

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra aplikované ekologie



Bakalářská práce

**Energetické využití komunálních odpadů
v ZEVO Malešice**

Vedoucí práce: RNDr. Vlastimila Mikulová

Bakalant: Helena Fleischmanová

© 2017 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Helena Fleischmanová

Územní technická a správní služba

Název práce

Energetické využití komunálních odpadů v ZEVO Malešice

Název anglicky

Energy recovery of municipal waste in the ZEVO Malešice

Cíle práce

Cílem práce je posoudit energetické využití odpadů v zařízení na energetické využití odpadů (ZEVO) Malešice se zaměřením na kogeneraci.

Metodika

Bakalářská práce bude zpracována formou studie s členěním kapitol dle „Metodických pokynů pro zpracování bakalářské práce FŽP ČZU“. Rešeršní část bude zaměřena na přehled související legislativy a odpadového hospodářství ČR a hl.m. Prahy se zaměřením na diskuse využití energie z komunálních odpadů. Vycházet bude z odborné literatury, včetně internetových stránek. Pro účely BP navázat v ZEVO Malešice odborné kontakty a získat interní podklady. Vlastní orientace na ZEVO se bude týkat provozu technologie a kogenerační jednotky; porovnání provozních dat technologie a bilancí s a bez kogenerační výroby; energetickou závislostí provozu ZEVO – využití kogenerace v případě výpadku – ostrovní provoz (blackout, smart grid sítě), využití kapacity ZEVO ve vztahu k ročnímu diagramu odběru elektřiny a tepla a sledování limitů znečištění ovzduší.

Doporučený rozsah práce

cca 30 str.

Klíčová slova

spalování komunálního odpadu, kogenerace, limity ochrany ovzduší

Doporučené zdroje informací

Altman V., Vaculík P., Mimra M., 2010: Technika pro zpracování komunálního odpadu. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha: 120 s. ISBN 978-80-213-2022-2.

Benešová L., Černík B., Doležalová M., Havránková V., Kotoulová Z., Marešová K., Slavík J., 2011: Komunální a podobné odpady, Kleinwächter, Frýdek-Místek

Bertolini G., 2004: Spalování komunálního odpadu v různých zemích světa,

<http://odpady-online.cz/spalovani-komunalniho-odpadu-v-ruznych-zemich-sveta/>

Kuraš M., 2014: Odpady a jejich zpracování, Ekomonitor Chrudim, ISBN:978-80-86832-80-7, 344 str.

KURFÜRST, J. *Kompendium ochrany kvality ovzduší*. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 2008. ISBN 978-80-86832-38-8.

MŽP 2014: Plán odpadového hospodářství České republiky

MŽP, 2014: Zpráva o životním prostředí České republiky, Praha

Reimann D.O., Hämmerli H., 1995: Verbrennungstechnik für Abfälle in Theorie und praxis, Bamberg: 247 s.

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 ZS – FŽP

Vedoucí práce

RNDr. Vlastimila Mikulová

Garantující pracoviště

Katedra aplikované ekologie

Elektronicky schváleno dne 7. 1. 2016

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 1. 2016

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 29. 01. 2016

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Energetické využití komunálních odpadů v ZEVO Malešice“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí bakalářské práce RNDr. Vlastimily Mikulové a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka této bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 24.4.2017



PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych touto cestou poděkovala RNDr. Vlastimile Mikulové za její odborné vedení a trpělivost během zpracování mé bakalářské práce. Dále mé poděkování patří vedení společnosti Pražské služby a.s. - ZEVO Malešice za to, že mi k mé práci poskytli cenné odborné informace. V neposlední řadě bych ráda poděkovala mé dceři Kateřině a celé mé rodině, kteří mne po celou dobu mého studia podporovali.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce dokumentuje způsob nakládání s komunálními odpady v Zařízení na energetické využití odpadu (ZEVO) Malešice Praha, se zaměřením na výrobu elektrické energie a tepla prostřednictvím kogenerační jednotky, která je součástí technologie ZEVO.

Energetickému využití je věnována podstatná část této práce. Je zde popsáno, jak důležité je energetické využití odpadů s ohledem na úsporu primárních zdrojů a udržitelného rozvoje. Stav výroby elektrické energie a tepla je sledován od doby najetí technologie kogenerace v ZEVO Malešice v roce 2010. Hodnocena je energetická účinnost z hlediska zákona o odpadech. Porovnána jsou provozní data technologie a bilance provozu bez a s kogenerační jednotkou. Objasňuje význam využití kogenerace v případě výpadku elektrické energie, kdy ZEVO Malešice využívá ostrovního provozu. Jsou zde zmíněny související strategie a předpisy z hlediska ochrany životního prostředí včetně ochrany ovzduší. Monitorované emise jsou prezentovány v časové řadě let 2013 - 2016 a porovnány se stanovenými limity znečištění, které ZEVO Malešice s rezervou splňuje. Díky dosahované energetické účinnosti se právem nazývá zařízením na využití odpadů.

Klíčová slova: odpadové hospodářství, kogenerace, emise, energetická účinnost, ostrovní provoz

ABSTRACT

This bachelor's thesis describes the waste-to-energy treatment in the WTE plant Malešice Praha focusing on producing electric energy and heat using a CHP unit which is a part of the WTE technology.

A significant part of this thesis is dedicated to waste utilization as an energy source. It describes the importance of waste utilization to conserve primary resources and maintain sustainable development. The energy and heat production statistics have been observed since the WTE Malešice technology was installed in 2010. The thesis also evaluates energetic effectiveness in light of the waste management act. I compare production data of the technology with the operating balance with and without a CHP unit. The thesis also addresses the importance of cogeneration during power outage, in which case WTE plant Malešice uses island operation, and it

describes related antipollution strategies and regulations. Emissions which were monitored are presented on a timeline ranging from 2013 to 2016 and compared to established pollution limits. WTE plant Malešice has no issues with keeping within those limits. Thanks to its energetic effectiveness it easily meets the requirements for a waste to energy plant.

Keywords: waste industry, cogeneration, emissions, energetic effectiveness, island operation.

OBSAH

1. ÚVOD	10
2. CÍLE PRÁCE	11
3. METODIKA	12
4. LITERÁRNÍ REŠERŠE	13
4.1 Odpady	13
4.1.1 Rozdělení odpadů	13
4.2 Strategie odpadového hospodářství	14
4.2.1 Politika odpadového hospodářství ČR	14
4.2.2. Státní politika životního prostředí	15
4.2.2 Hierarchie odpadového hospodářství	16
4.3 Komunální odpad	17
4.4 Produkce a nakládání s odpady	18
4.5. Energetické využití odpadu	19
4.5.1 Energetická účinnost zařízení	23
4.5.2 Aktivity v energetickém využívání odpadu v ČR	25
4.6. Výroba elektřiny a tepla v zařízení na energetické využití odpadu	27
4.7. „Black out“ - výpadek elektrické energie	27
5. VYMEZENÍ STUDIJNÍHO ÚZEMÍ	29
5.1 Zařízení na energetické využití odpadů ZEVO Malešice	29
5.2. Historické milníky ZEVO Malešice	30
6. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	33
6.1 Technologie ZEVO Malešice	33
6.2 Sledování emisních limitů	34
6.3. Energetická účinnost v ZEVO Malešice	38
6.4. Popis vývoje výroby elektřiny a tepla v ZEVO Malešice	39
6.5 Turbogenerátor	40
6.6 Horkovod	42
7. VÝSLEDKY	43
7.1. Bilance výsledků provozu kogenerační jednotky ZEVO Malešice	46
7.2 Vyhodnocení provozu ZEVO v „ostrovním provozu“	48
8. DISKUSE	50
9. ZÁVĚR	52
PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ	53

Seznam použitých zkratk

BRKO	biologicky rozložitelný komunální odpad
BRO	biologicky rozložitelný odpad
CEWEP	Confederation of European Waste-to-energy plants
CZT	centrální zásobování teplem
CO	oxid uhelnatý
CoDe	Kogenerace a destrukce oxidu dusíku (Cogeneration DeNOx)
DeDiox	destrukce látek PCCD/F (dioxinů a furanů)
DeNOx	destrukce oxidů dusíku
EU	Evropská unie
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
N_m⁻³	normo kubík
NO_x	oxidy dusíku
POH	plán odpadového hospodářství
PRE	Pražská energetika, a.s.
PT	Pražská teplárenská, a.s.
SAKO	Spalovna směsného komunálního odpadu v Brně (a.s. Brno)
SCR	selektivní katalytická redukce
SKO	směsný komunální odpad
SNCR	selektivní nekatalytická redukce
SO₂	oxid siřičitý
STEO	Sdružení provozovatelů technologií pro ekologické využívání odpadů
TERMIZO	Spalovna směsného komunálního odpadu v Liberci (a.s. Liberec)
TKO	tuhý komunální odpad
KO	komunální odpad
TMA	Teplárna Malešice
TOC	celkový organický uhlík
TZL	tuhé znečišťující látky
ZEVO	zařízení na energetické využití odpadu

1. ÚVOD

Energie – pojem, který má zásadní vliv pro fungování domácností firem i celé ekonomiky. Statistiky ukazují, že spotřeba energie neustále narůstá. Dosavadní průběh ukazuje, že spotřeba elektřiny se každých 15 let až zdvojnásobí. Zásoby primárních zdrojů naší planety, jako ropa, zemní plyn, uhlí a další nerostné suroviny se neustále ztenčují a dříve či později dojde k jejich vyčerpání. Dle Světového fondu na ochranu přírody nyní využíváme o 50 procent zdrojů více, než je Země schopna udržitelně produkovat.

Do budoucna lze s jistotou očekávat postupný pokles využití primárních zdrojů, který bude substituován ze zdrojů obnovitelných. Z dlouhodobého hlediska nejistá stabilita států s největšími zásobami primárních zdrojů již dnes negativně ovlivňuje spolehlivost dodávek těchto zdrojů k dalšímu využití (viz. ropná krize, úmyslné omezení kapacity tranzitních produktovodů atd.). Tento fakt nutí vyspělé státy urychlovat vzestup obnovitelných zdrojů energie ještě více. Některé státy Evropské unie (dále jen EU) proto rozvoj a využití obnovitelných zdrojů energie dlouhodobě podporují.

Česká republika (dále jen ČR), jako člen EU, postupně zavádí dle závazných požadavků a standardů EU systém využití obnovitelných zdrojů včetně nakládání s odpady úpravou stávající legislativy s přihlédnutím k reálným geografickým a politicko-ekonomickým možnostem. Při výběru možností nakládání s odpady může ČR využít bohatých zkušeností vyspělých členských států EU a neopakovat stejné chyby.

Povědomí společnosti o významu energetického využívání odpadů je v porovnání s vyspělými státy v ČR stále nízké. Postupnou osvětou a otevřeným postojem ke sdílení informací, stejně jako i kontrolními mechanismy státní správy, lze zaznamenat zlepšení vnímání této problematiky i v očích laické veřejnosti. Tématika energetického využití odpadů je pro mě zajímavá nejen z hlediska technologického vývoje, ale i z hlediska ochrany životního prostředí a šetření primárních zdrojů. Z tohoto důvodu bych byla ráda, aby i má bakalářská práce dokázala svým dílem objasnit smysl energetického využití odpadů, které je již ve vyspělých zemích EU v téměř 500 zařízeních typu ZEVO realizováno.

2. CÍLE PRÁCE

Cílem této práce je vedle zpracování rešeršní části, která je zaměřena na nakládání a energetické využití komunálních odpadů v ČR a ve světě, posoudit způsob nakládání se směsnými komunálními odpady v ZEVO Malešice s využitím kogenerační jednotky která transformuje energii obsaženou v odpadu na využitelné teplo a elektřinu.

Dílčími cíli byly zejména:

- zdokumentovat technologický provoz
- sledovat a vyhodnotit emise v porovnání s limity znečištění
- ověřit energetickou účinnost ZEVO Malešice - legislativní požadavek pro zařazení ZEVO Malešice jako zařízení na energetické využití odpadu (dle směrnice 2008/98/ES, resp. zákona o odpadech)
- porovnání provozních dat technologie a bilancí s a bez kogenerační výroby
- analyzovat energetickou závislost provozu ZEVO – vyhodnotit přínos kogenerace v případě výpadku elektrické energie – ostrovní provoz (blackout, smart grid sítě)
- vyhodnotit využití kapacity ZEVO ve vztahu k ročnímu diagramu odběru elektřiny a tepla

Výsledky bakalářské práce přispějí k vysvětlení významu kogenerace v rámci energetického využití komunálních odpadů. Dále objasní dopady ZEVO Malešice na životní prostředí, šetření primárních zdrojů energie a nakládání s komunálními odpady v hlavním městě Praze a okolí.

3. METODIKA

Základem pro vypracování mé bakalářské práce bylo studium zákonů, vyhlášek a nařízení souvisejících s odpadovým hospodářstvím a ochranou ovzduší. Prostudovala jsem odbornou literaturu a vyhledávala dostupné internetové zdroje související s odpady. Další informace jsem čerpala z odborných časopisů a příslušných dostupných dokumentů, věnujících se tématice odpadů. V neposlední řadě jsem měla možnost zúčastnit se několika školení a konferencí zaměřených na odpadové hospodářství.

Díky vstřícnosti vedení společnosti Pražské služby a.s. - ZEVO Malešice jsem se detailně seznámila s technologií a mohla tak získat interní informace, které byly využity k mé bakalářské práci. Každé zařízení pro nakládání s odpady musí mít k provozu souhlasné rozhodnutí krajského úřadu, v případě Prahy od MHMP, jehož součástí je i schválený provozní řád. V první řadě jsem se proto zaměřila na provozní řád ZEVO Malešice, interní dokumentaci, místní provozní předpisy a další dokumenty související s kogenerační jednotkou. Průběžně jsem získané informace konzultovala a spolupracovala s hlavním ekologem a s dalšími zaměstnanci ZEVO Malešice. Dále jsem byla v kontaktu s firmou Zauner AB, která byla generálním dodavatelem projektu kogenerace.

Stěžejní údaje týkající se emisních limitů a jejich plnění jsem čerpala z povinného kontinuálního monitoringu stanoveného zákonem na ochranu ovzduší. Sledovala jsem hodnoty ukazatelů znečištění, jedná se o limity emisí stanovené vyhláškou č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečištění a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší. K vyhodnocení jsem zvolila časovou řadu dat od roku 2013 do roku 2016 s vytvořením grafů v Excelu. Vyhodnocení spotřeby a výroby energie vychází rovněž z interních podkladů ZEVO Malešice a je graficky vyjádřeno.

Do své práce jsem zahrнула i konkrétní příklad ostrovního provozu v ZEVO Malešice, který nastal po výpadku v síti PRE. Ostrovní provoz, je stav kdy je provoz celé technologie oddělený od elektrizační soustavy. K vyhodnocení jsem využila interní podklady ZEVO Malešice a graficky zpracovala data přechodu do ostrovního provozu.

4. LITERÁRNÍ REŠERŠE

4.1 Odpady

Veškerá výrobní i nevýrobní činnost dnešní společnosti je doprovázena vznikem odpadů. Otázka jejich odstranění a racionálního využití představuje dnes proto prvořadý úkol z hlediska ochrany životního prostředí i z hlediska ekonomického. Teoreticky by skutečný odpad neměl vůbec existovat. U většiny známých výrobních i spotřebních postupů vznikají vedlejší produkty. Pokud výrobce nebo společnost neumí tyto vedlejší produkty dále zpracovat, tedy zařadit do koloběhu společenské prospěšnosti, nazývá je odpadem (Kuraš, 2008).

