

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

Katedra elektroenergetiky a ekologie

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Energetické využívání odpadů

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petra BAIEROVÁ**
Osobní číslo: **E15B0143P**
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Technická ekologie**
Název tématu: **Energetické využívání odpadů**
Zadávající katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

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

1. Popište současný stav energetického využívání odpadů v ČR a zahraničí.
2. Zjistěte jaké jsou právní požadavky na spalování, spoluspalování a energetické využívání odpadů ve vztahu k ochraně ovzduší a nakládání s odpady.
3. Analyzujte energetické, environmentální a ekonomické přínosy tohoto využívání.
4. Navrhněte optimální způsob logistiky a techniky pro jeho energetické využívání.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**

Rozsah kvalifikační práce: **30 - 40 stran**

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

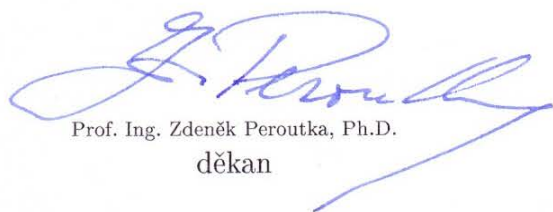
Seznam odborné literatury:

- 1. Odborné publikace v periodikách a internetových zdrojích dle doporučení vedoucího BP.**


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

Datum zadání bakalářské práce: **5. října 2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **13. června 2019**


Prof. Ing. Zdeněk Peroutka, Ph.D.
děkan




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

V Plzni dne 5. října 2018

Abstrakt

Tato bakalářská práce pojednává o problematice energetického využívání odpadů. V první části je popsáno, jaký je současný stav energetického využívání odpadů v České republice a v zahraničí. Poté jsou uvedeny právní předpisy týkající se nakládání s odpady a na ochranu životního prostředí. Třetí část je zaměřena na environmentální, ekonomické a především energetické přínosy tohoto využívání odpadů. Nakonec tato práce zahrnuje několik návrhů pro optimální přepravu odpadů do zařízení pro energetické využívání odpadů.

Klíčová slova

ZEVO, spalovna, energetické využívání odpadu, komunální odpad, nakládání s odpady, zákony, emise, spalování, energie

Abstract

This bachelor work deals with problems waste to energy. The first part describes what the current status waste to energy in the Czech Republic and abroad is. The next part mentions the legislation related to waste management and environmental protection. The third part is focussed on environmental, economic and especially energetic benefits of the waste to energy. Finally, this bachelor work involves several suggestions on how to transport waste into waste recovery facilities optimally.

Key words

ZEVO, incinerator, waste to energy, municipal waste, waste management, laws, emission, combustion, energy

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

.....
podpis

V Plzni dne 3.6.2019

Petra Baierová

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu bakalářské práce Mgr. Ščerbovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce. Dále bych ráda poděkovala mé rodině za veškerou podporu po celou dobu studia.

Obsah

ÚVOD	9
1 ENERGETICKÉ VYUŽÍVÁNÍ ODPADŮ V ČR A V ZAHRANIČÍ.....	10
1.1 SOUČASNÝ STAV V ČR.....	11
1.2 SOUČASNÝ STAV V ZAHRANIČÍ.....	13
1.2.1 Vyspělé země Evropy ve využívání odpadů.....	14
1.2.1 Země s významnými architektonickými stavbami ZEVO.....	15
1.2.2 Země s plánovanými projekty ZEVO a cíli	16
1.2.3 Významné země s využíváním odpadů mimo Evropu.....	17
2 PRÁVNÍ POŽADAVKY NA SPALOVÁNÍ, SPOLUSPALOVÁNÍ A ENERGETICKÉ VYUŽÍVÁNÍ ODPADŮ VE VZTAHU K OCHRANĚ OVZDUŠÍ A NAKLÁDÁNÍ S ODPADY	18
2.1 ZÁKON Č. 185/2001 SB. - ZÁKON O ODPADECH.....	18
2.1.1 Pojem odpad a jeho zařazení dle Katalogu odpadů.....	19
2.1.2 Právní nároky na nakládání s odpady.....	19
2.1.3 Nakládání s odpady v roce 2017	22
2.2 ZÁKON Č. 201/2012 SB. - PRÁVNÍ POŽADAVKY NA OCHRANU OVZDUŠÍ	23
2.2.1 ZEVO a spalovna odpadu.....	23
2.2.2 Základní pojmy v zákoně o ochraně ovzduší.....	23
2.2.3 Emise – emisní limity, měření emisí a poplatky za znečišťování	24
3 ENERGETICKÉ, ENVIRONMENTÁLNÍ A EKONOMICKÉ PŘÍNOSY ENERGETICKÉHO VYUŽÍVÁNÍ ODPADŮ.....	26
3.1 ZPŮSOBY VYUŽÍVÁNÍ A ODSTRAŇOVÁNÍ ODPADŮ.....	26
3.2 ZÁSADNÍ PŘÍNOSY EVO.....	27
3.3 ZEVO.....	27
3.3.1 Výroba tepla a elektrické energie.....	28
3.3.2 Odstraňování nebezpečných látek	29
3.4 EVO Z POHLEDU EKONOMIE	32
3.4.1 Ekonomika ZEVO	32
4 NÁVRH OPTIMÁLNÍHO ZPŮSOBU LOGISTIKY A TECHNIKY PRO ENERGETICKÉ VYUŽÍVÁNÍ.....	33
4.1 ROZŠÍŘENÍ DRUHŮ SEPAROVANÝCH ODPADŮ.....	33
4.2 OPTIMÁLNÍ PŘEPRAVA ODPADŮ DO ZEVO	35
4.2.1 Oblast přímého svozu	35
4.2.2 Překládací stanice v Plzeňském kraji	35
4.2.3 Centrální ZEVO pro celou Českou republiku.....	38
4.2.4 Nové elektrické vozidlo.....	38
ZÁVĚR.....	40
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ.....	41

Seznam symbolů a zkratek

ČR.....	Česká republika
ZEVO	Zařízení pro energetické využití odpadů
EVO	Energetické využívání odpadu
Sb.....	Sbírka zákonů
TKO	Tuhý komunální odpad
SO _x	Oxid síry
NO _x	Oxid dusíku
ADEME.....	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie – Agentura pro životní prostředí a kontrolu energií
EU.....	Evropská unie
ŽP	Životní prostředí
FO	Fyzická osoba
PO	Právnícká osoba
LCD	Liquid Crystal Display – displej z tekutých krystalů
CO ₂	Oxid uhličitý
SKO	Směsný komunální odpad
SO ₂	Oxid siřičitý
CO.....	Oxid uhelnatý
HCl	Plynné sloučeniny chloru vyjádřené jako chlorovodík
HF.....	Plynné sloučeniny fluoru vyjádřené jako fluorovodík
TZL.....	Tuhé znečišťující látky
TOC	Total Organic Carbon – celkový organický uhlík
Cd	Cadmium
Ti	Titan
Hg.....	Rtuť
Pb.....	Olovo
Sb.....	Antimon
As.....	Arsen
Cr	Chrom
Cu	Měď
Mn.....	Mangan
Ni	Nikl
V	Vanad
Sn.....	Cín
PCDD	Polychlorované dibenzo-p-dioxiny
PCDF	Polychlorované dibenzofurany

Úvod

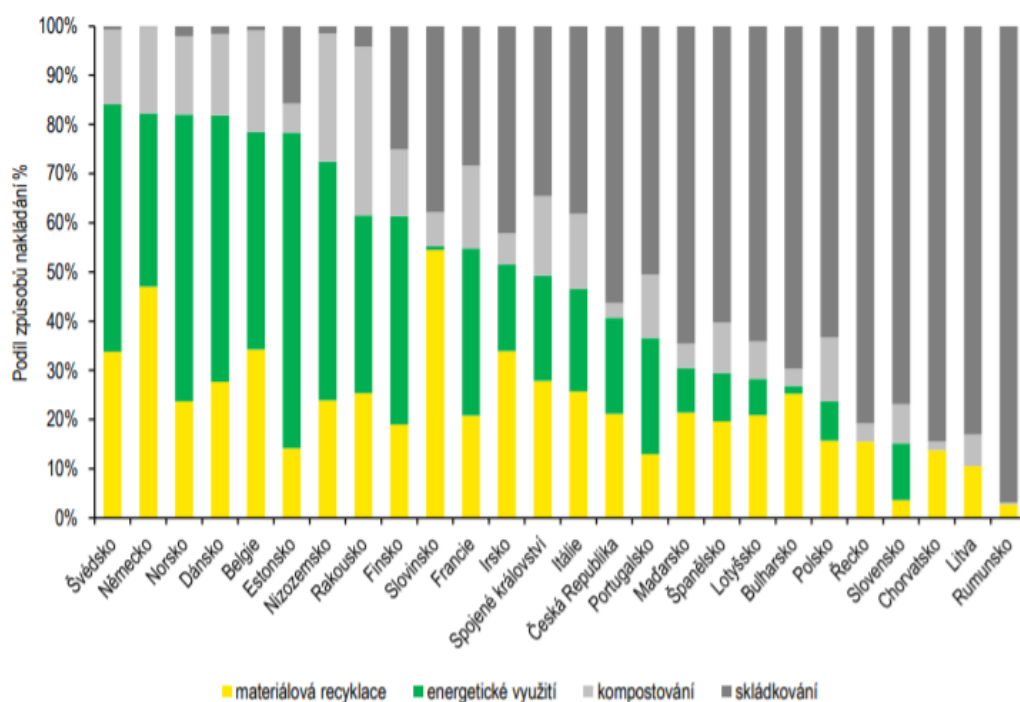
Předkládaná práce je zaměřena na téma energetické využívání odpadů. Vybrala jsem si ho z několika důvodů. První je ten, že mě osobně toto téma zaujalo, a chtěla jsem se o této problematice dozvědět mnohem více. Další je ten, že většina lidí si neuvědomuje, že odpad je cenná surovina. Poté, co vyhodí odpad do kontejneru, mnoho z nich už neví, jakým dalším procesem prochází. Právě to jsem se snažila v této práci vysvětlit. Zároveň bych chtěla vyzdvihnout hierarchii nakládání s odpady s tím, že když už samotný odpad vznikne, tak by ho lidé měli zatřídit do správného kontejneru, aby většina odpadků neskončila na skládkách. Skládky totiž znečišťují nejen krajinu, ale i ovzduší.

Rozvoj všech odvětví průmyslu a spotřební životní styl ve většině států světa je spojen s narůstající produkcí mnoha druhů odpadů. Průmyslová výroba vytváří podstatnou část objemu komunálního a nebezpečného odpadu, který také mimo jiné vzniká ve zdravotnických zařízeních. Další nemalé množství odpadů vyprodukuje domácnosti, úřady a školy. V neposlední řadě je důležité připomenout producenty biologického odpadu, mezi které patří lesnictví a zemědělství. I když se snažíme odpad využít všemi způsoby recyklace, stejně nakonec zůstává široká oblast odpadů. Komunální a biologický odpad je bezpečně odstraňován v zařízeních pro energetické využívání odpadů. V ZEVO se dá tento odpad přesně danými postupy transformovat na energii elektrickou a tepelnou. Výše zmíněný způsob zpracování odpadů je vzhledem k životnímu prostředí ohleduplný a bezpečný. Technologie spalování odpadu v ZEVO prochází několika fázemi, které jsou později podrobně popsány v kapitole č. 3. [1]

1 Energetické využívání odpadů v ČR a v zahraničí

Evropská komise přijala v roce 2008 směrnici 2008/98/ES, která je základním dokumentem o nakládání s odpady v Evropě. Směrnice poskytuje prostor členským státům, aby přijaly daná pravidla podle svého právního řádu. V každé zemi unie by měla být tato tzv. rámcová směrnice o odpadech dodržována. Členské státy jsou tímto nařízením povinovány zajistit, aby odpady prošly určitým stupněm využití. [2]

V následujícím grafu 1 můžeme přehledně vidět, jak si vedou jednotlivé země Evropy v nakládání s komunálním odpadem. Země na tomto grafu jsou seřazeny sestupně podle míry využití. Energetickým využitím se odstranění odpadů nejlépe daří ve Švédsku, Norsku, Dánsku a v Holandsku. Minimální využití odpadů se vykazuje v zemích např. Slovinsku, Bulharsku či v Polsku. Země, která využívá jiný způsob nakládání s odpady, je např. Litva.

