické využívání odpadů v návaznosti na původní stav a na stav spalovny po rozsáhlé modernizaci. Vstupními hodnocenými parametry jsou navený a spálený odpad. Výstupními hodnocenými parametry jsou produkce tepelné a elektrické energie, dále škvára, popílek, end-produkt, solidifikát, železné a neželezné kovy.

Dalšími cíly práce jsou analýza současného stavu odpadového hospodářství v návaznosti na energetické využívání odpadů a specifikace platné legislativy v tomto odvětví.

Ze získaných údajů s ohledem na legislativní požadavky budou vyvozeny závěry, týkající se jak zařízení pro energetické využívání odpadů společnosti SAKO Brno, a.s., tak i celorepublikové doporučení.

2.1. Materiál a metodika

Jako primární zdroj informací a materiálů byly použity relevantní internetové zdroje, odborné webové stránky Ministerstva životního prostředí, dále stránky s platnou legislativou v ČR a EU, Hnutí DUHA, firemní stránky společnosti SAKO Brno, a.s. a další. Mezi elektronické zdroje informací lze zahrnout i interní informační systém společnosti SAKO a její zveřejňované výroční zprávy. U literárních pramenů bylo čerpáno z odborné literatury spojené s problematikou odpadového hospodářství, spaloven a komunálního odpadu.

Metodika použitá v této práci sestává z průzkumu výše zmíněných elektronických a literárních zdrojů, následné sumarizace informací a jejich vyhodnocení.

3. VYBRANÉ PRÁVNÍ PŘEDPISY K PROVOZU SPALOVEN

Po vstupu České republiky do Evropské unie dne 1. 5. 2004 je provoz spaloven řízen nejen legislativou platnou na území naší republiky, ale i právními předpisy vydanými EU.

3.1. Legislativa platná v Evropské unii

V Evropské unii je otázka odpadové problematiky řízena právními předpisy, které jsou závazné pro všechny členské státy EU. Jde o snahu přiblížit nakládání s odpady v EU na přibližně stejnou úroveň.

Základním legislativním předpisem Evropské unie pro provozování spaloven je ***Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008 o odpadech a zrušení některých směrnic.***

Zmíněnou směrnicí se stanoví opatření na ochranu životního prostředí a lidského zdraví, dále předcházení nepříznivým vlivům vzniku odpadů a nakládání s nimi nebo jejich omezování a omezování celkových dopadů využívání zdrojů a zlepšováním účinnosti tohoto využívání. (EUR-Lex, 2016)

Směrnice stanovuje předmět a oblast působnosti, základní definice (např.: odpad, původce odpadu, nakládání s odpady, opětovné použití, recyklace, atd.), obecné požadavky, odpovědnost a zásady nakládání s odpady, upravuje povolení a registrace subjektů nakládajících s odpady, stanovuje základní rámec pro plány a programy pro nakládání s odpady a v neposlední řadě upravuje systém kontrol a záznamů v této problematice. (EUR-Lex, 2016)

Evropská směrnice č. 98/2008 o odpadech byla do české legislativy implementována prostřednictvím zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech a změny některých dalších zákonů (viz kapitola 3.2 Legislativa platná v České republice). (Zákony pro lidi.cz, 2016)

Další legislativní předpis pro provoz spaloven v případě, že zajišťují zároveň i přepravu odpadů mezi členskými zeměmi EU či tranzitem přes třetí země, je ***Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1013/2006 o přepravě odpadů.***

Hlavním cílem a předmětem tohoto nařízení je ochrana životního prostředí, přičemž dopady na mezinárodní obchod považuje za podružné. Shodně s ES č. 98/2008 obsahuje oblast působnosti a základní definice, dále upravuje přepravu odpadů v rámci společenství tranzitem nebo bez tranzitu přes třetí země, přepravu výhradně v rámci

členských států, vývoz ze společenství do třetích zemí, dovoz do společenství ze třetích zemí, transit přes společenství ze třetích zemí a do třetích zemí a jiná ustanovení. (EUR-Lex, 2016).

Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1013/2006 o přepravě odpadů bylo v rámci české legislativy doplněno vyhláškou 374/2008 Sb. o přepravě odpadů a o změně vyhlášky č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů (Katalog odpadů), ve znění pozdějších předpisů. (Zákony pro lidi.cz, 2016)

3.2. Legislativa platná v České republice

Základním právním předpisem spojeným s provozováním spaloven v České republice je ***zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů***. Tento zákon zapracovává a řeší problematiku příslušných předpisů Evropské unie.

Zaměřuje se konkrétně na pravidla pro předcházení vzniku odpadů a pro nakládání s nimi při dodržování ochrany životního prostředí, ochrany lidského zdraví a trvale udržitelného rozvoje a při omezování nepříznivých dopadů využívání přírodních zdrojů a zlepšování účinnosti tohoto využívání. Dále upravuje práva a povinnosti osob v odpadovém hospodářství a působnost orgánů veřejné správy v odpadovém hospodářství. (Zákony pro lidi.cz, 2016)

Obsahem jsou základní ustanovení (§ 1 - § 4), zařazování odpadů a hodnocení nebezpečných vlastností odpadů (§ 5 - § 9a), povinnosti při nakládání s odpady (§ 10 - § 24), povinnosti při nakládání s vybranými výrobky, odpady a zařízeními (§ 25 - § 37w), zpětný odběr některých výrobků (§ 38 - § 38h), evidence a ohlašování odpadů a zařízení (§ 39 - § 40), plány odpadového hospodářství (§ 41 - § 44), ekonomické nástroje (§ 45 - § 52), příhraniční přeprava odpadů (§ 53 - § 60), sankce (§ 66 - § 70), výkon veřejné správy v oblasti odpadového hospodářství (§ 71 - § 81a) a společná a přechodná ustanovení (§ 82 - § 83) a přílohy. Dále v zákoně nalezneme změnu zákona o místních poplatcích (§ 84), změnu zákona č. 167/1998 Sb., o návykových látkách a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů (§ 86) a změnu zákona č. 130/1974 Sb., o státní správě ve vodním hospodářství, ve znění pozdějších předpisů (§ 87).

Základním pojmem zákona č. 185/2000 Sb. je **odpad** (§ 3), tedy každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit. Dalšími základními pojmy (§ 4) jsou např.:

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,

Odpadové hospodářství - činnost zaměřená na předcházení vzniku odpadů, na nakládání s odpady a na následnou péči o místo, kde jsou odpady trvale uloženy, a kontrola těchto činností,

Nakládání s odpady - obchodování s odpady, shromažďování, sběr, výkup, přeprava, doprava, skladování, úprava, využití a odstranění odpadů,

Sběr odpadů - soustředování odpadů právnickou osobou nebo fyzickou osobou oprávněnou k podnikání od jiných osob včetně jejich předběžného třídění a předběžného skladování za účelem jejich přepravy do zařízení na zpracování odpadu,

Tříděný sběr - sběr, kdy je tok odpadů oddělen podle druhu, kategorie a charakteru odpadu s cílem usnadnit specifické zpracování.

Pro účely tohoto zákona se dále rozumí **předcházením vzniku odpadu**, opatření přijatá předtím, než se látka, materiál nebo výrobek staly odpadem, která omezují:

- a) množství odpadu, a to i prostřednictvím opětovného použití výrobků nebo prodloužením životnosti výrobků,
- b) nepříznivé dopady vzniklého odpadu na životní prostředí a lidské zdraví, nebo
- c) obsah škodlivých látek v materiálech a výrobcích. (Zákony pro lidi.cz, 2016)

Mezi základní **povinnosti při využívání odpadů** (§ 19) dle zákona o odpadech v platném znění patří:

- a) stanovit odpadového hospodáře za podmínek stanovených zákonem dle § 15,
- b) zveřejňovat seznam odpadů, k jejichž využívání má oprávnění,
- c) provozovat zařízení k využívání odpadů v souladu se schváleným provozním řádem,
- d) zabezpečit odpady před nežádoucím znehodnocením, odcizením nebo únikem,
- e) vést průběžnou evidenci o odpadech a způsobech nakládání s nimi, ohlašovat odpady a zasílat příslušnému správnímu úřadu další údaje. Tuto evidenci archivovat po dobu stanovenou tímto zákonem nebo prováděcím právním předpisem,

- f) ověřovat nebezpečné vlastnosti odpadů podle § 6 odst. 4 a nakládat s nimi podle jejich skutečných vlastností,
- g) oznámit bez zbytečného odkladu příslušnému obecnímu úřadu obce s rozšířenou působností nepříznivé vlivy nakládání s odpady na zdraví lidí nebo životní prostředí, které jsou v rozporu s vlivy očekávanými nebo popsány v provozním řádu zařízení, nebo vlivy, které překračují stanovené limitní hodnoty. (Zákony pro lidi.cz, 2016)

Se zákonem o odpadech je úzce spjata **vyhláška č. 383/2001 Sb.** Ministerstva životního prostředí ***o podrobnostech nakládání s odpady znění pozdějších předpisů***, která stanoví náležitosti žádosti o souhlas k provozování zařízení k využívání, odstraňování, sběru nebo výkupů odpadů. Dále se zabývá obecnými a technickými požadavky na zařízení určená k nakládání s odpady. Určuje způsob vedení a ohlašování evidence odpadů, obsah provozního řádu a provozního deníku a další. (Zákony pro lidi.cz, 2016)

V návaznosti na nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1013/2006 o přepravě odpadů byla vydána **vyhláška 374/2008 Sb. o přepravě odpadů** vztahující se k informacím a dokumentaci platné pro přepravu odpadů z a do České Republiky a dále změna **vyhlášky č. 93/2016 Sb.** Ministerstva životního prostředí, která stanoví **Katalog odpadů**. (Zákony pro lidi.cz, 2016)

Spalovny, které zároveň energeticky využívají komunální odpad pro výrobu tepelné a elektrické energie, se musí řídit **zákonem č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon)**. Zmíněný zákon stanovuje 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.