4.1.1 Rozdělení odpadů

Odpady se dělí dle dvou základních hledisek – podle vlastností a podle původu, resp. činnosti, při které vznikají. Při členění dle původu se přihlíží, odkud odpad pochází (domácnosti, průmysl apod.). Podle vlastností se pak rozlišují odpady kategorie nebezpečné „N“ a ostatní odpady „O“. O tom, do jaké skupiny odpad řadíme rozhoduje míra rizika provázející jejich převoz, zpracování nebo dlouhodobé vystavení přírodnímu prostředí či zdraví člověka. Druhy a kategorie odpadů se rozlišují v katalogu odpadů, kde jsou jednotlivě označeny. Toto označení je společné pro celou EU. Každý odpad má šestimístné, katalogové číslo. První dvojčíslí označuje hlavní skupinu odpadu, podle odvětví, ve kterém vznikají, druhá dvě čísla značí podskupinu, jednotlivé procesy daného odvětví a poslední dvojčíslí označuje samotný druh odpadu, kategorie nebezpečný odpad je v katalogu odpadů označen hvězdičkou * (CENIA, 2013).

Tab. č. 1 Výňatek z katalogu odpadů ZEVO Malešice – odpady povolené k energetickému příjmu

kód	Název	kategorie
20 01 39	<i>Plasty</i>	O
20 03 01	<i>Směsný komunální odpad</i>	O
20 03 02	<i>Odpad z tržišť</i>	O
20 03 03	<i>Uliční smetky</i>	O
20 03 07	<i>Objemný odpad</i>	O
20 03 99	<i>Komunální odpady jinak blíže neurčené</i>	O

Zdroj: Provozní řád ZEVO Malešice, 2015

4.2 Strategie odpadového hospodářství

Odpadovým hospodářstvím se rozumí činnosti předcházení vzniku odpadů, nakládání s odpady, následná péče o místo, kde jsou odpady trvale uloženy a kontrolovány. Odpadové hospodářství je dynamicky se rozvíjející oblastí národního hospodářství. Průmyslově a ekonomicky vyspělé země se začaly odpadovým hospodářstvím intenzivně zabývat v 80. letech minulého století. V ČR vznikl první zákon o odpadech v roce 1991 (MŽP 2017).

4.2.1 Politika odpadového hospodářství ČR

Česká republika musí v následujícím desetiletí nastavit taková pravidla, která zajistí snížení spotřeby primárních surovin, prodloužení životnosti výrobků a také aby suroviny v ekonomice více obíhaly. Část přírodních zdrojů nahradí materiály získané z recyklace odpadů. Výrobky s delší životností a opakované využití výrobku musí mít přednost před recyklací a ta zase před výrobou energie z odpadu. Takový přístup se označuje za oběhové hospodářství (Strategický rámec Česká republika 2030).

Strategie odpadového hospodářství ČR na období 2015-2024 je promítnuta do **Plánu odpadového hospodářství České republiky** (dále jen POH ČR) a **Programu předcházení vzniku odpadů**, které jsou v souladu s principy udržitelného rozvoje společnosti. Stanovují cíle, zásady a opatření, s jejichž pomocí bude možno ovlivňovat chování spotřebitelů, původců odpadů a dalších. Vzhledem ke skutečnosti, že odpady jsou rovněž významným zdrojem surovin, jsou cíle, zásady a opatření POH ČR navázány na politiku druhotných surovin. Plnění POH je vyhodnocováno prostřednictvím **Hodnotících zpráv**. S POH ČR, musí být v souladu také plány odpadového hospodářství krajů a plány odpadového hospodářství obcí v ČR (MŽP, 2014).

Kvůli svým specifickým vlastnostem a různému riziku ohrožení životního prostředí vyžaduje každý druh odpadů specifické nakládání. Základní pravidla pro nakládání s odpady jsou stanovena **v zákoně č. 185/2001 Sb. o odpadech v platném znění** (dále zákon o odpadech) a stanoví v souladu s právem Evropského společenství pravidla pro předcházení vzniku odpadů a pro nakládání s nimi při dodržování ochrany životního prostředí, ochrany zdraví lidí a udržitelného rozvoje. Dalším neméně důležitým **zákonem je zákon č. 477/2001 Sb. o obalech**, který stanoví povinnosti zpětného odběru a využití obalových odpadů. Tyto zákony jsou propojeny (MŽP, 2016).

Vybrané prováděcí předpisy k zákonu o odpadech:

- **Nařízení vlády č. 352/2014 Sb., o Plánu odpadového hospodářství České republiky**
- **Vyhláška č. 93/2016 Sb., o Katalogu odpadů**
- **Vyhláška č. 94/2016 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů**
- **Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, v platném znění ve znění pozdějších předpisů; (posl.změna: vyhláška č. 83/2016 Sb., kterou se mění vyhláška č. 383/2001 Sb.,**
- **Vyhláška č. 237/2002 Sb., o podrobnostech způsobu provedení zpětného odběru některých výrobků**
- **Vyhláška č. 294/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu**
- **Vyhláška č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady**
- **Vyhláška č. 321/2014 Sb o rozsahu a způsobu zajištění odděleného soustředování složek komunálních odpadů**

Další související předpisy jsou:

- **Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší**
- **Vyhláška č. 415/2012 Sb. o přípustné úrovni znečišťování ovzduší a jejím zjišťování**

4.2.2. Státní politika životního prostředí

Státní politika životního prostředí České republiky se zaměřuje na efektivní ochranu životního prostředí v České republice do roku 2020, jejím hlavním cílem je rovněž efektivní využívání veškerých zdrojů, minimalizace negativních vlivů a zlepšení kvality života obyvatel. V oblasti odpadů je prioritní předcházení vzniku odpadů, zajištění jejich maximálního využití a omezování jejich negativního vlivu na životní prostředí stejně jako podpora využívání odpadů jako náhrady přírodních zdrojů. Z toho vyplývají následující cíle:

- Snížit podíl skládkování na celkovém odstraňování odpadů
- Zvyšování materiálového a energetického využití komunálních odpadů a odpadů podobných komunálním

- Předcházet vzniku odpadů

Jedním ze základních ekonomických nástrojů pro plnění Státní politiky životního prostředí je specificky zaměřená instituce - Státní fond životního prostředí ČR, který je významným finančním zdrojem při ochraně a zlepšování stavu životního prostředí. Fond byl zřízen a jeho činnost je legislativně upravena zákonem č. 388/1991 Sb., na který navazují prováděcí předpisy – „Statut Fondu“.

Příjmy Fondu jsou tvořeny především z plateb za znečišťování nebo poškozování jednotlivých složek životního prostředí (poplatky za vypouštění odpadních vod, odvody za odnětí půdy, poplatky za znečištění ovzduší, poplatky za ukládání odpadů) a s tím spojených splátek poskytnutých půjček a jejich úroků. O použití finančních prostředků z Fondu rozhoduje ze zákona ministr životního prostředí na základě doporučení poradního orgánu - Rady Fondu. Tyto příjmy tvoří součást státního rozpočtu ČR (Státní fond ŽP, 2017).

4.2.2 Hierarchie odpadového hospodářství

POH ČR i Česká legislativa odpadového hospodářství vychází z principu dodržování hierarchie nakládání s odpady, jejímž základními body jsou:

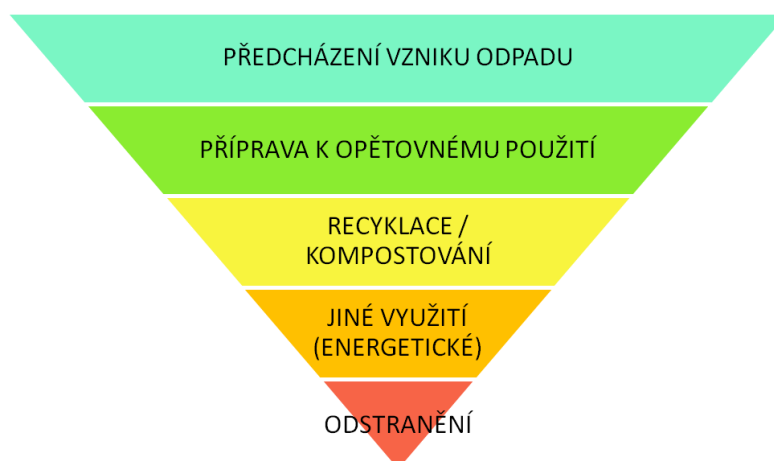
- a) předcházení vzniku odpadů**
- b) příprava k opětovnému použití**
- c) recyklace odpadů**
- d) jiné využití odpadů, například energetické využití**
- e) odstranění odpadů**

Od hierarchie způsobů nakládání s odpady je možno se odchýlit v případě odpadů, u nichž je to podle posouzení celkových dopadů životního cyklu, zahrnujícího vznik odpadu a nakládání s ním vhodné s ohledem na nejlepší celkový výsledek z hlediska ochrany životního prostředí.

Při uplatňování hierarchie se zohlední:

- celý životní cyklus výrobků a materiálů, zejména s ohledem na snižování vlivu nakládání s odpady na životní prostředí a lidské zdraví
- technická proveditelnost a hospodářská udržitelnost
- ochrana zdrojů surovin, životního prostředí, lidského zdraví a hospodářské a sociální dopady (MŽP, 2001).

Obr. č. 1 Hierarchie odpadového hospodářství



Zdroj: Aspi, 2017, online: <http://sbirka.aspi.cz/>

4.3 Komunální odpad

Komunálním odpadem je 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. Z hlediska evidence odpadů je komunální odpad chápán v rozšířené podobě jako „Odpady z domácností a podobné živnostenské, průmyslové odpady a odpady z úřadů, včetně složek odděleného sběru.“

Největší ve skupině komunálních odpadů je směsný komunální odpad, který zůstává po oddělení využitelných složek a nebezpečných složek z komunálních odpadů. Někdy také je nazýván „zbytkovým“ odpadem. Směsný komunální odpad tvoří v ČR kolem 60 % komunálního odpadu. Jde o zbytkovou směs, kterou není možno třídít a následně využít a vyhazujeme ji do běžných, černých kontejnerů.

Tyto odpady v současné době končí bez dalšího využití na skládkách nebo v lepší variantě ve spalovnách, kde poslouží k výrobě tepla a elektrické energie. Směsný odpad je v Katalogu odpadů uveden pod druhovým označením 20 03 01 jako „směsný komunální odpad“. Další podskupinu komunálního odpadu tvoří vytříditelné složky (sklo, papír, plasty), ale také objemný odpad (např. nábytek apod.), nebezpečné odpady (např. odevzdané ve sběrných dvorech) a odpad z udržování zeleně (BRO). Kromě těchto základních komunálních odpadů tvoří další významnou skupinu biologicky rozložitelné komunální odpady (BRKO). Komunální odpady se na celkové produkci všech odpadů v ČR dlouhodobě podílejí cca 17 % (UK Praha, 2016)

4.4 Produkce a nakládání s odpady

Dle statistik Ministerstva životního prostředí (dále jen MŽP) bylo roce v roce 2015 v ČR vyprodukováno celkem 37,3 mil. tun odpadů. Z toho množství činily 1,5 mil. tun nebezpečné odpady a 35,8 mil. tun ostatní odpady. Na jednoho obyvatele ČR připadá 3 542 kg všech odpadů (143 kg „N“ odpadů a 3 399 kg „O“ odpadů). Z celkového množství vyprodukovaných odpadů bylo využito celkem 86%. Z toho 83% materiálově a 3% energeticky. Na skládkách skončilo 9% odpadů (MŽP 2016).

Tab. č.2 Celková produkce všech odpadů v ČR 2009-2015 (tis.t)

Rok	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Produkce odpadů (tis.t)	32 267	31 811	30 672	30 023	30 621	32 028	37 338

Zdroj: ISOH MŽP 2015

Obyvatelé ČR vyprodukovali v roce 2015 celkem 5,3 mil. tun komunálního odpadu. Na jednoho občana ČR tedy vychází 506 kg. Podíl komunálních odpadů na celkové produkci odpadů tvořil 14%. V recyklačních linkách bylo přepracováno či jinak materiálově upraveno 36% komunálních odpadů. Tento způsob zpracování odpadů nabývá v poslední době stále většího významu, neboť odpady jsou právem považovány za jeden z důležitých zdrojů získávání cenných surovin. Energeticky bylo využito 11% a vzniklá energie byla následně využita k výrobě tepla a elektrické energie.

ČR patří mezi země, kde více než polovina komunálních odpadů končí na skládkách. V roce 2015 bylo takto uloženo 47% KO, pro srovnání v roce 2014 to bylo 48%. Tato situace by se měla postupně změnit, díky novele zákona o odpadech o Zákazu skládkování komunálního odpadu do roku 2024, která byla v ČR přijata v polovině roku 2014. Závazné evropské cíle, které musí ČR k roku 2020 splnit, stanovují zvýšení podílu materiálového využití a recyklace na 50 % a snížení skládkování odpadu na minimálně 30 % (MŽP 2016).

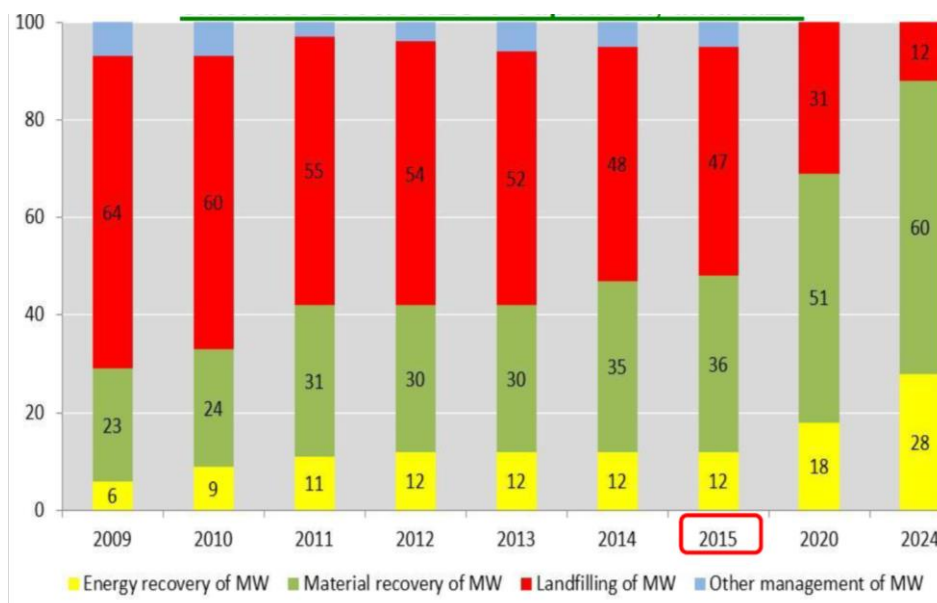
Tab.č.3 Produkce komunálního odpadu v ČR 2009-2015 (tis.t)

Rok	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Produkce KO (tis.t)	5 324	5 362	5 388	5 193	5 168	5 324	5 274

Zdroj: ISOH MŽP,2015

Při porovnání nakládání s komunálními odpady je mezi ČR a státy EU největší rozdíl v podílu odstraňování komunálních odpadů skládkováním a energetickým využitím. Porovnáme-li produkci odpadů v ČR za rok, přepočtenou na jednoho obyvatele s ostatními státy v EU, zjistíme, že ČR patří mezi státy s nízkou produkcí odpadů. Množství vyprodukovaného odpadu není dáno jen velikostí daného státu, počtem jeho obyvatel a ekonomickou výkonností, ale také závisí na vyspělosti státu a jakým způsobem si dokáže poradit při nakládání s odpady. Vyspělé státy mají lépe zpracované postupy nakládání s odpady a možnosti jejich financování. V řadě zemích téměř neexistuje systém nakládání s odpady, většina odpadů skončí v těchto případech na skládkách. Přitom jejich produkce není zanedbatelná a s rostoucí ekonomikou bude jen narůstat (CENIA 2016).

