

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Likvidace odpadů ve městě Plzni s využitím spalovny

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Alžběta JANDAČOVÁ
Osobní číslo: E15B0237P
Studijní program: B2612 Elektrotechnika a informatika
Studijní obor: Technická ekologie
Téma práce: Likvidace odpadů v městě Plzni s využitím spalovny
Zadávající katedra: Katedra elektroenergetiky a ekologie

Zásady pro vypracování

1. Analyzujte druhy zpracování odpadů z hlediska hierarchie nakládání s odpady dle EU.
2. Porovnejte příklady spaloven v ČR a v Evropě.
3. Analyzujte plán odpadového hospodářství v Plzeňském kraji.
4. Zpracujte příklad energetické bilance dopravy z města Plzeň do spalovny Chotíkov.

Rozsah bakalářské práce: 30 – 40 stran
Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

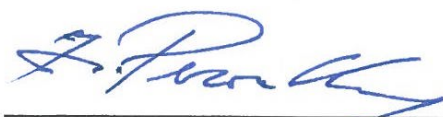
Seznam doporučené literatury:

1. Juraj Kizlink, Kniha: Odpady – sběr, zpracování, využití, zneškodnění, legislativa.
2. Hyžík, J., publikace www.eiconsult.eu.
3. Firemní podklady Spalovna Chotíkov a Teplárna Plzeň.

Vedoucí bakalářské práce: Prof. Ing. Zdeněk Vostracký, DrSc., dr. h. c.
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání bakalářské práce: 5. října 2018
Termín odevzdání bakalářské práce: 13. června 2019

V Plzni dne 5. října 2018


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




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

Abstrakt

Celá bakalářská práce je zaměřena na problematiku nakládání s odpady a jejich likvidaci. Práce se skládá ze 4 hlavních částí. První část seznamuje čtenáře s problematikou a porovnává nakládání s odpady v rámci EU. Druhá teoretická část popisuje princip činnosti zařízení pro energetické využití odpadů v rámci ČR a celé Evropy. Třetí a čtvrtá část je zaměřena na situaci v Plzeňském kraji s ohledem na Plán odpadového hospodářství Plzeňského kraje 2016 - 2026. V závěru práce je uveden příklad energetické bilance dopravy a svozu odpadů. Práce je založena na reálných údajích.

Klíčová slova

Komunální odpad, směsný komunální odpad, likvidace odpadu, hierarchie nakládání s odpady, zařízení na energetické využití odpadů, energetické využití odpadů, recyklace, skládkování, odpadové hospodářství.

Abstract

The whole bachelor thesis is focused on the issue of waste management and disposal. The thesis consists of 4 main parts. The first part introduces readers to the issue and compares waste management within the EU. The second theoretical part describes the principles of operation of equipment for energy recovery of waste in the Czech Republic and throughout Europe. The third and fourth part is focused on the situation in the Pilsen Region with regard to the Waste Management Plan of the Pilsen Region 2016 - 2026. The work is based on real data.

Key words

Municipal waste, mixed municipal waste, disposal of waste, waste hierarchy, energy recovery plant, energy recovery from waste, recycling, landfilling, waste management.

Prohlášení

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

Dále prohlašuji, že veškerý software použitý při řešení této bakalářské práce je legální.

.....
podpis

V Plzni dne 11.6.2019

Alžběta Jandačová

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu bakalářské práce prof. Ing. Zdeňku Vostrackému, DrSc. Dr.h.c. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce. Dále bych chtěla poděkovat konzultantovi mé práce Ing. Pavlovi Drápelovi za vstřícný přístup a zprostředkování firemních podkladů Spalovny Chotíkov.

Obsah

Úvod	8
1 Analýza druhů zpracování odpadů z hlediska hierarchie nakládání s odpady	11
1.1 Hierarchie nakládání s odpady	11
1.1.1 Předcházení vzniku odpadů (prevence)	12
1.1.2 Opětovné použití	13
1.1.3 Recyklace	14
1.1.4 Energetické využití	15
1.1.5 Skládkování	17
1.2 Situace v EU	19
2 Porovnání příkladů spaloven v ČR a v Evropě	22
2.1 ZEVO v ČR	22
2.1.1 ZEVO Plzeň	24
2.1.2 SAKO Brno, a.s.	30
2.1.3 ZEVO Malešice	32
2.1.4 TERMIZO, a.s.	35
2.2 Porovnání ZEVO v ČR	36
2.3 Příklady ZEVO v Evropě	38
2.3.1 Vídeň	38
2.3.2 Schwandorf	40
3 Analýza plánu odpadového hospodářství v Plzeňském kraji	41
3.1 Produkce odpadů v Plzeňském kraji	41
3.1.1 Celková produkce odpadů v letech 2009-2017	41
3.2 Komunální odpad v Plzeňském kraji	43
3.2.1 Materiálově využitelné složky komunálních odpadů a jejich sběr	43
3.2.2 Směsný komunální odpad	43
3.3 Nakládání s odpady v Plzeňském kraji	45
3.3.1 Sběrné dvory	45
3.3.2 Třídící linky a překládací stanice	46
3.3.3 Kompostárny	47
3.3.4 Drcení a recyklace	48
3.3.5 Skládky a spalovna	49
3.4 Souhrn analýzy	50
4 Energetická bilance dopravy z města Plzeň do spalovny Chotíkov	52
4.1 Čistá Plzeň, s.r.o.	52
4.2 Vozidlo na svoz odpadu Mercedes Benz Antos	52
4.3 Elektrické nákladní vozidlo Volvo FE Electric	53
4.4 Model svozu KO	54
Závěr	57
Seznam literatury a informačních zdrojů	58

Úvod

Nakládání s odpady je celosvětový a velice aktuální problém, kterým se současná společnost intenzivně zabývá. Odpadů vzniká v dnešním konzumním světě čím dál tím více a společnost je nucena se do určité míry naučit problematiku nakládání s odpady efektivně řešit. Hierarchie nakládání s odpady je dodržována jen v minoritní části světa a energetické využití odpadů, resp. zařízení pro energetické využití odpadů je dnes možno nalézt pouze v nejdřívejších státech.

Díky novodobému způsobu života vznikají nové vědní obory a vědní disciplíny, které se zabývají právě energetickým využitím odpadů. Podle těchto vědních oborů funguje odpad jako náhrada přírodních neobnovitelných zdrojů a fosilních paliv, čímž tak alespoň z části dochází k udržitelnější úrovni životního prostředí. Energetické využití odpadů je v době přírodních katastrof jedním z nejlepších řešení v rámci odstraňování odpadů.

Likvidaci odpadů ve městě Plzni s využitím spalovny jsem si jako téma bakalářské práce vybrala hlavně proto, že bych se s touto problematikou chtěla blíže seznámit a případně na ni navázat svou diplomovou prací. Práce je rozdělena do čtyř základních částí a primárně se zabývá energetickým využitím odpadů a likvidací odpadů v Plzeňském kraji.

První, teoretická část, se věnuje analýze druhů zpracování odpadů z hlediska hierarchie nakládání s odpady dle EU. Převážně vychází z odborných publikací a textů. Na konci této části je porovnání energetické využití odpadů v rámci celé EU. Tato část by také měla sloužit k seznámení čtenáře s danou problematikou.

Druhá část se zabývá podrobným popisem principu činnosti ZEVO Plzeň, dále popisem ostatních ZEVO v ČR a dalším srovnáním všech 4 ZEVO na území ČR. Na konci druhé části jsou také uvedeny příklady ZEVO, jak je známe v Evropě.

Třetí část prezentuje konkrétní Plán odpadového hospodářství Plzeňského kraje 2016 - 2026. Ostatní data vychází převážně z portálu Ministerstva životního prostředí. V

poslední řadě je zde uveden souhrn celé analýzy a plány do roku 2026 pro jeho budoucí realizaci.

V poslední, praktické části, je uveden model svozu komunálního odpadu společně s návrhem příkladu náhradního řešení samotného svozu odpadů. Porovnává se zde energetická bilance klasického vozidla na svoz odpadu a elektrického nákladního vozidla.

Seznam symbolů a zkratek

<i>BAT</i>	Best Available Technology
<i>BRKO</i>	Biologicky rozložitelný komunální odpad
<i>CEWEP</i>	Confederation of European Waste-to-Energy Plants
<i>CERREC</i>	Centra a sítě pro opravy a opětovné využití
<i>ČR</i>	Česká republika
<i>EEA</i>	Evropská agentura pro životní prostředí
<i>EIA</i>	Environmental Impact Assessment
<i>EU</i>	Evropská unie
<i>EVO</i>	Energetické využití odpadů
<i>IO</i>	Inertní odpad
<i>KO</i>	Komunální odpad
<i>KÚ</i>	Krajský úřad
<i>NO</i>	Nebezpečný odpad
<i>OO</i>	Ostatní odpad
<i>PCB</i>	Polychlorované bifenyly
<i>PCDD</i>	Dioxiny
<i>PCDF</i>	Furany
<i>POH ČR</i>	Plán odpadového hospodářství ČR
<i>PT</i>	Plzeňská teplárenská
<i>SCR</i>	Selektivní katalytická redukce
<i>SKO</i>	Směsný komunální odpad
<i>SNCR</i>	Selektivní nekatalytická redukce
<i>TZL</i>	Tuhé znečišťující látky
<i>ZEVO</i>	Zařízení pro energetické využití odpadů

1 Analýza druhů zpracování odpadů z hlediska hierarchie nakládání s odpady

Pojem odpad

V zákoně o odpadech č. 185/2001 Sb. je odpad definován jako *každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit*. Ke zbavování odpadu dochází ve chvíli, kdy osoba movitou věc buď předá k využití nebo k odstranění, nebo ji předá osobě, která má oprávnění ke sběru nebo výkupu odpadů. Za zbavování odpadu se považuje i okamžik, kdy odstraní movitou věc osoba sama. Tato osoba má povinnost zbavit se věci, jestliže se věc již nevyužívá k původnímu účelu nebo ohrožuje životní prostředí. [6]

1.1 Hierarchie nakládání s odpady

Hierarchie nakládání s odpady určuje posloupnost, podle které by se mělo učinit vše pro to, aby se zcela zabránilo vzniku odpadu. Evropským parlamentem byl přijat obecný model, kde jsou upřednostňovány způsoby nakládání s odpady v následujícím pořadí:

- předcházení vzniku odpadů (prevence);
- opětovné použití;
- recyklace;
- energetické využití;
- skládkování.