Energetický zákon upravuje podmínky získání licence pro podnikání v energetice a práva a povinnosti z toho vyplývající. Jako správní úřad pro výkon regulace v energetice jmenuje Energetický regulační úřad. (Zákony pro lidi.cz, 2016)

Dalšími zákony, které je nutno dodržovat při provozu spaloven v oblasti životního prostředí jsou:

- Zákon o ochraně ovzduší – 201/2012 Sb. v platném znění
- Zákon o integrované prevenci – 76/2002 Sb. v platném znění
- Zákon o posuzování vlivů na životní prostředí – 100/2001 Sb. v platném znění
- Zákon o vodách – 254/2001 Sb. v platném znění

- Zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu – 274/2001 Sb. v platném znění
- Zákon o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými látkami a chemickými přípravky – 59/2006 Sb. v platném znění
- Zákon o předcházení ekologické újmě a její nápravě – 167/2008 Sb. v pl. znění
- Zákon o chemických látkách a chemických směsích – 350/2011 Sb. v pl. znění
- Zákon o obalech a o změně některých zákonů – 477/2001 Sb. v platném znění (SAKO Brno, a.s., 2016)

Legislativa v oblasti BOZP a PO spojená s provozováním spaloven v ČR:

- Zákon o pozemních komunikacích č. 13/1997 Sb. v platném znění
- Zákon o požární ochraně č. 133/1985 Sb. v platném znění
- Zákon zákoník práce č. 262/2006 Sb. v platném znění
- Zákon o ochraně veřejného zdraví č. 258/2000 Sb. v platném znění
- Zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci č. 309/2006 Sb. v platném znění (SAKO Brno, a.s., 2016)

Další vyhlášky a nařízení vlády:

- Vyhláška, kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli č. 432/2003 Sb. v pl. znění
- Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci č. 361/2007 Sb. v platném znění
- Nařízení vlády, kterým se stanoví způsob evidence, hlášení a zasilání záznamu o úrazu, vzor záznamu o úrazu a okruh orgánů a institucí, kterým se ohlašuje pracovní úraz a zasílá záznam o úrazu 201/2010 Sb. v platném znění
- Nařízení vlády, kterým se stanoví způsob organizace práce a pracovních postupů, které je zaměstnavatel povinen zajistit při provozování dopravy dopravními prostředky č. 168/2002 Sb. v platném znění (SAKO Brno, a.s., 2016)

4. SPALOVÁNÍ ODPADU V ČESKÉ REPUBLICE

Historicky první doloženou spalovnou na území dnešní České republiky byla v provozu v Brně od roku 1905 a sloužila svému účelu až do roku 1941. Byla to vůbec první spalovna na území tehdejší Rakousko-Uherské monarchie, která již v té době využívala spalování odpadu k výrobě elektrické energie. V posledních dnech druhé světové války byla městská spalovna včetně blízké plynárny a elektrárny vybombardována, většina speciálních vozů na odvoz odpadků zničena nebo těžce poškozena. Již tehdy se ale v Brně uvažovalo, že bude vybudována spalovna nová. (SAKO Brno, a.s., 2013)

Na území České republiky se momentálně nachází v provozu **čtyři spalovny komunálního odpadu**, a to ZEVO v Praze s maximální výkonností 315 000 tun zlikvidovaného odpadu za rok, SAKO Brno s 248 000 tunami za rok, Termizo v Liberci s 96 000 tun za rok a od října 2016 je v plném provozu i ZEVO Chotíkov u Plzně s maximální roční výkonností 95 000 tun komunálního odpadu.

Energetické využívání odpadu je založeno na fyzikálně chemickém procesu, při kterém dochází k oxidačním exotermickým reakcím za uvolnění tepelné energie. Tímto využitím odpadu dojde k úspoře primárních neobnovitelných zdrojů energie a surovin, sníží se množství biodegradabilních odpadů deponovaných na skládkách jako ekologická zátěž budoucím generacím a eliminuje se jejich negativní dopad na životní prostředí.

V současnosti je v České republice ročně vyprodukováno okolo 32 mil. tun odpadů, z nichž **komunální odpad tvoří cca 5,3 mil. tun**. Na každého obyvatele tedy připadá až 480 kg komunálního odpadu ročně. Celkový objem odpadů však může být snížen o vyříděné složky, jako jsou papír, plasty, sklo, nápojové kartony, které je možno recyklovat, v současnosti cca 30 % z produkce SKO. Plán odpadového hospodářství počítá s recyklací až 50% celkového objemu odpadu, což je hranice využitelných složek. Směsné komunální odpady jsou z 50% ukládány na skládky, což je v rozporu se směrnicí 99/31/ES EU, která požaduje od členských států radikální omezení skládkování. (MŽP, 2016)

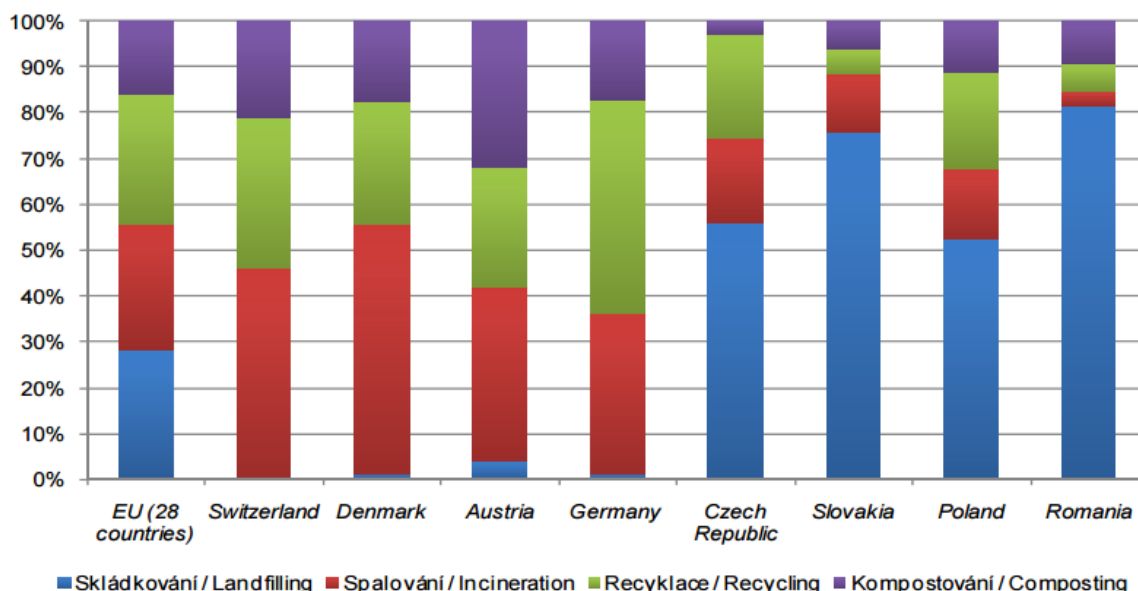
Rizika **skládkování** jsou nemalá. Kromě budoucí ekologické zátěže jde především o emise metanu do atmosféry, které se podílejí na tzv. globálním oteplování. Při skládkování biodegradabilních odpadů za nepřístupu vzduchu se totiž organický uhlík přeměňuje, mimo jiných plynů, také na metan. Z hlediska skleníkového efektu jde o mnohem závažnější jev než u spalování, při kterém se uvolňuje rovněž skleníkový plyn oxid uhličitý. Rozdíl je v tom, že metan má 21x vyšší schopnost zadržovat teplo v atmosféře

než zmíněný oxid uhličitý. Z tohoto důvodu *současný evropský trend* vede k energetickému využití komunálního odpadu a skládkování pouze inertních anorganických složek, které se dále nerozkládají a nemohou tak negativně ovlivňovat životní prostředí.

Celá řada vyspělých západních zemí již cestu ukládání odpadu na skládky prakticky opustila. Evropskými tahouny jsou v tomto směru Německo a Švýcarsko, obě země vyhlášené citlivým přístupem k životnímu prostředí, kde se téměř neskládkuje a většina komunálního odpadu je využita materiálově a energeticky. Podobně je tomu také i v Rakousku, Belgii či Dánsku.

Jako nejvhodnější způsob energetického využívání směsného komunálního odpadu a vybraného průmyslového odpadu se jeví *spalování*. Moderní spalovna pro ekologické zpracování komunálního odpadu je víceúčelové technologické zařízení, tzv. zařízení na energetické využití odpadu (zkr. ZEVO), které produkuje energii a chemickými i fyzikálními procesy výrazně snižuje škodlivé látky znečišťující životní prostředí.

Spalováním se zmenšuje objem odpadu až o 90 % a vyrobené teplo se přeměňuje na elektrický proud a páru pro průmyslové účely popř. na dálkové teplo pro účely vytápění. Dle odborníků se dá z jedné tuny komunálního odpadu získat přibližně stejné množství energie jako z 250 kg kvalitního topného oleje. (SAKO Brno, a.s., 2016)



Obrázek 1 - Nakládání s KO ve vybraných zemích v roce 2014 (ČSÚ, 2017)

5. SPOLEČNOST SAKO BRNO, A.S.

Investiční záměr výstavby brněnské spalovny byl zahájen roku 1977 a stavební povolení uděleno roku 1984. Po následujících pěti letech byla stavba spalovny dokončena. Na výstavbě se jako generální dodavatel technologické části podílela ČKD DUKLA Praha a generálním dodavatelem stavební části byly Průmyslové stavby Brno. (SAKO Brno, a.s., 2016)

Oficiální název společnosti je SAKO Brno, a.s. se sídlem na adrese Jedovnická 2, Brno. Hlavním a jediným akcionářem je Statutární město Brno. (Ministerstvo spravedlnosti ČR, 2015)

SAKO Brno, a.s. je organizačně rozdělena na tři divize, a to na *divizi správní*, která zajišťuje veškerou obchodní agendu, ekonomické a technicko-správní řízení podniku. Druhou divizí je *svoz*, který má na starost svážení komunálního odpadu po městě Brně a přilehlého okolí a třetí divizí je *spalovna*, zajišťující likvidaci odpadu a jeho energetické využití pro výrobu tepla a elektrické energie. (SAKO Brno, a.s., 2016)

Brněnská spalovna provádí a zajišťuje tyto služby:

- energetické využití komunálního odpadu (výroba tepelné a elektrické energie)
- svoz komunálního a vybraného průmyslového odpadu
- sběr a svoz separovaného skla, papíru, PET lahví, nápojových kartonů (tetrapaků), hliníkových plechovek od nápojů
- pronájem a svoz odpadu z velkoobjemových kontejnerů
- pronájem a prodej širokého sortimentu odpadových nádob
- provozování sběrných středisek odpadu v Brně
- ekologickou likvidaci nelegálních skládek
- poradenskou činnost v oboru nakládání s odpady. (SAKO Brno, a.s., 2013)

5.1. Projekt Odpadové hospodářství Brno

Rekonstrukce a modernizace zařízení na energetické využívání odpadů získala podobu realizace projektu *Odpadové hospodářství Brno* (zkr. OHB). Tento projekt řešil komplexní nakládání s komunálními odpady nejen ve městě Brně, ale i v Jihomoravském kraji. Díky němu došlo k naplnění materiálového a energetického využívání odpadů a omezení skládkování biologicky rozložitelných odpadů.

Projekt byl spolufinancován Evropskou unií, Státním fondem životního prostředí, Statutárním městem Brnem a samotnou společností SAKO Brno, a.s.

Hlavním účelem projektu bylo zajištění legislativních požadavků Evropské unie a vybudování komplexního technologického celku, určeného k třídění, recyklaci a energetickému využití komunálního odpadu s kombinovanou výrobou elektrické a tepelné energie. Dalším cílem bylo vytvoření podmínek pro dlouhodobě udržitelnou stabilitu společnosti a zlepšení jejího environmentálního profilu. (SAKO Brno, a.s., 2013)

Přínosem Odpadového hospodářství Brno bylo zvýšení výkonnosti pro energetické využití směsných komunálních odpadů v množství min. 224 000 tun ročně, dále výroba tepelné energie ve formě páry a elektrické energie k vlastnímu užití, splnění platných emisních limitů instalací nového efektivního systému čištění spalin, využití škváry pro stavební účely a materiálové dotřídění separovaných složek komunálního odpadu.