Obr. č. 2 Graf nakládání s komunálním odpadem v ČR, výhled pro rok 2020 a 2024



Zdroj: ISOH MŽP, 2015

4.5. Energetické využití odpadu

Energetické využívání odpadů nahrazuje tradiční paliva jako uhlí, topný olej, nebo zemní plyn, čímž zpomaluje čerpání těchto neobnovitelných zdrojů. Hlavní roli v historii a rozvoji technologií pro spalování tuhých komunálních odpadů hrála Velká Británie. Spalovací pec, která se už v roce 1874 v Británii používala ke spalování odpadu a vyráběla páru, byla exportována do celého světa, nejdříve do Evropy, pak do USA (Bertolini G., 2004).

První zařízení na likvidaci odpadů vzniklo na území tehdejšího Rakouska-Uherska již v roce 1905 v Brně. Bylo v provozu 11 hodin denně a spalovalo průměrně

27,45 tun odpadu za den. Svému účelu sloužilo do roku 1941 a v posledních dnech druhé světové války bylo zničeno bombardováním. Stavba nového zařízení v Brně byla zahájena v roce 1984 a zkušební provoz byl spuštěn v lednu roku 1985 (SAKO Brno, 2016). V letech 2001-2011 probíhala příprava a realizace rozsáhlé rekonstrukce s podporou předvstupního fondu ISPA EU, která umožnila kogenerační výrobu elektrické energie a vyšší energetickou účinnost.

V současné době jsou na území ČR provozovány 4 zařízení na energetické využití komunálních odpadů, ZEVO Malešice Praha, SAKO Brno, Termizo Liberec a ZEVO Chotíkov, které se nachází nedaleko Plzně. Poslední jmenované bylo uvedeno do zkušebního provozu 12.8. 2016. Na první pohled zaujme velmi moderní a netradiční architekturou.

Foto č. 1 ZEVO Chotíkov



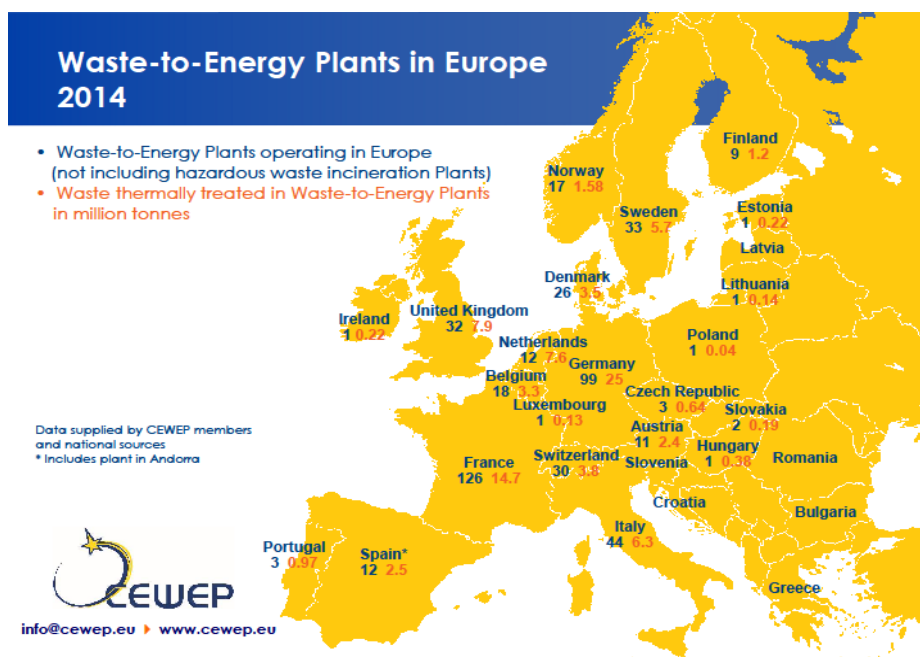
Zdroj: autor práce

Závody na energetické využití odpadů v ČR zpracovaly za rok 2016 více než 630 000 t směsného komunálního odpadu. Aktuálně však v naší zemi stále chybí kapacita pro energetické využití v řádech několika set tisíc tun odpadů ročně, i navzdory rozpracovaným projektům rozšíření technologie SAKO Brno nebo EVO Komořany. Neopodstatněné je jednostranné preferování mechanicko-biologické úpravy směsných komunálních odpadů, i když min. 50% z dotříděných odpadů je uloženo na skládkách, nebo se energeticky využije, ovšem za cenu vyšší energetické náročnosti na předúpravu (Mohrmann, 2016).

Neoddiskutovatelným faktem zůstává, že v ČR bude po roce 2024, kdy začne platit zákaz skládkování, zbývat cca. 2 mil. tun komunálních odpadů, ale kapacita provozovaných i plánovaných zařízení na energetické využití odpadů pokryje maximálně 60% tohoto množství. ČR tím budou hrozit sankce za nesplnění legislativy EU ve výši cca. 0,5 mil. Kč za den. Prosadit v ČR novou spalovnu komunálního odpadu je momentálně velmi složitý administrativní proces. Do tohoto procesu výrazně zasahuje negativní veřejné mínění živené zavádějícími a zkrslujícími informacemi od různých zájmových skupin, které se oficiálně zaštitují ochranou životního prostředí (Šejvl, 2013).

V Evropě je v provozu aktuálně více než 450 zařízení na energetické využití odpadů, které jsou součástí běžného života občanů, a dalších 60 zařízení je v přípravné fázi nebo jsou ve výstavbě. Například jen ve Švýcarsku je v současné době 30 zařízení EVO (CEWEP, 2014).

Obr. č. 3 ZEVO v Evropě 2014/množství spáleného odpadu v tunách za rok



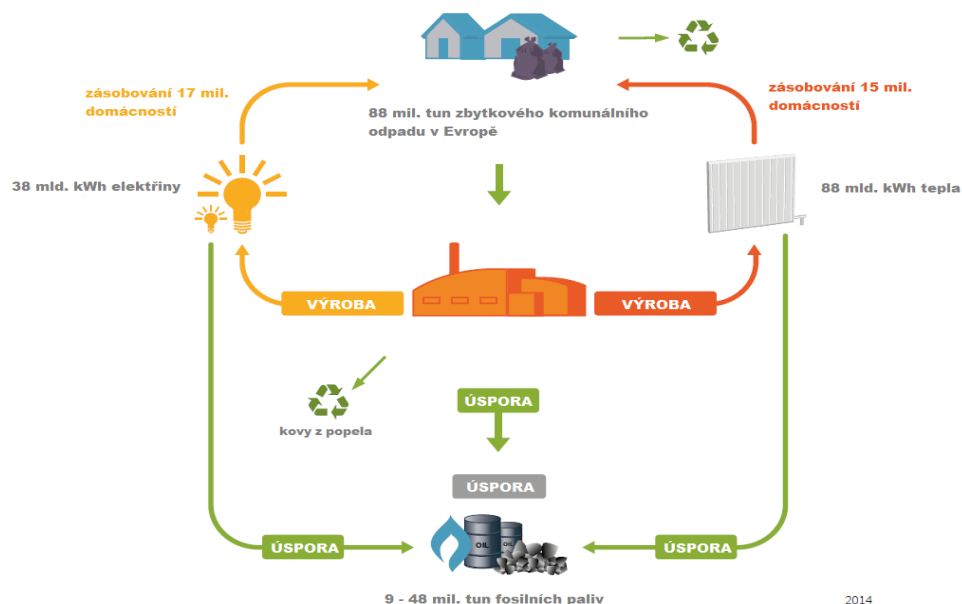
Zdroj: CEWEP,2014: online: http://www.cewep.eu/information/data/studies/m_1488

Podle posledních dostupných údajů CEWEP (Konfederace evropských zařízení pro energetické využívání odpadů) vyrobila v roce 2012 zařízení na energetické využívání odpadů v Evropě 32 mld. kWh elektrické energie a 79 mld. kWh tepla. Toto množství stačí pro zásobování 14 mil. obyvatel elektřinou a teplem. Pro srovnání,

v ČR se v roce 2012 vyrobilo z odpadů 0,14 mld. kWh elektrické energie a 1,5 mld. kWh tepla. Celkem se v roce 2012 v ČR vyrobilo ze všech zdrojů 90 mld. kWh elektrické energie a 47 mld. kWh tepla. Pokud bychom elektrickou energii vyrobenou z odpadů v EU porovnali s veškerou roční vyrobenou elektrickou energií v ČR, pak energie z odpadů vyrobená v EU tvoří zhruba 1/3 naší celkově vyrobené elektrické energie. Teplo vyrobené z odpadů v EU by stačilo pokrýt celou roční výrobu tepla v ČR a ještě by nám okolo 40 % tepelné energie zbylo. Energetickým využitím odpadů uspoříme u nás převážně využívaná fosilní paliva, neboť spálením tuny odpadu ušetříme přibližně 0,6 tuny hnědého uhlí (CENIA, 2016).

Ekonomika EU v současné době ztrácí značné množství potenciálních druhotných surovin, které se nacházejí v tocích odpadů. V roce 2013 celková produkce odpadu v EU byla zhruba 2,5 miliardy tun, z nichž 1,6 miliardy tun nebyly znovu využity nebo recyklovány. Odhaduje se, že dalších 600 milionů tun mohlo být dále recyklováno nebo opětovně využito. EU se tak nepodílí na příležitosti vedoucí ke zlepšení účinnosti zdrojů a vytvoření fungující cirkulární ekonomiky (European commission, 2015).

Obr. č.4 Cyklus energetického využívání odpadů 2014



Zdroj: CEWEP, 2014:online:

http://www.cewep.eu/information/publicationsandstudies/statements/cewepublications/m_1489

4.5.1 Energetická účinnost zařízení

Ze zákona o odpadech vyplývá, že ve spalovnách komunálních odpadů, které dosahují vysokého stupně energetické účinnosti, je spalování klasifikováno jako energetické využívání odpadů způsobem uvedeným pod kódem R1 v příloze č. 3 k tomuto zákonu. Výše požadované energetické účinnosti a vzorec pro její výpočet je uveden v příloze č. 12 k tomuto zákonu. Spalovny odpadů, u nichž nejsou splněny podmínky spalování uvedené v odstavci 1, jsou zařízeními k odstraňování odpadů.

Aby zařízení na energetické využití odpadu vyhovovalo kritériím pro jeho energetické využití, ne pro pouhé odstranění jako ve spalovnách, je nutno splňovat určité bilanční kritérium mezi vstupovanou energií a výstupními energetickými produkty. Pro zařízení na energetické využití odpadů je směrodatný koeficient energetické účinnosti R1, který nesmí být nižší než 0,60 pro zdroje uvedené do provozu před rokem 2009 a 0,65 u zdrojů, které získaly souhlas k provozu po 31.12. 2008. Do výpočtu jsou zahrnuta veškerá dostupná data o spotřebách a produkcích energií v závislosti na přijatých palivech a využitím odpadu.

Výpočetní vzorec energetické účinnosti:

$$R1 = \frac{Ep - (Ef + Ei)}{0,97 * (Ew + Ef)} \quad \rightarrow \quad R1 = \frac{\text{energie vydaná}}{\text{energie přijatá}}$$

Ep = množství vyrobené energie ve formě tepla nebo elektřiny. Vypočítá se tak, že se energie ve formě elektřiny vynásobí hodnotou 2,6 a teplo vyrobené pro komerční využití hodnotou 1,1 (GJ/rok)

Ef = roční energetický vstup do systému z paliv přispívající k výrobě páry (GJ/rok)

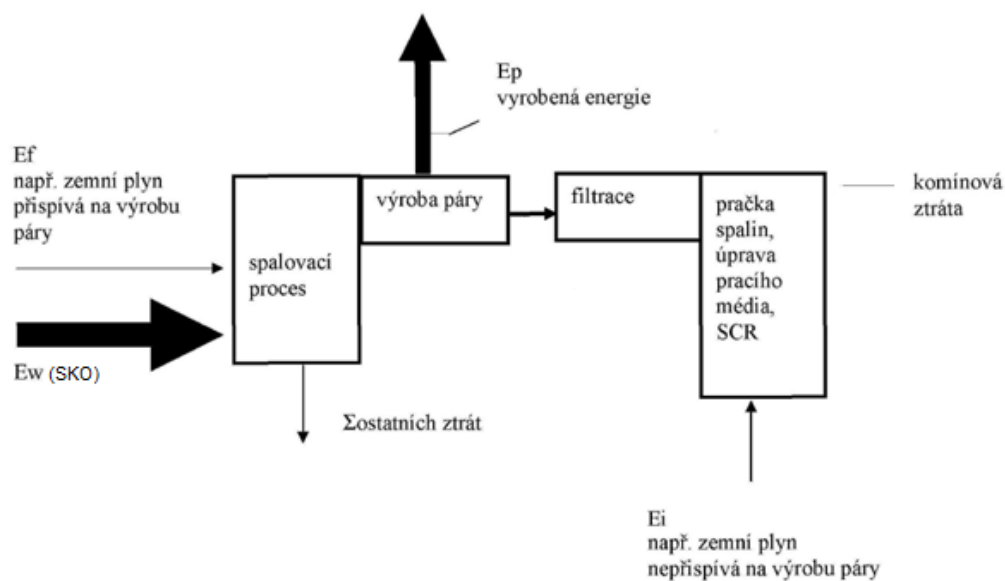
Ew = roční množství energie obsažené ve zpracovávaných odpadech vypočítané za použití nejnižší čisté výhřevnosti odpadů (GJ/rok)

Ei = roční dodaná energie bez Ew a Ef (GJ/rok)

Hodnota 0,97 je součinitel energetických ztrát v důsledku vzniklého popela a vyzářování.

Následující obrázek schematicky znázorňuje energetické toky u standardní konfigurace technologického řetězce energetického využívání odpadu. Jedná se tedy o technologický řetězec skládající se z ohniště, z patřičně dimenzovaného parního kotle, z filtrace spalin, z čištění spalin. Dále je zde uvedena komínová ztráta a suma ostatních ztrát.

Obr. č. 5 Schéma energetických toků standardního technologického řetězce EVO



Zdroj: Hyžík, 2007

Dle rámcové směrnice evropského parlamentu 2008/98/EC, o odpadech, se dále musí v určitých případech zohlednit v koeficientu R1 některá fakta, jako je vliv místního podnebí a také velikost zdroje. Například v jižních státech, kde prioritou není výroba tepla se spalovny specializují pouze na elektrickou energii a tím pádem klesá podle rovnice R1 jejich účinnost. Velikost spalovny je dalším významným faktorem zohlednění koeficientu. Při větším množství zpracovávaného odpadu je efektivita vyšší, vyplatí se tedy investovat do sofistikovanějších technologií (CEWEP, 2011).

V níže uvedené tabulce je pro srovnání vidět jak je zohledněn klimatický faktor R1 pro Jihozápadní Evropu, který je 0,58 oproti tomu v Severní Evropě, kdy se jedná o hodnotu 0,97.