Od doby přijetí obecného modelu, který je znázorněn na obr. 1.1, musí členské státy Evropské unie dohlížet na to, aby byly odpady v daném státě jakkoliv využity. Měly by se tedy opětovně využít, recyklovat na jiné výrobky nebo používat na výrobu energie. Až v případě, kdy ani jedna z výše uvedených možností nevyhovuje, může dojít k odstranění odpadu skládkováním při dodržení bezpečnostních podmínek a na zařízeních k tomu jednoznačně určených. [1, 10]



Obr. 1.1: Hierarchie nakládání s odpady [31]

1.1.1 Předcházení vzniku odpadů (prevence)

Prvním a nejpreferovanějším způsobem v hierarchii nakládání s odpady je předcházení vzniku odpadů, resp. prevence, proto má v hierarchii nejvyšší prioritu. Definice předcházení vzniku odpadu v zákoně o odpadech č. 185/2001 Sb. zní jako *opatření přijatá předtím, než se látka, materiál nebo výrobek staly odpadem, která omezují množství odpadu, a to i prostřednictvím opětovného použití výrobků nebo prodloužením životnosti výrobků, nepříznivé dopady vzniklého odpadu na životní prostředí a lidské zdraví, nebo obsah škodlivých látek v materiálech a výrobcích.* [6]

V rámci celé Evropy se ročně vyprodukuje více než 2 miliardy tun odpadu, což způsobuje enormní zátěž pro životní prostředí a nemalou ekonomickou ztrátu v rámci dalšího nakládání s odpady. Odpadová ekonomika EU proto klade na předcházení vzniku odpadů ve členských státech velký důraz, neboť snížení produkce odpadu vede k mnoha environmentálním, ekonomickým a sociálním výhodám. Mezi tyto výhody patří například pokles znečištění vod a půdy, emisí skleníkových plynů a mnoha dalších. Z tohoto důvodu

vznikl program předcházení vzniku odpadů, který vydala Evropská agentura pro životní prostředí (EEA) a členské státy EU jsou nuceny tento program přijmout a vykonávat řadu opatření týkajících se výroby i spotřeby. [9]

V EU také vznikla síť RREUSE, která se věnuje sběru, opravám, prodeji a využívání starých komodit. Tato síť zaměstnává v současné době přibližně 77 000 zaměstnanců a mnoho dalších dobrovolníků, kteří se starají o sběr textilu, nábytku, opravu elektrospotřebičů atd. V ČR je v posledních letech zaznamenána snaha o napodobení těchto sítí a organizací. Mezi nejvýznamnější projekty tohoto typu patří recyklační dílna Zdrojovna či projekt Opravárna. [8]

1.1.2 Opětovné použití

V zákoně o odpadech č. 185/2001 Sb. je opětovné použití odpadů definováno jako *postup, kterým jsou výrobky nebo jejich části, které nejsou odpadem, znovu použity ke stejnému účelu, ke kterému byly původně určeny*. Výrobky se tedy nestávají odpadem a snižuje se díky tomu produkce odpadů, dochází tak k předcházení jejich vzniku. [6]

Na opětovné použití lze prakticky nahlížet jako na opravu určitého předmětu. Je to v podstatě recyklace posunutá na vyšší úroveň, a proto se v hierarchii nakládání s odpady opětovné použití nachází právě nad zmíněnou recyklací. Příkladem může být rozbitý spotřebič, který se po opravě dostává zpět do oběhu. Opětovné použití odpadů úzce souvisí s předcházením jejich vzniku, tedy s prevencí vzniku odpadů. Tyto dva body hierarchie se často prolínají.

Opětovným použitím odpadu se zabývá i Evropská unie, která vytvořila projekt CERREC – Centra a sítě pro opravy a opětovné využití. Cílem projektu je prodloužit životnost výrobků, aby došlo zejména ke snížení vzniku odpadů, k ochraně životního prostředí a k udržitelnému využívání přírodních zdrojů. Aby EU dosáhla co nejefektivnějšího cíle, má v plánu podporovat zakládání sítí a center pro opravy a opětovné použití odpadů ve všech členských státech EU. [7]

1.1.3 Recyklace

Recyklace je proces nakládání s odpady, který vede k opětovnému cyklickému využití různorodých odpadů a jejich vlastností, a jehož název vychází právě ze slova "cyklický". Jedná se tedy o opětovné využití surovin, které jsou v odpadech obsažené, a dochází tak k úspoře přírodních surovinových zdrojů, paliv i energie. Celý proces recyklace se skládá z několika částí a ve výsledku vede ke vzniku tzv. druhotné (recyklované) suroviny. Prvním krokem celého procesu je vytřídění jednotlivých složek odpadů. Z důvodu různého složení materiálu můžeme recyklovat jen jeden druh odpadu dohromady. Poté je odpad různě přetvářen a vzniká materiál, který je použitelný pro další výrobu. [5]

Příkladem recyklace může být rozbitý spotřebič, ze kterého se vezme určitá část a ta se následně využije jinde. Nedochozí tedy k opravě spotřebiče, ale k dalšímu využití jeho části nebo dokonce více částí. Recyklace je z ekologického hlediska důležitou součástí řetězce nakládání s odpady, nicméně je důležité podotknout, že cykly recyklace nejsou nekonečné a některé materiály se po několikanásobné recyklaci již znovu recyklovat nemohou, ale samozřejmě snižuje zátěž životního prostředí, přispívá k menší míře jeho poškozování a napomáhá k využívání odpadu, místo jeho neekologického ukládání na skládku. Nejčastěji se recyklují sklo, papír, plasty, kartony a kovy.

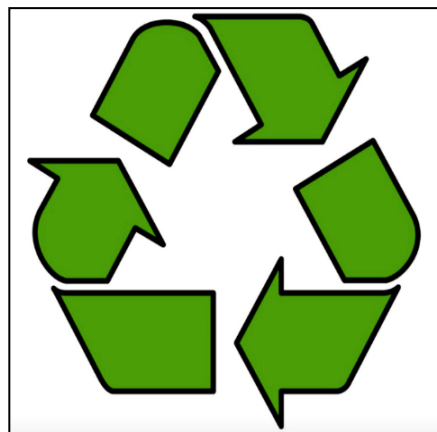
Recyklace se může rozdělit na recyklaci přímou, což je znovuvyužití věci bez další úpravy, a recyklaci nepřímou, která zahrnuje znovuvyužití pomocí znovuzpracování materiálu z odpadu. Příkladem druhého typu recyklace může být použití sběrového papíru při výrobě nového. Typickým příkladem přímé recyklace je zpětné využití automobilových součástí z vrakoviště. [5]

Rozdíl mezi recyklací a tříděním odpadu

Recyklace není třídění odpadu a zároveň třídění odpadu není recyklace. Třídění odpadu je v podstatě separování různých druhů odpadů, které po separování můžeme dále zpracovávat (recyklovat). Samozřejmě není možné zrecyklovat každý materiál, který se do kontejneru na tříděný odpad dostane. Závisí například na tom, zdali je v dosahu odpadu nějaký zpracovatel, který takový druh materiálu umí zpracovat. V některých případech je tedy lepší a smysluplnější odpad energeticky využít. [5]



Obr. 1.2: Třídící kontejnery [5]



Obr. 1.3: Recyklační symbol [5]

1.1.4 Energetické využití

Odpady jsou velmi významným zdrojem energie a může se jimi nahradit výroba tepla a elektřiny, jinak vyráběné spalováním fosilních paliv. ZEVO (závod na energetické využití odpadu) o kapacitě 100 000 t nahradí přibližně 80 000 t hnědého uhlí. Pro tuto výrobu energie využívá komunální odpad, ale mohou se využít například i odpady z průmyslu nebo odpady zdravotnické. Odpady jsou v podstatě cenná surovina, ale i přes to skončí většina odpadů na skládkách bez dalšího využití nebo se spálí ve spalovně. Spalování v klasické spalovně je sice ekologičtější než ukládání odpadu na skládku, ale energie vzniklá při spalování se již dále nevyužije. Z tohoto důvodu vznikají, zejména ve vyspělých státech, zařízení na energetické využití odpadu (ZEVO). Rozdíl mezi ním a spalovnou bude vysvětlen v následujícím odstavci. [4]

Rozdíl mezi spalovnou a závodem na energetické využití odpadu (ZEVO)

Na rozdíl od běžné spalovny, která slouží pouze k ekologickému odstranění odpadů, kde se vzniklá energie dále nevyužívá, v závodě na energetické využití odpadu (ZEVO) dochází k výrobě tepelné a elektrické energie. Z toho logicky plyne, že v nakládání s odpady preferujeme energetické využití prostřednictvím ZEVO před pouhým spálením nebo uložením na skládku. Rozdíl v názvech “spalovna” a “ZEVO” vyplývá přímo ze zákona o odpadech č. 185/2001 Sb. Pro ZEVO platí velmi přísná evropská a česká legislativa, která povoluje jen minimální hodnoty emisí do životního prostředí. V porovnání s klasickými zdroji (např. uhelné elektrárny) jsou ZEVO k lidskému zdraví a životnímu prostředí mnohem šetrnější. Energie vyrobená z odpadu navíc šetří

neobnovitelné zdroje surovin, jako jsou uhlí či ropa. Zbytkový odpad po spalování (škvára) lze využít jako druhotné suroviny, například ve stavebnictví. [4, 6]

Podrobnější analýzou ZEVO se bude bakalářská práce zabývat ve 2. bodu práce – Porovnání příkladů spaloven v ČR a v Evropě.

Oběhové hospodářství

Právě energetické využití odpadu je součástí moderního odpadového oběhového hospodářství v mnoha zemích EU a přirozeně doplňuje třídění a recyklaci. Jeho základní princip je znázorněn na obr. 1.4. Zpracovává a smysluplně využívá tzv. zbytkový odpad, což je odpad, který nelze zpracovat například kompostováním nebo recyklací. Díky energetickému využití odpadů se významně snižuje objem odpadů, který je určen k ukládání na skládky (až o 90 %), a dochází ke značné úspoře primárních paliv, jako je uhlí, ropa a plyn. [4]

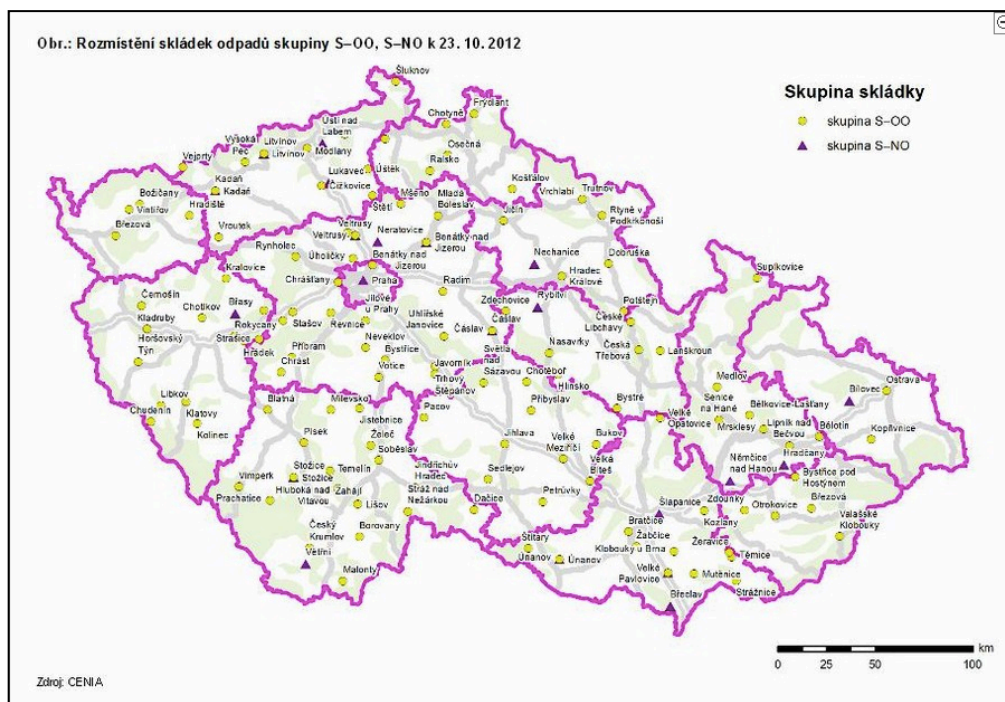


Obr. 1.4: Oběhové hospodářství [4]