Fyzické práce, které byly provedeny, se skládají z následujících čtyř částí:

- 1) stavba 2 kotlů spalovny s maximálním výkonem 15 tun odpadu za hodinu.
- 2) instalace 22,7 MW odběrové parní kondenzační turbíny, která umožní dlouhodobý pravidelný provoz ve vhodném výkonovém režimu i během kolísající spotřeby tepelné energie ve formě páry.
- 3) rekonstrukce zpracování škváry, která umožní separaci železa a neželezných kovů od škváry.
- 4) třídící linka pro 10 000 tun obalového odpadu ročně. (SAKO Brno, a.s., 2016)



Obrázek 2 - Vizualizace spalovny dle projektu OHB (SAKO Brno, a.s., 2016)

6. SPALOVNA PŘED A PO MODERNIZACI

V prvních dvou částech této kapitoly bude popsán technický stav zařízení spalovny v době před modernizací a po modernizaci, kdy budou vytyčeny nejdůležitější technické a technologické parametry.

Pro zhodnocení provozu spalovny SAKO Brno, a.s. před a po modernizaci bylo zvoleno rozdělení do několika etap:

- I. etapa popisuje provoz v době před rekonstrukcí za provozu původních tří spalovacích linek v letech 2002-2007
- II. etapa se zaměřuje na omezený provoz v době rekonstrukce v letech 2008-2009
- III. etapa analyzuje chod spalovny v době zkušebního provozu již po rekonstrukci v letech 2010-2011
- IV. etapa popisuje plnohodnotný provoz od roku 2012 až po současnost. (SAKO Brno, a.s., 2016)

Ve zmíněných etapách dojde ke sledování položek, jako jsou množství navezeného a spáleného odpadu, výroba tepla a elektrické energie, produkce škváry a dalších výstupních produktů. Vzhledem k rozsáhlosti projektu OHB bude vypuštěno zhodnocení vybudované dotřídňovací linky.

6.1. Technický stav původního zařízení

Původní stav zařízení spočíval v provozu třech spalovacích linek, přičemž pouze jedna byla provozována a dvě sloužili jako rezerva.

Kotelna byla osazena *třemi kotli*, které pracovali s válcovými rošty (6 válců) systému Düsseldorf. Každá spalovací linka měla výkonnost 15 t odpadu za hodinu. Jednalo se o jednobubnové, středotlaké, třítahové parní kotle membránového provedení s přirozenou cirkulací, válcovým roštěm, přehřívákem páry, ohřívákem vody a ohřívákem vzduchu.

Odpad ze vstupní násypky kotle procházel násypkou a podávacím zařízením s hydraulickým pohonem, jehož rychlost podávání určovala spalovací výkon kotle. Součástí spalovacího systému bylo zařízení pro přívod spalovacího vzduchu, sestávající z primárního a sekundárního okruhu.

Vyrobená pára o tlaku 1,47 MPa a teplotě 230 °C byla dodávána do sítě centrálního zdroje zásobování teplem a v menší míře byla vedena do vlastního zdroje elektrické

energie – *parní protitlaké turbíny*, sloužící pro redukci technologické páry. Turbina o maximálním výkonu 400 kW sloužila jako náhradní zdroj elektrické energie pro zajištění nouzového osvětlení, signalizačních a ovládacích obvodů a pro provoz požárních ventilátorů.

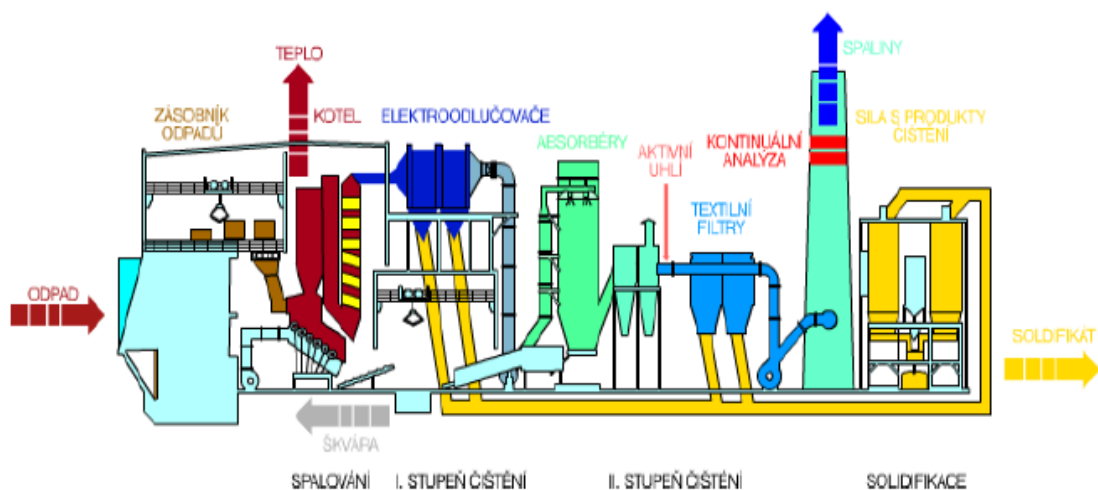
Splnění platných emisních limitů při spalování odpadu zajišťoval vlastní spalovací proces, I. stupeň čištění spalin, který spočíval v odloučení pevného úletu ze spalin na elektrostatických odlučovačích a II. stupeň čištění spalin, založeného na polosuché vápenné metodě čištění spalin. Do objektu II. stupně čištění spalin byly spaliny z kotlů přivedeny kouřovody. Vyčištěné spaliny byly podrobovány kontinuální analýze a poté vstupovali do 125 metrů vysokého komína. Čištění spalin zabezpečovalo odstranění těžkých kovů, dioxinů a jiných persistentních organických polutantů.

Popílek i odpadní produkt z čištění spalin vzhledem k vysokému obsahu těžkých kovů a solí byli dále zpracovány solidifikací, která zabraňovala vyluhování chemických látek do půdy na skládkách.

Vzhledem k nevyhovujícímu technickému stavu zařízení spalovny, jejíž životnost končila v roce 2009, bylo rozhodnuto přistoupit k její zásadní rekonstrukci. (SAKO Brno, a.s., 2016)

Tabulka 1 - Stav zařízení před modernizací (SAKO Brno, a.s., 2016)

	Kotel K1	Kotel K2	Kotel K3
Výkonnost	15 t*h ⁻¹	15 t*h ⁻¹	15 t*h ⁻¹
Výhřevnost	10 100 kJ*kg ⁻¹	10 100 kJ*kg ⁻¹	10 100 kJ*kg ⁻¹
Výroba páry	45 t*h ⁻¹	45 t*h ⁻¹	45 t*h ⁻¹
Tlak páry ve sběrné komoře	1,47 MPa	1,47 MPa	1,47 MPa
Teplota páry	230 °C	230 °C	230 °C



Obrázek 3 - Schéma spalovny - původní stav (SAKO Brno, a.s., 2016)

6.2. Technický stav současného zařízení

V současnosti jsou společně provozovány *dvě* totožné *spalovací linky*. Základními prvky zařízení jsou 2 kotle, jejichž součástí jsou linky čištění spalin a systém výroby elektrické energie (turbosoustrojí, vzduchový kondenzátor) a jednotka úpravy vody.

Každá z obou spalovacích linek s názvy K2 a K3 je projektována na průběžné hodinové spalování 14 t komunálního nebo podobného odpadu s výhřevností až $11\,000\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ s možností jednorázového, dočasného výkonu až 16 t. (SAKO Brno, a.s., 2016)

Celé zařízení může být rozčleněno na zařízení pro příjem odpadu, manipulaci a nakládání s odpadem a zařízení pro energetické využití odpadu a čištění spalin. Hlavními vstupy do celého procesu energetického využití odpadu je směsný komunální odpad jako palivo, dále vzduch, močovina, aktivní uhlí, vápenné mléko, hašené vápno (pro případy momentálního zvýšení obsahu znečišťujících látek) a neupravená voda. Výstupy spalování jsou vyčištěné spaliny, škvára, rezidua čištění spalin, elektrická energie a středotlaká pára pro odběratele.

Proces termického zpracování odpadů na výrobu energie začíná ve chvíli, kdy směsný komunální odpad přivezený do ZEVO je vykládán do jímky a poté dopravován mostovým jeřábem k násypkám kotlů. Hoření probíhá na vratisuvném roštu MARTIN, vybaveném pevnými a pohyblivými roštnicemi, zajišťující pohyb odpadu dopředu a promíchávání během procesu spalování.

Vzduch nezbytný pro spalování odpadu se rozděluje na primární vzduch pod roštem a na sekundární vzduch nad roštem. Vzduch v primárním a v sekundárním okruhu je přiváděn samostatným ventilátorem pro každý okruh. Vzduch nezbytný pro provoz záložního plynového hořáku je dodáván zvláštním ventilátorem, jenž je k tomuto hořáku funkčně připojen. Funkce těchto prvků jsou řízeny částečně příslušným automatem a částečně digitálním ASŘTP.

Škvára, spaliny a popílek představují zbytky po procesu spalování. Škvára a popílek jsou vedeny a dopravovány mechanickými dopravníky do mokrého vynašeče a poté jsou nasměrovány do skladovací jímky. Popílek zpod vnějšího ekonomizéru, absorbérů a filtrů TZL je dopravován do zásobního sila.

Teplo získané z odpadu je v kotli předáváno za pomoci spalin na výrobu páry, jejíž tlak a teplota jsou regulovány, část páry může sloužit k výrobě elektrické energie. Při provozu odpovídajícímu stanovenému referenčnímu režimu hodinově vyprodukuje každý kotel přibližně 52,3 t přehřáté páry o teplotě 400 °C a absolutním tlaku 4,1 MPa. Vyrobena pára je používána k napájení turbosoustrojí.

V **turbíně** dochází k expanzi vysokotlaké přehřáté páry, při které se přeměňuje tepelná a tlaková energie na energii mechanickou, koná se mechanická práce pohonem lopatkového rotoru. Rotor je spojen s převodovkou a generátorem elektrické energie, který mechanickou práci transformuje na elektrickou energii. Z výstupu turbíny je pára nasměrována do vzduchem chlazeného kondenzátoru. Po zkondenzování a průchodu tepelným odplyňovačem se voda vrací do napájecí nádrže a je natlakována napájecími čerpadly pro opětovné použití v kotlích.