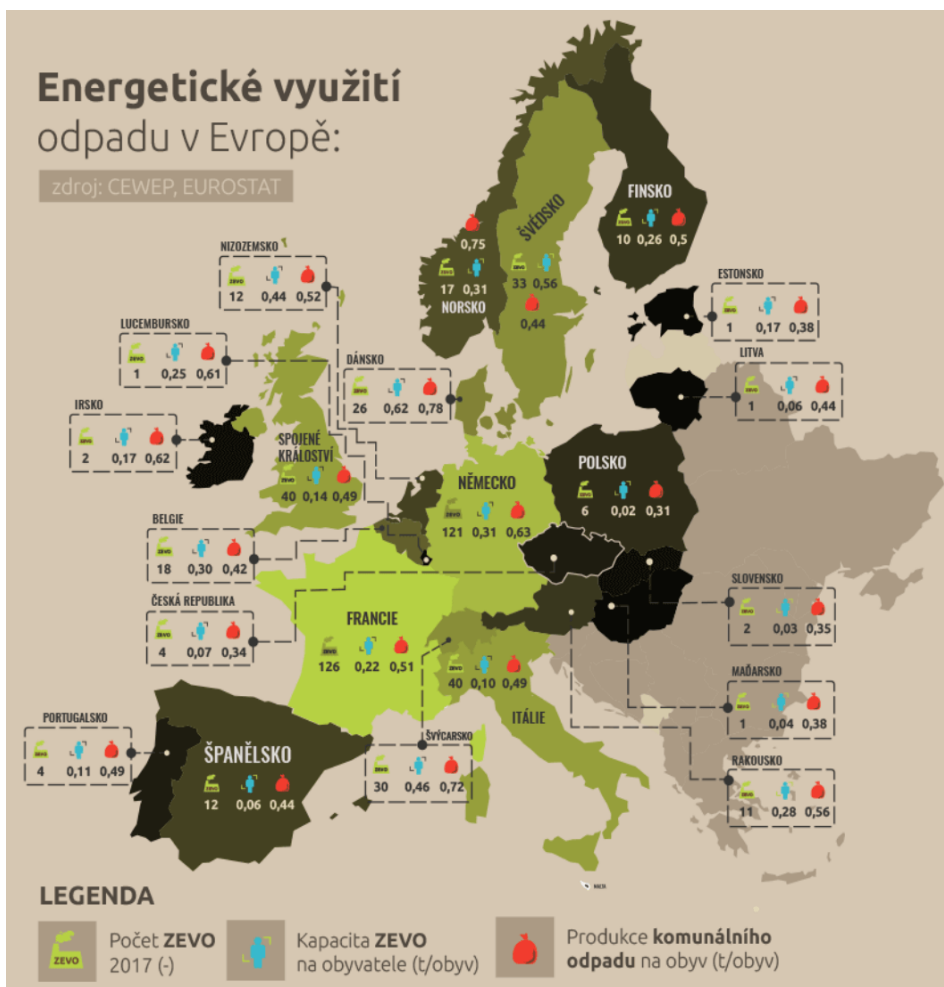


Graf. 1. Nakládání s komunálními odpady v Evropě [3]

Ke konci roku 2017 bylo v Evropě podle aktuálních dat v provozu celkem 518 ZEVO. Celková roční kapacita ZEVO činila až 93,6 miliónů tun odpadu. Německo (26 miliónů

t/rok), Francie (14,7 miliónů t/rok) a Spojené království (9,5 miliónů t/rok) mají zařízení s největší celkovou roční kapacitou v Evropě. [4]

Mezi lety 2010 a 2017 se v Evropě počet ZEVO zvýšil o 15 % a navíc celková roční kapacita ZEVO se zvýšila o zhruba 30 %. Na obr. 1 je zřetelné, že nějaké země jsou v EVO významně napřed v porovnání s ostatními. [4]



Obr. 1. Energetické využívání odpadů v Evropě – počet ZEVO, kapacita ZEVO na obyvatele a produkce KO na obyvatele [4]

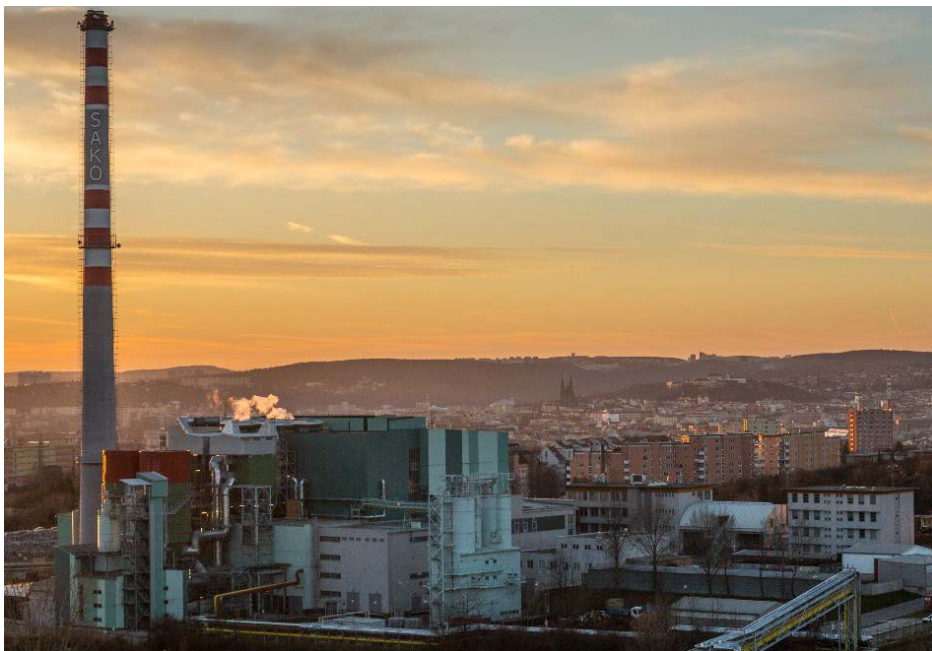
V následujících dvou kapitolách je podrobněji popsáno, jak si vedou jednotlivé země v zahraničí a ČR v energetickém využívání odpadů.

1.1 Současný stav v ČR

ČR v energetickém využívání odpadů značně zaostává za ostatními státy Evropy. Česká republika se zařazuje ve výrobě tepla na jedenácté místo a ve výrobě elektřiny až na

místo šestnácté. Stávající celková roční kapacita ZEVO je 769 000 tun. V současné době je odstraňován komunální a ostatní odpad ve čtyřech zařízeních s energetickým využíváním odpadů. [5]

Nejstarší rekonstruované zařízení energetického využívání odpadů bylo vybudováno v letech 1984 – 1989 pod názvem SAKO Brno, které se průběžně modernizuje. V současné době má v provozu tři parní kotle a pět stupňů čištění spalin. SAKO Brno hlavně představuje významný zdroj energií. Toto zařízení výrobou páry pokrývá část spotřeby tepla v Brně. Současná kapacita činí 248 000 tun odpadu za rok, což pokrývá roční spotřebu tepelné energie pro 40 000 domácností a elektrické energie pro 20 000 domácností. [6]



Obr. 2. SAKO Brno [6]

V roce 1998 bylo v Praze vybudováno ZEVO Malešice. Součástí zařízení je 177,5 m vysoký komín pro odvod spalin. Podstatou tohoto zařízení jsou čtyři parní kotle s válcovými rošty, které dokážou spálit za hodinu až 15 t TKO a vyprodukovat 36 t páry o tlaku 1,37 MPa a teplotě 235 °C. Vyrobená tepelná a elektrická energie putuje do 20 000 domácností. [6], [7]

Dalším zařízením EVO, které se nachází v Liberci, je TERMIZO. Uvedeno do provozu bylo v roce 1999. V současnosti má kapacitu 96 000 tun odpadu za rok.

TERMIZO ročně vyprodukuje elektrickou energii pro 3 000 domácností. Vyrobené teplo se dodává do 13 000 domácností. [6]

Nejnovějším zařízením v České republice je ZEVO Plzeň. Zařízení bylo postaveno v Chotíkově za 2,1 miliardy korun a zkušebně uvedeno do provozu v roce 2016. Předpokládaná životnost zařízení se odhaduje na 35 let, přičemž ekonomická návratnost je spočítána na 15 let. Provozovatelem je Plzeňská teplárenská, a.s. Kapacita kotle činí 95 000 tun odpadu za rok. U místního ZEVO jsou nastaveny emisní limity mnohem přísněji, než požaduje legislativa. [6], [8]



Obr. 3. ZEVO Plzeň [9]

Tab. 1. Zařízení pro tepelné zpracování komunálního odpadu [10]

Město	Provozovatel - Provozovna	Provoz od roku	Kapacita (t/rok)	Množství spáleného odpadu (t/rok 2015)	Množství spáleného odpadu (t/rok 2016)	Množství spáleného odpadu (t/rok 2017)
Brno	SAKO Brno, a.s. – Divize 3 ZEVO	1989	248 000	226 387	226 857	220 653
Praha	Pražské služby, a.s. – ZEVO Malešice	1998	330 000	313 994	307 099	294 899
Liberec	TERMIZO a.s. – Spalovna KO	1999	96 000	91 524	97 422	91 755
Plzeň	Plzeňská teplárenská, a.s. – ZEVO Plzeň	2016	95 000	0	38 658	93 755

1.2 Současný stav v zahraničí

1.2.1 Vyspělé země Evropy ve využívání odpadů

Švýcarsko lze zařadit k zemím s nejvyspělejším systémem odpadového hospodářství Evropy. Již od roku 2000 zdejší zákon zakazuje skládkování komunálního odpadu. Na základě statistického údaje se využívá energeticky 55 % odpadu. Rozmístění zařízení pro energetické využívání odpadů se řídí zejména hustotou obyvatel. Celkem je v zemi třicet ZEVO na vysoké technické úrovni, které je pro 7,4 miliónů obyvatel žijících v 26 autonomních členských státech. Vůbec první ZEVO bylo zprovozněno v Curychu v roce 1904. [14]



Obr. 4. Rozmístěné ZEVO ve Švýcarsku [14]

Také Švédsko se řadí k nejvyspělejším zemím Evropy v třídění odpadů a ve využívání ZEVO. Jejich systém je tak pokrokový, že tato země je nucena již několik let přivážet odpady z jiných evropských států. Po celé zemi je umístěno 32 zařízení, ve kterých se transformuje odpad na energii. Ročně spálí takřka 2 milióny tun odpadů tj. přes 50 % celkové produkce. Již v roce 1991 zavedla vláda vyšší daň na fosilní paliva. Tím si Švédsko nepřímo napomáhá ke zlepšení životního prostředí. Znečišťování ovzduší ZEVO je zásadně nižší, než znečišťování jakoukoli teplárnou na fosilní paliva nebo biomasu. [11]

V Holandsku se vyskytuje pět nejvýkonnějších ZEVO na světě. Zařízení pro energetické využívání odpadů zde patří mezi nejčistší, neboť mimo oxidu uhličitého nevypouštějí do atmosféry žádné jiné nebezpečné látky. Vláda navíc podporuje třídění,

proto se objem vyprodukovaného odpadu z domácností v posledních letech rapidně snížil. Každoročně se dováží více než milion tun odpadů z jiných evropských zemí. V dovozu odpadu je na prvním místě právě Holandsko, následováno Švédskem a také s větším odstupem Dánsko. Zajímavé je, že v různých částech Holandska platí odlišná nařízení ohledně třídění. V Amsterdamu se třídí papír, plasty, sklo, ale v Ommenu třídí jenom papír a sklo. Plasty se vhazují spolu se směsným odpadem. [12], [13]

1.2.1 Země s významnými architektonickými stavbami ZEVO

V *Dánsku* platí již několik let zákaz skládkování komunálního odpadu. V současnosti je na území vybudováno třicet ZEVO, kde se zpracovává 3,7 milionů tun odpadu za rok. Transformací odpadu pokrývají 20 % spotřeby tepla a 5 % spotřeby elektřiny. Mezi nejvýznamnější ZEVO patří Amager Bakke. Stavbu navrhl architekt Bjarke Ingels. Nyní je vybudováno na místě, kde v minulosti stálo 45 let staré ZEVO. Střecha je konstruována ve tvaru svahu, přičemž je možné na ní provozovat různé sportovní aktivity po celý rok. Zařízení vysoké 85 m zpracovává přes 400 000 tun odpadu za rok. Vzhledem k použití nejmodernějších dostupných technologií výrazně stoupla účinnost využití energie odpadu. Došlo také k výraznému omezení emisí oxidů SO_x , NO_x i tuhých znečišťujících látek. NO_x se zde snižuje použitím vysokoúčinné selektivní katalytické redukce. [17], [18]