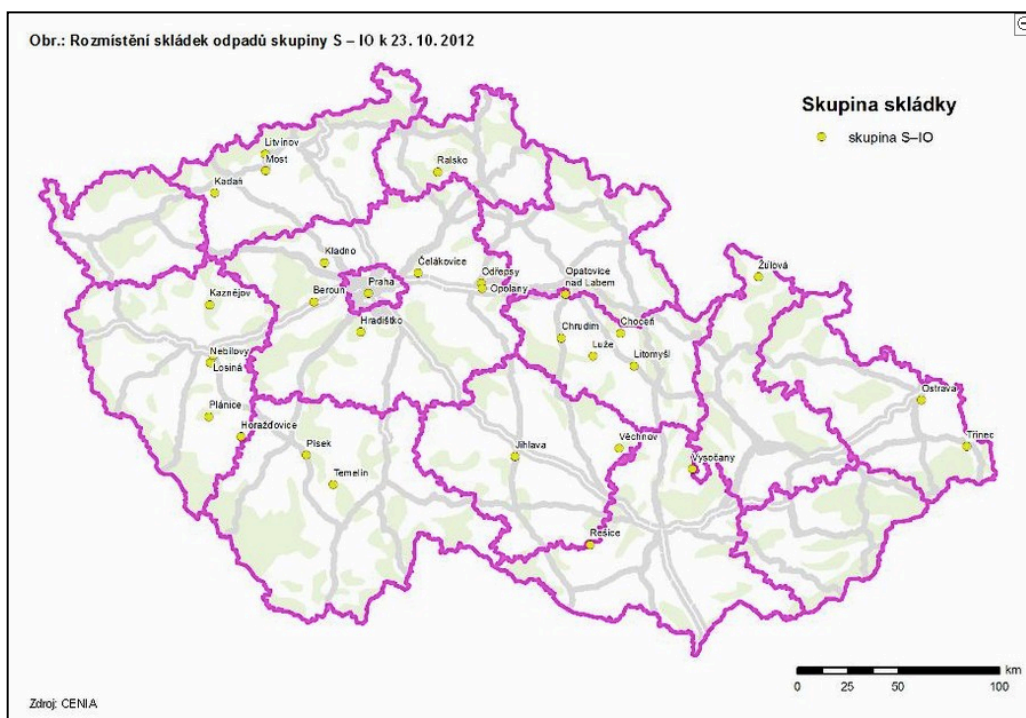
1.1.5 Skládkování

Posledním způsobem a zároveň posledním bodem v hierarchii nakládání s odpady je skládkování. Právě skládkování má v ČR a dalších zemích EU dlouholetou tradici a velký význam, protože přes všechna úsilí a snahu stále představuje nejvyužívanější způsob odstraňování v ČR. V posledních letech se situace díky ekologickým opatřením zlepšuje a do budoucna se očekává v celé EU ještě větší omezení a zákaz skládkování vlivem legislativních směrnic EU. V mnoha vyspělých státech EU je již mnoho let skládkování směsného komunálního odpadu zcela zakázáno (Německo, Rakousko, Francie). Podíl odstraňování skládkováním tedy klesá a využívají se spíše jiné druhy zpracování odpadů. Skládkování nemá prakticky žádné výhody oproti nadřazeným způsobům nakládání s odpady, nicméně je v ČR stále nejlevnějším způsobem likvidace odpadů. Mezi největší nevýhody skládkování patří časté zahoření skládek, negativní ovlivnění podzemních vod a jejich netěsnost. Skládky odpadů jsou obrovská ekologická zátěž pro budoucí generace a jednou uložený odpad na skládku se nedá posléze již nijak využít.

Skládka odpadů je zákonem č. 185/2001 Sb. popsána jako technické zařízení určené k odstraňování odpadů, k jejich trvalému a řízenému uložení na zemi nebo do země tak, aby jejich obsah neohrožoval okolí. Každá skládka má povoleny jen určité druhy odpadu a podle druhu je rozdělujeme do 3 skupin: skládky pro ukládání inertních odpadů, skládky pro ukládání ostatních odpadů a skládky pro ukládání nebezpečných odpadů. Jejich rozmístění v ČR je znázorněno na mapách na obrázcích č. 1.5 a č. 1.6. Skládkování odpadu je však v ČR, stejně tak jako v ostatních státech EU, na ústupu a podle zákona o odpadech č. 185/2001 Sb. bude využívání skládek a ukládání směsného komunálního odpadu a recyklovatelných a využitelných odpadů na skládky od roku 2024 zakázáno. [6, 10]

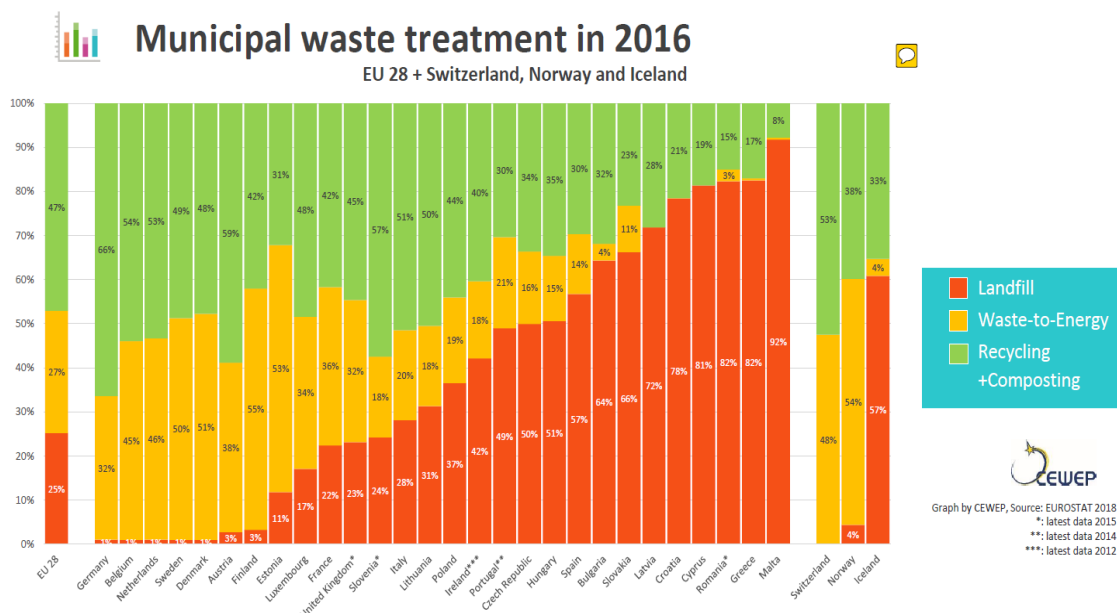


Obr. 1.5: Mapa skládek ostatních a nebezpečných odpadů [2]



Obr. 1.6: Mapa skládek inertních odpadů [2]

1.2 Situace v EU



Graf 1.1: Míra skládkování, energetického využití odpadu a recyklace v Evropě [14]

Z výše uvedeného grafu (graf 1.1) je patrné, že vyspělé státy EU prakticky neskládkují, ale snaží se naplňovat hierarchii nakládání s odpady dle EU. Mezi státy s nejnižší mírou skládkování (1 %) patří Německo, Belgie, Holandsko, Švédsko a Dánsko. Hned poté, se 3 % skládkování, následuje Rakousko a Finsko. Logicky jsou tyto státy na nejvyšší úrovni z hlediska recyklace, přičemž nejlépe je na tom Německo s 66% mírou recyklace a kompostování, ale také Rakousko s 59% podílem.

Oproti tomu státy, jako například Malta, Chorvatsko, Rumunsko a Řecko, prakticky veškerý odpad skládkují a dochází tak ke značnému zatěžování životního prostředí. Nejvyšší míra skládkování je na Maltě a činí až 92 %. Z grafu je také patrné, že některé státy EU zařízením pro energetické využití odpadu vůbec nedisponují. Mezi tyto státy patří Litva, Chorvatsko a Rumunsko.

Podle poslední statistiky z roku 2016 se obecně nejvíce odpadu vyprodukovalo v Dánsku, přičemž průměrné vyprodukované množství odpadu na 1 obyvatele bylo 777 kg. Většina odpadu se však recyklovala nebo kompostovala a na skládkách tak skončilo pouze 1 %. To je zářný příklad toho, že i s velkým objemem odpadu se dá nakládat ekologicky. ČR se ve vyprodukovaném množství odpadu na 1 obyvatele umístila na třetím místě, ale

míra skládkování je v ČR mnohem větší než ve zmíněném Dánsku, což vede k plánovanému zákazu skládkování v roce 2024. V současné době byl představen nový zákon o odpadech, který se nyní nachází v mezirezortním připomínkovacím řízení a doba zákazu skládkování směsného komunálního odpadu zde byla posunuta na rok 2030. Při psaní této bakalářské práce však zákon ještě nebyl představen v poslanecké sněmovně. [12]

V Evropské Unii je v současné době průměrná míra recyklace 47 %, míra energetického využití odpadu 27 % a míra skládkování 25 %. Míra recyklace komunálního odpadu v ČR je s 34 % pod průměrem EU a míra skládkování je naopak nad průměrem, což vede ke zvýšení cílů v rámci recyklace a v budoucnu k zákazu skládkování. Z důvodu, že Čína již nevykupuje plastový odpad a dochází tak k výraznému nárůstu jeho objemu, se obecně EU v této oblasti nejvíce věnuje problematice týkající se zpracování plastů.

1.3 Energetické využití odpadu v Evropě z hlediska dodržování hierarchie nakládání s odpady

Podle posledních dat evropského svazu CEWEP (Confederation of European Waste-to-Energy Plants) bylo v Evropě koncem roku 2017 v provozu 518 ZEVO, přičemž jejich společná celková roční kapacita byla 93,6 milion tun odpadu. V číslech přitom nejsou zahrnuta zařízení na spalování nebezpečného odpadu. Jen v EU vyrobí ZEVO tepelnou energii pro téměř 15 milionů domácností a pro 17 milionů domácností energii elektrickou. Díky mimořádně efektivní kogenerační technologii se jedná ve všech státech EU o ekologické využití odpadu s účinností až 90 %. [11, 12]

Hlavním důvodem budování ZEVO v Evropě je v co největší míře omezit skládky odpadu a šetřit přírodní zdroje. V několika evropských státech, jako například v Rakousku, Německu, Francii a Švýcarsku je již několik let vyhlášen zákaz skládkování SKO, a tím dochází k energetickému využití velkého množství odpadu. Nejvyspělejším státem Evropy v tomto ohledu je Švýcarsko, kde je zakázáno skládkování již od roku 2000 a většina odpadu se tak využívá v ZEVO, kterých je na území Švýcarska 38. V dubnu 2018 schválil Evropský parlament tzv. oběhový balíček, podle kterého by mělo být celkové skládkování ve všech členských státech EU zakázáno od roku 2035, přičemž na území ČR se počítá se zákazem skládkování již od roku 2030. Podle EU to pomůže nejen životnímu prostředí, ale

2 Porovnání příkladů spaloven v ČR a v Evropě

Rozdíl mezi spalovnou a ZEVO byl již vysvětlen v kapitole 1.1.4. U ZEVO jde především o maximální využití energie v odpadech a její přeměnu na teplo a elektrickou energii. Je to moderní technologický proces, při kterém se odpady spalují při velmi vysokých teplotách, a energie z nich uvolněná se dále využívá na výrobu páry, ze které je dále generována elektrická energie pomocí turbíny. Zjednodušeně se jedná o kogenerační zařízení, využívající odpad k výrobě tepla a energie. Tento způsob nakládání s odpady má mnohem více výhod než neekologické a neekonomické ukládání odpadu na skládky. [10]

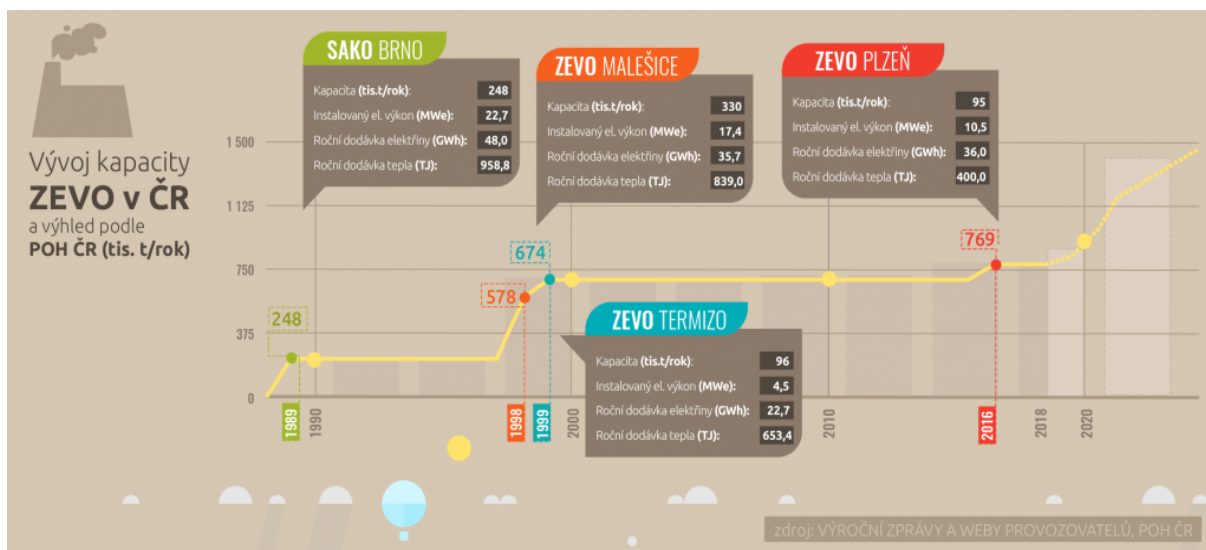
Výhody ZEVO:

- využití uvolněné tepelné energie ze spalování odpadu k výrobě páry, horké vody a elektrické energie;
- úspora primárních neobnovitelných zdrojů surovin a energie;
- redukce hmotnosti na 25 % a objemu až na 10 % z původních hodnot;
- dokonalé vyhoření odpadu až na inertní anorganický materiál – škváru, která obsahuje minimální množství organických zbytků (1–5 %);
- spalování směsného komunálního odpadu bez předchozí nutné úpravy;
- účinné odloučení sledovaných škodlivin ze spalin při splnění nejpřísnějších emisních limitů stanovených EU;
- vyseparování železného šrotu a barevných kovů ze směsného komunálního odpadu po spálení a jejich následné využití jako druhotných surovin. [17]

2.1 ZEVO v ČR

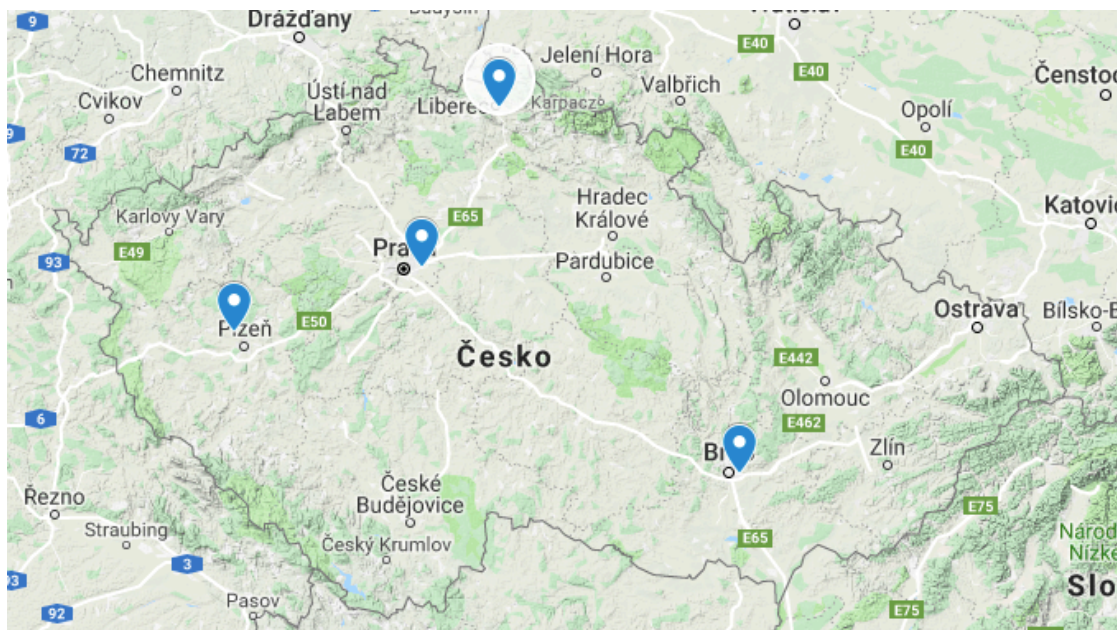
Plán odpadového hospodářství ČR v souvislosti s nakládáním s komunálními odpady předpokládá, že podle rychlého vývoje v některých členských státech EU bude energetické využití odpadu hrát v odpadovém hospodářství stále podstatnější roli a postupně tak nahradí odstraňování KO skládkováním. Podle POH ČR bylo v roce 2013 energeticky využito jen 11,6 % komunálního odpadu a na skládky bylo uloženo až 50 % KO. Plán do budoucna je takový, že v roce 2024 by měla míra energetického využití vzrůst na 27,7 % a míra skládkování logicky naopak klesnout na 12,3 %. Součástí plánu je i vzrůst míry kompostování ze 4,7 % na 16,1 % a vzrůst míry materiálového využití. Na obr.

2.1 je znázorněn vývoj roční kapacity ZEVO v ČR a výhled do roku 2024 podle POH ČR. [13]



Obr. 2.1: Historický vývoj roční kapacity ZEVO v ČR a předpokládaný vývoj do roku 2024 podle POH ČR [13]

Na území ČR jsou prozatím v provozu 4 ZEVO, z nichž jedno zařízení je umístěno v Plzeňském kraji v obci Chotíkov – ZEVO uvedené do provozu v roce 2016. Další ZEVO se nachází v Liberci – TERMIZO a.s., dále pak v Brně – SAKO Brno, a.s. a v Praze ve čtvrti Malešice – ZEVO Malešice, které spadá pod Pražské služby a.s. Co se kapacity týče, je největší ZEVO v Praze s kapacitou 310 000 tun ročně, hned poté následuje SAKO Brno, kde se může energeticky využít až 248 000 tun směsného komunálního odpadu za rok. Zároveň v ZEVO Malešice probíhá modernizace, při které se plánuje výměna kotlů a zefektivnění procesu čištění spalin za 2,8 mld. a tím zvýšení kapacity na 330 000 tun ročně. ZEVO Plzeň v Chotíkově a TERMIZO a.s. v Liberci patří prozatím mezi menší spalovny a jejich kapacita je 95 000 (ZEVO Plzeň) a 96 000 (TERMIZO a.s.) tun odpadu ročně. Jednotlivé ZEVO, jejich technologická schémata, systémy čištění spalin atd. budou dále podrobněji popsány v následujících odstavcích. Obr. 2.2 znázorňuje umístění ZEVO všech 4 spaloven v ČR. [3, 17, 18, 22]



Obr. 2.2: Poloha spaloven v ČR

2.1.1 ZEVO Plzeň

Cílem této kapitoly je podrobněji popsat ZEVO Plzeň, a to jak z hlediska vlastního procesu přijímání odpadu, tak i z technologického hlediska. Jedná se o nejnovější zařízení na energetické využití odpadu v ČR, které je ekologickým a moderním zdrojem Plzeňské teplárenské, a.s. (PT a.s.). Dokáže energeticky využít odpady z katalogu odpadů obsaženém v jejím integrovaném povolení, nesmí ale spalovat odpady označené jako nebezpečné. Při procesu spalování vzniká tepelná energie, kterou PT a.s. využívá k následné dodávce tepla ve formě horké vody po celém území města a také k výrobě elektrické energie.

ZEVO Plzeň bylo uvedeno do zkušebního provozu 12. 8. 2016 a od 4. 10. 2016 dodává teplo pro město Plzeň. Těmto datům však předcházelo mnoho důležitých událostí. V souvislosti s přípravou stavby proběhlo referendum v obci Chotíkov, ve kterém občané v září 2009 vyjádřili souhlas s tímto záměrem. V roce 2011 PT a.s. zažádala o posudek vlivu na životní prostředí (tzv. “Velká EIA”). V dalších letech probíhalo výběrové řízení na dodavatele spalovny a došlo ke konečnému souhlasu města Plzeň s investicí téměř 2,5 mld. Kč. Dále pak 23. 1. 2013 obdržela PT a.s. rozhodnutí o stavebním povolení, které bylo vydáno stavebním úřadem v Nýřanech. Předpokládaný termín uvedení ZEVO do zkušebního provozu se o několik měsíců opozdil a v roce 2019 došlo ke kolaudaci celého

zařízení, jehož finální podoba je na obr. 2.3. Jelikož se jednalo o realizaci velkého projektu, docházelo ze strany investora k přísné kontrole projektu a dodržení celé řady podmínek zdánlivě se stavbou nesouvisejících jako např. pravidelné měření hluku, fytoecologické průzkumy, geologické průzkumy a měření imisního pozadí v průběhu celé výstavby. Celá řada těchto podmínek se poté promítla i do plnění podmínek zkušebního provozu. [14]

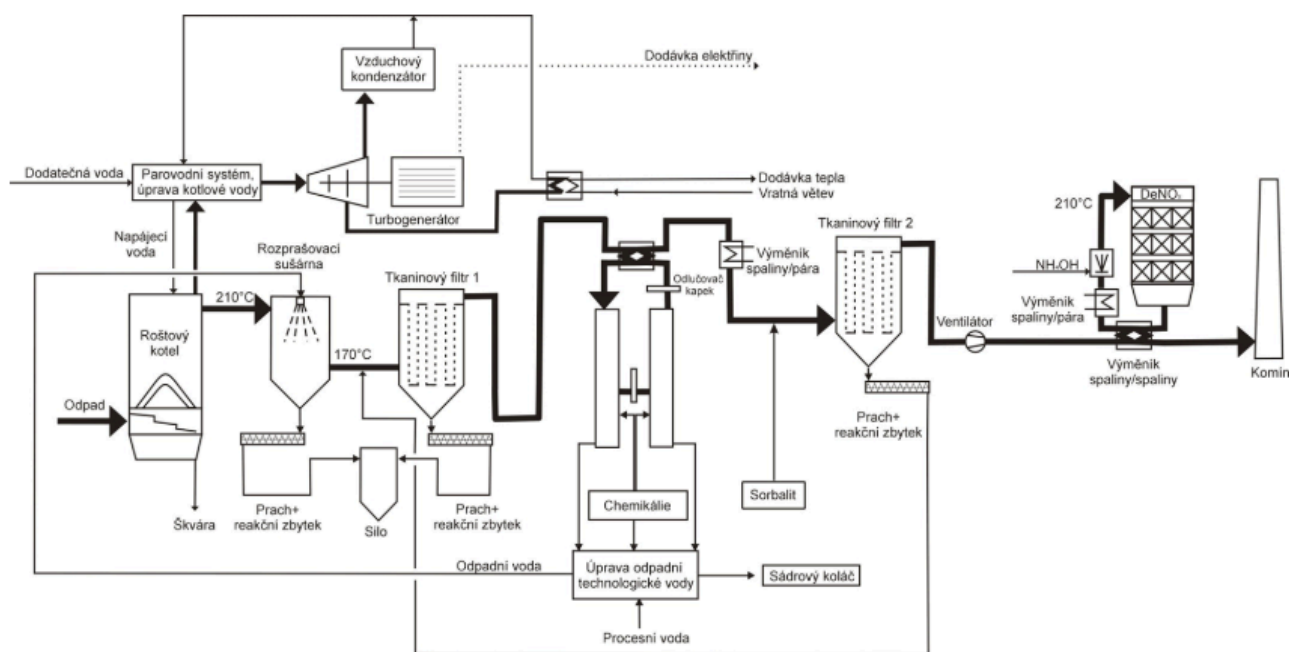


Obr. 2.3: Finální podoba ZEVO Plzeň

Popis procesu energetického využití odpadu

Celý proces zhodnocování odpadu je zobrazen technologickým schématem na obr. 2.4. Proces začíná zvážení přivezeného odpadu ve vrátnici opatřené vahou a detektorem ionizačního záření. Odpad je dále dopravován do bunkru, jehož vrata jsou ovládána z kabiny jeřábníka. Bunkr na SKO má objem 4300 m^3 , což hmotnostně odpovídá až 2000 tunám odpadu. Nachází se zde hydraulický drtič velkoobjemového odpadu a 2 drapákové jeřáby firmy DEMAG, vybavené automatickým systémem najetí nad násypku a do zvoleného sektoru v bunkru. Vana bunkru je vodotěsná a její povrch je vysoce odolný proti mechanickému poškození. V bunkru je udržován díky odsávání vzduchu ventilátorem mírný podtlak, což zabraňuje šíření zápachu do okolí. Manipulace s SKO probíhá pomocí 2 jeřábů, jejichž úkolem je zavážení SKO do násypky kotle a drtiče. [15]