Tab. č. 4 R1 faktor podle klasifikace podnebí a velikosti zdroje

R1 depending on different classifications	unit	all investigated WIE plants	type of energy recovery of a plant (weighted averages)			size (throughput) of a plant (weighted averages)			geographical European region of a plant (weighted averages)		
			electricity production only	heat production only	CHP production	100,000 Mg MSW/a	100,000 to 250,000 Mg MSW/a	250,000 Mg MSW/a	South-Western Europe	Central Europe	Northern Europe
number of plants included	n	314	83	47	184	118	124	72	55	188	71
total throughput of plants	mio Mg/a	59.44	12.98	5.67	40.78	7.06	19.80	32.57	8.73	40.52	10.19
R1 result (averages)	[-]	0.69	0.55	0.64	0.76	0.63	0.70	0.77	0.58	0.62	0.97
R1 result (min-max)	[-]	0.21-1.45	0.22-0.85	0.21-1.08	0.23-1.45	0.21-1.45	0.22-1.37	0.36-1.33	0.21-1.04	0.22-1.17	0.50-1.45
number of plants: R1 at least 0.60	n (%)	206 (65.6)	31 (37.3)	32 (68.1)	142 (77.2)	59 (50.0)	85 (68.5)	62 (86.1)	27 (49.1)	110 (58.5)	69 (97.2)
number of plants: R1 under 0.60	n (%)	108 (34.4)	52 (62.7)	15 (31.9)	42 (22.8)	59 (50.0)	39 (31.5)	10 (13.9)	28 (50.9)	78 (41.5)	2 (2.8)

Zdroj: CEWEP Energy report 2017, online: http://www.cewep.eu/m_1068

4.5.2 Aktivity v energetickém využívání odpadu v ČR

V ČR jsou zařízení na energetické využití odpadů sjednoceny ve sdružení STEO. Jedná se o sdružení provozovatelů technologií pro ekologické využívání odpadů. Organizace sdružuje právnické a fyzické osoby, které se zabývají nebo chtějí zabývat zejména energetickým využíváním odpadů. ZEVO nahrazují energii produkovanou konvenčními teplárnami využívající fosilní paliva, tím jsou ušetřeny primární přírodní zdroje. Moderní ZEVO také přispívají ke snížení emisí CO₂ a k ochraně ovzduší, neboť jsou jedním z nejčistších zdrojů energie.

STEO přispívá k rozvoji aktivit a hospodářských cílů svých členů, a proto prosazuje společné zájmy členů sdružení především při tvorbě cílů odpadové politiky ČR i EU.

Hlavní činnost sdružení:

V oblasti legislativy

- Monitoring legislativy ČR a EU
- Tvorba norem a jejich prosazování v praxi
- Návrhy novelizací obecně závazných právních předpisů
- Připomínkování legislativy

V oblasti exekutivy

- Tvorba zásad dotační a stabilizační politiky státu v dané oblasti
- Expertní posudky
- Odborné semináře

- Tvorba podmínek pro výkon kontrolní funkce u státních orgánů v dané oblasti.

V oblasti výkonu samosprávy

- Prosazování zavádění moderních technologií na využívání odpadů v regionech.
- Připomínkování jednotlivých případů a způsobů provozování technologií.

STEO je též členem mezinárodní konfederace CEWEP, organizace, která zastupuje zařízení na energetické využití odpadů v 16 zemích s celkovou roční kapacitou 47 milionů tun odpadů. Členové sdružení CEWEP jsou zavázáni k dodržování vysokých environmentálních standardů spočívajících v minimalizaci emisí a ve výrobě energie z jinak nevyužitelných materiálů (STEO, 2017).

Problematicke energetického využití odpadů se každoročně věnuje řada seminářů i konferencí po celém světě. V oblasti osvěty veřejnosti k objektivnímu pohledu na činnost ZEVO hrají důležitou roli „Dny otevřených dveří“ a zejména uskutečňované exkurze, o které je prakticky každodenní zájem.

Zajímavá je spolupráce s Českou společností ornitologickou (ČSO) a Pražskými službami a.s. v areálu ZEVO Malešice, týkající se možnosti hnízdění kriticky ohroženého druhu dravého ptáka - Sokola stěhovavého na druhém ochozu komína ve výšce 100 m. V rámci této spolupráce zde byla instalována budka a online monitoring lokality s finanční podporou Magistrátu hlavního města Prahy. Každoročně hnízdící pár úspěšně vyvádí 3-4 mláďata (v roce 2014 čtyři a v roce 2015 tři). Je vidět, že komín ZEVO Malešice, ze kterého jde prakticky jen pára, je vhodným prostředím pro hnízdění místního páru sokolů, který zde má nerušené prostředí a dostatek potravy. Sokolí rodinka pomáhá přirozenou cestou redukovat velké množství holubů v areálu a blízkém okolí.

Foto č.2 Sokol stěhovavý



Zdroj: autor práce

4.6. Výroba elektřiny a tepla v zařízení na energetické využití odpadu

Způsob souběžné výroby elektřiny a tepla je nazýván kogenerací a patří mezi nejúčinnější cesty, jak přeměnit energii paliva na dále využitelnou energii. Principem kogenerace je zpracovat teplo, které je jinak při výrobě elektřiny nevyužito. Vyšší účinnost kogeneračního provozu vede k nižší spotřebě paliv, což má za následek i nižší emise škodlivých látek do ovzduší. Řadí se proto mezi nejkologičtější způsoby výroby elektřiny a tepla. Kogenerace v současnosti pokrývá téměř dvě třetiny dodávek tepla v ČR a je významně podporována i ze strany EU.

Kogenerační jednotky jsou vyráběny v širokém výkonovém rozsahu od jednotek kW až po stovky MW. Mohou tak být využity jak pro zásobování celých měst, tak pro dodávku elektřiny a tepla pro průmyslové podniky nebo bytové domy.

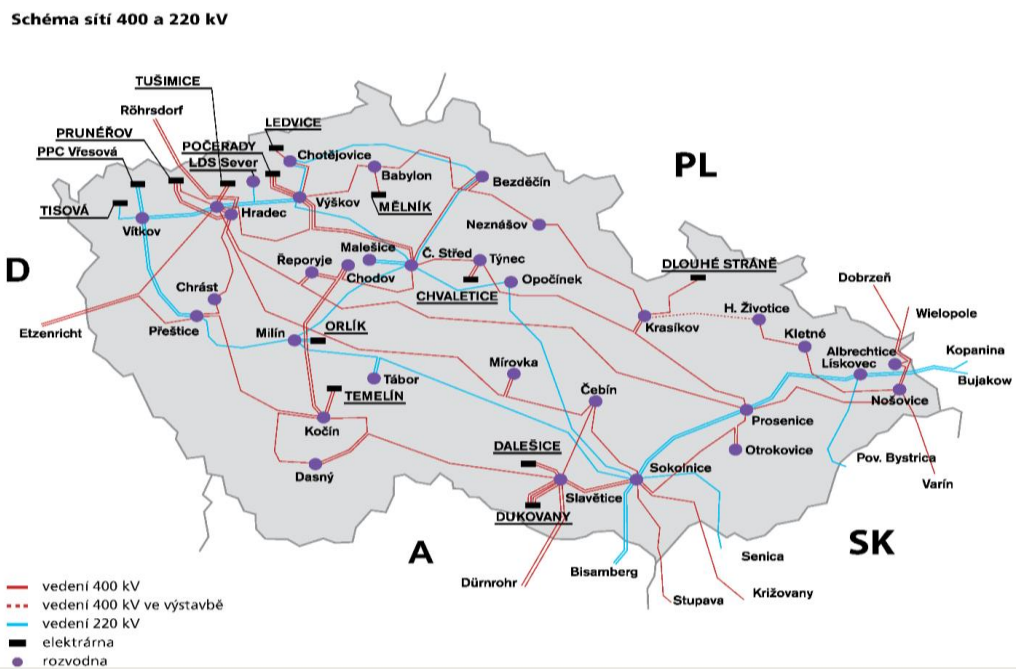
4.7. „Black out“ - výpadek elektrické energie

Výraz „blackout“ je mezinárodní označení pro rozsáhlý výpadek elektrické energie většího rozsahu, který může vzniknout lokálně, případně může postihnout velká rozsáhlá území. Velký výpadek způsobený rozpadem sítě bez toho, že by se poškodilo nějaké důležité rozvodné zařízení, může trvat i několik hodin. K rozpadu sítě může dojít také poškozením rozvodného zařízení (transformátory, vedením, stožáry, vypínači atd.) a následným přetížením se mohou poškodit i další paralelní prvky rozvodné soustavy. Potom by výpadek elektrické energie mohl trvat dny i týdny. Některé důležité objekty infrastruktury, např. nemocnice, jsou na důležitých pracovištích vybaveny záložními zdroji a mohou tak zůstat částečně po určitou dobu výpadku v provozu.

Pitná voda po vyčerpání gravitačních vodojemů přestane postupně téct, jelikož čerpadla pro jejich doplnění jsou také na elektrický pohon. Kanalizace je částečně gravitační, ale z níže položených míst musí být splašky dopravovány čerpadly. V případě výpadku v zimním období nebude fungovat vytápění, protože současné vytápěcí kotle na zemní plyn jsou ovládány elektrickými regulátory. Telefonické spojení pevných linek i mobilních telefonů budou fungovat pouze do té doby, než se vybijí napájecí baterie v ústřednách a v celulárních vysílacích bodech. Doprava na železnici se bude spoléhat na motorovou trakci, ale ovládání dopravní cesty a dopravní dispečinky na záložní baterie fungují v řádu hodin, poté se musí použít naftové záložní generátory.

Jeden z největších blackoutů v historii nastal v roce 1998 v Aucklandu na Novém Zélandě, kde v důsledku provozních havárií a následné kaskádě poruch došlo k přerušení dodávek elektřiny na pět týdnů. ČR se nejbližší blackoutu ocitla v červenci 2006. Nouzový stav se tehdy podařilo přibližně po jedné hodině řízenou regulací sítě odhlásit a soustavu udržet v provozu. V Praze došlo naposledy k významnému výpadku energie v říjnu 2014, kdy se v důsledku havárie rozvodny ponořila do absolutní tmy až třetina města (Pašek, 2016).

Obr. č. 6 Schéma rozvodných sítí v ČR



Zdroj: ČEPS, 2017, online: <http://www.ceps.cz/CZE/Cinnosti/Technicka-infrastruktura/Stranky/Udaje-o-PS.aspx>

5. VYMEZENÍ STUDIJNÍHO ÚZEMÍ

5.1 Zařízení na energetické využití odpadů ZEVO Malešice

Název zařízení: Spalovna tuhého komunálního odpadu Malešice
(Zařízení na energetické využití odpadů – ZEVO Malešice)

Umístění zařízení:

Kraj: Hlavní město Praha
Obec: Hlavní město Praha K.ú.: Štěrboholy, Malešice
Adresa: Průmyslová ul. 615/32, 108 00 Praha 10

Vlastník a provozovatel zařízení:

Pražské služby, a.s.
Pod Šancemi 444/1, 180 77, Praha 9



Kategorie zařízení: Vyjmenovaný stacionární zdroj uvedený v příloze č. 2 k zákonu č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší (kód 2.1.) – Tepelné zpracování odpadu ve spalovnách.

Kapacita zařízení: Projektovaná kapacita zařízení 310 000 t odpadu ročně.
V současné době obnáší kapacita 330 000 t ročně.
Maximální instalovaná kapacita 45 t odpadu za hodinu

Obr. č. 7 Situační mapa ZEVO Malešice



Zdroj: Google maps: online: <http://google.cz/maps>

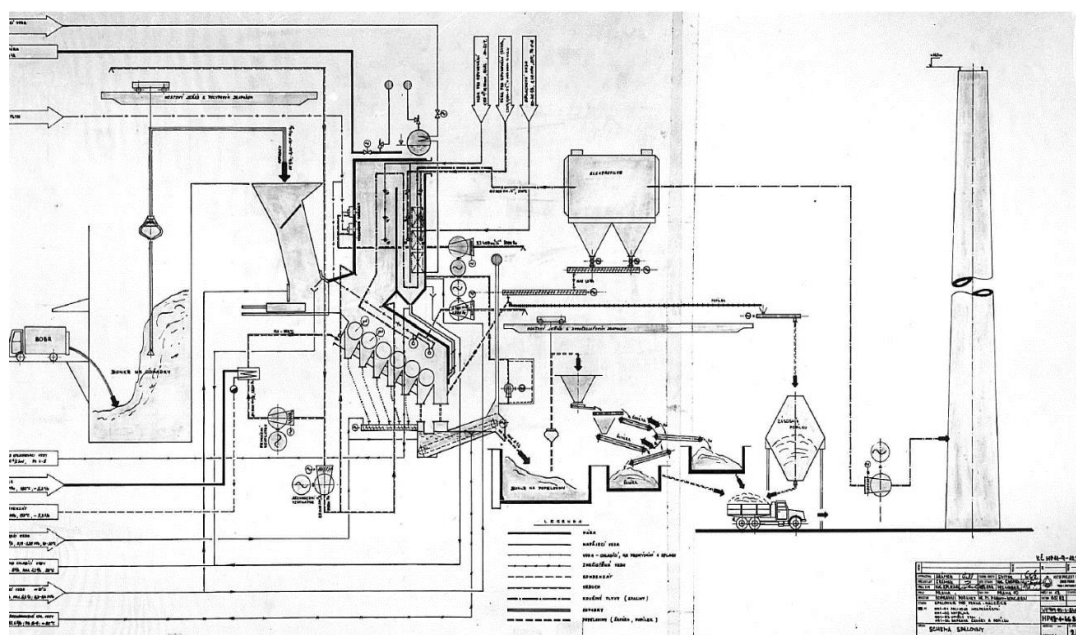
5.2. Historické milníky ZEVO Malešice

Praha byla jedním z prvních měst, které se mohlo chlubit spalovnou komunálního odpadu. Spalovna ve Vysočanech z třicátých let nemohla však splňovat zvyšující se nároky na ochranu životního prostředí. Je tedy zřejmé, že myšlenka vybudování nové spalovny pro rozvíjející se město byla na místě. Nebylo to však město Praha, ale stát, který se rozhodl pro výstavbu nové spalovny v Malešicích.

Projekt byl vypracován Hutním projektem Praha, jako generálním projektantem. Podklady pro technologickou část poskytl budoucí generální dodavatel technologické části ČKD Dukla Praha. ČKD Dukla Praha, jako monopolní dodavatel technologie spaloven v rámci zemí RVHP zakoupil tehdy licenci na výrobu válcových roštů a všechny spalovny byly koncipovány na stejném principu, tedy jako parní kotel, třítahový, s vertikálním uspořádáním tahů s válcovým roštem, elektroodlučovačem a vysokým komínem zajišťujícím dostatečný rozptyl škodlivin. Kapacita spalovny byla stanovena na 310 000 tun prosazení odpadu ročně, ve čtyřech linkách s ročním fondem provozní doby cca 6 500 hodin pro linku. Vyvedení výkonu bylo v parním provedení do Teplárny Malešice.

Stavba ZEVO Malešice byla zahájena v roce 1988 a veškeré smluvní vztahy byly uzavřeny dle platného "Hospodářského zákona". Změnou politických poměrů v roce 1989 došlo i k důrazu na ekologizaci spalovny a proto bylo rozhodnuto doplnit technologický řetězec o mokrou vypírku spalin bez produkce odpadních vod z čištění spalin. V průběhu výstavby docházelo ke zpoždování a v roce 1992 došlo k zastavení stavby. Stát jako investor zastavil platby a stavba ztratila finanční krytí. Po několika letech došlo k dohodě mezi ČR a městem Praha o bezúplatném převedení stavby ze státu na město Praha prostřednictvím Pražských služeb a.s.. Město se zavázalo k dostavbě, financování, uvedení do provozu a k minimální době provozování, a to na 15 let (ZEVO Malešice, 2015).