Obr. 5. ZEVO Amager Bakke [18]

Také v *Rakousku* už platí několik let na základě vyhlášky o skládkování směsného komunálního odpadu povinnost upravovat odpad před jeho uložením na skládku. V roce

2017 bylo v činnosti celkem 11 ZEVO. Ve Vídni je v provozu hned několik zařízení na odstraňování odpadu. Celkem tři zařízení jsou určeny na energetické využívání odpadu - Pfaffenau, Flötzersteig, Spittelau. Nejvíce proslulé je zařízení Spittelau, které projektoval známý umělec Hundertwasser. Tato unikátní stavba vyjadřuje soulad mezi technikou, uměním a ekologií. Za rok se spálí kolem 265 000 tun směsného odpadu a dodává obyvatelům přilehlých čtvrtí 40 000 MWh elektřiny a 500 000 MWh tepla. [15], [16]

1.2.2 Země s plánovanými projekty ZEVO a cíli

Podle posledních aktuálních informací je nejvíce ZEVO ve *Francii*, přičemž v provozu má 126 zařízení. Společnost ADEME odhaduje, že by se měla produkce odpadu v roce 2025 snížit z 17,7 miliónu tun na 14,7 miliónu tun. Jejich odhad závisí hlavně na tom, že se změní chování lidí a optimalizují se stávající odpadové systémy. Vzhledem k jejich cílům je také očekáváno, že do roku 2025 poklesne skládkování odpadu o 50 %. Dalším cílem je úplně vyřadit spalování bez využití energie. [19]

V 90. letech minulého století bylo zaznamenáno ve *Spojeném království* obrovské množství skládek, přesto se odhaduje, že v roce 2020 jich v zemi bude jen kolem 50. Potvrzuje se to i tím, že v posledních letech počet skládek výrazně poklesl. Je to díky daňovým úlevám, které podporují přesun odpadů ze skládek do ZEVO. Podporuje se zde také výstavba nových zařízení na spalování odpadu. Například francouzská společnost Suez plánuje postavit nové zařízení, které má být umístěno na severovýchodě Anglie. Uvedení do provozu se plánuje na rok 2022. Výkon má mít kolem 25 MW, což by mělo postačit k zásobování energií asi pro 30 000 domácností. Toto zařízení bude ročně schopno spalovat 200 000 tun reziduálního odpadu. [20]

Na poloostrově Poolberg u dublinského přístavu v *Irsku* se nachází významné zařízení pro energetické využívání odpadů Covanta, které bylo v srpnu 2018 spuštěno do provozu. Ročně zpracuje až 600 000 tun tuhého odpadu. Zařízení Covanta je navrženo tak, aby proces spalování a využití energie probíhal nepřetržitě a byl velmi efektivní. Zařízení přemění kolem 60 MW elektrické energie, která je dodávána do přenosové soustavy. Mimo jiné také vyprodukuje až 90 MW tepelné energie pro dálkové vytápění. Dublinský region se tak stal soběstačným v oblasti odstraňování odpadů a splnil cíle EU, které požadují, aby členské státy a regiony zpracovávaly odpady v místě jejich vzniku. Na území Irska se vyskytuje jenom pět skládek. [21]



Obr. 6. ZEVO Covanta [22]

1.2.3 Významné země s využíváním odpadů mimo Evropu

V nečistší zemi na světě v *Japonsku* je umístěné ZEVO Maishima v Osace, které zpracuje až 900 tun odpadu denně. Toto zařízení stejně jako zařízení Spitellau v Rakousku navrhl umělec Hundertwasser. V městské zástavbě čtvrti Minato je v provozu moderní budova ZEVO, která je významným zařízením pro udržení čistoty v hlavním městě Tokiu. [16]

Největší ZEVO na světě, které má být uvedeno do provozu v roce 2020, se nachází v *Mexiku*. Obyvatelé zde denně vyprodukují až 13 000 tun odpadu, z čehož třetina produkce odpadu bude energeticky využita v tomto novém zařízení. Předpokládá se, že roční kapacita ZEVO bude 1 600 000 tun odpadu. [24]

Také v *Západní Austrálii* v Kwinani se plánuje postavit nové zařízení za 10 mld. Kč, které bude spalovat až 400 000 tun odpadu ročně. Elektrický výkon zařízení bude 36 MW. Výstavba bude dokončena v roce 2021 a na provozu se bude podílet 60 pracovníků. [25]

Další unikátní ZEVO je Baoan v *Číně*, které pracuje na rozšíření provozu do roku 2020. Kruhová střecha budovy má rozlohu 66 000 m², jejíž dvě třetiny jsou pokryty

fotovoltaickými panely. Kapacita zařízení po rozšíření dosáhne až 3 000 000 tun odpadu ročně. [16], [23]



Obr. 7. ZEVO Baoan [23]

2 Právní požadavky na spalování, spoluspalování a energetické využívání odpadů ve vztahu k ochraně ovzduší a nakládání s odpady

Právní požadavky jsou určovány zákonem č. 185/2001 Sb. zákon o odpadech a vyhláškou 93/2016 Sb., dále zákonem 201/2012 Sb. zákon o ochraně ovzduší a vyhláškou 415/2012 Sb.

2.1 Zákon č. 185/2001 Sb. - zákon o odpadech

Již v 80. letech minulého století se začaly průmyslově a ekonomicky vyspělé země odpadovým hospodářstvím zabývat. První zákon o odpadech v ČR vznikl už v roce 1991 a nyní nakládání s odpady upravuje zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Zákon určuje práva a povinnosti osobám v oblasti odpadového hospodářství. Dále dbá na hierarchii nakládání s odpady a prosazuje principy ochrany ŽP a zdraví lidí při nakládání s odpady. V této kapitole je z větší části tento zákon popsán. [26]

2.1.1 Pojem odpad a jeho zařazení dle Katalogu odpadů

V zákoně je definován odpad jako každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit. [27]

Původce a oprávněná osoba jsou povinni pro účely nakládání s odpadem zařadit odpad dle Katalogu odpadů, který Ministerstvo ŽP vydalo prováděcím právním předpisem. Pokud odpad není možné zařadit dle Katalogu odpadů, zařadí odpad ministerstvo na návrh příslušného obecního úřadu obce s rozšířenou působností. [27]

Podle vyhlášky č. 93/2016 Sb. se odpady zařazují pod šestimístná katalogová čísla druhů odpadů uvedená v Katalogu odpadů. První dvojčíslí určuje skupinu odpadů, druhé dvojčíslí podskupinu odpadů a třetí dvojčíslí značí druh odpadu. [28]

Tab. 2. Příklad Katalogového čísla druhu odpadu [28]

17 05	Zemina (včetně vytěžené zeminy z kontaminovaných míst), kamení, vytěžená jalová hornina a hlušina
17 05 03*	Zemina a kamení obsahující nebezpečné látky
17 05 04	Zemina a kamení neuvedené pod číslem 17 05 03

* *nebezpečný odpad*

2.1.2 Právní nároky na nakládání s odpady

Jak již bylo zmíněno, v polovině roku 2008 přijal Evropský parlament směrnici o odpadech. V této evropské směrnici se vyskytují základní principy nakládání s odpady v EU.

Směrnice zavedla hierarchii způsobů nakládání s odpady, která je zapracovaná v zákoně 185/2001 Sb. o odpadech. Podstatou hierarchie je, že bychom měli produkovat co nejméně odpadů, předejít jim nebo je opětovně využívat. Když už skutečné odpady vzniknou, tak by měly být ještě nějakým dalším způsobem využity. Buď lze odpad využít materiálově, nebo přetransformovat na energii. Pokud už odpady nelze zužít, mohou se bezpečným způsobem odstranit např. skládkováním. [29]



Obr. 8. Hierarchie dle zákona o odpadech [30]

Zákon o odpadech vykládá o dvou podstatných bodech, které musí být z hlediska *prevence vzniku odpadů* respektovány. PO a FO mají povinnost vytvářet výrobky tak, aby redukovaly na největší možnou míru vznik nepoužitelných odpadů a zejména nebezpečných. Tyto osoby mají povinnost uvést na výrobcích informaci o možnostech využití. [31]

Další stupeň hierarchie se zabývá *přípravou odpadů k opětovnému využití*, který zahrnuje čištění nebo opravu použitých výrobků nebo jejich částí. Následuje jeho kontrola funkčnosti, která je prováděna oprávněnou osobou. Opětovně použitelné produkty jsou takové, jež mají dlouhou životnost a zároveň se vrací brzy do zpětného využití. Jsou to například LCD monitory, mobilní telefony a notebooky. [27]

Materiálové využití odpadů je způsob nakládání s odpadem, který vede k jeho dalšímu využití. Odpad je opět zpracován na výrobky pro původní nebo jiné účely použití. Díky tomuto využití dochází k úsporám obnovitelných i neobnovitelných zdrojů. Recyklace nezahrnuje využívání odpadů energeticky ani zpracování na materiály, které jsou využity jako palivo nebo zásypový materiál. [27]

Jiné využití odpadů je činnost, kdy odpad slouží k užitečnému účelu, v našem případě energetickému. [27]

V příloze č. 3 zákona 185/2001 Sb. je uveden seznam R kódů všech způsobů využívání odpadů. Konkrétně pro energetické využívání odpadů platí kód R 1 - využití odpadu způsobem obdobným jako paliva nebo jiným způsobem k výrobě energie. [27]

Spalování je proces oxidace tuhých, kapalných nebo plyných látek na oxid uhličitý, vodu, popel a další látky, které jsou součástí kouřových plynů a popela. Spalování odpadů může být nízkoteplotní do 1000 °C nebo vysokoteplotní nad 1000 °C. Prioritou je spalovat pouze minimální množství odpadů, které již nelze využít jako druhotné suroviny. Odpady, které je možno spalovat:

1. Směsný a neupravený komunální odpad z domácností, průmyslový a živnostenský odpad.
2. Upravený komunální nebo jiný odpad.
3. Nebezpečný odpad - zahrnuje spalování na průmyslových stanovištích a v obchodních společnostech.
4. Kaly z čistíren odpadních vod - jsou spalovány odděleně od ostatních odpadů v zařízeních. Někdy jsou tyto odpady k účelu spalování kombinovány s komunálním odpadem.
5. Klinické odpady – spalování probíhá zpravidla v zařízeních obvykle umístěných v nemocnicích. V ostatních případech jsou klinické odpady upravovány v jiných zařízeních, např. se směsným komunálním nebo nebezpečným odpadem. [32]

Spoluspalování je souběžné spalování dvou nebo více různých typů materiálů. Výhoda spoluspalování je, že fungující zařízení mohou být využita pro spalování jiného paliva, které je více ohleduplné k ŽP a méně nákladné. Jeden z příkladů současného spalování může být spoluspalování biomasy v uhelných topeništích. Dalším příkladem je spoluspalování primárního paliva biomasy s odpadovými palivy v zařízeních vedoucích k cenově efektivní výrobě elektrické a tepelné energie. Při výrobě podporované elektrické energie je dle vyhlášky 477/2012 Sb. biomasa využívána na základě souběžného spalování v zařízeních, kde dochází k směšování různorodých druhů paliv v jednom topeništi. [33], [34]

Energetickým využíváním odpadů se dle zákona rozumí pouze spalování takových odpadů, které hoří samy. S výjimkou krátkého stádia zapalování nevyžadují k hoření podpůrné palivo. Teplo, které vznikne, musí být použito pro potřebu vlastní nebo dalších osob. Jestliže tyto dvě zmiňované podmínky nejsou dodrženy, nejedná se už o energetické využívání odpadů, ale jde o odstraňování odpadů. [35]

Odstraňování odpadů je činnost, která již není využitím odpadů. Tato činnost může mít vedlejší produkt znovuzískání látek nebo energie. [27]

V příloze č. 4 zákona 185/2001 Sb. je uveden seznam D kódů všech způsobů odstranění odpadů. Pro skládkování platí kód D 1 - ukládání v úrovni nebo pod úrovní terénu a pro proces spalování je používán kód D 10 - spalování na pevnině. [27]

Ze zákona je stanovena sazba základního poplatku za ukládání odpadů na skládku. Z tabulky 2 můžeme vidět porovnání poplatku za nebezpečný a komunální odpad. Sazba se v roce 2009 ustálila na hodnotě za KO 500 Kč/t a za nebezpečný 1700 Kč/t, která platí dosud.