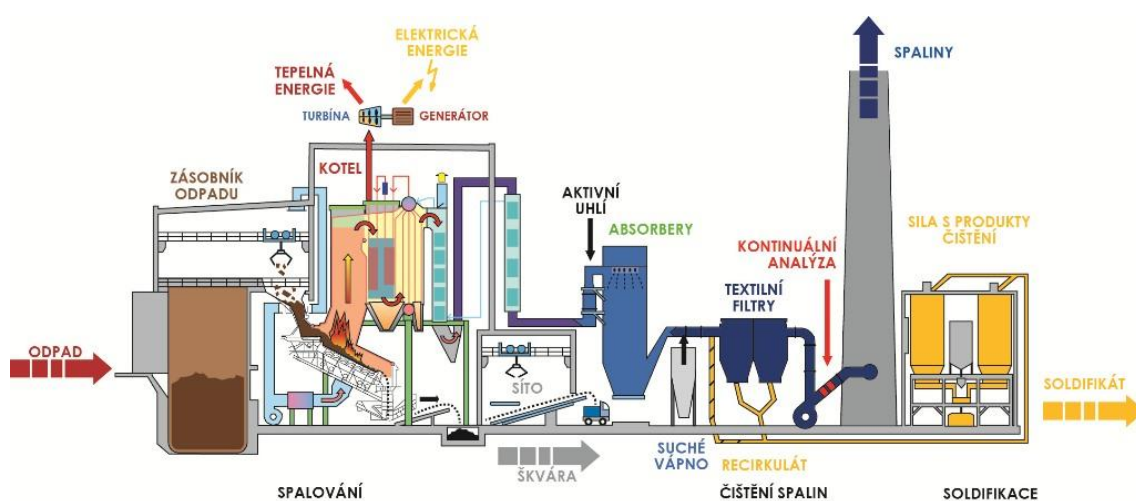
Snížení obsahu NO_x ve spalinách po spálení odpadu se provádí vstříkáváním reakčního činidla- močoviny do spalovací komory (systém SNCR). Spaliny vycházející z kotle jsou poté upravovány polomokrým procesem, během něhož jsou zbavovány škodlivých látek tak, aby odpovídaly legislativním požadavkům na povolené emise:

- vstříkování aktivního uhlí na úpravu dioxinů (Dediox),
- filtrace prachových částic (textilními filtry),
- vstříkování vápenného mléka na odstranění kyseliny chlorovodíkové (HCl) a oxidu siřičitého (SO₂).

V případech zvýšení emisí polutantů je úprava doplněna o vstříkování hašeného vápna. (SAKO Brno, a.s., 2016)

Tabulka 2 - Stav zařízení po modernizaci (SAKO Brno, a.s., 2016)

	Kotel K2	Kotel K3
Výkonnost	16 t*h ⁻¹	16 t*h ⁻¹
Výhřevnost	11 000 kJ*kg ⁻¹	11 000 kJ*kg ⁻¹
Výroba páry	52,3 t*h ⁻¹	52,3 t*h ⁻¹
Tlak páry ve sběrné komoře	4,0 MPa	4,0 MPa
Teplota páry	400 °C	400 °C



Obrázek 4 - Schéma spalovny - aktuální stav (SAKO Brno, a.s., 2016)

6.3. Zhodnocení provozu v letech

Důležitým milníkem a zároveň počátkem I. etapy pro zhodnocení provozu spalovny komunálního odpadu SAKO Brno, a. s. před a po modernizaci je rok 2002, kdy byly zpracovány a podány podklady pro žádost na finanční dotaci z fondu EU ISPA (finanční nástroj pro financování infrastrukturních projektů v oblastech životního prostředí a dopravy) pro projekt Odpadové hospodářství Brno. Následující rok byla schválena finanční dotace ve výši 1,5 miliardy korun z fondu ISPA. Celková hodnota investice činila 2,2 miliardy korun, kdy zbylou část financovalo Statutární město Brno, Státní fond životního prostředí a SAKO Brno, a.s. Poté bylo zapotřebí začít připravovat spalovnu z lokálního zařízení na zařízení s působností nadregionální, např.: instalací komplexního vážního systému, schopného odbavit nákladní automobily, které zajišťují navýšené do-

dávky odpadu. V roce 2004 začalo výběrové řízení pro správce stavby a zhotovitele projektu OHB. V následujícím roce byl vybrán správce stavby, avšak z hlediska složitosti, náročnosti a požadavkům na transparentnost výběrového řízení projektu byl zhotovitel OHB schválen až v roce 2007.

Druhá etapa hodnocení provozu začala v roce 2008 a představovala samotné zahájení realizace stavební a technologické části, která se přenesla i do následujícího roku. Postup rekonstrukce dospěl do přepojování částí původní technologie na nové zařízení, tj. do nutného úplného odstavení spalovny. Koncem roku již probíhaly přípravné práce na zahájení testování jednotlivých segmentů technologie.

Třetí etapa od roku 2010 byla spojena s vydáním povolení pro provedení zkušebního provozu nově zrekonstruované spalovny. Od konce března téhož roku začala spalovna spalovat první odpad v nové technologii a tím bylo zároveň zahájeno provádění individuálních zkoušek na dokončených provozních souborech. Od září roku 2010 byl oficiálně zahájen zkušební provoz spalovny, který vstoupil i do roku 2011. V červnu byl udělen kolaudační souhlas s provozováním zařízení a v červenci 2011 následovalo předání díla od zhotovitele.

Konečná etapa zhodnocení provozu popisuje plnohodnotný chod zařízení na energetické využívání odpadu po vydání kolaudačního rozhodnutí od roku 2012 až po současnost (rok 2016).

Jednotlivé etapy budou bilancovat *množství dovezeného a spáleného odpadu* na jedné straně a *výrobu tepla a elektrické energie a produkce výstupních produktů* na straně druhé.

Energeticky využívaný odpad je téměř ze 70 % tvořen vodou a biogenními prvky – uhlík, vodík, dusík, kyslík a síra, které v průběhu spalovacího procesu shoří na své oxidy (CO_2 , NO_2 , SO_2 , a další) a odchází se spalinami.

Mezi výstupní produkty můžeme zařadit škváru, popílek, end-produkt, solidifikát, vytríděné železné a neželezné kovy. Škvára je pevným produktem spalovacího procesu tmavošedé barvy a tvoří 22-24% objemu spalovaného odpadu. V prvním stupni čištění spalin vzniká popílek, který má sypkou světle šedou konzistenci. Popílek je zařazen mezi nebezpečný odpad a musí se před uložením na skládky podrobit úpravě stabilizací stejně jako end-produkt, který vzniká jako konečný produkt čištění spalin na textilních filtrech. Směsí popílku a end-produktu s vodou a cementem vzniká tzv. solidifikát, který díky procesu solidifikace umožňuje uložení kašovitě směsi na skládky, kde jsou po ztuhnutí škodlivé látky fyzikálně i chemicky pevně vázány. (SAKO Brno, a.s., 2016)

6.3.1. I. etapa - provoz před rekonstrukcí

První etapa hodnotí provoz v době před rekonstrukcí za provozu původních tří spalovacích linek v letech 2002-2007.

V roce 2002 byly spalovnou provozovány postupně všechny tři kotle s celkovou provozní dobou 9 989 hodin. Souběžně byly provozovány kotle v letních měsících z důvodu navýšení výhradních dodávek do CZT. Tento provoz umožnil spálit 112 051 tun odpadu za rok, což činí o 11,4 % více než v roce 2001. Díky tomu bylo do teplárenské sítě dodáno 741 128 GJ páry. Vyrobená elektřina v množství 2 127,5 MWh sloužila pro vlastní spotřebu. Výstupní produkty škvára, popílek, end-produkt, solidifikát a železo činily 30,0 % hmotnosti spáleného odpadu. (SAKO Brno, a.s., 2003)

Obdobný trend lze zaznamenat i v roce 2003 a 2004, kdy byly spalovnou provozovány opět postupně všechny tři kotle s celkovou provozní dobou 10 274 hodin a 9 867 hodin. Po oba roky byly kotle souběžně provozovány v letních měsících z důvodu navýšení výhradních dodávek do CZT.

V roce 2003 bylo energeticky využito 107 236 tun odpadu, což je o 4,1 % méně než v roce 2002, ale i tento pokles umožnil vyrobít 913 991 GJ tepelné energie. Toto zvýšení oproti roku 2002 bylo způsobeno vyšší výhřevností přivezeného odpadu. V roce 2004 spalovna zlikvidovala 106 740 tun odpadu. Meziroční pokles množství byl sice zanedbatelný, ale nepříznivě se odrazil na množství vyrobeného tepla v poklesu na 869 942 GJ.

Vyrobená elektřina v letech 2003 a 2004 opět sloužila pouze k vlastní spotřebě ve výši 1 872,4 MWh a 1 725,8 MWh. Výstupní produkty škvára, popílek, end-produkt, solidifikát a železo činily 31,9 % a 29,5 % hmotnosti spáleného odpadu. (SAKO Brno, a.s., 2004; SAKO Brno, a.s., 2005)

Roky 2005, 2006 a 2007 se vyznačovaly přípravou na zahájení rekonstrukce v rámci projektu OHB. Z tohoto důvodu byl omezen provoz kotlů a snižováno množství navezeného a spáleného odpadu. V roce 2005 byly postupně spalovenské kotle provozovány pouze 6 513 hodin a souběžný provoz se vůbec neuskutečnil. S tímto snížením provozu souvisí energetické využití odpadů pouze ve výši 87 888 tun, a tedy i menší výroba tepelné a elektrické energie, konkrétně 749 019 GJ a 1 483,3 MWh. Meziroční pokles spáleného odpadu je tedy o 17,7 %. Výstupní produkty činily 30,5 % hmotnosti odpadu. (SAKO Brno, a.s., 2006)

I v letech 2006 a 2007 byly spalovenské kotle provozovány pouze postupně a nikoliv souběžně. V roce 2006 činila provozní doba kotlů 8 864 hodiny a v roce 2007 činila 8 652 hodin. Využití odpadu v obou letech se lišilo oproti roku 2005 pouze nepatrně, a to 88 976 tun a 86 029 tun. Z důvodu omezeného provozu spalovny byl rozdíl v množství mezi navezeným odpadem a spáleným odpadem řešen přeměrováním odpadu na skládky.