Obr. č. 8 Schéma spalovny 1982



Zdroj: ZEVO –technická dokumentace 1982

Chronologie ZEVO Malešice

1986	Rozhodnutí pro výstavbu „Spalovny ZEVO Malešice“
1988	Zahájení výstavby spalovny
1989	Zahrnutí mokré vypírky do projektu stavby
06/1998	Zahájení zkušebních testů
07/1998	Zahájení zkušebního provozu
09/1998	Přechod do trvalého provozu
2000	Doplnění technologie o DeNOx metodou SNCR
2000	Aplikace aktivního uhlí do vápenné suspenze
2006	Spuštění nového řídicího systému Delta V
2007	Doplnění technologického řetězce o SCR DeDiox
2009	Zahájení výstavby kogenerace a SCR DeNOx
09/2010	Stabilní dodávka elektřiny do sítě
01/2011	Stabilní dodávka horké vody do sítě Pražské teplárenské
02/2011	Stabilní dodávka páry externím odběratelům

Z uvedeného chronologického souhrnu je patrné, že původní jednoduchá konstrukce technologického řetězce (kotel – elektroodlučovač - spalinový ventilátor – komín) se po téměř dvaceti letech provozu dostala na úroveň splňující náročná kritéria ochrany životního prostředí a přírodních zdrojů současné doby (E.I.C., 2015).

Foto č. 3. ZEVO Malešice – pohled od vstupu do areálu



Zdroj: Autor práce

6. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

6.1 Technologie ZEVO Malešice

ZEVO Malešice je zařízení určené k energetickému využití komunálního odpadu (dále KO) a dále vybraných odpadových komodit katalogu odpadů dle vyhlášky č. 93/2016 Sb. o Katalogu odpadů. Jedná se o moderní způsob termického zpracování odpadu, který nahrazuje neekologické ukládání odpadu na skládkách. Mix přijímaných odpadů je nastavený dle aktuálních potřeb odpadové produkce Hlavního města Prahy a přilehlého okolí. V případě krizového řízení během povodní či živelných katastrof plní ZEVO Malešice funkci hygienické koncovky (zákon 240/2000 Sb., Krizový zákon). Spalováním KO vzniká teplo, které je využíváno k výrobě páry a elektřiny.

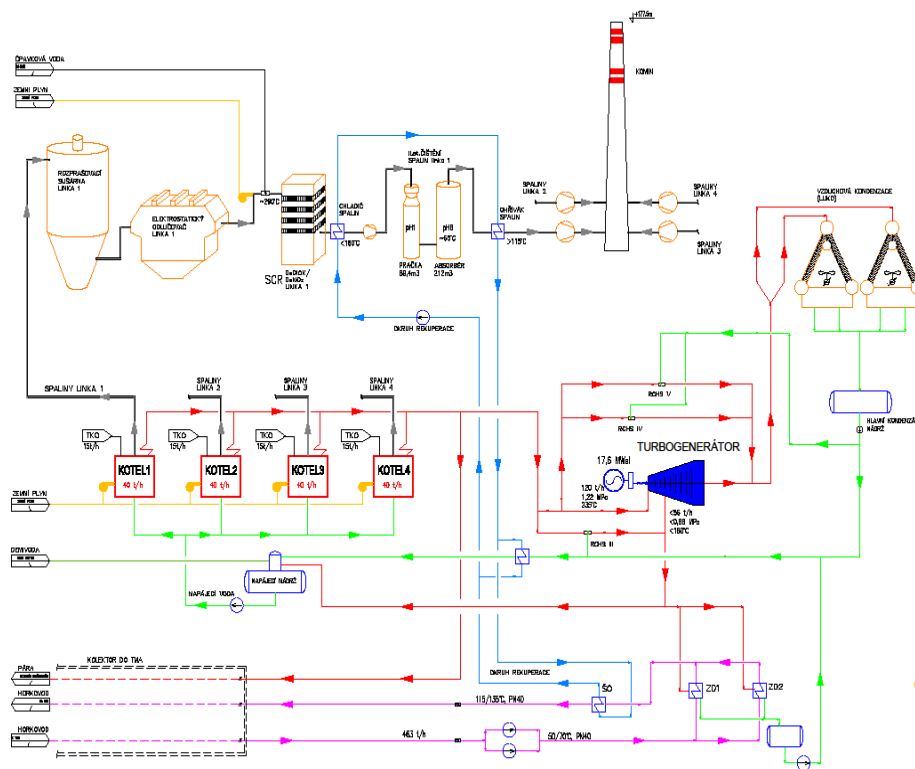
Odpad je do ZEVO svážen dle svozového plánu speciálními vozy určenými pro jeho dopravu. Vozy jsou váženy na váze a data počítačově zpracována. Vozy jsou před vyprázdněním do železobetonového zásobníku TKO (dále bunkr) o objemu 11 000 m³ kontrolovány detekčním systémem na přítomnost zdrojů ionizujícího záření. Vyprazdňovacích míst do bunkru je osm. Další místa jsou určena pro velkoobjemový odpad, který je stříhán hydraulickými nůžkami a pro zpracování určitých druhů odpadu drtičem. KO je v zásobníku homogenizován a dávkován mostovými jeřáby s polypovými drapáky, opatřenými vážícím zařízením do násypků kotlů. Odpad je energeticky využíván v celkem 4 parních kotlích s válcovými rošty. Kotle jsou konstruovány jako tří-tahové, jednobubnové s přirozenou cirkulací.

Na technologii kotlů navazuje několikastupňové čištění spalin:

- selektivní nekatalytické redukce oxidů dusíku (SNCR) – močovina přímo na kotli
- rozprašovací sušárna - odstředivé odprášení spalin a sušení vyčerpaných vápenných suspenzí
- elektroodlučovač pro elektrostatické odprášení spalin
- DeDiox keramický voštinový katalyzátor pro snížení obsahu dioxinů a furanů ve spalinách katalytickou oxidací
- selektivní katalytické redukce (SCR) oxidů dusíku čpavkovou vodou
- odsíření a odstranění halogenovodíků a SO₂/SO₃ dvoustupňovou mokrou vápennou vypírkou (předpračka + absorbér)

Po průchodu mokrým stupněm čištění jsou vyčištěné spaliny vypouštěny komínem do ovzduší ve výšce 177,5 m (ZEVO Malešice, 2015).

Obr. č. 9 Technologické schéma výrobního procesu ZEVO Malešice



Zdroj: interní dokumentace ZEVO, 2015

6.2 Sledování emisních limitů

V souladu s ustanovením § 40 odst. 2 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší se způsob měření a zjišťování emisí v jednotlivých kategoriích zdrojů znečišťování ovzduší provádí:

- *Kontinuálním měřením*
- *Jednorázovým měření*
- *Výpočtem*

Kontinuální měření se provádí u zvláště velkých a velkých stacionárních zdrojů, jejichž jmenovitý tepelný příkon je 50 MW a vyšší, spalující tuhé nebo kapalné palivo. Jedná se o trvalé měření emisí pomocí přístrojů s registrací a souběžným zaznamenáváním. Naměřené údaje se poté vyhodnocují v průběhu kalendářního roku (Kurfürst, 2008).

Vyhodnocování kontinuálního monitoringu emisí je prováděno v intencích vyhlášky č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší.

Pro ZEVO Malešice je centrálním místem pro kontinuální měření emisí počítač umístěný v prostoru velína. Pro vizualizaci je používán program „TAL emise“.

Kontinuální měření emisí v ZEVO Malešice je umístěno ve vnitřním plášti monolitického komína na úrovni 23,5 m. Kouřovody všech 4 linek jsou do komína zaústěny na úrovni 8,5 m a je tak zajištěno dokonalé promíchání spalin před měřením emisí.

Kontinuální měření monitoruje následující veličiny:

- *koncentrace kyslíku O₂*
- *koncentrace SO₂ (oxidu siřičitého)*
- *koncentrace NO_x (oxidů dusíku)*
- *koncentrace CO (oxidu uhelnatého)*
- *koncentrace CO₂ (oxidu uhličitého)*
- *koncentrace HCl (chlorovodík)*
- *koncentrace tuhých znečišťujících látek TZL*
- *koncentrace TOC (organický uhlík)*
- *teplota spalin T*
- *objemový průtok spalin Q*
- *vlhkost spalin F*

Emisní limity kontinuálně měřených emisí jsou provozovateli ZEVO Malešice stanoveny integrovaným povolením, vydaným Odborem životního prostředí Magistrátu hlavního města Prahy a mají následující hodnoty:

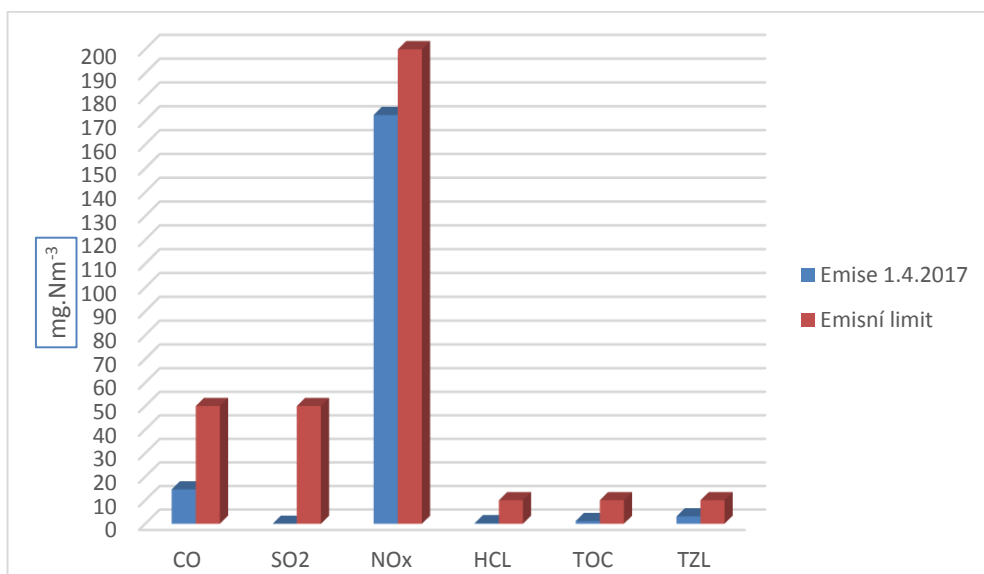
Tab. č. 5 - Hodnoty průměrného denního emisního limitu ZEVO

Hodnoty průměrného denního emisního limitu	
Tuhé znečišťující látky celkem (TZL)	10 mg.Nm ⁻³
Organické látky v plynné fázi jako celkový obsah organického uhlíku (TOC)	10 mg.Nm ⁻³
Plynné anorganické sloučeniny chloru vyjádřené jako HCl	10 mg.Nm ⁻³
Plynné anorganické sloučeniny fluoru vyjádřené jako HF	1 mg.Nm ⁻³
Oxid siřičitý (SO ₂)	50 mg.Nm ⁻³
Oxidy dusnatý a dusičitý vyjádřené jako NO ₂	200 mg.Nm ⁻³

Zdroj: ZEVO, Provozní řád 2015

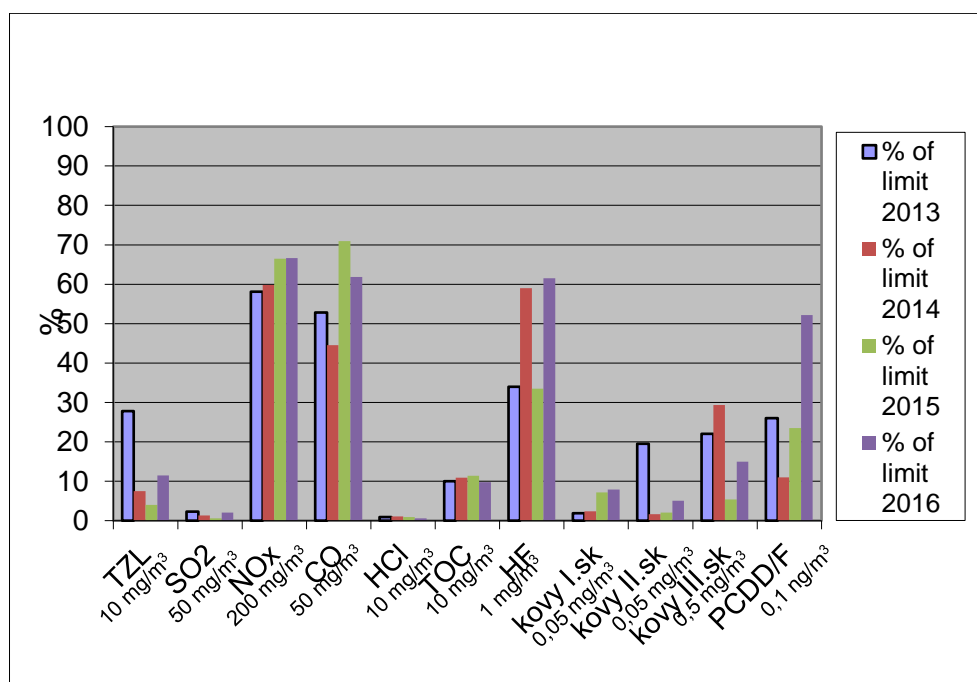
Veškerá aktuální data o plnění emisních limitů má ZEVO Malešice k nahlédnutí na svých domovských webových stránkách www.psas.cz. Naměřené hodnoty jsou mg.Nm⁻³, přepočítané na 11% obj. O₂, suchý plyn, teplotu 0°C a tlak 101,32 kPa. Denní limity jsou maximální přípustné denní hodnoty stanovené v souladu s předpisy EU (ZEVO Malešice, 2015).

Obr. č. 10 Graf Porovnání aktuálních hodnot kontinuálního měření emisí se stanovenými limity ZEVO



Zdroj: vlastní (interní data ZEVO, 2017)

Obr. č. 11 Graf Vyhodnocení plnění - procenta z emisních limitů ZEVO Malešice 2013-2016



Zdroj: vlastní (interní data ZEVO, 2017)

Tab. č. 6 Procenta emisních limitů ZEVO Malešice 2016

emise	koncentrace	emisní limit	jednotka	% z limitu	měření
TZL	1,1500	10	mg.Nm ⁻³	12	kontinuální
SO ₂	1,0300	50	mg.Nm ⁻³	2	
NO _x	133,3400	200	mg.Nm ⁻³	67	
CO	30,9000	50	mg.Nm ⁻³	62	
HCl	0,0600	10	mg.Nm ⁻³	1	
TOC	0,9800	10	mg.Nm ⁻³	10	
HF	0,6150	1	mg.Nm ⁻³	62	diskontinuální
Cd	0,0025	0,05	mg.Nm ⁻³	8	
Tl	0,0014		mg.Nm ⁻³		
Hg	0,0025	0,05	mg.Nm ⁻³	5	
Sb	0,0046	0,5	mg.Nm ⁻³	15	
As	0,0014				
Pb	0,0265				
Cr	0,0086				
Co	0,0003				
Cu	0,0097				
Mn	0,0195				
Ni	0,0028				
V	0,0015	0,1	ng.Nm ⁻³	52	
PCDD/F	0,0522				

Zdroj: ZEVO, T. Baloch, 2016

6.3. Energetická účinnost v ZEVO Malešice

Dosahovaná hodnota koeficientu energetické účinnosti - R1 pro ZEVO Malešice je přibližně 0,7 (průměr z let 2012 – 2014). Provoz ZEVO Malešice je z hlediska energetické náročnosti neustále optimalizován. Vliv na účinnost má zejména vlhkost obsažená v odpadu a s tím související spotřeba zemního plynu.