Tab. 3. Sazba základního poplatku za ukládání odpadů [27]

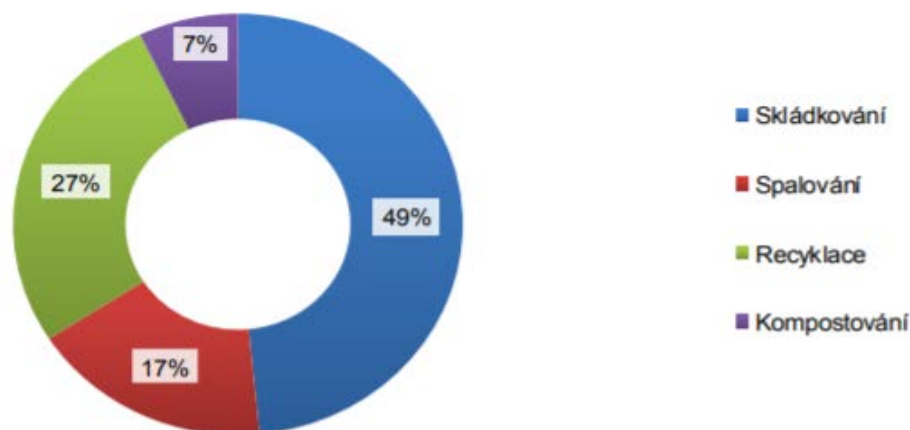
Kategorie odpadu	2002 až 2004	2005 až 2006	2007 až 2008	2009 a následující léta
Nebezpečný	1100	1200	1400	1700
Komunální a ostatní	200	300	400	500

Podle návrhu nového zákona od roku 2023 se plánuje zvýšení poplatku za KO až na 1850 Kč/t. Stát se tímto způsobem snaží zastavit skládkování odpadů a zvýšit podíl recyklace. [36]

Na skládky je od roku 2024 zakázáno ukládat směsný komunální odpad a recyklovatelné a využitelné odpady stanovené prováděcím právním předpisem. V ČR by se tak mělo materiálově využívat až 60 % KO. ZEVO by mělo k produkci energie zpracovat až 28 % KO a na skládky by se mohlo umísťovat pouze 12 % KO, který již není možné jiným způsobem využívat. [36]

2.1.3 Nakládání s odpady v roce 2017

V roce 2017 bylo v České republice nakládáno s 35 miliónů tun odpadu. Recyklace komunálního odpadu s kompostováním dosáhla 34 % a skládkování činilo 49 % KO, což je zhruba polovina z celkového vytvořeného množství. V ZEVO se využilo 630 000 tun odpadu, meziročně se jedná o nárůst o 7,8 %. Kromě uvedeného energetického využití se odstranilo ve spalovnách 4 600 tun bez využití energie. Celkové množství spáleného odpadu dosahovalo pouze 17 %. [37]



Graf. 2. Nakládání s komunálními odpady v roce 2017

2.2 Zákon č. 201/2012 Sb. - Právní požadavky na ochranu ovzduší

V současné době je platný zákon č. 201/2012 Sb., který nabyl účinnosti 1. 9. 2012 a nahradil předchozí zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů. Podle nového zákona se ochranou ovzduší rozumí předcházení znečišťování ovzduší a snižování úrovně znečišťování. Je kladen důraz na omezení rizik pro lidské zdraví způsobené znečištěním ovzduší, snížení zátěže životního prostředí látkami vnášenými do ovzduší a poškozujícími ekosystémy. Důležité je také vytvořit předpoklady pro regeneraci složek životního prostředí postižených v důsledku znečištění ovzduší. Do tohoto zákona byly zapracovány příslušné předpisy Evropské unie. [38]

2.2.1 ZEVO a spalovna odpadu

Zatímco ZEVO využívá odpad termickým procesem k výrobě tepelné a elektrické energie, v klasické spalovně dochází pouze k jeho odstranění oxidací. Zákon spalovnu definuje buď jako stacionární zdroj určený k tepelnému zpracování odpadu, jehož účelem není výroba energie, nebo jako stacionární zdroj, ve kterém více než 40 % tepla vzniká tepelným zpracováním nebezpečného odpadu, případně ve kterém se tepelně zpracovává neupravený SKO. [38]

2.2.2 Základní pojmy v zákoně o ochraně ovzduší

V zákoně jsou definovány důležité základní pojmy, které se týkají problematiky ovzduší. [38]

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

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

Emisní limity – nejvýše přípustné úrovně znečištění stanovené zákonem.

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

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

2.2.3 Emise – emisní limity, měření emisí a poplatky za znečišťování

Při spalování odpadu platí pro ZEVO evropská legislativa, která dovoluje vypouštět pouze minimální hodnoty emisí do ovzduší. Emisní limity jsou v zákoně definovány jako nejvýše přípustné množství znečišťujících látek nebo skupiny znečišťujících látek vnášené do ovzduší ze stacionárního zdroje. [38]

Emisní limity pro stacionární zdroje se rozlišují na obecné a specifické. Obecné emisní limity jsou určeny pro jednotlivé znečišťující látky. Specifické emisní limity jsou stanoveny specificky pro jednotlivé typy stacionárních zdrojů. [38]

ZEVO mají povinnost zjišťovat vypouštění množství znečišťujících látek do ovzduší. Proto je nařízeno provádět měření emisí. Měření je nutné vykonávat v místě, za kterým již nedochází ke změnám ve složení vypouštěného odpadního plynu do vnějšího ovzduší na každém komínu, které stacionární zdroj má. Měření úrovně znečištění emisí se provádí jednorázově nebo kontinuálně. [39]

Jednorázové měření se provádí u spalovacích stacionárních zdrojů, jejichž jmenovitý tepelný příkon je 50 MW a vyšší, které spalují tuhá nebo kapalná paliva. Měření se uskutečňuje v intervalech, které stanoví úřad v integrovaném povolení. Postupuje se podle určených technických norem dle zákona. Akreditovaná laboratoř odebere vzorky buď manuálně, nebo s použitím přístrojů pro kontinuální měření. [38], [39]

Druhý typ měření je *kontinuální*. Provádí se např. u spalovacích stacionárních zdrojů o jmenovitém tepelném příkonu 50 MW a vyšším pro tuhé znečišťující látky, oxid siřičitý, oxidy dusíku vyjádřené jako oxid dusičitý a oxid uhelnatý. Kontinuální měření emisí se vykonává nepřetržitě za pomoci zařízení, které je nutné každé tři roky podrobit kontrole a kalibraci. Měření se provádí průběžně celý rok a výsledky musí být řádně a pravidelně

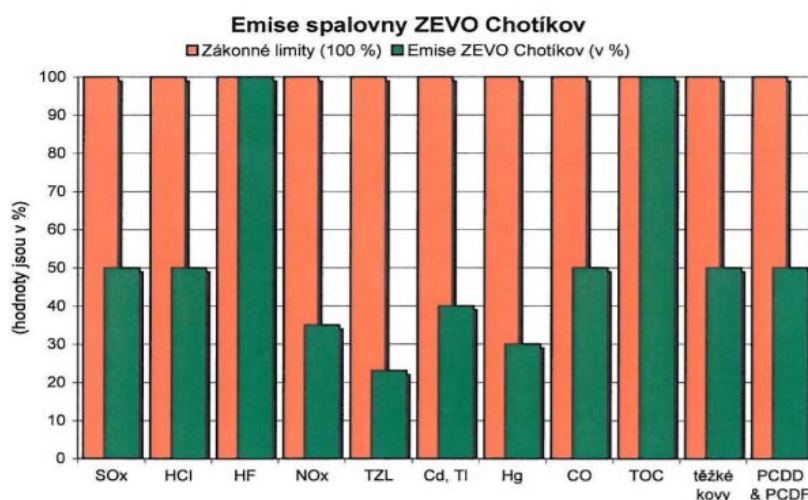
zaznamenávají, vyhodnocovány a archivovány pro kontrolu. Za kontinuální měření emisí ručí provozovatel zdroje znečištění. [38], [39]

ZEVO Plzeň má v tubusu komína nainstalovaný monitorovací systém, který provádí kontinuální měření emisí pomocí sond analyzátorů. Ve spalinách jsou měřeny emise tuhých látek, SO₂, NO_x, CO, organických látek, HCl, HF. Dále jsou kontinuálně měřeny hodnoty teploty, tlaku, vlhkosti, průtoku spalin v tubusu komína, množství spalin na výstupu kotle, kyslíku, teploty vystupujících spalin, obsahu vodních par a množství spalin před vstupem do komína. [40]

V následující tabulce a grafu je zobrazeno, jak se liší zákonné limity od naměřených emisních limitů v ZEVO Plzeň v Chotíkově.

Tab. 4. Emisní limity ZEVO Plzeň [41]

Emise škodlivin	Limity dle NV vyhláška 415/2012 24 hodinové průměrné hodnoty [mg/m ³]	Garantovaná koncentrace 24 hodinové průměrné hodnoty [mg/m ³]
SO ₂	50	25
HCl	10	5
HF	1	1
NO _x	200	70
TZL	10	2,3
Cd,Ti	0,05	0,02
Hg	0,05	0,015
CO	50	25
TOC	10	10
Pb, Sb, As, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn	0,5	0,25
PCDD&PCDF [ng/m ³]	0,1	0,05



Graf. 3. Porovnání emisních limitů – zákonných a emisí ZEVO Plzeň [41]

Provozovatelé stacionárních spalovacích zdrojů platí poplatky za znečišťování ovzduší. Pro stanovení výše poplatku je nutné vědět celkové množství nebezpečných látek vypuštěných za rok (základ poplatku). Poplatek za znečišťování se spočítá jako součin základu poplatku, sazby uvedené v příloze zákona a koeficientu úrovně emisí. Po sečtení poplatků za jednotlivé znečišťující látky za všechny stacionární zdroje v rámci provozovny se celková suma zaokrouhlí na celé stokoruny nahoru. Poplatek je hrazen jednou za kalendářní rok. [38]

3 Energetické, environmentální a ekonomické přínosy energetického využívání odpadů

3.1 Způsoby využívání a odstraňování odpadů

Odpady jsou významným zdrojem energie, které z části nahrazují fosilní paliva při výrobě tepelné a elektrické energie. K výrobě energie z odpadů se využívá hlavně směsný a velkoobjemový komunální odpad z našich domácností, který obsahuje více než 70 % uhlíku. Právě výroba tepla a elektřiny je hlavním energetickým přínosem. ZEVO je toho samotným důkazem, protože vyrobí v celé Evropě teplo téměř pro 16 000 000 domácností a elektrickou energii pro 18 000 000 domácností. [42], [16]

Další způsob EVO je nepříliš známá metoda spoluspalování v cementárnách. Zařízení pro výrobu cementu vyžadují výhřevná paliva, jejíž hlavní složkou je uhlík nebo železo. Tuhé alternativní palivo se rozdrťí a vmíchává se v určitém poměru k primárnímu palivu. Ne všechny druhy odpadu se dají energeticky využít. V České republice spoluspaluje odpad pět cementáren, které spotřebují průměrně 160 000 t odpadu za rok. [43]



Obr. 9. Cementárna Radotín v Praze [44]