V roce 2006 bylo vyrobeno 711 266 GJ tepelné energie a 1 084,8 MWh elektrické energie pro vlastní spotřebu a v roce 2007 733 883 GJ a 1 040,6 MWh. Škvára a další výstupní produkty tvořily v roce 2006 cca 30,2 % a v dalším roce 29,1 % hmotnosti spáleného odpadu. (SAKO Brno, a.s., 2007; SAKO Brno, a.s., 2008)

Tabulka 3 - I. etapa Roční bilance odpadu a výstupních produktů (SAKO Brno, a.s., 2016)

Rok	Navezený odpad (t)	Spálený odpad (t)	Škvára (t)	Popílek (t)	End-produkt (t)	Solidifikát (t)	Železo (t)	Nežel. kovy (t)
2002	112 050,9	112 051,0	26 583,0	2 040,5	1 870,7	884,5	2 321,7	0,0
2003	107 235,6	107 236,0	26 190,2	2 333,4	2 196,8	883,5	2 646,7	0,0
2004	106 740,3	106 740,0	24 195,9	2 089,7	2 472,5	501,7	2 194,9	0,0
2005	88 810,7	87 888,0	21 222,0	1 437,8	2 242,9	468,0	1 511,3	0,0
2006	95 548,3	88 976,0	21 364,4	1 543,7	2 294,2	354,7	1 297,6	0,0
2007	95 167,5	86 029,0	19 629,9	1 290,1	2 447,8	401,9	1 255,6	0,0

Tabulka 4 - I. etapa Roční bilance výroby tepelné a elektrické energie (SAKO Brno, a.s., 2016)

Rok	Pára (GJ)	Elektřina (MWh)
2002	741 128,0	2 127,5
2003	913 991,0	1 872,4
2004	869 942,0	1 725,8
2005	749 019,0	1 483,3
2006	711 266,0	1 084,8
2007	733 883,0	1 040,6

6.3.2. II. etapa - rekonstrukce

Druhá etapa se zaměřuje na omezený provoz při rekonstrukci v letech 2008-2009. Rok 2008 byl zahájen postupným provozem dvou kotlů ze tří, které byly na konci měsíce března odstaveny z důvodu zahájení prací spojených s projektem OHB. Od dubna až do září 2009 byla v provozu pouze jedna spalovací linka. Celková provozní doba kotlů v roce 2008 činila 7 794 hodin a bylo tedy možné energeticky využít pouze 79 079 tun odpadů. Vzniklý rozdíl necelých 15 000 tun odpadu, mezi navezeným a spáleným odpadem, byl přeměrován na skládky. Ze zmíněného spáleného odpadu bylo vyrobeno 639 870 GJ tepelné energie ve formě páry, což značí meziroční pokles o 13 %. Toto snížení je spojeno i s nižší výhřevností spáleného odpadu. Dále se snížení spáleného odpadu a odstavení protitlaké turbíny podepsalo i na výrobě elektrické energie. Elektřina k vlastní spotřebě byla vyrobena pouze ve výši 344,6 MWh. Výstupní produkty škvára, popílek, end-produkt, solidifikát a železo činily 30,0 % hmotnosti spáleného odpadu. (SAKO Brno, a.s., 2009)

V září roku 2009 došlo k odstavení i třetího kotle a až do března následujícího roku spalovna dočasně přestala odpad energeticky využívat. Provoz jednoho kotle po dobu 9 měsíců ve výši 5 616 hodin umožnil spálit pouze 54 601 tun odpadu a dalších cca 35 000 tun bylo odvezeno na skládky. Z tohoto množství bylo vyrobeno 454 404 GJ tepelné energie a pouze 159,3 MWh elektrické energie. Výstupní produkty činily 32,9 % hmotnosti spáleného odpadu. (SAKO Brno, a.s., 2010)

Tabulka 5 - II. etapa Roční bilance odpadu a výstupních produktů (SAKO Brno, a.s., 2016)

Rok	Navezený odpad (t)	Spálený odpad (t)	Škvára (t)	Popílek (t)	End-produkt (t)	Solidifikát (t)	Železo (t)	Nežel. kovy (t)
2008	93 805,9	79 079,0	19 515,9	1 177,3	2 022,3	602,3	423,1	0,0
2009	90 264,4	54 601,0	14 505,8	772,6	1 686,7	747,6	271,5	0,0

Tabulka 6 - II. etapa Roční bilance výroby tepelné a elektrické energie (SAKO Brno, a.s., 2016)

Rok	Pára (GJ)	Elektřina (MWh)
2008	639 870,0	344,6
2009	454 404,0	159,3

6.3.3. III. etapa - zkušební provoz

Třetí etapa analyzuje chod spalovny v době zkušebního provozu již po rekonstrukci v letech 2010-2011.

Po odstavení chodu spalovny z důvodu napojení na všechny nové technologie byl provoz spalovny zahájen v dubnu 2010. Zkušební provoz byl oficiálně zahájen po provedení všech potřebných individuálních i komplexních zkoušek v září 2010. Provozní doba dvou kotlů K2 a K3 v souběžném chodu ve výši 11 035 hodin umožnila energeticky využít 149 751 tun odpadu, kdy zhruba 18 000 tun komunálního odpadu muselo být v tomto roce přeměřováno na skládky.

V roce 2010 bylo vyrobeno 1 066 258 GJ tepelné energie a 20 911,1 MWh elektrické energie, z toho přibližně jedna čtvrtina vyprodukovaného tepla a polovina vyrobené elektřiny byla využita formou dodávek do sítě. Přejít na novou technologii zároveň umožnil sledování výstupních produktů popílku a solidifikátu součtově jako end-produkt. Dále bylo zahájeno vytřídování neželezných kovů. Výstupní produkty činily 28,8 % hmotnosti spáleného odpadu. (SAKO Brno, a.s., 2011)

Rok 2011 byl ve znamení zkušebního provozu, odstraňování závad a předání díla, které se uskutečnilo v červenci téhož roku. Z tabulkových hodnot je patrné, že se již chod spalovny přibližuje běžným provozním hodnotám. Oba kotle současně po dobu 16 346 hodin využily 232 985 tun odpadu k výrobě 2 117 268 GJ páry a 71 174,4 MWh elektřiny. Necelých 40 % tepelné energie a 75 % elektrické energie bylo dodáno do sítě. Obdobně jako v předchozích letech činily škvára, end-produkt, železné a neželezné kovy 31,3 % hmotnosti z energeticky využitého odpadu. (SAKO Brno, a.s., 2012)

Tabulka 7 - III. etapa Roční bilance odpadu a výstupních produktů (SAKO Brno, a.s., 2016)

Rok	Navezený odpad (t)	Spálený odpad (t)	Škvára (t)	Popílek (t)	End-produkt (t)	Solidifikát (t)	Železo (t)	Nežel. kovy (t)
2010	167 644,4	149 751,0	37 464,7	0,0	4 036,8	19,9	1 457,5	79,2
2011	235 485,1	232 985,1	61 198,6	0,0	7 500,7	0,0	3 867,3	291,3

Tabulka 8 - III. etapa Roční bilance výroby tepelné a elektrické energie (SAKO Brno, a.s., 2016)

Rok	Pára (GJ)	Elektřina (MWh)
2010	1 066 258,0	20 911,1
2011	2 117 268,0	71 174,4

6.3.4. IV. etapa - provoz po rekonstrukci

Čtvrtá etapa popisuje plnohodnotný provoz od roku 2012 až do konce roku 2016. Rok 2012 se nesl ve znamení plného výkonu zařízení v rámci záručního provozu projektu OHB. Výkonnostní požadavky na návoz a následné využití odpadů ve výši 240 000 tun ročně byly naplněny téměř na 100 %. Zasloužil se o to provoz obou kotlů po dobu 16 422 hodin. Díky němu mohlo být vyrobeno 2 151 051 GJ tepelné energie a zhruba polovina byla dodána do CZT s 67 272,1 MWh elektrické energie, kdy necelé tři čtvrtiny byly dodány do energetické sítě. Výstupní produkty energeticky využitého odpadu činily v roce 2012 31,2 %. (SAKO Brno, a.s., 2013)

V obdobném trendu pokračují i roky 2013 a 2014 viz Tabulka 9 - IV. etapa Roční bilance odpadu a výstupních produktů a Tabulka 10 - IV. etapa Roční bilance výroby tepelné a elektrické energie . Provoz kotlů K2 a K3 v roce 2013 dosáhl 15 783 hodin a v roce 2014 16 095 hodin. Obdobně jako v roce 2012 bylo po oba roky dodáno do CZT a elektrické sítě cca 50 % z vyrobeného tepla a 75 % elektřiny. Podíl hmotnosti výstupních produktů se opět pohyboval kolem 30 %, konkrétně v roce 2013 30,7 % a v roce 2014 29,6 %. (SAKO Brno, a.s., 2014; SAKO Brno, a.s., 2015)

V roce 2015 byly spalovnou provozovány oba kotle s celkovou provozní dobou 15 964 hodin. Tento provoz umožnil energeticky využít 226 386 tun odpadu za rok. Díky tomu bylo vyrobeno 2 174 141 GJ páry a zhruba polovina dodána do teplárenské sítě. Vyrobena elektřina v množství 62 544,2 MWh sloužila nejen pro vlastní spotřebu, ale formou dodávek ve výši přibližně tří čtvrtin jako zdroj energie pro brněnské domácnosti. Výstupní produkty škvára, end-produkt, železo a neželezné kovy činily 29,5 % hmotnosti energeticky využitého odpadu. (SAKO Brno, a.s., 2016)

Rok 2016 a zároveň poslední rok hodnocení provozu zaznamenal provozní dobu obou kotlů ve výši až 16 229 hodin, díky absenci mimořádných provozních stavů. Energeticky využito bylo 228 914,7 tun odpadu a díky tomu bylo vyrobeno 2 200 927 GJ

páry a 61 232,4 MWh elektřiny. Trend dodávek tepelné energie ve formě páry do rozvodné sítě ve výši 50 % z celkové výroby byl dodržen. Totéž platí i pro elektrickou energii a dodávky ve výši 75 % výroby. Hmotnostní podíl výstupních produktů byl 26,9% k celkovému množství energetický využitého odpadu. Nepatrný pokles mohl být připsán na vrub návozům kvalitnějšího odpadu s lepšími vlastnostmi a efektivnějším řízení spalovacího procesu. (SAKO Brno, a.s., 2017)

Tabulka 9 - IV. etapa Roční bilance odpadu a výstupních produktů (SAKO Brno, a.s., 2017)

Rok	Navezený odpad (t)	Spálený odpad (t)	Škvára (t)	Popílek (t)	End-produkt (t)	Solidifikát (t)	Železo (t)	Nežel. kovy (t)
2012	237 453,9	238 454,0	62 555,1	0,0	7 782,9	0,0	3 920,3	250,5
2013	238 663,4	237 643,4	61 694,6	0,0	7 294,5	0,0	3 784,9	284,6
2014	235 801,3	237 367,0	59 144,8	0,0	7 139,9	0,0	3 783,3	243,2
2015	235 801,3	226 386,7	55 486,5	0,0	6 884,6	0,0	4 299,4	178,0
2016	225 225,9	228 914,7	50 617,0	0,0	6 411,4	0,0	4 425,6	323,4

Tabulka 10 - IV. etapa Roční bilance výroby tepelné a elektrické energie (SAKO Brno, a.s., 2017)

Rok	Pára (GJ)	Elektřina (MWh)
2012	2 151 051,0	67 272,1
2013	2 123 903,0	63 551,0
2014	2 198 557,0	63 408,1
2015	2 174 141,0	62 544,2
2016	2 200 927,0	61 232,4

7. VÝSLEDKY A DISKUZE

Projekt Odpadové hospodářství Brno vedl k zásadní rekonstrukci provozního zařízení spalovny SAKO Brno, a.s. na moderní zařízení pro energetické využívání odpadu. Původní provoz tří kotlů s válcovými rošty, které pracovaly více postupně než souběžně, byl zmodernizován a obměněn dvěma kotli s posuvnými rošty, které mimo údržbářských odstávek probíhajících dvakrát do roka, pracují výhradně souběžně. Tento provoz umožňuje energeticky využít maximální výkonnost 248 000 tun směsného komunálního odpadu a vybraného ostatního odpadu za kalendářní rok.