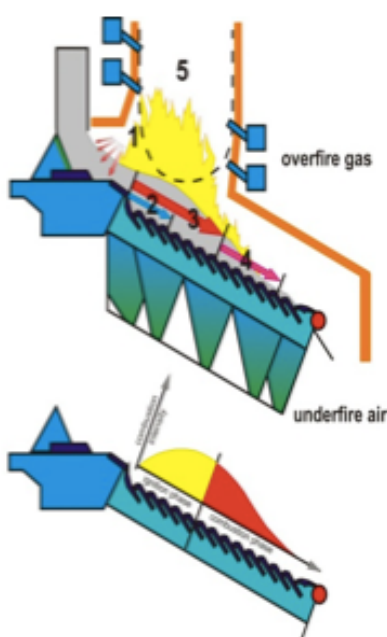
Odpad je poté pomocí násypky dávkován postupně na rošt s vrativým chodem MARTIN VARIO s navazujícím parním kotlem, který je podrobně popsán a znázorněn v dalším odstavci, nicméně jeho hlavní funkcí je neustálé převalování a intenzivní promíchávání spalovací vrstvy. Tento rošt je nakloněný směrem od zavážení až ke shozu škváry. Při spalování odpadu vzniká energie, resp. energie horkých spalin, která je v parním kotli využívána pro výrobu páry. Tato pára slouží v kondenzačním turbogenerátoru k výrobě elektrické energie. Část již redukované páry je vyvedena z turbíny a použita v kondenzačních výměnících pro výrobu horké vody, která je dodávána do sítě centrálního zásobování PT, a.s. Škvára vzniklá při spalování je skladována v samostatném bunkru, ale ještě předtím je z ní částečně separován železný šrot. V současné době neumožňuje legislativa v ČR škváru dále využívat jako stavební materiál tak, jak je to běžné ve vyspělých státech EU. Aby spalovna dosáhla v závěru celého procesu vysoké účinnosti, je nejdůležitější využít maximální spád páry vstupující do turbogenerátoru. To znamená, že tlak páry musí být na vstupu do vzduchové kondenzace, která využívá atmosférického vzduchu k ochlazení a zkapalnění páry, udržovaný na hranici středního a vysokého vakua. [15]



Obr. 2.4: Technologické schéma ZEVO Plzeň [15]

Popis roštu s vrativým chodem MARTIN VARIO – obr. 2.5

- bod 1 – začátek sušení odpadu a následné odplynění účinkem sálavého tepla plamene;
- bod 2 – dosušení a zplyňování, což vede k začátku primárního spalování, které je označeno v obrázku jako bod 3;
- bod 3 – primární spalování, tzn. přeměna pevných složek odpadu na plynný stav;
- bod 4 – dohoření ložového popelu;
- bod 5 – sekundární spalování, ve kterém se oxidují nespálené plyny pomocí přehřátého plynu. [14]



Obr. 2.5: Schéma roštu MARTIN VARIO [14]

Čištění spalin

Čištění spalin začíná v ZEVO Plzeň rozprašováním neutralizované odpadní vody v sušárně, kde se uvolněné pevné látky odpařují na soli. Prvním stupněm suchého čištění spalin je tkaninový filtr, který zadržuje rtuť a organické sloučeniny – dioxiny a furany (PCDD a PCDF). Další fází je mokré čištění spalin, které má dva stupně čištění. Na prvním stupni mokrého čištění jsou zachycovány sloučeniny rtuti, kyselina chlorovodíková a fluorovodíková. Odpadní voda z tohoto stupně čištění je odváděna do neutralizace. Na druhém stupni mokrého čištění je absorbován oxid siřičitý SO_2 v suspenzi sádry a vápenného hydrátu. Dále je v oběhu čištění spalin zařazen druhý tkaninový filtr, ve kterém

je prováděno další čištění spalin přidáváním adsorbentu, což je směs aktivního uhlí a vápenného hydrátu. Na dalším tzv. „policejním“ tkaninovém filtru jsou adsorbentem zachycovány zbytky rtuti, oxidu sírového SO_3 a organických sloučenin PCDD a PCDF. V závěru probíhá odlučování prachu pomocí odlučovače. [14]

Emisní limity

V ZEVO se provádějí častá kontrolní měření k dosažení správné funkce technologických procesů. Z tohoto důvodu je na komíně navrženo místo pro emisní monitoring, kde se provádí kontinuální měření emisí a dalších veličin ve spalinách, které předepisuje zákon 201/2012 sb. o ochraně ovzduší. Kontinuálně se měří tyto veličiny:

- tuhé znečišťující látky (TZL);
- SO^2 ;
- NO_x ;
- CO;
- organické látky (suma TOC);
- HCL;
- HF.

Kromě těchto zmíněných veličin se také měří: teplota, tlak, vlhkost, průtok spalin v tubusu komína, množství spalin na výstupu z kotle, kyslík, tlak, teplota vystupujících spalin, obsah vodních par a množství spalin před vstupem do komínu. Tabulka 2.1 znázorňuje obecné emisní limity ZEVO, přičemž první sloupec je 24hodinový průměr BAT (Best Available Technology), což v překladu znamená nejlepší dostupné techniky a označuje nejpokročilejší technologie, druhý sloupec reprezentuje emisní limity dle české legislativy a poslední sloupec jsou závazné hodnoty pro posudek “EIA”. Tabulka 2.2 souhrnné měření, kde:

- M ... naměřená hodnota;
- G ... garantovaná hodnota.

Naměřené hodnoty jsou vyjádřeny jako průměr všech prováděných měření v průběhu garančního testu a vyplývá z nich, že všechny hodnoty odpovídají emisním limitům. [14, 16]

Parametr/Druh emise	BAT – 24hodinový průměr	Emisní limit dle vyhl. 415/2012 Sb.	Denní průměr
Tuhé znečišťující látky (TZL)	1 – 5	10	≤ 2,3
Organický uhlík (TOC)	1 – 10	10	≤ 8
Chlorovodík (HCl)	1 – 8	10	≤ 5
Fluorovodík (HF)	< 1	1	≤ 0,8
Oxid siřičitý (SO ₂)	1 – 40	50	≤ 25
Oxid uhelnatý (CO)	5 – 30	50	≤ 25
Oxidy dusíku (NO _x jako NO ₂)	40 – 100	200	≤ 70
Kadmium, Thalium (Cd + Tl)	nestanoven ¹	0,05	≤ 0,02
Rtuť a její sloučeniny (Hg)	0,001 – 0,02	0,05	≤ 0,015
Ostatní těžké kovy celkem (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V)	nestanoven ¹	0,5	≤ 0,25
PCDD/PCDF	nestanoven ¹	0,1 ng/m ³	≤ 0,05

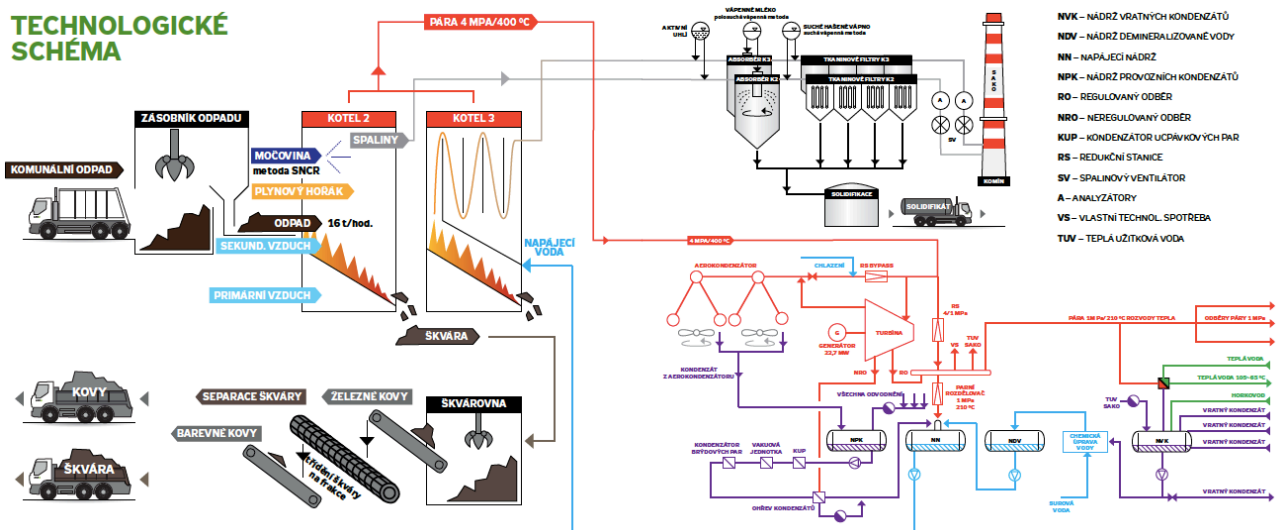
Tab. 2.1: Obecné emisní limity ZEVO [14]

Měřený parametr	Jednotka	Garantovaná hodnota	Naměřená hodnota	Podmínka splnění	Splněno	
Koncentrace tuhých znečišťujících látek (TZL)	mg.m ⁻³	2,3	< 0,3	M ≤ G	ANO	NE
Koncentrace organického uhlíku (TOC)	mg.m ⁻³	8	2,8	M ≤ G	ANO	NE
Koncentrace chlorovodíku (HCl)	mg.m ⁻³	5	0,04	M ≤ G	ANO	NE
Koncentrace fluorovodíku (HF)	mg.m ⁻³	0,8	0,2	M ≤ G	ANO	NE
Koncentrace oxidu siřičitého (SO ₂)	mg.m ⁻³	25	5	M ≤ G	ANO	NE
Koncentrace oxidu uhelnatého (CO)	mg.m ⁻³	25	11	M ≤ G	ANO	NE
Koncentrace oxidů dusíku (NO _x)	mg.m ⁻³	70	68	M ≤ G	ANO	NE
Koncentrace kadmia, thalia (Cd + Tl)	mg.m ⁻³	0,02	< 0,01	M ≤ G	ANO	NE
Koncentrace rtuti a jejích sloučenin (Hg)	mg.m ⁻³	0,015	< 0,005	M ≤ G	ANO	NE
Koncentrace ostatních těžkých kovů celkem (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V)	mg.m ⁻³	0,25	0,201	M ≤ G	ANO	NE
Koncentrace PCDD F	mg.m ⁻³	0,05	0,005	M ≤ G	ANO	NE
Koncentrace čpavku (NH ₃)	mg.m ⁻³	10	< 0,52	M ≤ G	ANO	NE

Tab. 2.2: Vyhodnocení garančního měření zkušební provozu [14]

2.1.2 SAKO Brno, a.s.

V Brně má spalování odpadu dlouholetou tradici a již na počátku 20. století, byla postavena první spalovna, která byla uvedena do provozu 25. srpna 1905. Stala se z ní první spalovna odpadu v tehdejší Rakousku-Uhersku. Nyní působí v Brně spalovna SAKO Brno, a.s., která byla vybudována v roce 1962 a funguje dodnes. V roce 2007, zejména díky dotacím z EU, započala velká rekonstrukce spalovny, která trvala přibližně 3 roky a v roce 2011 se opět spustil její provoz, počínaje kontrolou všeho zařízení. Z fondů EU bylo hrazeno téměř 60 % z celkových 93 milionů EUR. V areálu spalovny byla dostavěna dotřídňovací linka přetříděného odpadu, jako jsou plasty, papíry, hliníkové obaly a nápojové kartony, za účelem zjištění co nejvyšší jakosti těchto surovin. Kapacita spalovny po přestavbě je asi 248 000 tun KO ročně a po jeho spálení se do energetické sítě dodá přibližně 1000 TJ tepelné energie, zbytek vyrobené tepelné energie se využívá pro vlastní potřebu zařízení. Hlavním cílem této spalovny je však využít vzniklou páru pro kondenzační turbínu se vzduchovou kondenzací a vyrobit elektrickou energii, kterou lze pokrýt až 30 % celoroční spotřeby ve městě Brně. K výrobě páry slouží dva kotle spalovny, kde je provozní teplota 850 °C. Tlak vyrobené páry se pohybuje kolem 4 MPa a její teplota dosahuje až 400 °C. Vzhledem k tomu, že se k výrobě páry nevyužívají fosilní paliva, dochází k velké úspoře primárních neobnovitelných zdrojů surovin. Obr. 2.6 zobrazuje technologické schéma spalovny SAKO Brno, a.s. [10, 17, 26]