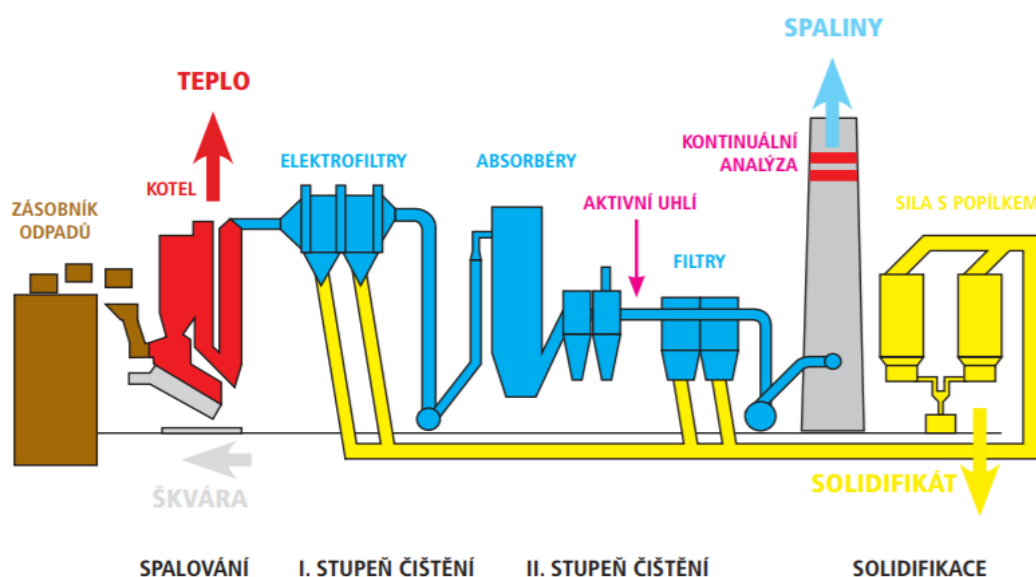
Nejpočetnější skupinou spaloven jsou zařízení pro tepelné zpracování průmyslového a zdravotnického odpadu. Zabývají se odstraňováním nebezpečného odpadu, přičemž jejich kapacita je daleko menší než kapacita ZEVO. Podle posledních zveřejněných informací je v provozu 22 spaloven, které mají převážně lokální význam. Jejich technologie je nastavena na druhy odpadů, které mají úředně povoleny spalovat a jsou kontrolovány. [45]

3.2 Zásadní přínosy EVO

- Úspora nenahraditelných zdrojů paliv (např. ropa nebo uhlí).
- Při spálení odpadu se snižuje jeho objem na 10 % a zároveň se snižuje i jeho hmotnost na 25 %.
- Díky ZEVO se získá energie, ale také se ušetří asi 90 % objemu skládek.
- Při EVO skládkové plyny nevznikají, ale na skládkách odpadů ano (např. metan, který ohrožuje ozónovou vrstvu země).
- Vlivem několikanásobného procesu čištění v ZEVO jsou spaliny vypuštěné do ovzduší daleko čistější, než spaliny z obvyklých uhelných elektráren s odsířením.

Zde byly uvedeny základní body výhod energetického využívání odpadů. [46] V následující kapitole jsou mimo jiné uvedeny další přínosy energetického využívání odpadů a technologické procesy ZEVO.

3.3 ZEVO



Obr. 10. Schéma ZEVO [47]

3.3.1 Výroba tepla a elektrické energie

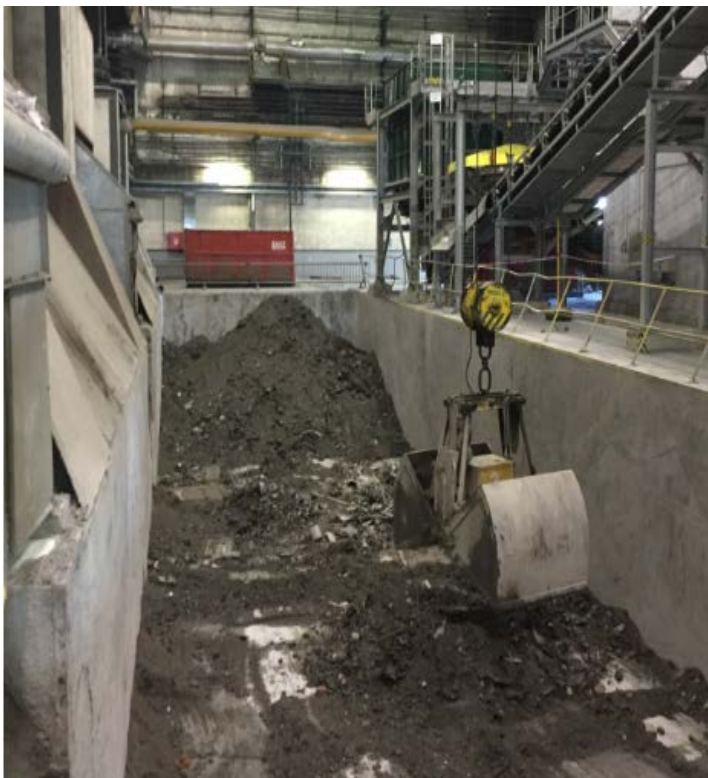
Z uvedeného schématu ZEVO je patrné, jaké kroky je třeba s odpadem provést, abychom ho plnohodnotně využili k požadované výrobě elektrické a tepelné energie. Zpracování odpadu probíhá v následujících cyklech.

1. Na vstupním místě jsou *odpady přiváženy do ZEVO* pomocí nákladních automobilů. Vjezd a výjezd těchto vozidel je směřován přes silniční váhu. Poté je odpad svržen do shromažďovacího zásobníku a promícháván jeřábovým drapákem, aby byl zhomogenizován. [47]



Obr. 11. Jeřáb přesouvá odpad do kotle [48]

2. V určitém množství je odpad pomocí jeřábu přemístěn do násypky *kotle*. V kotli probíhá proces spalování při teplotách požadovaných legislativou, kde odpad musí setrvat nejméně dvě sekundy z důvodu dostatečného spalování. [47]
3. Při procesu spalování vzniká i *škvára*, která je z ohniště dopravována do zásobníku škváry. Spolu se škvárou se do zásobníku dostanou i železné a barevné kovy, které jsou vytříděny. Škváru je možné dále využít k pomocným stavebním účelům a nevyužitý zbytek je ukládán na skládku. Kovy lze znovu přetavením využít v hutích. [47]



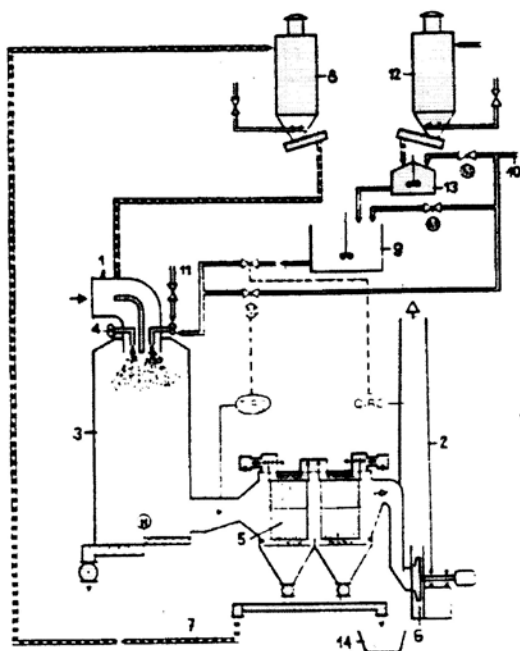
Obr. 12. Zásobník škváry [49]

4. V kotli vzniklé spaliny předávají své teplo vodě a tímto procesem je vyráběna *pára*. Vzniklá pára z kotle směřuje do turbogenerátoru, který slouží k výrobě elektrické energie. Z turbogenerátoru je pára vedena do technologických procesů nebo do soustavy zásobování teplem, kde je její potřebná energie využita pro vytápění obytné zástavby. [47]

3.3.2 Odstraňování nebezpečných látek

Při hoření vznikají ze spalin nebezpečné i neškodlivé látky. Množství nebezpečných látek je potřeba co nejvíce minimalizovat. Proto jsou před jejich vypuštěním do atmosféry podrobeny několika stupňovému procesu čištění elektrofiltry, katalytickými filtry a pračkou spalin.

1. Obecně se používají tři základní *principy čištění spalin*. První z nich je metoda mokrá, kdy spaliny procházejí lázní nebo vějířem prací kapaliny. Při polosuché metodě, která se používá nejčastěji, se vstupující prací kapalina teplem spalin odpařuje. Základem poslední suché metody je dodávání čistícího sorbentu v suchém či navlhčeném stavu. [51]



- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| 1 - Surové spaliny | 8 - Silo recyklu |
| 2 - Čisté spaliny | 9 - Vápenné mléko |
| 3 - Rozprašovací absorbér | 10 - Procesní voda |
| 4 - Trysky | 11 - Tlakový vzduch |
| 5 - Filtr | 12 - Silo páleného vápna |
| 6 - Spalinový ventilátor | 13 - Hašení vápna |
| 7 - Dopravníky prachu | 14 - Tuhý produkt |

Obr. 13. Polosuché čištění spalin [32]

2. Halogenové sloučeniny a oxidy síry se snižují nejčastěji mokrou nebo suchou metodou. Během spalování vznikají také oxidy dusíku, jejichž množství je nutné maximálně redukovat. Nejvíce se využívají dvě základní technologie. Prvním a nejpoužívanějším způsobem je selektivní nekatalytická redukce. Principem této metody je vstříkávání redukčního prostředku nad ohništěm. Vodný roztok amoniaku či urei způsobí transformaci oxidu dusíku na molekulární dusík a vodní páru. Další způsob snížení oxidů dusíku je možný v dražším katalyzátoru při nižší teplotě. Tato druhá technologie se nazývá selektivní katalytická redukce. [47], [50]

3. Ve spalinách se nachází velké množství popílku. Spaliny jsou po opuštění kotle zavedeny do *elektrofiltru*, ve kterém dochází působením elektrostatické síly k zachytávání převážné části popílku na elektrodě. Zachycený popílek je odváděn do sila, odkud je přiváděn k extrakci těžkých kovů a solí. Extrakční látka je aktivní kyselina z prvního stupně pračky spalin. Popílek je přefiltrován do zásobníku škváry a s prací vodou přiváděn k procesu čiření. Vyčištěný popílek se dále využije ve stavebnictví. [47]

4. V další části procesu po odlučování popílku jsou spaliny zavedeny do *katalytického filtru*, kde dochází k odstranění zbytkového popílku. V katalytickém filtru také probíhá katalyticko-oxidační destrukce látek dioxinů a furanů, kde jsou rozloženy na neškodné složky. Zbytkový popílek je odvážen na určenou skládku. [47]
5. Nakonec jsou po katalytickém filtru spaliny čištěny v několika stádiích v *pračce spalin*, kde jsou nebezpečné látky pomocí chemicko-fyzikální absorpce převedeny do prací vody. Spaliny jsou vyčištěny, zavedeny do komína a následně vedeny přímo do ovzduší. [47]



Obr. 14. Budova pračky spalin [6]

6. Prací vody z prvního stupně jsou s pracími vodami ostatních stupňů pračky čířeny (neutralizace, vložkování, sedimentace, filtrace). Výsledkem číření je upravená prací voda vypuštěná do kanalizace. Produktem odkalování je také filtrační koláč, který obsahuje až 20 % zinku a lze ho využít jako surovinu. [47]
7. Provoz ZEVO je řízen samočinně pomocí *počítačů*. V celém zařízení jsou namontována snímací a monitorovací čidla, která dohlížejí na správné provozní procesy. Z čidel se shromažďují data v počítačích, a tak je provoz řízen efektivně. [52]



Obr. 15. Řízení procesu [53]

3.4 EVO z pohledu ekonomie

Skládkování odpadů je nejlevnější způsob nakládáním s odpady, ale z environmentálního hlediska to není nijak příznivé. Proto je důležité třídít odpady, které se díky recyklaci znovu mohou efektivně využít. Podle statistiky v roce 2018 až 73 % obyvatel ČR aktivně třídilo odpady a 71 % obalů bylo vytríděno a předáno k využití či recyklaci. Třídění a navíc i získávání energie z obnovitelných zdrojů jsou podstatně dražší, než je samotné energetické využívání odpadů. [54], [55]

3.4.1 Ekonomika ZEVO

ZEVO, které musí být vybaveno nejlepší technologií na ochranu životního prostředí a výrobu energie, má poměrně vysoké vstupní investice. U ZEVO o kapacitě 100 000 tun odpadů za rok se rozpočet na výstavbu kompletního zařízení pohybuje okolo 2,5 mld. Kč. [55]