Vstupní komoditou do procesu energetického využívání je odpad. Rozdíl mezi dovezeným a spáleným odpadem byl způsoben meziroční zůstatkem v zásobníku odpadu, odchylkami v systému vážení a v neposlední řadě i odvozem nadbytečného odpadu k uložení na skládky. Tohoto řešení muselo být využito v letech 2006 a 2007, kdy probíhala příprava původního zařízení na rekonstrukci a dále v letech 2008 a 2009, kdy již probíhali rozsáhle stavební a technologické práce. Posledním rokem přesměrování odpadu na skládky byl rok 2010, jako první rok zkušebního provozu nového zařízení. V letech 2002-2005 a 2011 a dál může být navezený odpad považován téměř ze 100 % za spálený, neboli energeticky využitý, viz Příloha č. 8 - Graf vstupů a výstupů v letech 2002-2016 (Autor, 2017). Výkonnost současného zařízení je využívána v průměru 235 000 tun za rok z 248 000 tun odpadu, které je limitním maximem. Jelikož v současné době spalovna využívá 95 % své výkonnosti, je na místě zvážit například **rozšíření o třetí spalovací linku** a s tím spojené navýšení dodávek odpadu nejen z Jihomoravského kraje.

Hlavním produktem energetického využívání SKO je tepelná energie ve formě páry, která může být dále transformována parní turbínou na elektrickou energii. Příloha č. 9 - Graf produkce tep. energie v letech 2002-2016 (Autor, 2017) udává do roku 2008 průměrnou výrobní hodnotu 760 000 GJ páry za rok. V roce 2009 došlo ke zlomu z důvodu odstavení technologie a napojení na novou, ale již v roce 2010 se výroba tepelné energie vyšplhala přes 1 000 000 GJ. Od roku 2011 je novodobá spalovna schopna produkovat přes 2 000 000 GJ tepla ve formě páry za rok a zhruba polovinu z toho dodat do CZT.

Výroba elektrické energie se nesla v obdobném duchu, viz Příloha č. 10 - Graf produkce el. energie v letech 2002-2016 (Autor, 2017). V letech 2002 až 2007 činila výroba na parní protitlaké turbíně v průměru 1 500 MWh. Toto množství bylo určeno

pouze k vlastní spotřebě. Roky 2008 a 2009 se nesly v hlubokém propadu výroby elektřiny z důvodu odstavení turbíny. Potřebná energie pro obsluhu zařízení a administrativních budov musela být řešena dodavatelsky. Po napojení nové turbíny v roce 2010 již spalovna vyrobila přes 20 000 MWh elektřiny, ze kterých cca 50 % bylo dodáno do sítě. Od roku 2011 zařízení pro energetické využívání odpadu vyrobila vždy okolo 64 000 MWh a z toho 75 % dodala do rozvodné sítě.

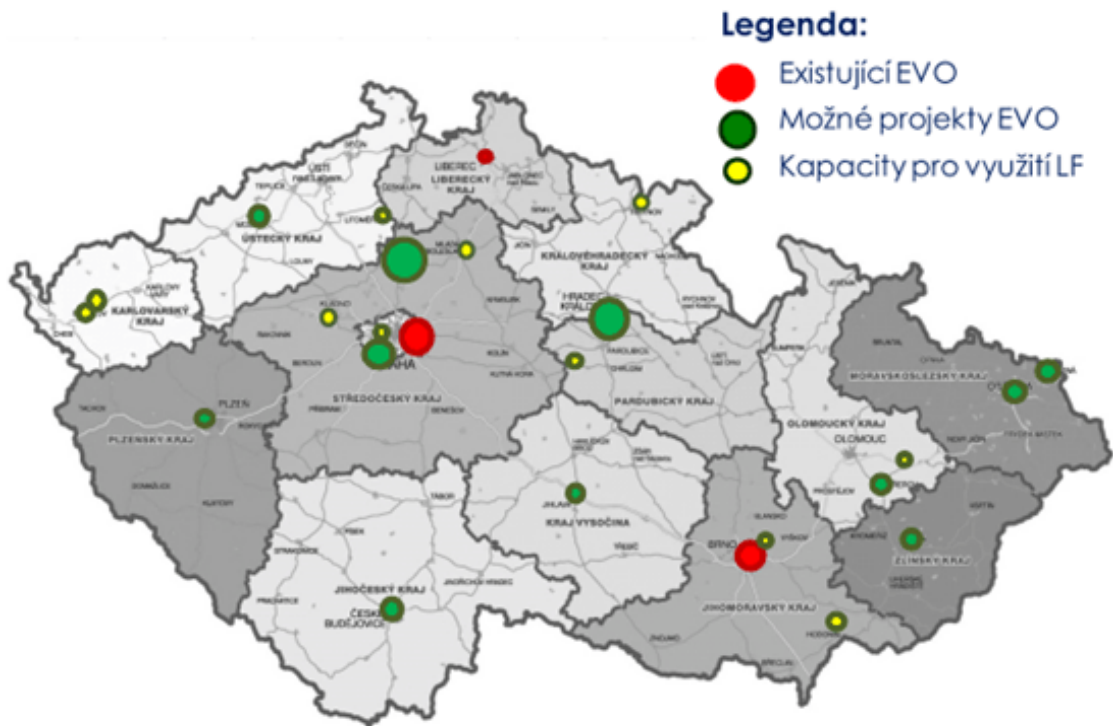
V současnosti jsou vedlejším produktem nebo též výstupní komoditou energetického využívání odpadu škvára, end-produkt, vyseparované železné a neželezné kovy. Do roku 2010 se přihlíželo na rozdělení end-produktu ještě na další položky, a to popílek a solidifikát. Kovy nebyly rozdělovány do kategorií železný a neželezný, to umožnila až nově nainstalovaná škvárová linka. Tyto produkty tvoří cca 30 % hmotnosti energeticky využívaného odpadu, z toho škvára 23 - 26 %, end-produkt 3 - 5 %, železné a neželezné kovy 1 - 2 %.

Z celorepublikového pohledu lze předpokládat, že se zavedením omezení skládkování komunálního odpadu od roku 2024 budou kladeny vyšší požadavky nejen na důkladnější separaci a recyklaci odpadu, ale i na větší množství energeticky využívaného směsného komunálního odpadu. Z jednoduchého výpočtu, kdy je v současnosti v České republice vyprodukováno cca 5 300 000 tun SKO, 30 % činí vyseparovaný odpad (sklo, papír, plasty,...), 12 % energeticky využitý odpad ve čtyřech funkčních spalovnách s výkonností 754 000 tun odpadu za rok, 4 % odpadu jsou odstraněny jiným způsobem, nám zbývá 54 % na skládkování, tedy 2 862 000 tun odpadu. Toto číslo by v současnosti znamenalo vybudování až 11 zařízení na energetické využívání odpadu s výkonností jako brněnská spalovna. Pokud by ovšem došlo k navýšení vyseparovaných složek odpadu až na 50 %, postačila by **výstavba 7 spaloven**. (PAVLAS M., 2011)

Studie „Optimální nastavení výše podpory výroby elektřiny z odpadu ve vztahu k ceně elektřiny pro spotřebitele“ z roku 2011 doporučuje výstavbu nových ZEVO v lokalitách s rozvinutou SZT, kde již existují rozsáhlejší sítě s dodávkami tepla z CZT viz dále Obrázek 5 - Přehled lokalit vhodných pro výstavbu ZEVO (PAVLAS M., 2011). Uvedené rozmístění představuje výhledové koncepční řešení. Výkonnosti jednotlivých ZEVO musí být upřesněny na základě podrobných analýz a studií lokálních podmínek, dostupnosti odpadů atd.

Jelikož investiční náklady na výstavbu nového ZEVO se pohybují v rozmezí 2 – 3 mld. Kč, dle objemu zpracovaného odpadu a podle zvolené technologie čištění spalin a samotná výstavba spalovny odpadu může trvat 3 roky, kdy administrativní úkony tento

proces mohou protáhnout i o několik dalších let, tak v tomto směru není reálné stihnout postavit dostatečné množství zařízení pro energetické využívání odpadu pro odklonění 2,8 miliónů tun odpadu ze skládek. (PAVLAS M., 2011)



Obrázek 5 - Přehled lokalit vhodných pro výstavbu ZEVO (PAVLAS M., 2011)

8. ZÁVĚR

Hlavním cílem bakalářské práce „Zhodnocení provozu spalovny komunálního odpadu SAKO Brno před a po modernizaci“ byla zjednodušená analýza vstupních a výstupních provozních parametrů zařízení pro energetické využívání odpadů v návaznosti na původní stav a na stav spalovny po rozsáhlé modernizaci.

Samotný projekt Odpadové hospodářství Brno, v rámci kterého bylo uskutečněno vybudování vyspělého centra, sloužícího k využití odpadů v rámci celého Jihomoravského kraje a zajištění legislativních požadavků Evropské unie, dodržování směrnic o spalování odpadů a omezení skládkování komunálního odpadu, se dá hodnotit jako velmi zdařilý. Rekonstrukce a modernizace spočívala v instalaci dvou výkonnějších kotlů, instalaci odběrové kondenzační turbíny, rekonstrukci budovy na zpracování škváry a ve výstavbě dotřídňovací linky.

Tento rozbor společně s analýzou současného stavu odpadového hospodářství a seznámením s platnou legislativou v tomto odvětví ukázal nedostatky na poli celorepublikovém v absenci dostatečného počtu ZEVO. Pro SAKO Brno, a.s. z toho vyplývá chopit se možnosti rozšíření své stávající výkonnosti o další spalovací linku.

Aby však mohlo být zhodnocení provozu společnosti SAKO Brno, a.s. považováno za plně vypovídající, je třeba provozní parametry doplnit i o rozsáhlou finanční analýzu společnosti. Tento rozbor by měl obsahovat moderní statické a dynamické metody jako např.: ukazatele výkonnosti, likvidity, zadluženosti, výnosnosti investice, doba návratnosti, čistá současná hodnota, index rentability, vnitřní výnosové procento a další. Rozšíření zhodnocení provozu o finanční analýzu je vhodným tématem pro diplomovou práci.

Na závěr nezbyvá než dodat, že zařízení pro energetické využívání odpadu mají nezastupitelnou roli v rámci odpadového hospodářství v České republice nejen v současnosti, ale i do budoucna.