V níže uvedené tabulce jsou popsány stavy změn dodávek elektrické energie s dodávkou tepla a s tím i posuzovaný faktor účinnosti R1. Posuzován je cílený a dosahovaný provozní stav při provozu 3 linek. Je zde názorně vidět, že „break even point“, kdy by ZEVO Malešice přestalo splňovat kritérium účinnosti $R1 = 0,6$ platící pro využití ($R1=0,6$ platí pro starší spalovny uvedené do provozu před rokem 2000) je při dodávkách tepla pod 500 000 GJ/rok. Tuto minimální dodávku tedy musí ZEVO Malešice splňovat. Takové množství tepla odpovídá odběru cca 10 tisíců domácností. (ZEVO Malešice, 2013).

Tab. č. 7 Vliv dodávky elektrické energie a tepla na faktor R1

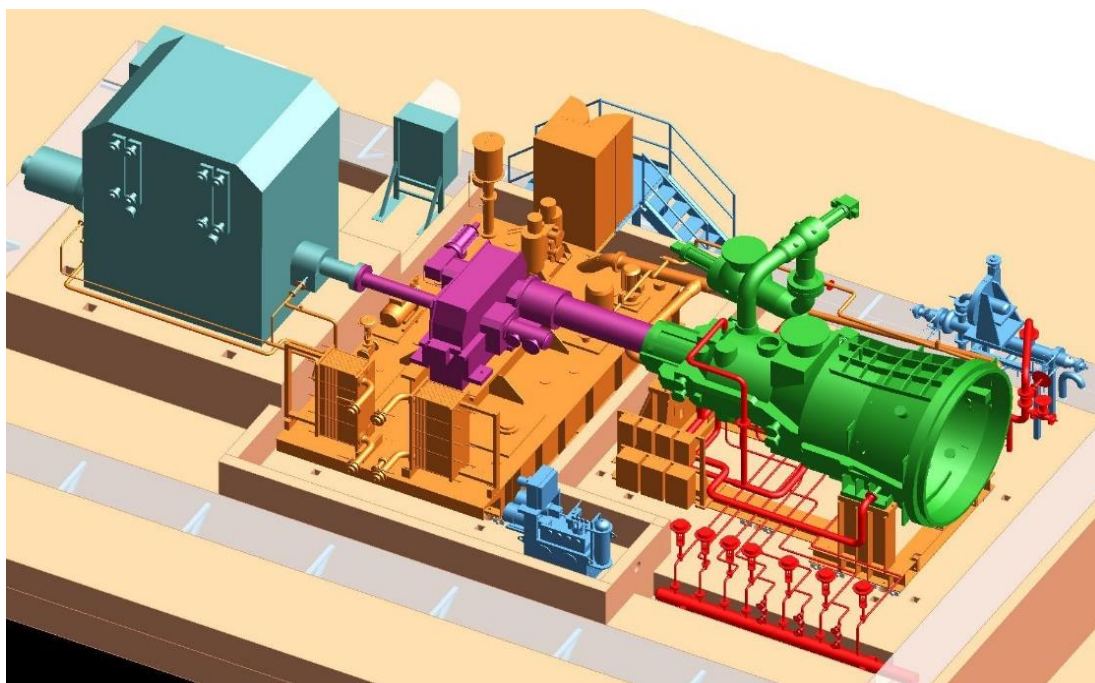
Množství odpadu	285000	285000	285000	285000	285000	285000	t/rok
Tepelný výkon	34	28	21	17	13	10	MW
Elektrický výkon	6	7	8,5	9,5	10	10,5	MW
Teplo vlastní spotřeba	280000	280000	280000	280000	280000	280000	GJ/rok
Teplo do sítě PT	1028160	846720	635040	514080	393120	302400	GJ/rok
Elektřina svorková výroba	50400	60000	71400	79800	84000	88200	MWh/rok
Elektřina vlastní spotřeba	25000	25000	25000	25000	25000	25000	MWh/rok
Elektřina do sítě PRE	25400	35000	46400	54800	59000	62200	MWh/rok
R1 faktor	0,72	0,68	0,63	0,61	0,57	0,55	1

Zdroj: interní dokumenty ZEVO Malešice, 2013

6.4. Popis vývoje výroby elektřiny a tepla v ZEVO Malešice

Za rozhodnutím pro realizaci kogenerace v ZEVO Malešice v roce 2009 byla snaha být provozně nezávislý na odběru tepla do sítě centrálního zásobování teplem (CZT) v průběhu kalendářního roku (léto vs. zima). Instalace odběrové kondenzační turbíny umožnila vyšší výkonové využití stávajících kotelních jednotek. Energeticky se provoz ZEVO Malešice změnil z režimu vytopy na teplárnu. Provoz tak přešel z otevřeného parovodního okruhu do provozu v uzavřeném parovodním okruhu. Výstupy ze ZEVO Malešice se tak místo původní páry změnily na horkou vodu, technologickou páru a elektrickou energii.

Obr. č. 12 Hala turbogenerátoru ZEVO



Zdroj: Provozní předpis TG Siemens - ZEVO Malešice, 2010

Do roku 2009 ZEVO Malešice zásobovalo parou o tlaku 1 - 1,1 MPa a teplotě 235 °C svého odběratele Pražskou teplárenskou, a. s. (dále jen PT) parovodem, který byl veden do Teplárny Malešice podzemním kanálem (kolektorem) a dále přímo zásobovalo některé průmyslové podniky v okolí, např. Pragolaktos, Coca Cola v Kyjích, Prefabeton atd. V Teplárně Malešice se pára přivedla do samostatného ohříváku „pára - horká voda“ a z něj se teplo rozvádělo potrubními propoji po Praze (CZT síť). Elektrický proud odebíralo ZEVO od Pražské energetiky, a. s. (dále jen

PRE), a to prostřednictvím rozvodny s označením R1, která je ve vlastnictví PRE. (Vejvoda, 2007).

Dodávané množství tepla ze ZEVO Malešice bylo limitováno požadavkem PT do jejíž sítě bylo vyrobené teplo dodáváno. V případě odstávky nebo poruchy Teplárny Malešice sloužilo ZEVO Malešice jako záložní zdroj tepla pro přímý odběr páry. V té době bylo v ZEVO Malešice zpracováno ročně pouze 210 000 tun komunálního odpadu. Jeho projektovaná kapacita je ale mnohem vyšší, až 310 000 tun za rok. Každý rok tak na skládce končilo cca. 100 000 t nevyužitého odpadu. Za účelem využití plné kapacity ZEVO Malešice byla realizována výstavba parní odběrové kondenzační turbíny a výměňkové horkovodní stanice.

Část elektrické energie, kterou nyní turbína vyrobí, je spotřebována přímo v areálu ZEVO Malešice pro vlastní spotřebu a zbytek vyrobené energie je dodáván do rozvodné sítě PRE. Původní dodávky technologické páry přímým odběratelům byly zachovány (Siemens, 2010).

6.5 Turbogenerátor

Odběrová kondenzační parní turbína Siemens o jmenovitém výkonu $17,6 \text{ MW}_{el.}$ s jedním odběrem páry a maximálním tepelným výkonem $34 \text{ MW}_{tep.}$, je schopna dodat ročně 850 TJ tepla do sítě CZT a vyrobit 65 000 MWh elektrické energie. Z toho do veřejné sítě je dodáváno cca 40 000 MWh ročně.

Turbína a převodovka je uložena na vlastním ocelovém rámu s integrovaným systémem zásobníku mazacího oleje (cca 11 000 l). Konstrukční uspořádání umožňuje volný posuv turbinového tělesa z důvodu tepelných dilatací, opěrný bod se nachází na studené straně (výstupní hrdlo). Turbinová skříň je horizontálně dělená, dělicí rovina skříňe je broušená a je parotěsná bez použití jakéhokoliv přídavného těsnicího materiálu.

Generátor v ZEVO Malešice vyrábí elektrický proud o napětí 6,3 kV. Toto napětí je transformováno a přivedeno do rozvodny, odkud je dále distribuováno do transformátorů vlastní spotřeby a přebytky výkonu do sítě PRE. V transformátorech vlastní spotřeby je jeho úroveň snížena na 400 V především pro motory, pohony ventilů a klapek a dále pro řídicí systémy a osvětlení.

Tab. č. 8 Parní turbína Siemens

Parní turbína		
Výrobce	SIEMENS TURBOMACHINERY Brno	
Typ	SST-400 (kondenzační)	
Jmenovitý max. výkon (na svorkách generátoru)	17,6	MW
Minimální výkon pro trvalý provoz	1,5	MW
Jmenovité otáčky (turbína)	5292	min ⁻¹
Jmenovité otáčky (generátor)	1500	min ⁻¹
Jmenovitý tlak vstupní páry	11,2	bar(g)
Jmenovitá teplota vstupní páry	235	°C
Neregulovaný odběr		
Tlak páry	2 - 6	bar(g)
Maximální průtok	56	t.h ⁻¹
Výstupní pára		
Tlak	0,15	bar(a)

Zdroj: ZEVO, Provozní řád 2015

Foto č. 4 Rotor turbíny



Zdroj: autor práce, 2011

6.6 Horkovod

Pro účely výroby a dodávky teplé vody pro dálkové topení jsou k dispozici tři tepelné výměníky. Výměníková stanice je projektována na tepelný spád horké vody 135/70°C a maximální výkon 35 MW. Maximální průtok vody v horkovodním okruhu je při uvedených parametrech 463 t/h. Výměníková stanice pracuje podle tepelných požadavků sítě CZT řízené společností PT.

Výměníková stanice se skládá z následujících hlavních součástí:

- Nízkotlaký tepelný výměník voda/pára (2 základní ohříváky Z01 a Z02)
- Špičkový ohřívák voda/voda (ŠO)
- Čerpadla vody pro dálkové topení
- Kondenzační nádrž
- Čerpadla kondenzátu

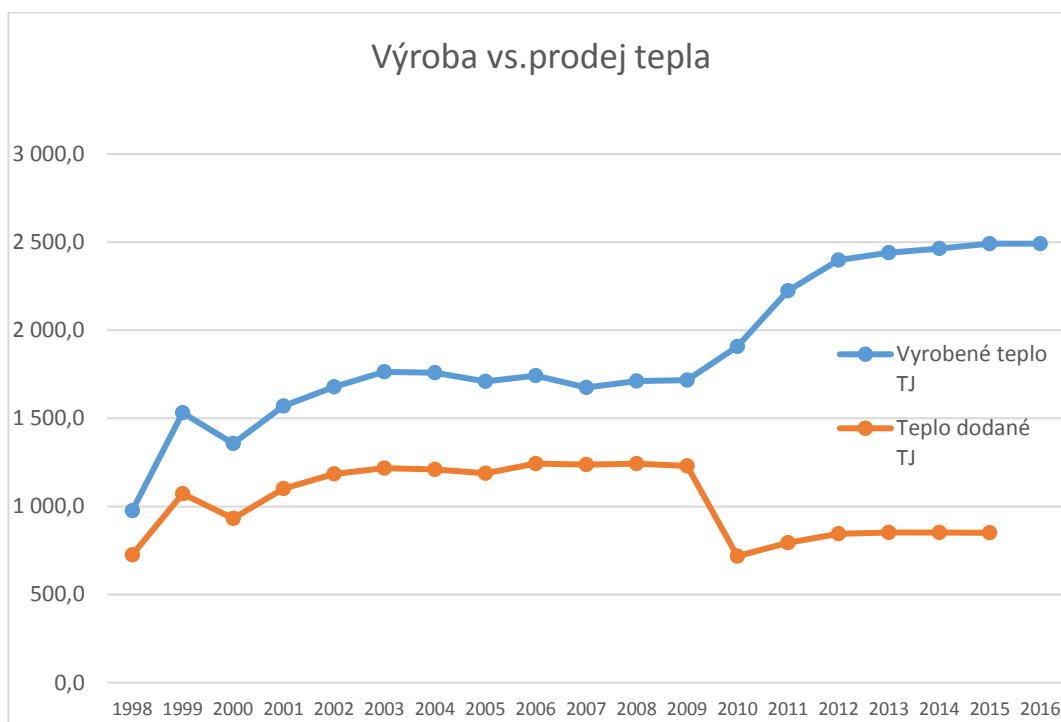
Okruh vody dálkového vytápění je napojen přes sběrač na potrubní vedení. Na vstupu a výstupu jsou instalována měření průtoku, tlaku a teploty. Tlak na vstupu do systému je cca 1,2 MPa, na výstupu 2,1 MPa.

Čerpadla vody pro dálkové vytápění jsou konstruována pro tlakové požadavky dálkového topení plus tlakovou ztrátu ve vnitřním potrubním systému. Jsou umístěna na vstupu do systému dálkového vytápění v hale turbíny. Za čerpadly se tok média rozděluje do parního výměníku. Nízkotlaké parní výměníky jsou výměníky typu "U" s vyjímatelným svazkem trubek z nerezové oceli. Výměník je konstruován na zatížení 60% vody dálkového topení s parametry páry 135°C / 0,3 MPa. Výměník je vybaven integrovanou chladicí zónou, kde se zchlazuje kondenzát na teplotu 75°C. Při zatížení vyšším než 60% pracují výměníky v paralelním režimu. Hladina kondenzátu v každém z výměníků je řízena hladinovým měřením a regulačními ventily. V každém momentě zatížení se odebírá maximum tepla z rekuperačního systému. Kondenzát z nízkotlakého parního výměníku se shromažďuje v kondenzační nádrži dálkového vytápění.

7. VÝSLEDKY

V níže uvedeném grafu je zobrazeno množství tepelné energie (pára + horká voda) vyrobené v ZEVO Malešice za celou dobu jeho provozu. Rozdíl vyrobeného tepla a dodaného tepla do sítě CZT je jednak vlastní spotřeba tepla v technologii (vyhřívání pláště některých aparátů, spotřeba na TÚV atd.) a spotřeba páry pro výrobu elektřiny transformací na lopatkách turbíny.

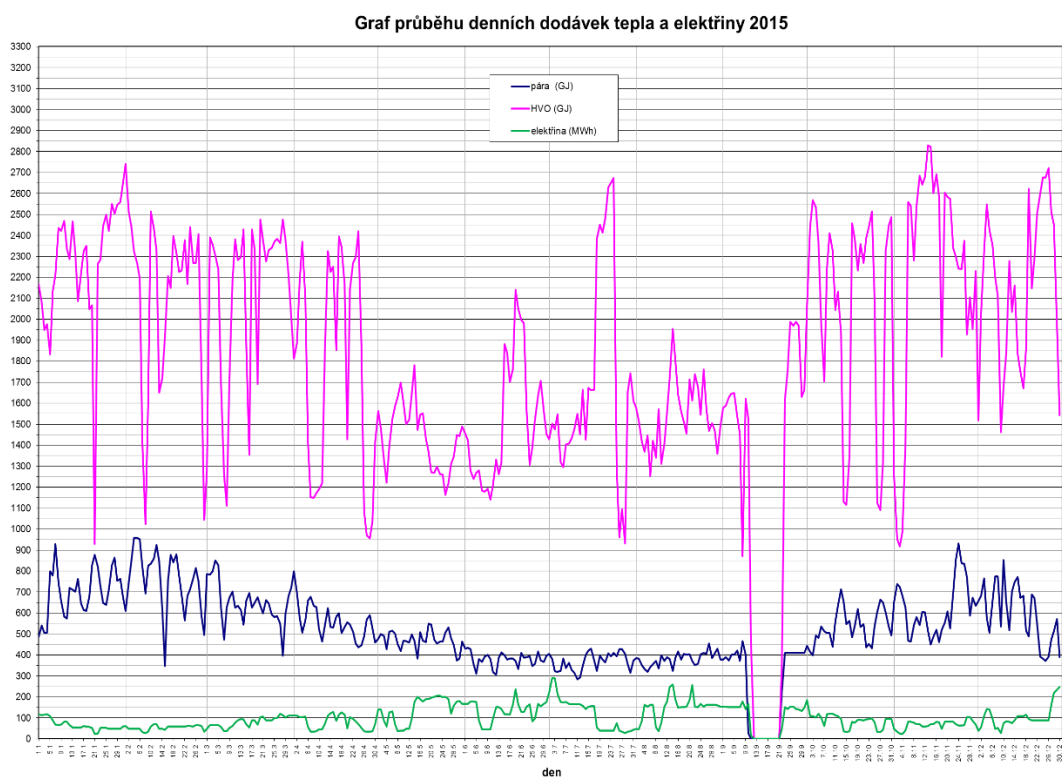
Obr. č. 13 Graf výroby vs. prodeje tepla v ZEVO Malešice



Zdroj: vlastní (interní data ZEVO, 2017)

Využití kapacity ZEVO ve vztahu k ročnímu diagramu odběru elektřiny a tepla je vidět v následujícím grafu, kde je znázorněn průběh dodávek elektrické energie, páry a horké vody za celý rok 2015. Na grafu je zřejmý sezónní pokles odběru tepla léto vs. zima, který je kompenzován v letních měsících adekvátním nárůstem výroby elektrické energie. Dále je zde vidět, jak během 5 dnů v červenci 2015 krátkodobě významně vzrostla dodávka tepla v horkovodu (HVO) a to z důvodu požadavku odběratele, společnosti Pražská teplárenská, a.s., která v té době prováděla opravy na hlavním tepelném přivaděči sítě CZT z elektrárny Mělník I. ZEVO Malešice navýšením dodávky do horkovodu částečně tento výpadek v CZT kompenzovala. Absolutní nedodávka elektrické energie a tepla v 9. měsíci 2015 znamenala desetidenní celozávodní odstávku technologie ZEVO Malešice, během které se prováděla údržba společných zařízení technologie.