Finanční náklady na pořízení technologie a stavby se hradí běžně z investičního úvěru. Úvěr je dále splácen z výsledků hospodářské činnosti samotného zařízení. Pokud je investorem město nebo obec, z prostavěných nákladů nic nesplácí. Zařízení na energetické využívání odpadu si na splátky úvěru vydělává samo. Předně proto, že prodává vyrobené teplo a elektrickou energii, a k tomu přijímá finance za odstraňování odpadů dle ceníku od dodavatelů. Finanční subjekty hodnotí projekty ZEVO s klasickou technologií

pozitivně. Jedná se totiž o projekty provozně stabilní s dobrou ekonomickou návratností. [55]

Před rozhodnutím o výstavě ZEVO je přínosné zpracovat finanční analýzu na základě provozních, investičních a finančních nákladů. Do finanční analýzy se musí zahrnout i předpokládané výnosy z prodeje energií a likvidací dovezených odpadů od dodavatelů. Vykalkulovaná výsledná cena za odpady se promítne do reálného poplatku přijatelného pro občany a firmy. [55]

Je nutné, aby zákonodárci a investoři ČR prosazovali financování výstavby zařízení s podporou z Fondů EU, tak jak to nyní činí řada jiných evropských zemí. Poskytnutá dotace má hlavní vliv na ekonomiku celého projektu a tím lze udržet ceny v ZEVO na úrovni současných cen za skládkování odpadů. Energetické využívání odpadů se bezpochyby stane nejen nejvýhodnějším způsobem nakládání s SKO, ale i zajistí vyšší ochranu ŽP a vykoná plnění závazků vůči Evropské unii. [55]

ZEVO přinášejí provozovatelům minimální ekonomická rizika, což je ověřené provozováním fungujících zařízení v ČR i v ostatních zemích. Vzhledem k vysoké technické úrovni zařízení jsou jednorázové investice na náklady poměrně vysoké. Díky významnému objemu vyrobených a prodaných energií se dá říci, že jde o ekonomicky dlouhodobě stabilní projekty se zajištěnou ekonomickou návratností. Dalším přínosem jsou nízké nároky na počet zaměstnanců provozu, neboť se jedná o vysoce automatizované zařízení. [56]

Vyprodukované reziduální látky se mohou využívat ke stavebním účelům nebo se mohou ukládat na příslušnou skládku. Tyto kvalitní látky redukuje náklady spojené s jejich odstraňováním. Vyšší kvalita technologie vede k nižším provozním nákladům. [55]

4 Návrh optimálního způsobu logistiky a techniky pro energetické využívání

4.1 Rozšíření druhů separovaných odpadů

Skládkování odpadů není vhodný způsob nakládání s odpady a to hlavně z environmentálního hlediska. Souvisí to především s dopadem negativních vlivů na

životní prostředí. Současně uložením na skládku zcela přicházíme o materiálové a energetické zdroje obsažené v odpadech. Proto by se nemělo čekat až na rok 2024, kdy zákon zavedl zákaz skládkování směsného komunálního odpadu, ale omezovat toto uložení již nyní. Proto by měl stát nějakým efektivním způsobem motivovat dodržování materiálového využití odpadů. Totiž recyklovaný odpad jako materiálově využitý snižuje množství odpadu končícího na skládkách. Lidé by měli být zajímavě informováni, aby začali o odpadech více přemýšlet.

Evropský parlament v roce 2018 odsouhlasil balíček oběhového hospodářství, ve kterém jsou cíle pro recyklaci KO stanoveny na 55 % v roce 2025, 60 % v roce 2030, 65 % v roce 2035. Pro obce a města České republiky to znamená, že současný systém třídění odpadů funguje správně, proto není třeba zavádět žádná jiná nová řešení. [57]

Téměř jistě lze dosáhnout těchto cílů v termínech stanovených Evropským parlamentem, pokud se stát zaměří na zahuštění separačních míst v aglomeracích a zkvalitnění a rozšíření sítě odděleného sběru tříděných komodit. Vedle běžně fungujících kontejnerů na papír, sklo, plasty, elektroodpad, bioodpad by se mohly výrazně rozšířit počty oranžových kontejnerů na nápojové obaly a šedých kontejnerů na kovové obaly. Tímto opatřením se sníží objem SKO v černých kontejnerech, který se standardně sváží do ZEVO.

Další vylepšení třídícího procesu lze dosáhnout za pomoci výrazné obrazové kampaně na kontejnerech pro separovaný odpad. I tímto jednoduchým nenákladným opatřením je možné zredukovat už tak vysoké číslo 196 kg směsného komunálního odpadu za rok na jednoho obyvatele. [59]



Obr. 16. Barevné rozlišení kontejnerů k třídění odpadu [58]

V zimním období se běžně vhazuje do černého kontejneru popel, který vzniká spálením uhlí nebo dřeva v příměstských oblastech. Po příjezdu do ZEVO je odpad svržen do zásobníku, ve kterém dochází vlivem popela k velké prašnosti. Jeřábníci jsou tak omezováni vykonávat řádně svoji práci. Další nevýhodou a nebezpečím je, že horký popel může vyvolat v zásobníku požár. Z těchto uvedených důvodů by bylo nejlepší, aby každý vlastník kotle na tuhá paliva měl vlastní kovovou popelnici určenou pouze na popel. Ten se bude pravidelně odvážet popelářským vozem na určité skládky.

4.2 Optimální přeprava odpadů do ZEVO

Logistika pojednává o svozu odpadu až do místa ZEVO. Pro svoz komunálního odpadu se z blízké dojezdové vzdálenosti používají svozová vozidla. Oproti ze vzdálenějších míst se využívá systém velkokapacitních nákladních vozů či doprava po železnici. K těm je však třeba vybudovat systém překladišť. [60]

Pro vhodnou přepravu odpadu by se měly zjistit veškeré informace o dostupnosti tras, které vedou k ZEVO. Z vybraných tras se vyhodnotí, která by byla optimální z pohledu časové náročnosti.

4.2.1 Oblast přímého svozu

Oblast přímého svozu je území z hlediska dopravní vzdálenosti do 25 km (v některých případech do 30 km) od ZEVO. Dalším, na něj navazujícím faktorem, je prostupnost komunikací a čas sběru a následného svozu směšného komunálního odpadu do ZEVO. Zpravidla je čas dojezdu do ZEVO určen na půl hodiny a předpokládá se, že zaplnění jednoho svozového vozu sběrem SKO trvá 2 až 3 hodiny. Tento vůz dojede do zařízení alespoň dvakrát za jednu směnu. V Plzeňském kraji ve vymezené oblasti je dohromady 13 měst a 98 obcí. [59]

4.2.2 Překládací stanice v Plzeňském kraji

Stávající překládací stanice

Podle posledních dostupných dat jsou v Plzeňském kraji celkem tři překládací stanice. První překládací stanice se nachází ve městě Horažďovice. Zařízení slouží pro překládání SKO z území měst a obcí Šumavy, kde jsou velké svozové vzdálenosti. Odpady jsou tady

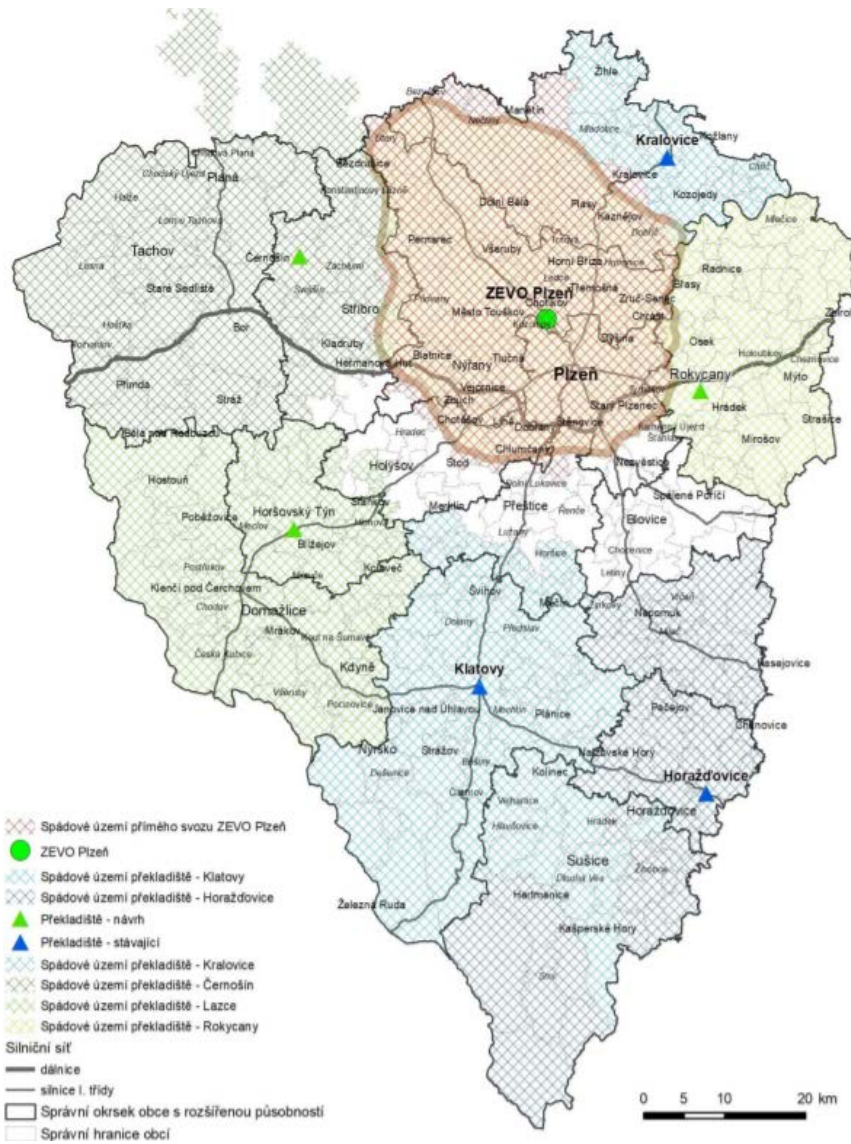
komprimovány a odváženy většími vozy do Středočeského kraje na skládku. Další zařízení se nachází v Kralovicích. Odpad je svážen ze vzdálenějších obcí a měst Plzeň – sever. Nejnovější překládací stanice je ve Štěpánovicích u Klatov, která byla zprovozněna v roce 2016. Tato poslední stanice je vybudována pro komprimaci převážně SKO. Tyto zmíněné překládací stanice jsou schopny zajistit přeložení SKO z oblasti Šumavy, Horažďovicka a Nepomucka, Sušicka a Klatovska v projektované roční kapacitě 35 000 tun. Po roce 2024 by se měl s největší pravděpodobností zkomprimovaný odpad z těchto stanic odvážet do ZEVO Plzeň. [59]

Navrhované překládací stanice

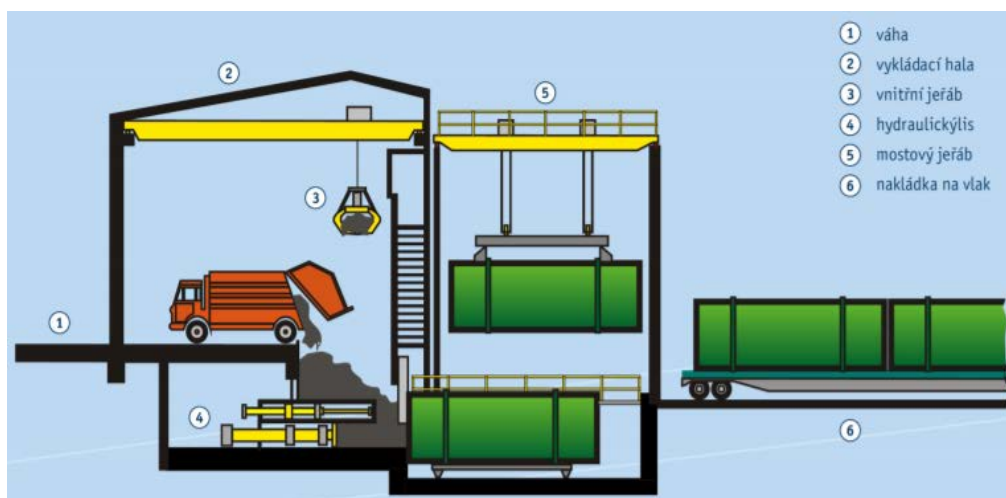
Na základě potřeb odpadového hospodářství Plzeňského kraje není dostatečné pokrytí území prostřednictvím překládky odpadů do větších vozů nebo do kontejnerů pro vlakovou přepravu a jeho svoz do nejbližšího ZEVO. Překladiště chybí v oblasti Rokycanska, Domažlicka a oblasti Tachovska, která jsou nutná do roku 2024 vyprojektovat a vybudovat. Nejeftivnější řešení se nabízí postavit překladiště na územích současných řízených skládek odpadu ve výše uvedených oblastech. Nejenom proto, že je zde zajištěna fungující logistika dopravy, ale i zaveden provoz zařízení pro nakládání s odpady včetně potřebné legislativy. [59]

V současné době jsou v oblasti Rokycanska v provozu 4 skládky. Překládací stanice se plánuje vybudovat na stávající skládce u obce Němčičky s kapacitou do 15 000 tun odpadu. Ostatní skládky v této oblasti budou uzavřeny. Z území okresu Domažlice se sváží SKO z 83 měst a obcí na skládku Lazce u Horšovského Týna. Plánuje se výstavba překládací stanice na pozemku současné skládky s kapacitou 12 000 tun. V oblasti Tachovska je v provozu skládka SKO u Černošína, která se připravuje k výstavbě překládací stanice s kapacitou 15 000 tun odpadu za rok. [59]

Předpokládaná investice za každou samostatnou překládací stanicí se odhaduje do 15 000 000 Kč. Investoři by měli uvažovat o možnosti přivedení železniční vlečky až k překládacím stanicím. Tato doprava naplněných kontejnerů je finančně méně nákladná. Dalším přínosem použití vlečky je absence nežádoucích výfukových plynů z naftových motorů nákladních aut.