9. ZDROJE

Tištěné zdroje

- 1) **ALTMANN, V. 2010.** *Technika pro zpracování komunálního odpadu.* Praha: ČZU Praha, 2010. ISBN 978-80-213-2022-2.
- 2) **FILIP, J., KOTOVICOVÁ, J a BOŽEK, F. 2003.** *Komunální odpad a skládkování.* Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003. ISBN 80-7157-712-X.
- 3) **FILIP, J., ORAL, J. 2003.** *Odpadové hospodářství : II.* 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003. ISBN 80-7157-682-4.
- 4) **KURAŠ M., DINER V., SLIVKA V. 2008.** *Odpadové hospodářství.* Chrudim : Ekomonitor, 2008. ISBN 978-80-86832-34-0.
- 5) **LIBRA, J. 2005.** *Stavby pro odpadové hospodářství.* Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2005. ISBN 80-7157-861-4.
- 6) **SAKO Brno, a.s.. 2016.** Interní materiály společnosti. Brno : autor neznámý, 2016.
- 7) **SAKO Brno, a.s.. 2017.** Interní materiály společnosti. Brno : autor neznámý, 2017.
- 8) **SAKO Brno, a.s.. 2002.** Výroční zpráva 2001. Brno : autor neznámý, 2002.
- 9) **SAKO Brno, a.s.. 2003.** Výroční zpráva 2002. Brno : autor neznámý, 2003.
- 10) **SAKO Brno, a.s.. 2004.** Výroční zpráva 2003. Brno : autor neznámý, 2004.
- 11) **SAKO Brno, a.s.. 2005.** Výroční zpráva 2004. Brno : autor neznámý, 2005.
- 12) **SAKO Brno, a.s.. 2006.** Výroční zpráva 2005. Brno : autor neznámý, 2006.
- 13) **SAKO Brno, a.s.. 2007.** Výroční zpráva 2006. Brno : autor neznámý, 2007.
- 14) **SAKO Brno, a.s.. 2008.** Výroční zpráva 2007. Brno : autor neznámý, 2008.
- 15) **SAKO Brno, a.s.. 2009.** Výroční zpráva 2008. Brno : autor neznámý, 2009.
- 16) **SAKO Brno, a.s.. 2010.** Výroční zpráva 2009. Brno : autor neznámý, 2010.
- 17) **SAKO Brno, a.s.. 2011.** Výroční zpráva 2010. Brno : autor neznámý, 2011.
- 18) **SAKO Brno, a.s.. 2012.** Výroční zpráva 2011. Brno : autor neznámý, 2012.
- 19) **SAKO Brno, a.s.. 2013.** Výroční zpráva 2012. Brno : autor neznámý, 2013.
- 20) **SAKO Brno, a.s.. 2014.** Výroční zpráva 2013. Brno : autor neznámý, 2014.
- 21) **SAKO Brno, a.s.. 2015.** Výroční zpráva 2014. Brno : autor neznámý, 2015.
- 22) **SAKO Brno, a.s.. 2016.** Výroční zpráva 2015. Brno : autor neznámý, 2016.

Elektronické zdroje

- 1) **Český statistický úřad. 2017.** Produkce, využití a odstranění odpadů - 2015. [Online] 10. 2 2017. <https://www.czso.cz/documents/10180/32782508/280020-16g16.pdf/2a001de6-0c2c-485b-bc8f-dcaf29307da5?version=1.0>.
- 2) **EUR-Lex. 2016.** Nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) č.1013/2006 o přepravě odpadů. [Online] 2016. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1013&qid=1455095662948&from=CS>
- 3) **EUR-Lex. 2016.** Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č.98/2008 o odpadech a zrušení některých směrnic. [Online] 2016. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&from=CS>.
- 4) **Ministerstvo spravedlnosti ČR. 2015.** Veřejný rejstřík a sbírka listin. *Justice.cz*. [Online] 2015. [Citace: 9. Únor 2015.] <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-firma.vysledky?subjektId=701241&typ=PLATNY>.
- 5) **MŽP. 2016.** Ministerstvo životního prostředí. *Souhrnná data o odpadovém hospodářství*. [Online] 13. 7 2016. [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_hospodarstv%C3%AD_data_a_2014/\\$FILE/OODP-Souhrnna_data_za_CR-20150914.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_hospodarstv%C3%AD_data_a_2014/$FILE/OODP-Souhrnna_data_za_CR-20150914.pdf).
- 6) **PAVLAS M., A KOL. 2011.** Hnutí DUHA. *Optimální nastavení výš podpory elektřiny z odpadu ve vztahu k ceně elektřiny pro spotřebitele*. [Online] 2011. http://www.hnutiduha.cz/sites/default/files/publikace/2013/11/eveco_studie_mpo_efekt_odpady.pdf.
- 7) **SAKO Brno, a.s. 2013.** Historie spalování. *SAKO Brno, a.s.* [Online] 2013. <http://www.sako.cz/stranka/cz/142/historie-spalovani/>.
- 8) **SAKO Brno, a.s.. 2013.** Nabízené služby. *SAKO Brno*. [Online] 2013. [Citace: 9. Únor 2015.] <http://www.sako.cz/stranka/cz/131/nabizene-sluzby/>.
- 9) **Zákony pro lidi.cz. 2016.** Vyhláška 381/2001 Sb. Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů. *Zákony pro lidi.cz*. [Online] 2016. <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-381/print>.
- 10) **Zákony pro lidi.cz. 2016.** Vyhláška č. 374/2008 Sb. o přepravě odpadů. *Zákony pro lidi.cz*. [Online] 2016. <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-374/print>.

- 11) **Zákony pro lidi.cz. 2016.** Vyhláška č. 383/2001 Sb. o podrobnostech nakládání s odpady. *Zákony pro lidi.cz.* [Online] 2016. <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-383/print>.
- 12) **Zákony pro lidi.cz. 2016.** Vyhláška č. 93/2016 Sb., Katalog odpadů. *Zákony pro lidi.cz.* [Online] 2016. <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-93>.
- 13) **Zákony pro lidi.cz. 2016.** Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů. *Zákony pro lidi.cz.* [Online] 2016. <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-185/print>.
- 14) **Zákony pro lidi.cz. 2016.** Zákon č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů. *Zákony pro lidi.cz.* [Online] 2016. <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-458/print>.

10. SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1 - Nakládání s KO ve vybraných zemích v roce 2014 (ČSÚ, 2017).....	15
Obrázek 2 - Vizualizace spalovny dle projektu OHB (SAKO Brno, a.s., 2016)	17
Obrázek 3 - Schéma spalovny - původní stav (SAKO Brno, a.s., 2016)	20
Obrázek 4 - Schéma spalovny - aktuální stav (SAKO Brno, a.s., 2016)	22
Obrázek 5 - Přehled lokalit vhodných pro výstavbu ZEVO (PAVLAS M., 2011).	32
Tabulka 1 - Stav zařízení před modernizací (SAKO Brno, a.s., 2016)	19
Tabulka 2 - Stav zařízení po modernizaci (SAKO Brno, a.s., 2016)	22
Tabulka 3 - I. etapa Roční bilance odpadu a výstupních produktů (SAKO Brno, a.s., 2016).....	25
Tabulka 4 - I. etapa Roční bilance výroby tepelné a elektrické energie (SAKO Brno, a.s., 2016)	25
Tabulka 5 - II. etapa Roční bilance odpadu a výstupních produktů (SAKO Brno, a.s., 2016)	26
Tabulka 6 - II. etapa Roční bilance výroby tepelné a elektrické energie (SAKO Brno, a.s., 2016)	26
Tabulka 7 - III. etapa Roční bilance odpadu a výstupních produktů (SAKO Brno, a.s., 2016)	27
Tabulka 8 - III. etapa Roční bilance výroby tepelné a elektrické energie (SAKO Brno, a.s., 2016)	28
Tabulka 9 - IV. etapa Roční bilance odpadu a výstupních produktů (SAKO Brno, a.s., 2017)	29
Tabulka 10 - IV. etapa Roční bilance výroby tepelné a elektrické energie (SAKO Brno, a.s., 2017)	29

11. SEZNAM ZKRATEK

- ASŘTP: automatický/automatizovaný systém řízení technologických procesů
- CO₂: oxid uhličitý
- CZT: centrální zdroj tepla
- ČR: Česká republika
- EMS: Environmental Management System neboli systém environmentálního managementu
- EU: Evropská unie
- EVO: energetické využití odpadu
- ISPA: Instrument for Structural Policies for Pre-accession neboli Nástroj předvstupních strukturálních politik
- LF: lehká frakce - papír, plasty, dřevo a textil, představující nejvíce výhřevnou složku SKO
- OHB: Odpadové hospodářství Brno
- NO_x: oxid dusný (NO) a oxid dusičitý (NO₂) vyjádřené ekvivalentem oxidu dusičitého
- PET: polyethylentereftalát - termoplast ze skupiny polyesterů
- SKO: směsný komunální odpad
- SO₂: oxid siřičitý
- SNCR: Selective Non-Catalytic Reduction neboli nekatalytický postup úpravy NO_x
- SZT: soustava zásobování teplem
- TZL: tuhé znečišťující látky
- ZEVO: zařízení na energetické využití odpadu

12. PŘÍLOHY

Příloha č. 1 - Pohled na spalovnu před rekonstrukcí (SAKO Brno, a.s., 2016)

Příloha č. 2 - Pohled na spalovnu po rekonstrukci (SAKO Brno, a.s., 2016)

Příloha č. 3 - Fotografie velínu před rekonstrukcí (SAKO Brno, a.s., 2016)

Příloha č. 4 - Fotografie velín po rekonstrukci (SAKO Brno, a.s., 2016)

Příloha č. 5 - Fotografie původního válcového roštu (SAKO Brno, a.s., 2016)

Příloha č. 6 - Fotografie současného vratisuvného roštu (SAKO Brno, a.s., 2016)

Příloha č. 7 - Fotografie současné turbíny 22,7 MW (SAKO Brno, a.s., 2016)

Příloha č. 8 - Graf vstupů a výstupů v letech 2002-2016 (Autor, 2017)

Příloha č. 9 - Graf produkce tep. energie v letech 2002-2016 (Autor, 2017)

Příloha č. 10 - Graf produkce el. energie v letech 2002-2016 (Autor, 2017)



Příloha č. 1 - Pohled na spalovnu před rekonstrukcí (SAKO Brno, a.s., 2016)



Příloha č. 2 - Pohled na spalovnu po rekonstrukci (SAKO Brno, a.s., 2016)



Příloha č. 3 - Fotografie velínu před rekonstrukcí (SAKO Brno, a.s., 2016)



Příloha č. 4 - Fotografie velín po rekonstrukci (SAKO Brno, a.s., 2016)