Obr. č. 14 Graf průběhu dodávek tepla a elektřiny 2015

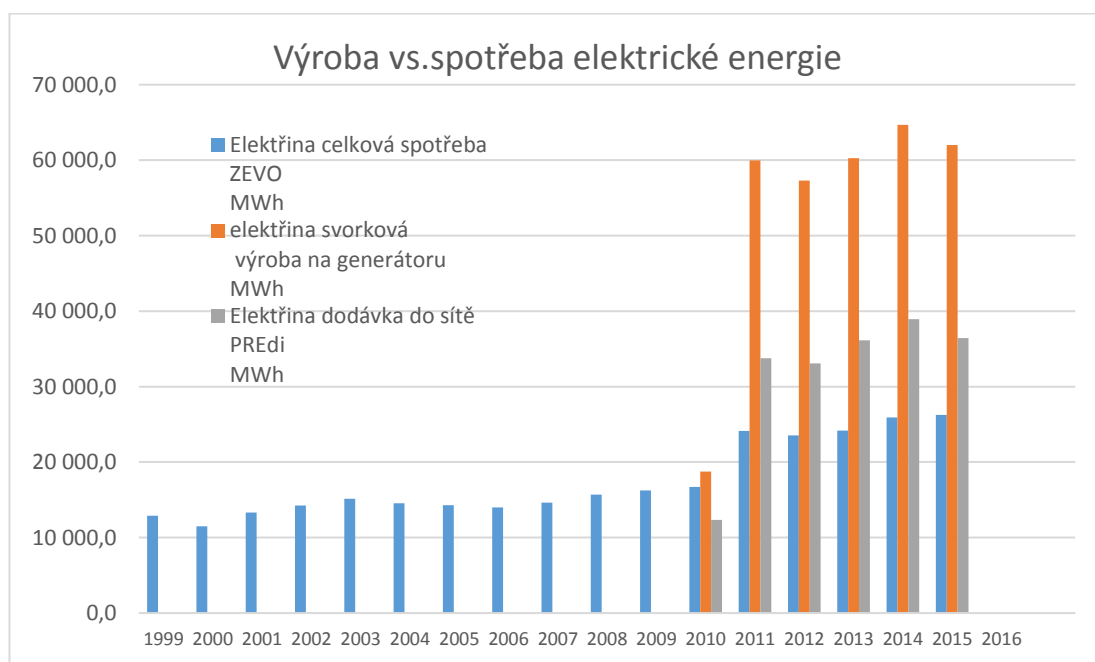


Zdroj: vlastní (interní dokumenty ZEVO Malešice, 2015)

Následující graf ukazuje vyhodnocení průběhu celkové spotřeby elektřiny ZEVO Malešice od roku 1998 do roku 2016. Ke konci roku 2010, kdy byl spuštěn turbogenerátor, je patrné navazující navýšení svorkové elektřiny z důvodu nárůstu zpracovaného množství směsného komunálního odpadu. Cíl projektu kogenerace byl tedy splněn.

Od roku 2011 již ZEVO Malešice dodává do sítě větší množství elektrické energie, než je jeho vlastní spotřeba a je tím tedy energeticky soběstačné.

Obr. č. 15 Vývoj výroby vs. spotřeby elektrické energie v ZEVO Malešice



Zdroj: vlastní (interní data ZEVO, 2017)

7.1. Bilance výsledků provozu kogenerační jednotky ZEVO Malešice

Mezi největší výhody, které přinesla výstavba kogenerační jednotky v ZEVO Malešice vzhledem k životnímu prostředí, patří navýšení množství využitého paliva s cca 50 % podílem biomasy, které vedlo ke snížení emisí CO₂, NO_x a tím snížení čerpání neobnovitelných zdrojů energie v konvenčních elektrárnách.

Co se týče výhod ve vztahu k ZEVO Malešice, provoz se stal nezávislým na externím odběru tepla a elektrické energie. Z toho vyplývá i úspora nákladů za vlastní spotřebu elektrické energie v areálu. Provoz má nyní schopnost pružně reagovat na požadavky trhu s elektrickou energií a teplem. Také se snížilo riziko nevynuceného odstavení technologie pro provoz při výpadku elektrické energie v distribuční soustavě (ostrovní provoz).

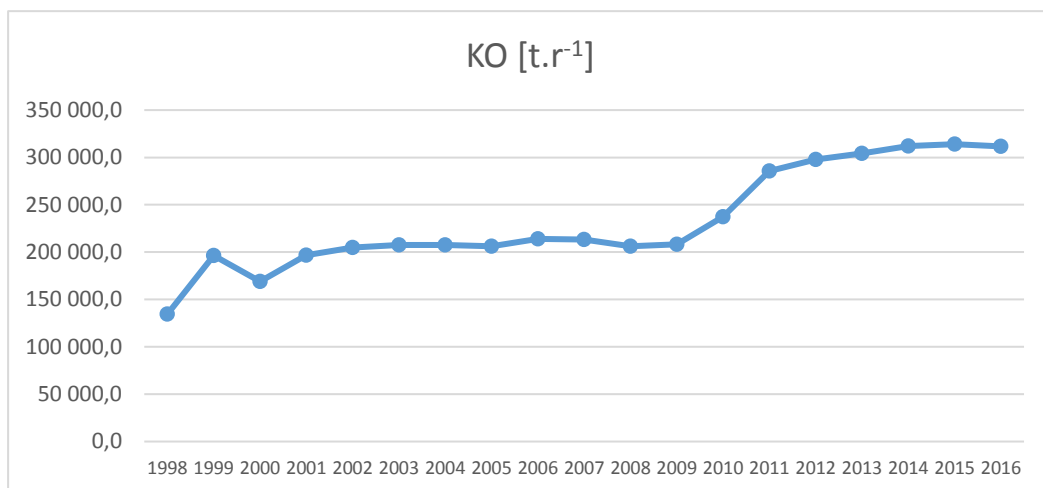
Kapacita stávajících parních kotlů je plně využita, energeticky se nyní zpracuje větší množství spáleného odpadu, to přináší mimo jiné i další ekonomický zisk.

Díky instalaci kogenerace a energetické optimalizaci provozu došlo ke zvýšení účinnosti faktoru využití primární energie R1, který nyní dosahuje hodnot daných pro mnohem novější zařízení.

Z grafu č. 16 je patrné, že v roce 2010, kdy byla uvedena do provozu kogenerační jednotka v ZEVO Malešice, se navýšilo množství spáleného KO o více než 20 000 tun. Velikost tohoto navýšení byla dána tím, že se celá investice Kogenerace realizovala za provozu ZEVO Malešice, samotné najetí turbogenerátoru proběhlo až v září roku 2010. Další dva roky se technici „učili“ provozní režimy turbogenerátoru včetně plánování denní výroby elektrické energie na den dopředu s přesností $\pm 0,5\text{MW}_{\text{el.}}$. Při větší odchylce od smlouveného denního diagramu dodávek elektrické energie dostává ZEVO Malešice finanční penalizaci, jejíž velikost je dána aktuálním stavem elektrické sítě (přebytek vs. nedostatek).

Po úspěšném přechodu do trvalého provozu se v roce 2013 množství spáleného odpadu dostalo cca na projektovanou roční kapacitu 300 000 tun odpadu.

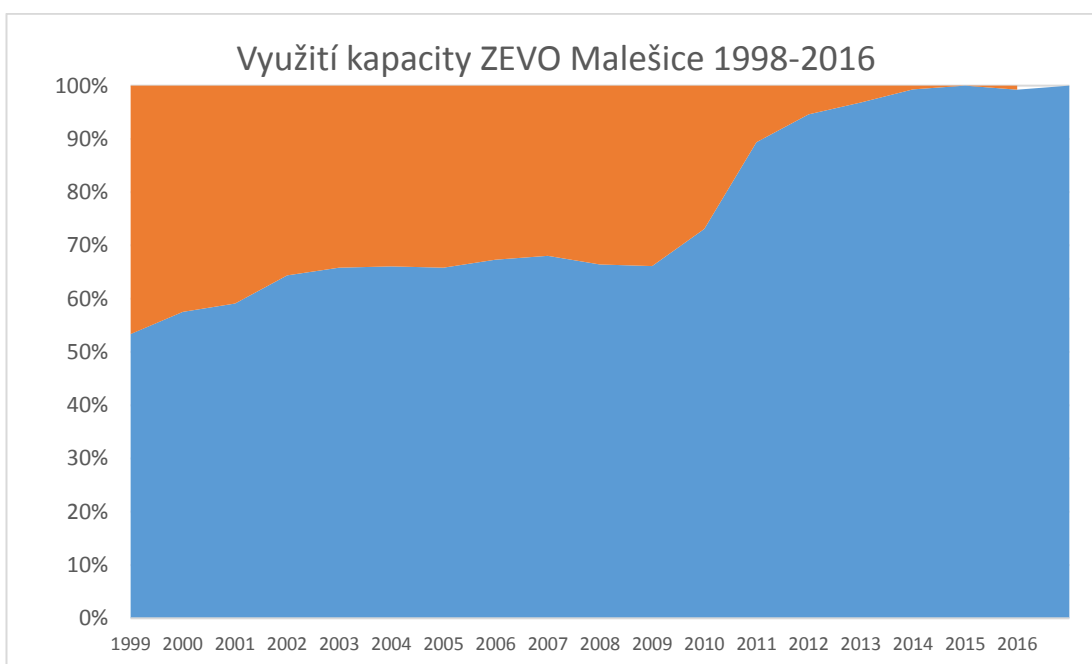
Obr. č. 16 Vývoj množství spáleného KO v ZEVO Malešice v letech 1998-2016



Zdroj: vlastní (interní dokumenty ZEVO, 2017)

Z výsledků analýzy provozu ZEVO Malešice po spuštění kogenerace lze konstatovat, že pokud by byl turbogenerátor instalován už na počátku provozu v roce 1998, mohlo by ZEVO Malešice pracovat na cca. 100 % projektované kapacity jak vyplývá z grafu č. 17. Díky rozhodnutí výstavby ZEVO Malešice bez turbogenerátoru a tím závislosti na sezonních výkyvech v odběrech tepelné energie se odvezlo na skládku od roku 1998 přes 1,5 mil. tun komunálního odpadu. Toto množství odpovídá zhruba 75% množství vyprodukovaného komunálního odpadu v ČR za rok.

Obr. č. 17 Využití kapacity ZEVO v letech 1998-2016



Zdroj: Vlastní (interní dokumenty ZEVO, 2017)

7.2 Vyhodnocení provozu ZEVO v „ostrovním provozu“

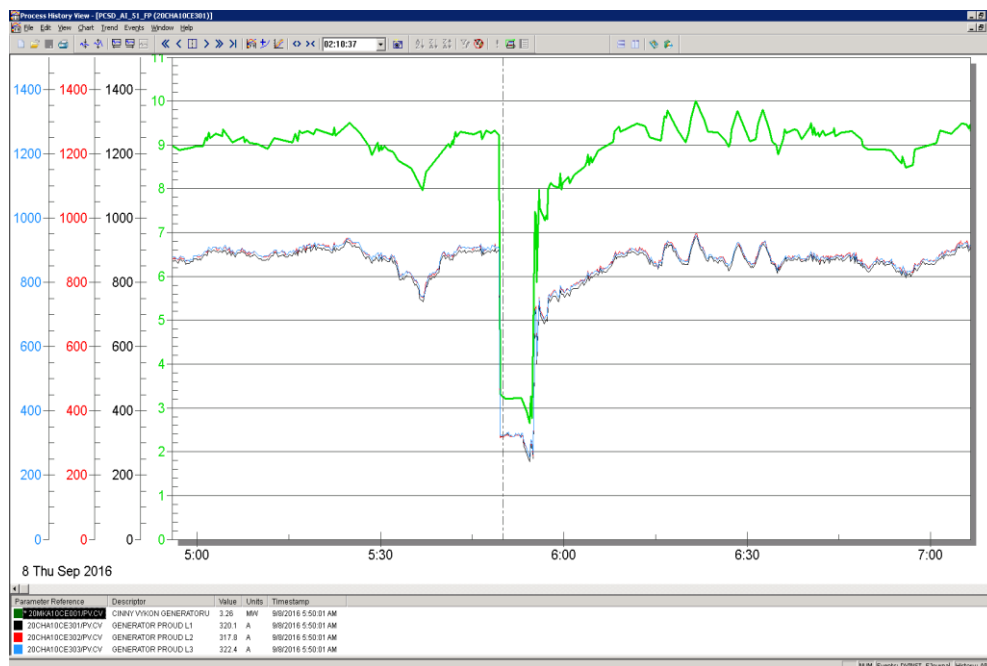
Dalším výstupem mé práce je vyhodnocení konkrétního příkladu ZEVO Malešice v ostrovním provozu. Ostrovní provoz, je stav kdy je provoz celé technologie oddělený od elektrizační soustavy.

K rozpadu sítě ZEVO Malešice a PRE došlo dne 8. září 2016 v 5 hodin, 49 minut a 22 vteřin. Při normálním provozu je do sítě PRE dodáván výkon okolo 6 MW. Generátor se musel díky výpadku přizpůsobit novému požadavku výkonu jen pro vlastní spotřebu, tedy asi 3,1 MW. To v praxi znamenalo přivřít regulační ventil páry jen na tento podstatně nižší výkon, aby se nezvýšily otáčky turbosoustrojí a nedošlo k výpadku. Přesnou příčinu tohoto výpadku nebyl schopen dispečer rozvodné soustavy identifikovat. Jelikož nebyly zjištěny žádné poruchové stavy a vše se v rámci rozvodné sítě chovalo normálně, došlo po dohodě s dispečerem v 5 hodin 55 minut a 10 vteřin k přifázování ZEVO Malešice k síti PRE. Dále probíhala už stabilní dodávka elektrické energie o výkonu okolo 6 MW.

Pravděpodobnou příčinou bylo zakolísání elektrické sítě při manipulacích při připínání elektráren na severu Čech, případně vyrovnávacích vodních elektráren. V důsledku tohoto problému došlo k úpravě nastavení ochran generátoru, aby se situace v budoucnu již neopakovala.