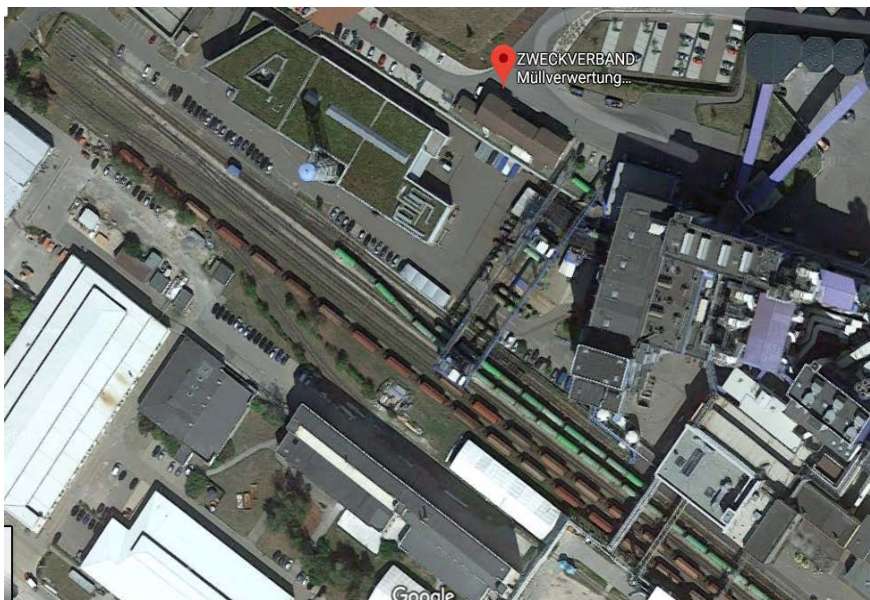


Obr. 17. Současné a navrhované překládací stanice [59]



Obr. 18. Schéma stanice pro překládání odpadů [61]

Vzhledem k tomu, že jsou v ČR další tři zařízení pro spalování odpadů, předpokládám, že se transport za pomoci překládacích stanic bude řešit v těchto oblastech obdobně. Můžou se lišit počtem již vybudovaných a fungujících překládacích stanic i způsobem dopravy kontejnerů, neboť se v okolí některých zařízení vyskytují železniční vlečky.



Obr. 19. ZEVO Schwandorf – s mostovým jeřábem a se železniční vlečkou [62]

4.2.3 Centrální ZEVO pro celou Českou republiku

Životnost nových zařízení pro energetické využití odpadů se dle dostupných informací odhaduje na 35 let. Nabízí se proto otázka, zda je možné po ukončení provozu výše uvedených městských zařízení vybudovat jedno velké centrální ZEVO pro celou Českou republiku. Nejvhodnější oblast pro výstavbu zařízení by se měla vyhledat s dostupnou železniční tratí a dopravní infrastrukturou. Roční kapacita centrálního zařízení se odvine podle množství vyprodukovaného odpadu za rok, podle počtu obyvatel a dodržení nařízení o materiálovém využití 65 % odpadu.

4.2.4 Nové elektrické vozidlo

V roce 2019 společnost Volvo Trucks začala s prodejem zcela nového elektrického vozidla Volvo FE Electric pro soz KO. První Volvo FE Electric je vybaveno nástavbou navrženou společně s firmou Faun, která je největším evropským výrobcem nástaveb. Elektrický vůz již začal jezdit na počátku roku 2019 v Hamburku, které je druhé největší město Německa. [64]

Vozidla si budou pořizovat města, která si chtějí zlepšovat kvalitu ovzduší, redukovat hlučnost dopravy a vyhnout se dopravním zácpám. Vozidla tedy mohou jezdit hned brzy ráno nebo pozdě večer a zajistit tak tichý svoz bez výfukových zplodin. Vůz vydrží osmi až desetihodinovou pracovní směnu s dojezdem až 200 km. Doba nabíjení s největším nabíjecím výkonem 150 kW trvá 1,5 hodiny a nabíjení s nízkým odběrem 10 hodin. [64]



Obr. 20. Volvo FE Electric [63]

Ministerstvo životního prostředí ČR opět vyhlásilo možnost získání dotace na pořízení elektromobilů jak pro obce a města, tak pro příspěvkové a veřejné výzkumné organizace. Nabízí se proto možnost nákupu těchto moderních ekologických vozidel do majetku obcí a měst a tím postupně přispět k zajištění snižování oxidu uhličitého ve městech. [65]

Závěr

V této bakalářské práci bylo cílem poskytnout a objasnit veškeré podstatné informace o energetickém využívání odpadů.

V první kapitole vysvětluji, jak se liší situace v problematice nakládání s odpady u nás – v České republice a ve vybraných zemích v zahraničí. Můžu říci, že nejlépe si vede v energetickém využití Švédsko. V samotné zemi je tak nedostatek odpadů, proto se musí dovážet ze zahraničí. Dále je z grafu a z dostupných údajů patrné, které další země jsou dostatečně vybaveny zařízeními pro energetické využití odpadů. Ze získaných informací jsem zjistila, že po celém světě se plánují další výstavby nových, větších, modernějších zařízení z důvodu velkého nárůstu odpadů.

V druhé kapitole uvádím dva zásadní zákony. První zmiňuji zákon o odpadech č. 185/2001 Sb., ze kterého např. uvádím základní stupně nakládání s odpady. Téma energetické využívání odpadů je uvedené až na čtvrtém místě v hierarchii před skládkami. Druhý uvádím zákon o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb., kde popisuji základní pojmy, emise a hlavní rozdíl mezi ZEVO a spalovnou.

V další kapitole analyzuji přínosy EVO. Nejprve uvádím způsoby využívání a odstraňování odpadů. Následně popisuji princip ZEVO od příjmu odpadů až po výstup škodlivin z komína. V závěru této kapitoly vysvětluji EVO z pohledu ekonomického hlediska, kde jsou rozebrány informace o nákladech ZEVO.

V poslední kapitole jsem do jisté míry zmínila několik návrhů. První návrh se týkal rozšíření počtu nádob pro recyklované odpady. V druhém návrhu se zabývám technickou a ekonomickou stránkou dopravy odpadu ze vzdálenějších míst včetně rozšíření počtu překládacích stanic. Dalším návrhem je zamyšlení nad budoucím vývoji v ČR a možnosti vybudování jednoho velkokapacitního ZEVO. Nakonec této bakalářské práce doporučuji pořízení nového elektrického vozidla na svoz odpadu pro obce a města z důvodu zlepšení životního prostředí.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] Marius Pedersen. *Produkce odpadů a jeho energetické využívání* [online]. Nedatováno. [cit. 5.3.2019]. Dostupné z: <https://www.mariuspedersen.cz/cs/o-marius-pedersen/sluzby/12.shtml>
- [2] Tzbinfo. *Směrnice 2008/98/ES o nakládání s odpady* [online]. 27.10.2014 [cit. 2.3.2019]. Dostupné z: <https://energetika.tzb-info.cz/nakladani-s-odpady/11897-spalovny-odpadu-odpad-jako-palivo>
- [3] Ministerstvo životního prostředí. *Nakládání s komunálními odpady* [online]. 2013 [cit. 4.3.2019]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/projekty_po8_opzp_2007_2013/\\$FILE/ODP-4_4_MZP_FIN-20160810.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/projekty_po8_opzp_2007_2013/$FILE/ODP-4_4_MZP_FIN-20160810.pdf)
- [4] Oenergetice. *Roční kapacita energetického využívání odpadů v Evropě a současný stav energetického využívání odpadů v ČR* [online]. 5.4.2018 [cit. 2.3.2019]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/zivotni-prostredi/infografika-energeticke-vyuziti-odpadu-evrope-ceske-republice/>
- [5] Oenergetice. *Porovnání ČR s Evropou ohledně EVO* [online]. 4.3.2018 [cit. 2.3.2019]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/energetika-v-cr/si-vede-cr-energeticke-vyuzivani-odpadu-oproti-eu-vyznamne-zaostavame>
- [6] Skupina ČEZ. *ZEVO v ČR* [online]. Nedatováno. [cit. 6.3.2019]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/zevo/co-je-zevo.html>
- [7] Pražské služby. *ZEVO Malešice v Praze* [online]. Nedatováno. [cit. 6.3.2019]. Dostupné z: <https://www.psas.cz/index.cfm/sluzby-firmam/zarizeni-pro-energeticke-vyuzivani-odpadu/energeticke-vyuzivani-odpadc5af/>
- [8] Oenergetice. *ZEVO Plzeň* [online]. 13.8.2016 [cit. 6.3.2019]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/spalovna-u-plzne-za-21-mld-kc-ma-povoleni-ke-zkusebnimu-provozu>
- [9] ZEVO PLZEŇ. *ZEVO Plzeň* [online]. Nedatováno. [cit. 6.3.2018]. Dostupné z: <https://www.zevoplzen.cz/fotografie>
- [10] Český hydrometeorologický ústav. *Zařízení pro tepelné zpracování komunálního odpadu* [online]. 16.4.2019 [cit. 6.3.2019] Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/emise/spalovny/index.html>
- [11] Lidovky. *ZEVO ve Švédsku* [online]. 13.1.2017 [cit. 7.3.2019]. Dostupné z: https://www.lidovky.cz/svet/svedove-musi-dovazet-odpad-z-jinych-zemi-vymysleli-revolucni-recyklacni-system.A170113_120853_In_zahranici_ele
- [12] Envi Web. *ZEVO a dovoz odpadů v Holandsku* [online]. 3.12.2013 [cit. 8.3.2019]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/97853>
- [13] Flowee. *Třídění odpadů v Holandsku* [online]. 29.6.2017 [cit. 8.3.2019]. Dostupné z: <https://www.flowee.cz/eco/zivotni-prostredi/1939-jak-holandska-obchodnicka-duse-pomalu-ubiji-prirodu>
- [14] Odpad je energie. *ZEVO ve Švýcarsku* [online]. Nedatováno [cit. 8.3.2019]. Dostupné z: <http://www.odpadjeenergie.cz/svet-a-cr/cr-a-evropa/svycarsko>
- [15] Tretiruka. *ZEVO v Rakousku* [online] 14.5.2012 [cit. 9.3.2019]. Dostupné z: <https://www.tretiruka.cz/news/spalovna-pfafenau-a-spalovna-nebezpecnych-odpadu-simmering-haide/>
- [16] 5 plus 2. *ZEVO v zahraničí – Rakousko, Japonsko, Čína, přínosy ZEVO* [online] 2.3.2018 [cit. 9.3.2019]. Dostupné z: <http://www.5plus2.cz/file.aspx?d=2.3.2018&n=PETPLUSDVA&e=QB-MELNIK&t=pdf>
- [17] ODPADY. *ZEVO v Dánsku* [online]. 12.4.2013 [cit. 13.3.2019]. Dostupné z:

- <https://www.odpady-online.cz/dansko-waste-is-not-a-waste/>
- [18] Oenergetice. *ZEVO Amager Bakke* [online]. 19.1.2017 [cit. 13.3.2019]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/amager-bakke-aneb-sobe-bude-ukryvat-sjezdovka-centru-kodane/>
- [19] Průmyslová ekologie. *Plánované cíle ve Francii* [online]. 9.5.2017 [cit. 15.3.2019]. Dostupné z: <http://www.prumyslovaekologie.cz/Dokument/102197/jaka-je-budoucnost-zpracovani-zbytkoveho-odpadu-ve-francii.aspx>
- [20] Oenergetice. *Nové ZEVO ve Spojeném království* [online]. 19.9.2018 [cit. 16.3.2019]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrarny-evropa/bojovat-se-skladkovanim-odpadu-britanie-sazi-energeticke-vyuzivani/>
- [21] SIEMENS. *ZEVO Covanta* [online]. 21.8.2018 [cit. 19.3.2019]. Dostupné z: <https://www.siemens.cz/energo/energie-z-odpadu-v-dublinu>
- [22] COVANTA. *ZEVO Covanta* [online]. 2018 [cit. 12.3.2019]. Dostupné z: <https://www.dublinwastetoenergy.ie/>
- [23] Průmyslová ekologie. *ZEVO Baoan* [online]. 31.10.2016 [cit. 9.3.2019]. Dostupné z: <http://www.prumyslovaekologie.cz/Dokument/100435/v-cine-roste-nejvetsi-spalovna-na-svete.aspx>
- [24] Oenergetice. *Nové ZEVO Mexiko* [online]. 25.5.2018 [cit. 19.3.2019]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/veolia-postavi-mexiku-jedno-nejvetsich-zevo-svete/>
- [25] Oenergetice. *Nové ZEVO v Západní Austrálii* [online]. 27.10. 2018 [cit. 20.3.2019]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/zahranicni/zapadni-australii-postavi-prvni-zarizeni-energeticke-vyuziti-odpadu/>
- [26] Ministerstvo životního prostředí. *Úvod do zákona o odpadech* [online]. Nedatováno. [cit. 20.3.2019]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/odpadove_hospodarstvi
- [27] Zákon č. 185/2001 Sb., *Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů*. In: Sbírka zákonů 14.6., částka 71. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-185>
- [28] Vyhláška č. 93/2016 Sb., *Vyhláška o Katalogu odpadů*. In: Sbírka zákonů 31.3., částka 38. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-93>
- [29] Odpad je energie. *Hierarchie dle zákona o odpadech* [online]. Nedatováno. [cit. 22.3.2019]. Dostupné z: <http://www.odpadjeenergie.cz/ochrana-zp/vychodiska/hierarchie-nakladani-s-odpady>
- [30] APE. *Hierarchie dle zákona o odpadech* [online]. Nedatováno. [cit. 22.3.2019]. Dostupné z: <http://www.odpady-ape.cz/cs/o-odpadech/jak-zachazet-s-odpady.html>
- [31] APE. *Prevence vzniku odpadů* [online]. Nedatováno. [cit. 22.3.2019]. Dostupné z: <http://www.odpady-ape.cz/cs/o-odpadech/predchazeni-vzniku-odpadu.html>
- [32] LANG Martin. *Materiály k předmětu odpadového hospodářství, prezentace spalování odpadů*
- [33] Wikipedie. *Princip spoluspalování odpadů* [online]. 16.2.2018 [cit. 22.3.2019]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Spoluspalov%C3%A1n%C3%AD>
- [34] Vyhláška č. 477/2012 Sb., *Vyhláška o stanovení druhů a parametrů podporovaných obnovitelných zdrojů pro výrobu elektřiny, tepla nebo biometanu a o stanovení a uchování dokumentů*. In: Sbírka zákonů 31.12., částka 180. Dostupné z: <https://zakonyprolidi.cz/cs/2012-477>
- [35] Biom. *Podmínky EVO* [online]. 9.3.2013 [cit. 25.3.2018]. Dostupné z: <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/energie-z-odpadu-I>
- [36] Ministerstvo životního prostředí. *Plánované zvýšení poplatku za skládkování odpadů* [online]. Nedatováno [cit. 25.3.2019]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/articles_160217_LN
- [37] Český statistický úřad. *Nakládání s komunálními odpady* [online]. 2017 [cit. 25.3.2019]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/98121403/280029->

- 18.pdf/d436516c-38ab-4ddb-a325-50eeb7e89f5b?version=1.2
- [38] Zákon č. 201/2012 Sb., *Zákon o ochraně ovzduší*. In: Sbíрка zákonů 13.6., částka 69. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-201>
- [39] Vyhláška č. 415/2012 Sb. *Vyhláška o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší*. In: Sbíрка zákonů 30.11., částka 151. Dostupné z: <https://zakonyprolidi.cz/cs/2012-415>
- [40] ZEVO Plzeň. *Kontinuální měření emisí v ZEVO Plzeň* [online]. Nedatováno. [cit. 28.3.2019]. Dostupné z: <https://www.zevoplzen.cz/monitoring>
- [41] Docplayer. *Emisní limity ZEVO Plzeň* [online]. Nedatováno [cit. 28.3.2019] Dostupné z: <https://docplayer.cz/8394203-Spalovna-zevo-chotikov.html>
- [42] Vítejte na Zemi, 2013. *Odpad jako zdroj energie* [online]. Nedatováno. [cit. 30.3.2019]. Dostupné z: http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/?p=energeticke_vyuziti_odpadu&site=odpady
- [43] Oenergetice. *Spoluspalování v cementárnách* [online]. 22.7.2015 [cit. 30.3.2018]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/teplarenstvi/energeticke-vyuziti-odpadu-alternativa-za-fosilni-paliva/>
- [44] Wikipedie. *Cementárna Radotín v Praze* [online]. 3.1.2019 [cit. 30.3.2019]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Cement%C3%A1rna_Radot%C3%ADn#/media/File:Praha,_Radot%C3%ADn,_cement%C3%A1rna.jpg
- [45] Odpad je energie. *Spalovny nebezpečného odpadu* [online]. Nedatováno. [cit. 1.4.2019]. Dostupné z: <http://www.odpadjeenergie.cz/vyroba-energie/zarizeni-evo-v-cr/kde-se-u-nas-vyrabi-energie-z-odpadu>
- [46] Odpad je energie. *Zásadní přínosy energetického využívání odpadů* [online]. Nedatováno. [cit. 1.4.2019]. Dostupné z: <http://www.odpadjeenergie.cz/vyroba-energie/predpoklady/co-prinasi-energeticke-vyuzivani-odpadu>
- [47] VRBOVÁ Martina, MOJŽÍŠ Josef, LOCHOVSKÝ Martin, BALNER Petr, 2010. *EKOABECEDA – ODPADY A OBALY, Informační příručka pro učitele* [online]. EKO-KOM, a. s., 2010 ISBN: 978-80-904833-0-9 [cit. 3.4.2019]. Dostupné z: http://www.recyklohrani.cz/images/uploaded/files/prirucka_pro_ucitele.pdf
- [48] Foto: Daniel Černovský. *Jeřáb přesouvá odpad do kotle* [online]. 12.2.2018 [cit. 3.4.2019] dostupné z: <https://www.blesk.cz/galerie/regiony-praha-praha-zpravy/735966/prazska-spalovna-jako-turisticka-atrakce-rekonstrukce-za-tri-miliardy-se-dotkne-vybaveni-i-vzhledu?foto=4>
- [49] ZŠ Staré město. *Zásobník škváry* [online]. 6.3.2015 [cit. 3.4.2019]. Dostupné z: <https://www.zsstmesto.cz/2015/03/06/ekotym-se-vydal-do-spalovny/>
- [50] Skupina ČEZ. *Snižování oxidu dusíku* [online]. Nedatováno [cit. 3.4.2019]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/02/snizovem_5.html
- [51] Enviwiki. *Metody čištění spalin* [online]. 2.3.2019 [cit. 6.4.2018]. Dostupné z: https://www.enviwiki.cz/wiki/Spalovna_odpad%C5%AF
- [52] Odpad je energie. *Monitoring počítačů* [online]. Nedatováno [cit. 6.4.2019]. Dostupné z: <http://www.odpadjeenergie.cz/vyroba-energie/proces/vsechno-ridi-pocitace>
- [53] ZEVO PLZEŇ. *Obr. 14. Řízení procesu* [online]. Nedatováno. [cit. 6.4.2019]. Dostupné z: <https://www.zevoplzen.cz/video>
- [54] Ekokom. *Statistika třídění odpadů v roce 2017* [online]. Nedatováno. [cit. 10.4.2019]. Dostupné z: <https://www.ekokom.cz/cz/obce-a-mesta/obce-funkce>
- [55] Odpad je energie. *Ekonomika ZEVO – přínosy* [online]. Nedatováno [cit. 10.4.2019]. Dostupné z: <http://www.odpadjeenergie.cz/svet-a-cr/ekonomika/muzeme-si-dovolit-stavet-spalovny>
- [56] Odpad je energie. *Ekonomika ZEVO – další přínosy* [online]. Nedatováno [cit.

- 10.4.2019]. Dostupné z: <http://www.odpadjeenergie.cz/svet-a-cr/ekonomika/mel-by-stat-podporovat-vystavbu-spaloven>
- [57] AVE. *Cíle pro recyklaci odpadů* [online]. 5.9.2018 [cit. 15.4.2019]. Dostupné z: <https://www.ave.cz/cs/media/novinky/jak-to-bude-s-komunalnimi-odpady-po-roce-2024>
- [58] Foto: JINDRA Michal. *Barevné rozlišení kontejnerů k třídění odpadu* [online]. 13.2.2017 [cit. 18.4.2019]. Dostupné z: <https://www.irohlas.cz/fotogalerie/5367601?fid=5565153>
- [59] T I Centrum, a. s., *Studie překladišť SKO a ostatního energeticky využitelného KO v Plzeňském kraji - viz Příloha* [online]. září 2017 [cit. 20.4.2019] Dostupné z: <http://www.plzensky-kraj.cz/cs/clanek/studie-proveditelnosti-prekladiste-smesneho-komunalniho-odpadu-v-plzenskem-kraji>,
- [60] E-mailová korespondence s Jaroslavem Sedláčkem [online], 11. 1. 2019, Jaroslav.Sedláček@ue.cz
- [61] Zweckverband Müllverwertung Schwandorf. *Schéma stanice překládacích stanic* [online]. 2014 [cit. 20.4.2019]. Dostupné z: <http://www.steo.cz/dokumenty/ODPADY2014/prasentation-steo-brunn-240414-cz-knoll.pdf>
- [62] Google Mapy. *ZEVO Schwandorf – s mostovým jeřábem a se železniční vlečkou* [online]. 2019 [cit. 20.4.2019]. Dostupné z: [https://www.google.com/maps/place/ZWECKVERBAND+M%C3%BCllverwertung+Schwandorf+\(DMF\)/@49.3104783,12.0842574,204m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x410b7d0b58a9758f:0x8391f157ca336081!8m2!3d49.3110389!4d12.0857703](https://www.google.com/maps/place/ZWECKVERBAND+M%C3%BCllverwertung+Schwandorf+(DMF)/@49.3104783,12.0842574,204m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x410b7d0b58a9758f:0x8391f157ca336081!8m2!3d49.3110389!4d12.0857703)
- [63] AUTOHUB. *Volvo FE Electric* [online]. 9.5.2018 [cit. 28.4.2019]. Dostupné z: <https://autohub.de/volvo-fe-electric-truck-weltpremiere-hamburg-2018-lightbox-3c1032ff-1161950-jpg>
- [64] Hybrid. *Volvo nové elektrické vozidlo* [online]. 9.5.2018 [cit. 28.4.2019]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/volvo-predstavilo-elektricke-popelarske-auto>
- [65] Elektrina. *Dotace na pořízení elektromobilů* [online]. 19.12.2018 [cit. 28.4.2019]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/dotace-na-elektromobily>