Obr. 2.6: Technologické schéma SAKO Brno [17]

Čištění spalin

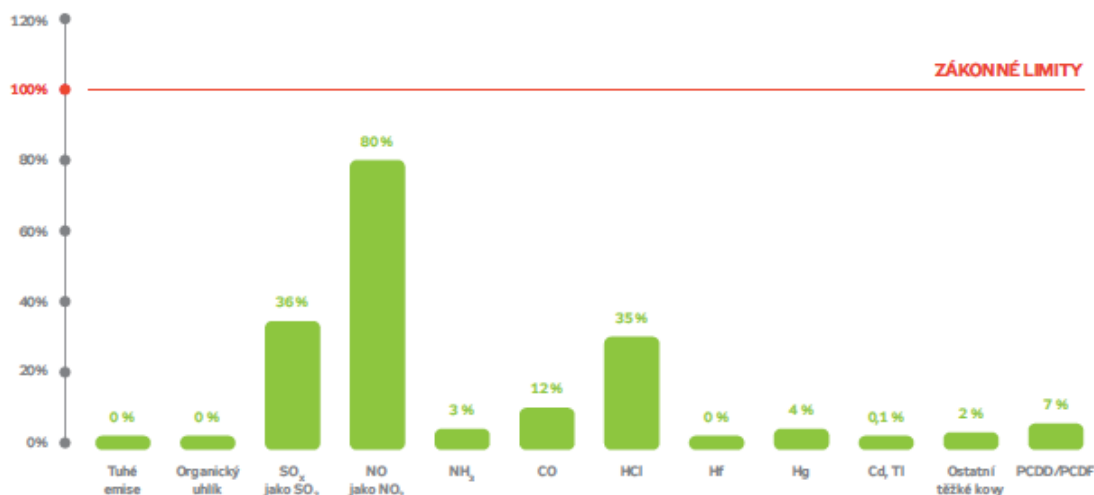
Čištění spalin v SAKO Brno, a.s. je vysoce efektivní. Má 5 odlučovacích stupňů, kde 1. stupeň je selektivní nekatalytická redukce oxidů dusíku (SNCR), což je nástřik močoviny ve dvou úrovních prvního tahu obou kotlů. Ve 2. stupni hrají hlavní roli rozdělovače aktivního uhlí, které jsou vedeny do kouřovodu mezi kotel a absorbér, aby snížily obsah perzistentních organických látek ze spalin a těžkých kovů, přičemž perzistentní organické látky jsou látky, které mají schopnost setrvávat po dlouho dobu v životním prostředí. Jako 3. odlučovací stupeň čištění spalin je polosuchá vápenná metoda, kde se nachází vertikální reaktor, který pracuje na principu souproudu spalin a nástřiku rozprášené suspenze vápenného mléka. Tento stupeň je zařazen do procesu, aby došlo k neutralizaci kyselých složek ze spalin. Při výpadku polosuché vápenné metody, nebo když se chce dosáhnout jejího posílení, přichází 4. stupeň – suchá vápenná metoda, která přímo odstraňuje kyselé složky spalin. Jako poslední stupeň celého procesu čištění je 5. stupeň – tkaninové filtry. Tyto filtry fungují jako zařízení k odstraňování tuhých mechanických znečišťujících částic ze spalin a reakčních produktů čištění. Chemickou reakci prvního stupně čištění spalin vyjadřují dvě rovnice:

- $N_2 + 2O = 2NO$;
- $4NO + 2CO(NH_2)_2 + O_2 = 4N_2 + 4H_2O + 2CO_2$,

přičemž 1. rovnice vyjadřuje oxidaci a 2. rovnice redukci. [17]

Emisní limity

Na následujícím grafu č. 2.1 jsou zobrazeny naměřené hodnoty emisí (v %) v porovnání se zákonnými emisními limity. Díky velice kvalitnímu pětistupňovému čištění spalin splňují hodnoty se značnou rezervou přísné emisní limity, což znázorňuje právě tento graf. Tyto limity můžeme srovnat s limity v průmyslově vyspělých zemích EU. Škvára, tedy produkt spalovacího procesu, prochází systémem, při kterém jsou odloučeny barevné i železné kovy a dochází k opětovnému využití.



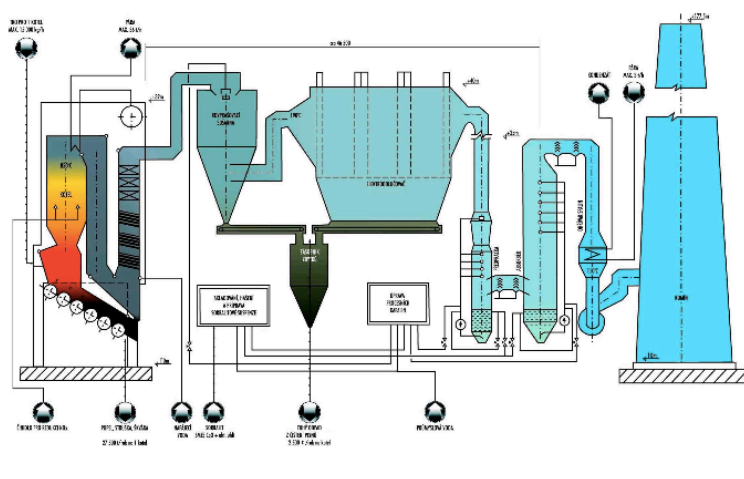
Graf 2.1: Naměřené hodnoty emisí v % v porovnání s emisními limity [17]

2.1.3 ZEVO Malešice

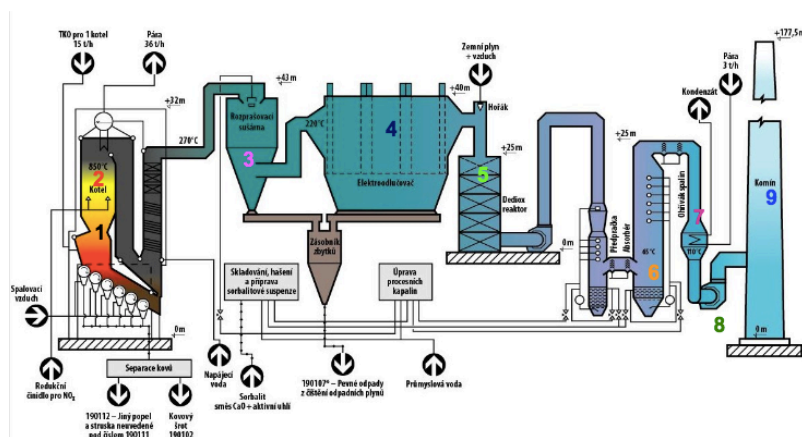
Spalovna ZEVO Malešice je v provozu od roku 1998, do roku 2010 měla kapacitu přibližně 220 000 tun komunálního odpadu ročně, což odpovídalo 180 000 tunám hnědého nebo 150 000 tunám černého uhlí. Se svojí kapacitou patřila mezi středně velké spalovny a spalováním uvedeného množství odpadu vznikalo přibližně 1200 TJ tepelné energie, která byla dodávána do energetické sítě. V roce 2010 proběhla rekonstrukce, jejíž součástí byla modernizace technologie za účelem dosažení zejména lepšího čištění spalin a zvýšení kapacity. Emisní limity se v dnešní době mohou srovnat s limity spaloven například v Německu a Rakousku, což je bráno jako velký úspěch. Kapacita se po rekonstrukci zvýšila a v současné době se pohybuje kolem 310 000 tun komunálního odpadu za rok, ze kterého se získá přibližně 850 TJ tepelné energie. Od rekonstrukce také spalovna může vytvářet díky kogenerační jednotce elektřinu pro více než 20 000 domácností, což je přibližně 65 GWh elektrické energie. Do chodu celého procesu spalování byla v ZEVO Malešice uvedena selektivní katalytická redukce oxidů dusíku, která je uváděna jako proces DeNO_x. V procesu DeNO_x jsou nejdůležitější tzv. filtry DeDio_x, které výrazně snižují obsah dioxinů a furanů v emisích. Tato metoda je v současné době používána na všech moderních ZEVO, včetně ZEVO Plzeň. [10, 24]

Základní technologie

Základem ZEVO Malešice jsou čtyři kotle s válcovými rošty, přičemž každý kotel může za hodinu spálit až 15 tun komunálního odpadu a vyrobit tak 36 tun páry. Jedná se o automaticky řízený proces spalování, při kterém se množství odpadu redukuje na 10 % původního objemu a do ovzduší se dostává minimum emisí. Většina škodlivin z odpadu je pomocí solidifikace uložena ve formě popílku na skládky, což zabraňuje účinku těchto škodlivin na životní prostředí. Velkou doménou ZEVO Malešice je komín s výškou 177,5 m, který se využívá pro odvod spalin a jedná se o nejvyšší komín nacházející se na území hlavního města. Čištění spalin probíhá pomocí kombinované pračky a denitrifikace. Na obr. 2.7 je znázorněno technologické schéma do roku 2006 a na obr. 2.8 pro srovnání technologické schéma od roku 2010. Jak jsem již zmiňovala v předchozí kapitole, probíhá nyní velká modernizace ZEVO Malešice, jejíž součástí je nahrazení válcových roštů rošty vrtisuvnými. [18]



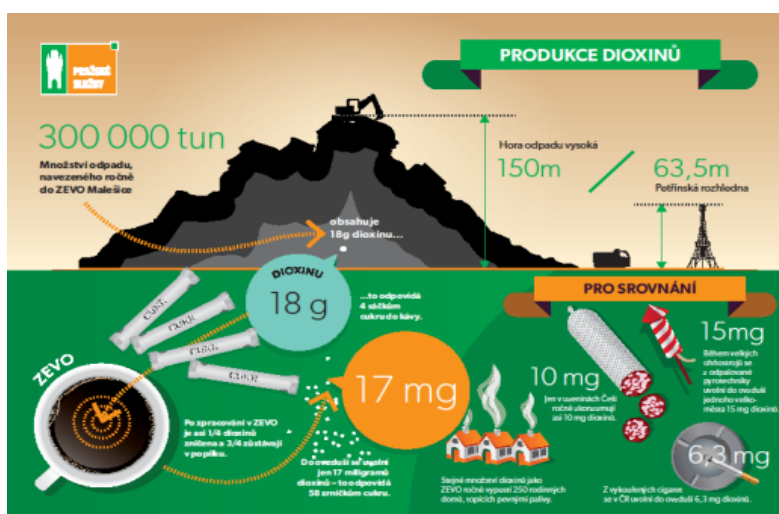
Obr. 2.7: Technologické schéma ZEVO Malešice [18]



Obr. 2.8: Technologické schéma ZEVO Malešice [18]