Přechod do ostrovního provozu v ZEVO Malešice je zdokumentován v následujícím v grafu.

Obr. č. 18 Průběh hodnot turbogenerátoru naměřených při přechodu do ostrovního provozu



Zdroj: vlastní (dle interních materiálů ZEVO, 2016)

V případě rizika „blackoutu“, se s rozvojem inteligentních „smart grid“ sítí nabízí možnost, že ZEVO Malešice může pokrýt nejen svou vlastní spotřebu elektrické energie (na snížený výkon) tzn. cca. 3 MW, ale naopak přebytky dodat do sítě. Využitím inteligentních sítí bude možné řízeně dodávat elektrickou energii (až cca. 14MW) na definované místo v síti např. do nemocnic, ÚČOV, nebo do vodárny Podolí. V případě výpadku elektrické energie je možné komunální odpad z území Prahy bez přerušení energeticky využívat v technologii ZEVO Malešice.

8. DISKUSE

Cílem mé práce bylo zdokumentovat vývoj a provoz moderního zařízení na energetické využití odpadů. Během vypracování této práce jsem získala řadu užitečných informací a měla možnost poznat provoz tohoto složitého zařízení tzv. „zevnitř“. Poznala jsem, že samotná technologie ZEVO Malešice je jen z malé části o spalování odpadů, větší a důležitější část technologie je čištění vzniklých spalin. Komplexnost technologie zahrnuje obory od energetiky, chemického inženýrství až po ekologii a statistiku. Státem resp. EU nastavený systém kontroly provozu a vykazování provozních dat je jeden z nejpřísnějších v energetice, hned po jaderných elektrárnách. Dostupnost energie patří mezi základní pilíře ekonomického rozvoje moderní společnosti.

Energetická účinnost hraje důležitou roli v rozlišení, jedná-li se o zařízení pro využití nebo odstranění komunálních odpadů. Spalovny komunálních odpadů v ČR, včetně ZEVO Malešice splňují legislativní požadavek dle směrnice 2008/98/ES pro zařízení na energetické využití odpadu, resp. dle přílohy č. 12 k zákonu odpadech.

Veřejnost je již bohužel dlouhodobě ovlivňována nepravdivými tvrzeními, že zařízení na energetické využití odpadů výrazně negativně ovlivňují životní prostředí. Je nutné si uvědomit technologický pokrok zejména v systému čištění spalin a skutečný prospěch, který výroba energie z jinak nevyužitelného odpadu přináší. Fosilní zdroje jsou stále vzácnější surovinou, a proto je z hlediska udržitelného rozvoje velmi vítaná každá úspora energie a s tím spojené šetrné využití primárních energetických zdrojů. Kogenerace je jedna z možností, která k tomuto faktu napomáhá.

Další fakt, který výrazně snižuje negativní povědomí občanů, o tom, že ZEVO Malešice z hlediska své technologie poškozují životní prostředí, jsou pozitivní odezvy od účastníků exkurzí, kteří ZEVO Malešice navštívili. Účastníci, byli formou ankety dotazováni a jejich odpovědi byly zpracovány. Jedna část dotazníků byla vyplněna před samotnou exkurzí, druhá část dotazníku byla účastníkům předložena po absolvování exkurze. Z výsledků této dlouhodobé ankety je patrné, že návštěvníci ZEVO Malešice jsou si vědomi strategické důležitosti a přínosu závodu ZEVO Malešice a to i přes některé negativní kampaně různých sdružení, které se proti ZEVO soustavně vymezují.

Účastníci exkurzí (školy, laická i odborná veřejnost), se mohou také přesvědčit i o třídění komunálního odpadu v samotném areálu i v administrativní budově ZEVO Malešice, kde jsou rozmístěny nádoby na třídění plastů, papíru a skla. Snahou je

energeticky využívat jen ten odpad, který nelze efektivně recyklovat v souladu s hierarchií hospodaření s odpady.

9. ZÁVĚR

Z vlastního zdokumentování ZEVO Malešice z hlediska ochrany životního prostředí, zejména ochrany ovzduší a šetření přírodních zdrojů a vyhodnocení provozu, mohu konstatovat následující:

- Na základě vlastní analýzy dat provozu ZEVO před a po kogeneraci lze jednoznačně prokázat, že realizace kogenerační jednotky splnila svůj účel. ZEVO Malešice za svojí téměř dvacetiletou dobu provozu energeticky využilo cca 4,5 mil. tun směsného komunálního odpadu.
- Díky instalaci kogenerace v roce 2010 se mohlo energeticky využít v ZEVO Malešice o cca 600 000 tun odpadu více. Tento odpad by v opačném případě skončil nevyužitý na skládkách. Toto množství odpadu nahradilo v celém systému energetického mixu ta fosilní paliva, kterými by musela být spotřeba tepelné a elektrické energie jinak pokryta.
- Provoz spalovny je technologicky náročný, zejména část čištění spalin a vyžaduje kvalifikovaný personál. Díky jeho mnohaletým zkušenostem, investicím do rozvoje technologií a porovnáním ukazatelů jako např. R1- faktor, měrné emise, množství zpracovaného odpadu za rok atd., patří ZEVO Malešice mezi přední evropská zařízení svého druhu a je proto právoplatným členem evropské konfederace spaloven CEWEP se sídlem v Bruselu.
- ZEVO Malešice má své pevné místo v systému nakládání s odpady a je důležitým pilířem POH hlavního města Prahy. Svým umístěním v katastru hlavního města Prahy je i strategickým dodavatelem elektrické a tepelné energie do městské infrastruktury. Strategické využití závisí na dalším rozvoji a podpoře odpovědných orgánů hlavního města Praha.

PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

Odborná literatura:

- **CITYPLAN, 2009:** Sestavení nákladového modelu s návrhem cenového vzorce tepla z kogenerace v Zařízení na energetické využití odpadu – spalovna Malešice, Praha.
- **ČERVENÝ Z., POKORNÝ M., 2007:** Výstavba zařízení na výrobu elektrické energie a tepla Projekt kogenerace ZEVO Malešice. Seznamovací dokumentace stavby.
- **EUROREAN COMMISIN, 2015:** Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2008/98/EC on waste. 595: 259-260.
- **HYŽÍK, 2006:** Energetische Verwertung der Siedlungsabfälle. Publikace. 248: 22-23.
- **KURAŠ M., 2008:** Odpadové hospodářství. Ekomonitor, Chrudim: 143.
- **KÜRFURST, J, 2008:** Kompendium ochrany kvality ovzduší. Vodní zdroje Ekomonitor, Chrudim: 407:158-164.
- **MŽP, 2014:** Plán odpadového hospodářství České republiky. 182: 82-84.
- **MŽP, 2016:** Státní politika životního prostředí České republiky (aktualizované znění 2016): 89.
- **Úřad vlády 2017:** Česká republika 2030 www.cr2030.cz: 115.
- **VEJVODA J., 2007:** Projekt Kogenerace ZEVO Malešice. Odborný posudek, Praha.

Článek v časopise:

- **PAŠEK V., 2016:** Připravenost města Plzně na blackout. Energetika 05/16, Praha: 332- 335.
- **MOHRMANN, P., 2016:** Co přijde po roce 2024? Odpady 12/2016, Praha: 37:15-16.

Právní zdroje:

- Nařízení vlády č. 352/2014 Sb., o Plánu odpadového hospodářství České republiky

- Směrnice Rady č. 99/31/EC **o skládkách odpadu**
- Směrnice Rady č. 89/369/EHS, **o předcházení znečištění ovzduší z nových spaloven komunálního odpadu**
- Směrnice EU č. 96/61/ES **o integrované prevenci znečištění**
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2000/76/ES, **o spalování odpadu**
- Vyhláška č. 83/2016 Sb., **o podrobnostech nakládání s odpady**, v platném znění
- Vyhláška č. 93/2016 Sb., **o Katalogu odpadů**, v platném znění
- Vyhláška č. 83/2016 Sb., **o hodnocení nebezpečných vlastností odpadu**, v platném znění
- Vyhláška č. 237/2002 Sb., **o podrobnostech způsobu provedení zpětného odběru některých výrobků**, v platném znění
- Vyhláška č. 294/2005 Sb., **o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu**, v platném znění
- Vyhláška č. 341/2008 Sb., **o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady**, platném znění
- Vyhláška č. 415/2012 Sb., **o přípustné úrovni znečištění a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší**.
- Zákon č. 185/2001 Sb., **o odpadech** a některých změnách dalších zákonů, v platném znění
- Zákon č. 477/2001Sb., **o obalech** a změně některých zákonů, v platném znění
- Zákon č. 201/2012 Sb., **o ochraně ovzduší** v platném znění, v platném znění
- Zákon č. 76/2002 Sb., **o integrované prevenci a omezování znečištění** v platném znění

Online zdroje:

- **ASPI, 2017:** online: <http://sbirka.aspi.cz/>, cit. 20.3.2017.
- **BERTOLINI G., 2004:** Spalování komunálního odpadu v různých zemích světa, Univerzita Lyon, Francie, online:<http://odpady-online.cz/spalovani-komunalniho-odpadu-v-ruznych-zemich-sveta/>, cit. 18.2.2017.
- **CENIA,2017:** Česká informační agentura životního prostředí, Praha, online: http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=druhy_odpadu_podle_vlastnosti&site=odpady, cit. 30.3.2017.

- **CENIA, 2017:** Česká agentura životního prostředí, Praha, online:
http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=energeticke_vyuziti_odpadu_v_cr_a_eu&site=odpady, cit. 14.2.2017.
- **CENIA, 2017:** Česká agentura životního prostředí, Praha, online:
http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=odpady_a_svet_globalni_pohled&site=odpady, cit. 14.2.2017.
- **CEWEP, 2017:** Confederation of European Waste-to-energy plant, Bruxelles, Belgie, online:
http://www.cewep.eu/information/publicationsandstudies/statements/ceweppublications/m_1489, cit. 1.2.2017.
- **CEWEP, 2014:** Confederation of European Waste-to-energy plant, Bruxelles, Belgie, online:
http://www.cewep.eu/information/publicationsandstudies/m_1488, cit. 1.2.2017.
- **CEWEP, 2011:** Waste to energy focus: Achieving R1 status, Londýn: online:
http://www.cewep.eu/information/publicationsandstudies/statements/ceweparticles/m_562, cit. 1.2.2017.
- **ČEPS, 2017:** Praha, online: <http://www.ceps.cz/CZE/Cinnosti/Technicka-infrastruktura/Stranky/Udaje-o-PS.aspx>, cit. 1.4.2017.
- **ČSÚ, 2016:** Český statistický úřad, Praha, Bruxelles, Belgie, online:
<https://www.czso.cz/csu/czso/produkce-vyuziti-a-odstraneni-odpadu-2015>, cit. 5.1.2017.
- **GOOGLE, 2017:** Praha, online: <https://www.google.cz/maps>, cit. 20.2.2017.
- **MŽP, 2017:** Ministerstvo životního prostředí, Praha, online:
http://www.mzp.cz/cz/odpadove_hospodarstvi, cit. 10.1.2017.
- **MŽP, 2017:** Praha, online: <http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/>, cit. 30.1.2017.
- **MŽP, 2015:** Ministerstvo životního prostředí, Praha, online:
[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/produkce_nakladni_odpady_2015/\\$FILE/OODP-Produkce_a_nakladani_2015-20161005.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/produkce_nakladni_odpady_2015/$FILE/OODP-Produkce_a_nakladani_2015-20161005.pdf), cit. 11.12.2016.
- **PRAŽSKÉ SLUŽBY, 2017:** Praha, online: <http://www.psas.cz/index.cfm/sluzby-firmam/zarizeni-pro-energeticke-vyuzuvani-odpadu/monitoring-emisi/>, cit. 1.4.2017.
- **PRAŽSKÉ SLUŽBY, 2017:** Pražské služby, Praha, online:
<http://www.psas.cz/index.cfm/sluzby-firmam/zarizeni-pro-energeticke-vyuzivani-odpadu/monitoring-emisi/>, cit. 1.4.2017.

- **Státní fond životního prostředí**, 2017, online:
<https://www.sfzp.cz/sekce/92/statni-fond-zivotniho-prostredi-cr/>, cit. 8.3.2017.
- **STEO, 2017**: Praha, online: http://www.steo.cz/co_je_steo.cs.html, cit. 20.2.2017.
- **ŠEJVL, R. ,2013**: Biom. Bez energetického využití odpadů se neobejdeme, Praha, online: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/bez-energetickeho-vyuziti-odpadu-se-neobejdeme/>, cit.20.3.2017.
- **UK, 2016**: Universita Karlova v Praze. Praha, online:
<http://komunalniodpad.eu/index.php?str=kontakt&button=6>, cit. 20.11.2016

Ostatní zdroje:

- Provozní řád ZEVO Malešice 2015
- Interní dokumentace ZEVO Malešice
- Interní dokumentace ZEVO Chotíkov
- Interní dokumentace Zauner Anlagenbau, GmbH

Seznam obrázků:

Obr. č. 1 Hierarchie odpadového hospodářství	17
Obr. č. 2 Graf nakládání s komunálním odpadem v ČR, výhled pro rok 2020 a 2024	19
Obr. č. 3 Zařízení na energetické využití odpadu v Evropě 2014/množství spáleného odpadu v tunách za rok.....	21
Obr. č.4 Cyklus energetického využívání odpadů 2014.....	22
Obr. č. 5 Schéma energetických toků standardního technologického řetězce EVO	24
Obr. č. 6 Schéma rozvodných sítí v ČR.....	28
Obr. č. 7 Situační mapa ZEVO Malešice	29
Obr. č. 8 Schéma spalovny 1982	31
Obr. č. 9 Technologické schéma výrobního procesu ZEVO Malešice	34
Obr. č. 10 Graf Porovnání aktuálních hodnot kontinuálního měření emisí se stanovenými limity ZEVO.....	36
Obr. č. 11 Graf vyhodnocení plnění -procenta emisních limitů ZEVO Malešice 2013-2016.....	36
Obr. č.12 Hala turbogenerátoru ZEVO	39
Obr. č.13 Graf výroby vs prodeje tepla v ZEVO Malešice	43
Obr. č.14 Graf průběhu dodávek tepla a elektřiny 2015.....	44
Obr. č.15 Graf vývoje výroby vs.spotřeby elektrické energie v ZEVO Malešice.....	45
Obr. č.16 Graf množství spáleného KO v ZEVO Malešice v letech	47
Obr. č. 17 Graf využití kapacity ZEVO v letech 1998-2016	47
Obr. č. 18 Graf průběhu hodnot turbogenerátoru naměřených při přechodu do ostrovního provozu	48

Seznam tabulek:

Tab. č. 1 Výňatek z katalogu odpadů ZEVO Malešice – odpady povolené k energetickému příjmu.....	13
Tab. č. 2 Celková produkce všech odpadů v ČR 2009-2015.....	18
Tab. č. 3 Produkce komunálních odpadů v ČR 2009-2015.....	18
Tab. č. 4 R1 faktor podle klasifikace podnebí a velikosti zdroje.....	25
Tab. č. 5 Hodnoty průměrného denního emisního limitu.....	35
Tab. č. 6 Procenta emisních limitů ZEVO Malešice.....	37
Tab. č. 7 Vliv dodávky elektrické energie a tepla na R1 faktor.....	38
Tab. č. 8 Parní turbína Siemens.....	41

Seznam fotografií:

Foto č. 1 ZEVO Chotíkov.....	20
Foto č. 2 Sokol stěhovavý.....	26
Foto č. 3 ZEVO Malešice.....	32
Foto č. 4 Rotor turbíny.....	41