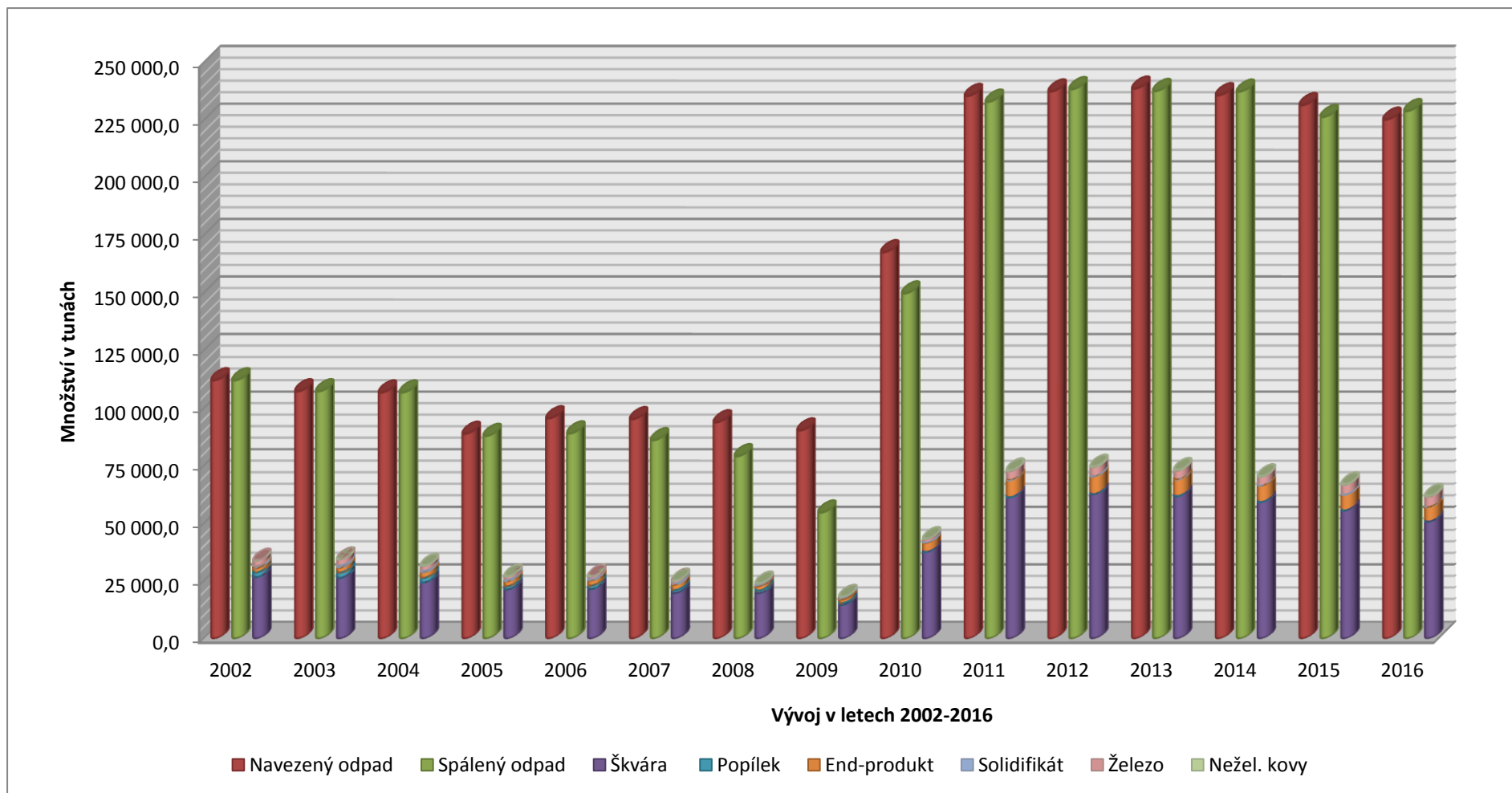
Příloha č. 5 - Fotografie původního válcového roštu (SAKO Brno, a.s., 2016)



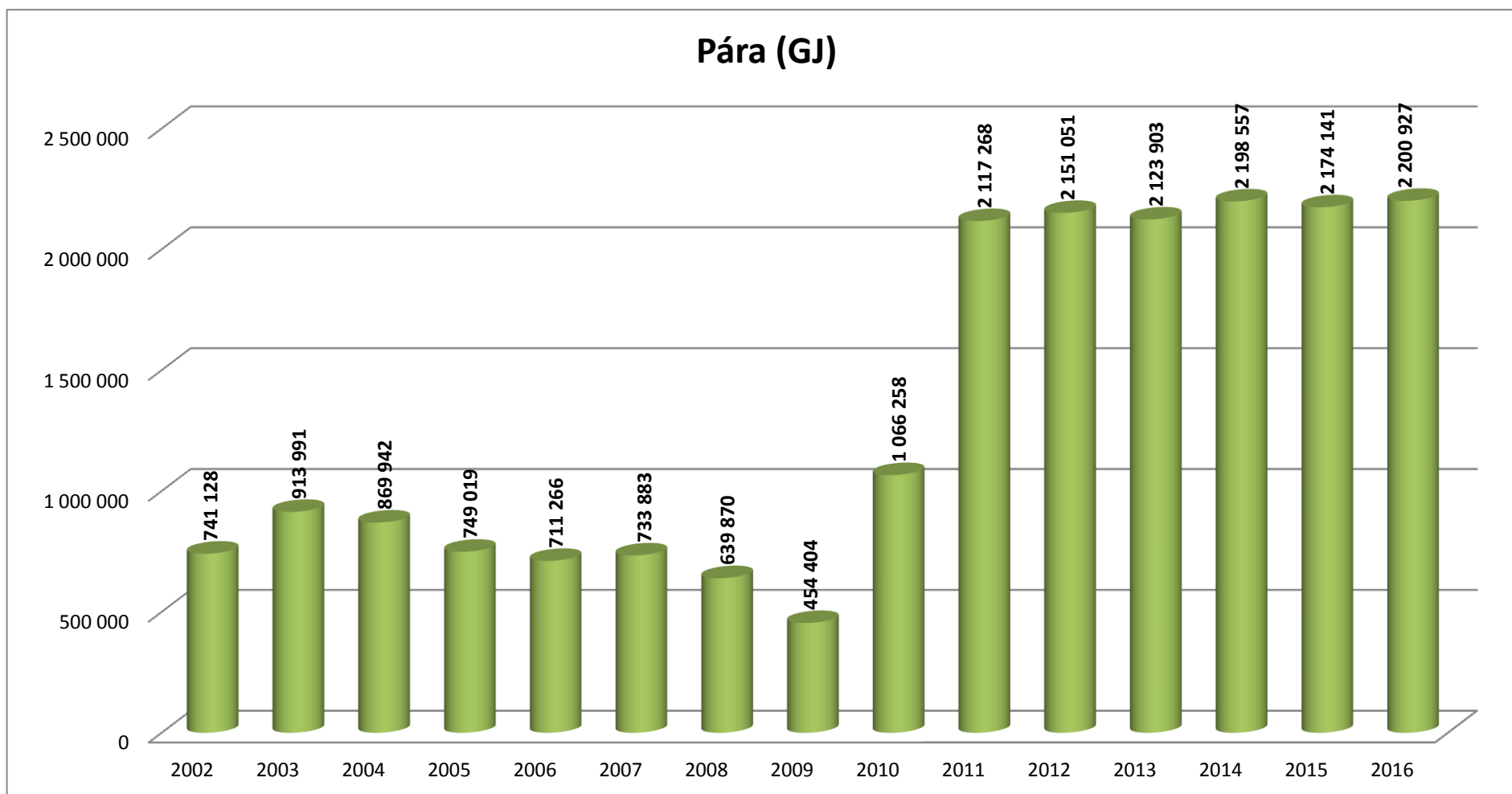
Příloha č. 6 - Fotografie současného vratisuvného roštu (SAKO Brno, a.s., 2016)



Příloha č. 7 - Fotografie současné turbíny 22,7 MW (SAKO Brno, a.s., 2016)

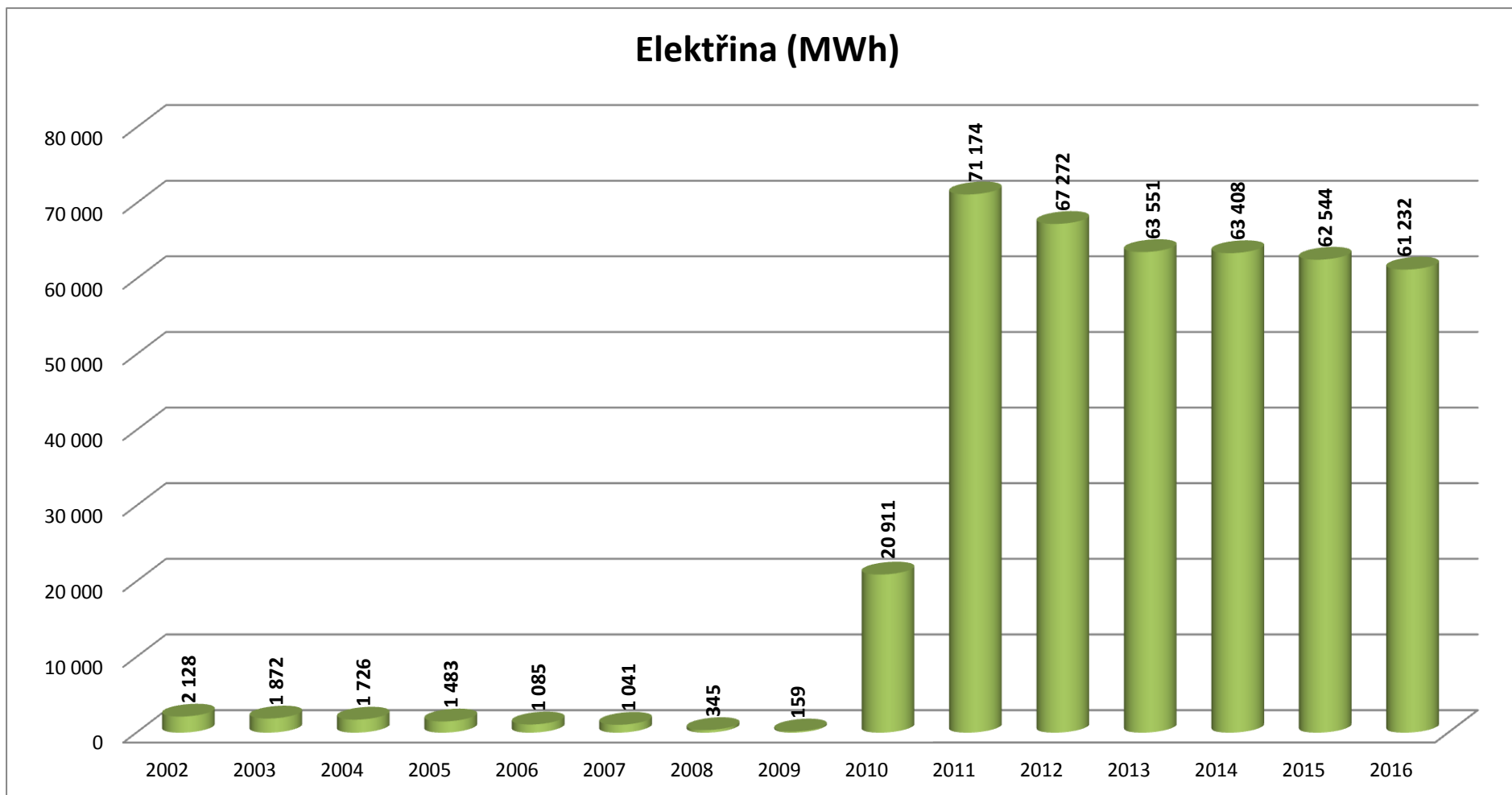


Příloha č. 8 - Graf vstupů a výstupů v letech 2002-2016 (Autor, 2017)



Příloha č. 9 - Graf produkce tep. energie v letech 2002-2016 (Autor, 2017)

Elektrina (MWh)



Příloha č. 10 - Graf produkce el. energie v letech 2002-2016 (Autor, 2017)