Čištění spalin a projekt DeDio_x

Do procesu čištění spalin byla v roce 2007 uvedena selektivní katalytická redukce (SCR) oxidů dusíku, čímž se ZEVO Malešice dostává mezi nejmodernější zařízení tohoto druhu v Evropě. Celý projekt se nazývá projekt DeDio_x a jedná se o instalaci oxidačních reaktorů k odstraňování dioxinů a furanů. Tyto reaktory jsou instalovány mezi elektrofiltry a předpračky a jejich vlivem dochází ke značnému snížení emisních hodnot dioxinů a furanů až na hodnotu 0,022 ng.Nm⁻³. ZEVO Malešice tak splňuje zákonem stanovený limit pro vypouštění dioxinů s více než 80 % rezervou. Díky SCR dochází jak k ekonomické úspoře za absorpční prostředek Sorbalit, tak i k ekologické úspoře, jelikož nevznikají žádné odpady s nebezpečnými vlastnostmi a jedná se tak o bezodpadovou technologii. Na obr. 2.9 je vidět celý proces, který zobrazuje, že při zpracování 300 000 tun KO ročně v ZEVO Malešice se vyrobí elektrická a tepelná energie pro více než 20 000 domácností v Praze a zlikviduje se při tom přes 4 gramy nebezpečných dioxinů. To představuje čtvrtinu z celkových 18 gramů dioxinů obsažených ve 300 000 tunách přivezeného odpadu. Tři čtvrtiny dioxinů pak zůstanou v popílku a pouhých zbylých 17 miligramů je uvolněno do ovzduší. „17 miligramů dioxinů za rok odpovídá 58 zrníčkům cukru,“ zdůrazňuje ředitel ZEVO Malešice a dodává: „Spalování je mnohem ekologičtější forma likvidace odpadu než klasické skládkování. Kdyby totiž komunální odpad nebyl spalován, ale skládkován, k žádnému zničení dioxinů by nedošlo. Mnohem větším zdrojem dioxinů jsou rodinné domy, vytápěné tuhými palivy. K vyprodukování stejného množství dioxinů jako ZEVO Malešice tak stačí pouhých 250 takových rodinných domů,“ vypočítává ředitel ZEVO Malešice Aleš Bláha. [18, 19]



Obr. 2.9: Projekt DeDio_x [19]

Emisní limity

V následující tabulce 2.3 jsou uvedeny platné emisní limity ve srovnání s průměrnými koncentracemi vypouštěných škodlivin ZEVO Malešice. Tyto hodnoty jsou brány jako průměr dvou měření emisních hodnot v roce 2017, které jsou stanovené zákonem. Z tabulky je zřejmé, že ZEVO splňuje všechny limity s velikou rezervou.

emise	koncentrace	emisní limit	jednotka	% z limitu	měření
TZL	1,98	10	mg. Nm ⁻³	20	
SO ₂	1,11	50	mg. Nm ⁻³	2	
NO _x	141,14	200	mg. Nm ⁻³	71	kontinuální
CO	30,65	50	mg. Nm ⁻³	61	
HCl	0,19	10	mg. Nm ⁻³	2	
TOC	1,06	10	mg. Nm ⁻³	11	
HF	0,4650	1	mg. Nm ⁻³	47	
Cd	0,0038	0,05	mg. Nm ⁻³	8	
Tl	0,0000	0,05	mg. Nm ⁻³	10	
Hg	0,0052	0,05	mg. Nm ⁻³	10	
Sb	0,0014				
As	0,0006				
Pb	0,0103				
Cr	0,0054				diskontinuální
Co	0,0003	0,5	mg. Nm ⁻³	5	
Cu	0,0040				
Mn	0,0007				
Ni	0,0021				
V	0,0003				
PCDD/F	0,0435	0,1	mg. Nm ⁻³	44	

Tab. 2.3: Vypouštěné škodliviny v ZEVO Malešice v porovnání s emisními limity [24]

2.1.4 TERMIZO, a.s.

TERMIZO, a.s. se sídlem v Liberci je v provozu od roku 1992 a od roku 2011 má nového vlastníka – koncern MVV Energie CZ. Kapacita spalovny je 96 000 tun KO za rok a do energetické sítě dodá zhruba 700 TJ tepelné energie pro cca 17 000 domácností, která vzniká spálením uvedeného množství odpadu. Tím se nahrazuje spálení až 30 milionů m³ zemního plynu. Díky kogenerační jednotce turbína spalovny dokáže vyrobit elektrickou energii pro chod celé spalovny, a navíc dodá přibližně 13 GWh elektrické energie do veřejné sítě, což je roční spotřeba cca 3 000 domácností. [22]

Čištění spalin

System čišění spalin je složen ze 4 technologických kroků – redukce oxidu dusíku (NO_x), zachycení popílku, katalytický rozklad organických látek typu PCDD/F a v poslední řadě čišění anorganických složek spalin. Celý systém začíná v komoře kotle, kam

je dávkován 25 % roztok čpavkové vody – NH_4OH a probíhá zde selektivní nekatalytická redukce (SNCR). V další řadě dochází k odloučení popílku ze spalin. Redukce organických látek typu PCDD a PCDF probíhá v katalytickém textilním filtru, díky kterému dochází ke zničení těchto látek a zachytí se na něm zbytkový popílek po průchodu elektrofiltrem. Čištění anorganických složek spalin probíhá chemicko-fyzikálním procesem v pračce spalin a je složené z 3 stupňů. [22]

Emisní limity

V následující tabulce 2.4 jsou uvedeny průměrné roční hodnoty koncentrací vypouštěných škodlivin v mg/m^3 získané z kontinuálního měření od roku 2006 do roku 2018. V poslední řádce tab. 2.4 jsou pro představu uvedena procenta limitu, z nichž je nejvýznamnější velmi nízká emise prachu. [27]

Rok	SO ₂	NO ₂	HCl	TZL	TOC	CO
LIMIT	200	400	60	30	20	100
2006	4,9	144	0,1	0,02	0,01	4,2
2007	3,2	137	0,7	<0,004	0,01	6,3
2008	5,8	142	0,13	<0,004	0,01	3,4
2009	9,9	142	0,03	0,01	0,02	7,5
2010	3,9	135	0,03	<0,004	0,03	12
2011	5	132	0,16	<0,0002	0,02	15
2012	8,9	131	0,12	0,01	0,58	24
2013	3,3	105	0,04	0,04	0,05	9,48
2014	2,82	119	0,01	0,01	0,05	13,15
2015	0,77	156,7	0,01	0,32	0,09	7,5
2016	2,35	170	0,01	0,12	0,03	11,97
2017	1,69	119,8	0,009	0,009	0,009	8,68
2018	5,39	130	0,02	1,24	0,86	13,31
2018(%)	10,78	65	0,2	12,4	8,6	26,62

Tab. 2.4: Vypouštěné škodliviny v TERMIZO Liberec od roku 2006 do roku 2018 [27]

2.2 Porovnání ZEVO v ČR

V následující vytvořené tabulce 2.5 se nachází srovnání základních provozních parametrů všech 4 uvedených ZEVO, dále je u každého zařízení uvedeno množství spáleného odpadu a produkce tepelné i elektrické energie za rok 2017 včetně dodaného množství do tepelné a elektrické sítě. Tyto hodnoty jsou udávány jednotlivými závody ve výročních zprávách, ve kterých vždy dochází ke shrnutí uplynulého roku.

	ZEVO Plzeň	SAKO Brno	ZEVO Malešice	TERMIZO Liberec
Kapacita spalovny (t odpadu/rok)	95 000	248 000	310 000	96 000
Počet kotlů (ks)	1	2	4	1
Spalovací výkon (t odpadu/hod)	12	14 – 16	15	12
Jmenovitý parní výkon (t páry/hod)	42	45	30	43
Nominální výkon turbíny (MWe)	10,5	22,7	17,4	4,5
Teplota páry (°C)	425	400	235	400
Tlak páry (MPa)	5,1	4	1,37	4,3
Produkce tepla za rok 2017 (GJ)	400 000	2 226 272	850 000	1 056 837
Dodané teplo za rok 2017 (GJ)	205 307	998 944	848 822	652 988
Produkce el. energie za rok 2017 (MWh)	40 000	65 084	58 500	26 122
Dodaná el. energie za rok 2017 (MWh)	36 629	48 465	35 221	15 451
Zpracovaný odpad za rok 2017 (t odpadu/rok)	93 755	220 653	294 900	90 183

Tab. 2.5: Porovnání základních parametrů všech ZEVO v ČR

Porovnání základní technologie ZEVO v ČR

V ZEVO Malešice se používají čtyři kotle s válcovými rošty, nazývanými systém Düsseldorf. Tyto rošty pracují jako šest postupně uspořádaných válců pod úhlem 30°. V SAKO Brno se nevyužívají čtyři, ale jen dva kotle, z nichž je každý vybaven vrativým (reverzním) spalovacím roštem, který je speciálně vyvinutý pro spalování KO (obdobná technologie jako v plzeňském ZEVO). Na rozdíl od dvou výše uvedených ZEVO využívá TERMIZO Liberec a ZEVO Plzeň k provozu pouze jeden kotel. Tyto kotle se však odlišují. V Liberci se využívá kotel s přesuvným roštem, kdy je rošt složen z trojice pohyblivých roštnic, které slouží k posunu odpadu. Na první roštnici dochází k sušení a zapálení odpadu, na druhé ke spalování a na třetí k jeho dohořívání. V Chotíkově se využívá kotel s vrativým roštem MARTIN VARIO, jehož podrobnější technologie je zobrazena a popsána v kapitole 2.2.1. [20, 21]

Projekty a plány v ČR

V současné době je velice těžké predikovat další projekty ZEVO v ČR, a to zejména s ohledem na schválení nového zákona o odpadech. V nejpokročilejším stádiu je v současné době projekt EVO Komořany, jehož zařízení má mít kapacitu 150 000 tun přetříděného směsného komunálního odpadu ročně. Dalšími místy, kde se má v budoucnu odpad namísto ukládání na skládky energeticky využívat, jsou Cheb – ZEVO Cheb a Přerov, které však mají mít kapacitu mnohem menší než současná zařízení provozovaná na území ČR. V ZEVO Přerov je plánovaný začátek provozu datován na rok 2022. Výstavba ZEVO s kapacitou srovnatelnou s největším ZEVO na území ČR – ZEVO Malešice je plánována na Mělnicku v areálu soudobé uhelné elektrárny, kde se počítá s 320 000 tunami zpracovaného odpadu za rok. Tento odpad bude dovážen převážně z měst Středočeského kraje a výrazně se tak uleví místnímu životnímu prostředí. Výstavba zařízení na energetické využití odpadu má mnoho překážek a závisí na několika faktorech. Jedním z problémů je odpor organizací týkajících se životního prostředí a veřejnosti, které nesouhlasí s výstavbou. Příkladem může být známá petice proti ZEVO Malešice “Stop spalovně”. Podobným problémem si zároveň prošlo i ZEVO Plzeň. [13]

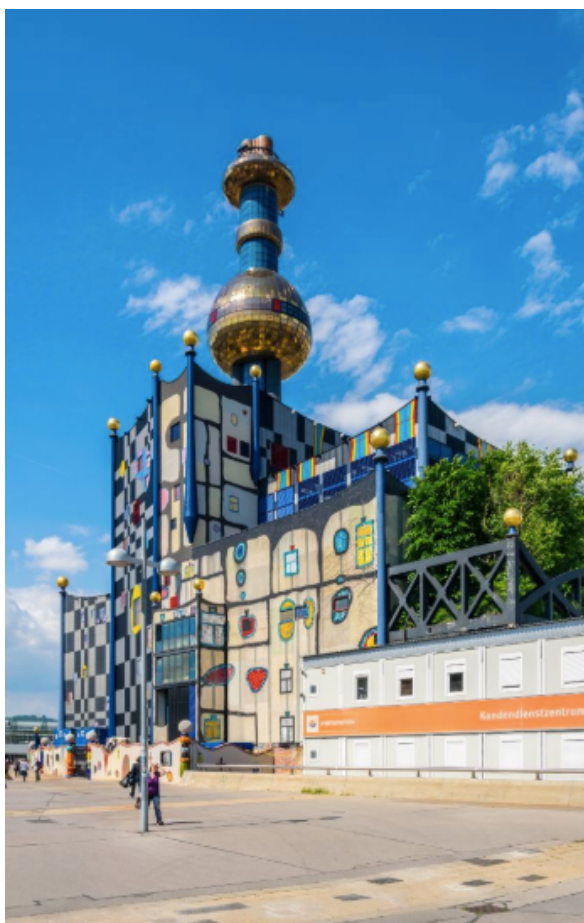
2.3 Příklady ZEVO v Evropě

V Evropě se často výstavba ZEVO považuje za výzvu pro architekty a následné zařízení se bere jako doména různých velkoměst. Příkladem může být zařízení Spittelau ve Vídni, které projektoval významný architekt a zároveň umělec Friedensreich Hundertwasser, dále například v Dánsku projektoval ZEVO v Roskilde velice známý Erick van Egeraat. Dalšími příklady jsou Kelda AD v anglickém Leedsu nebo ZEVO ARC v Kodani. Tato jmenovaná zařízení díky svému vzhledu často přitahují zahraniční návštěvníky a domácí obyvatelé se ve většině případů staví k těmto projektům kladně. [11]

2.3.1 Vídeň

Nejnámějším zařízením na území města je zařízení Spittelau. Jedná se o jednu ze tří tepelných spaloven ve Vídni, která je provozována společností Fernwärme Wien a na kterou od roku 2005 navazuje tepelná elektrárna s dvěma kotli s celkovým výkonem 400 MW a vytápěním pomocí plynu a topného oleje. Toto zařízení se nachází v centru města,

přímo u zastávky metra, a představuje soulad techniky s architekturou a zároveň s ekologií. Jeho doménou je 130 metrů dlouhý komín s malovanou fasádou, který je zakončen nazlátlou koulí, což je viditelné na obr. 2.10. Zařízení Spittelau řeší jak likvidaci domovního odpadu, tak i centrální zásobování celé Vídně horkou vodou a teplem. Kapacita zařízení je asi 260 000 tun komunálního odpadu za rok a dodá do městské sítě asi 120 GWh elektrické energie a 500 TJ energie tepelné. Za poslední roky se zlepšil i proces týkající se čištění spalin, díky kterému zařízení splňuje přísné emisní limity. Zařízení bylo doplněno rozměrnou filtrační stanicí s kouřovými filtry, třístupňovým mokrým praním a odlučovákem nejjemnějšího prachu. V poslední řadě byl doplněn osvědčený systém DeNO_x, který katalyticky odstraňuje sloučeniny dusíku, dioxiny a furany. Výstavba tohoto zařízení se stala ekologickým start-upem dálkového vytápění i dálkového klimatizačního chlazení pro další evropská města. [28]



Obr. 2.10: Zařízení na energetické využití odpadu Spittelau [11]

2.3.2 Schwandorf

V počtu ZEVO Německo momentálně obsazuje se svými 121 zařízeními druhé místo v Evropě. Zajímavým příkladem je zařízení ve Schwandorfu, které se nachází přibližně 130 km od Plzně, a kterým se nahradila teplárna s elektrárnou. V mezidobí, než zařízení vzniklo, se uhlí dováželo z Česka, to však bylo velmi nákladné řešení, a proto došlo k realizaci ZEVO. Tento projekt započal již v roce 1979, kdy vznikl Účelový svaz pro zhodnocení odpadů Schwandorf (ZMS). ZMS Schwandorf se dnes skládá ze 17 členů a stará se o oblast, která odpovídá zhruba jedné pětině celkové rozlohy Bavorska, tedy 15 000 km². Celková kapacita ZEVO je obrovská a činí 447 000 tun odpadu za rok, přičemž zajišťuje využití KO pro přibližně 1,8 mil. obyvatel. Zajímavý je ve Schwandorfu ojedinělý způsob svozu odpadu, který využívá dopravu po kolejích. Je to zejména kvůli velké rozloze celého areálu a nákladnému a neekologickému využívání sběrných vozů. Proto nejezdí svozové vozy do areálu, ale přímo na nádraží, kde se odpady přemísťují rovnou do kontejnerů. V rámci ZEVO fungují dva vlaky, každý z nich přiveze do spalovny přibližně 1500 tun odpadu za jeden den. Doprava po kolejích funguje jen v pracovních dnech, ale spalovna pracuje nepřetržitě sedm dní v týdnu a o víkendech spaluje zásoby, které se hromadí přes týden ve vstupním bunkru. [29]

ZEVO Plzeň má právě s tímto zařízením hodně společného, což také zdůraznil na konferenci Odpady 2011 i šéf plzeňské teplárenské Tomáš Drápela, který zmínil: „*U nás stejně jako v Bavorsku hledáme náhradu za primární paliva. V obou případech je výchozí technologií teplárna. V obou případech jde o její nahrazení modernější technologií. V důsledku toho se nejen zlepší v okolí životní prostředí, ale ušetří se i značné množství jiných neobnovitelných zdrojů.*“ [29]

3 Analýza plánu odpadového hospodářství v Plzeňském kraji

Vzhledem k dostupnosti dat jsem vycházela z oficiálního Plánu odpadového hospodářství Plzeňského kraje 2016 – 2026. Produkci odpadů lze dohledat i na portálu Ministerstva životního prostředí, nicméně data jsou v některých případech odlišná. Plán odpadového hospodářství je také nastaven na konec skládkování v roce 2024, což nemusí s ohledem na nově připravovanou legislativu platit. Aktualizovaná data z portálu MŽP ohledně produkce odpadů v Plzeňském kraji jsou v této kapitole uvedena, ale jinak jsem vycházela z dostupných dat, která jsou v POH pouze do roku 2013.

3.1 Produkce odpadů v Plzeňském kraji

3.1.1 Celková produkce odpadů v letech 2009-2017

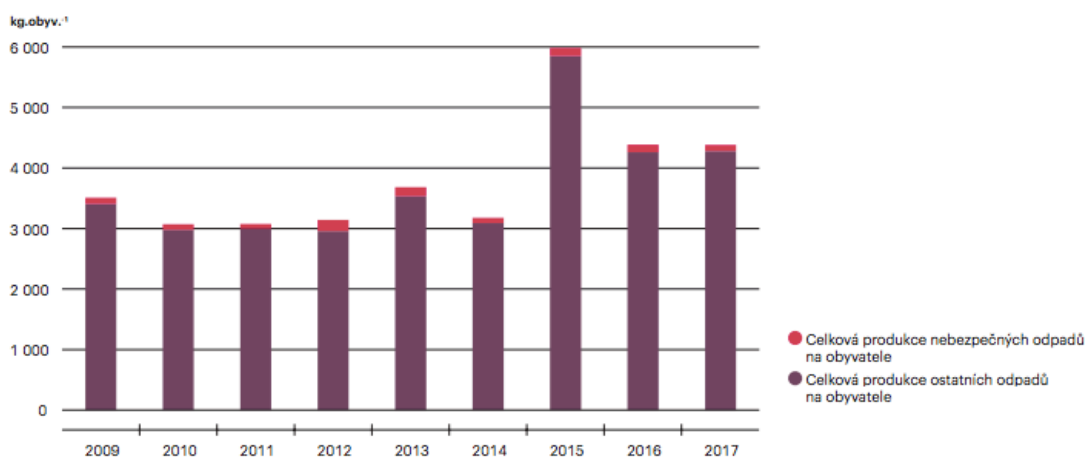
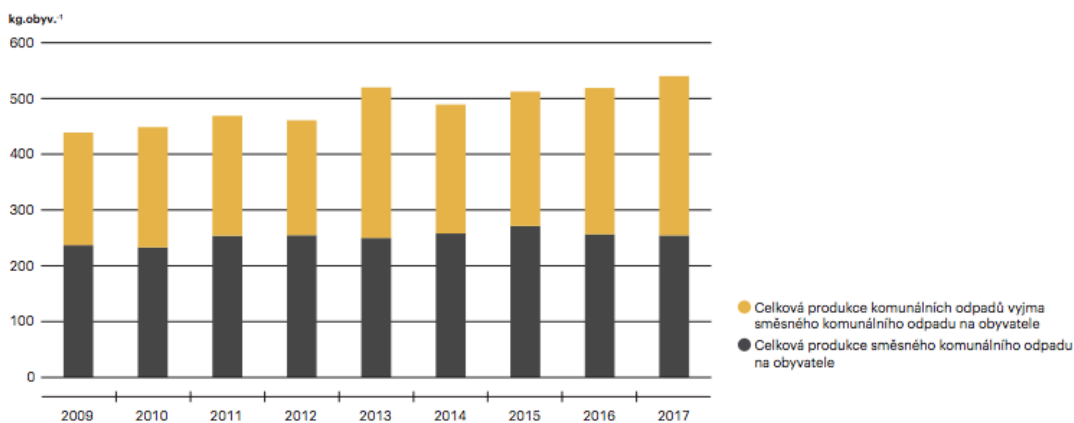
Vyprodukované odpady dělíme do 3 základních skupin:

- komunální odpady;
- nebezpečné odpady;
- ostatní odpady.

Z následující tabulky (tab. 3.1) a grafů (graf 3.1 a 3.2) je zřejmé, že celková roční produkce všech odpadů dosahovala v Plzeňském kraji dlouhou dobu hodnoty přibližně 2 mil. tun, v roce 2015 došlo k výraznému nárůstu na téměř 3,5 mil. tun odpadů a od té doby se produkce pohybuje kolem 2,5 mil. tun ročně. Rozdíly v jednotlivých letech jsou způsobeny například výstavbami velkých projektů a rozdílnou úrovní hospodářské situace. Produkce komunálních odpadů je velmi vyrovnaná, do roku 2013 nepřesáhla hodnotu 270 tis. tun ročně a od roku 2014 se její hodnota pohybuje kolem 300 tis. tun za rok. Roční produkce nebezpečných odpadů je také vyvážená a pohybuje se kolem 50 tis. tun, v posledních letech kolem 70 tis. tun. Jen v roce 2012 produkce nebezpečných odpadů výrazně stoupla na téměř 105 tis. tun, a to z důvodu výstavby železničních koridorů a zahájením sanací ekologických zátěží ve městě Horní Bříza. Kdyby se odečetla jednorázová produkce nebezpečných odpadů vzniklých při výstavbě, byla by celková produkce nebezpečných odpadů nižší než v předchozím roce. Zvýšená produkce nebezpečných odpadů byla v důsledku výstavby nadále i v roce 2013. [3, 30]

Rok	Celková produkce [1000 t/rok]			
	Všechny odpady	Nebezpečné odpady	Ostatní odpady	Komunální odpady
2009	1 990	49	1 941	263
2010	1 750	52	1 698	269
2011	1 758	47	1 711	255
2012	1 789	105	1 684	263
2013	2 062	86	1 976	260
2014	1 824	51	1 773	281
2015	3 446	77	3 369	295
2016	2 534	73	2 461	300
2017	2 538	59	2 479	313

Tab. 3.1: Celková produkce odpadů v letech 2009-2017 [3, 30]

Graf. 3.1: Celková produkce ostatních a nebezpečných odpadů na obyvatele [kg.obyv.⁻¹] v letech 2009-2017 [34]Graf. 3.2: Celková produkce KO a SKO na obyvatele [kg.obyv.⁻¹] v letech 2009-2017 [34]

3.2 Komunální odpad v Plzeňském kraji

V Plzeňském kraji dosahuje celková produkce komunálních odpadů již několik let hodnoty přibližně 300 tis. tun. Každý rok je velká část odpadů (cca 146 tis. tun) odstraněna na skládkách, ale i přesto roste podíl materiálového využívání komunálních odpadů. V posledních 2 letech výrazně klesá podíl skládkování a roste zejména podíl energetického využití odpadů díky zařízení ZEVO Plzeň. [3, 30]

3.2.1 Materiálově využitelné složky komunálních odpadů a jejich sběr

Materiálově využitelné složky komunálních odpadů jsou takové odpady, které se mohou oddělit jednotlivým způsobem sběru a následně upravit na druhotnou surovinu. Mezi tyto odpady patří zejména papír, plasty, sklo, kartony, kovy a textil. Před úpravou na druhotnou surovinu se tyto složky ještě dotřídí v dotřídňovacích linkách. Úroveň třídění využitelných složek komunálních odpadů sice s roky postupně narůstá a nádob na separovaný sběr přibývá (viz. tab. 3.2), ale i přesto se do budoucna plánuje další zlepšení sítě sběru a zvýšení množství separovaných odpadů. [3]

Rok	Papír	Plast	Sklo směsné	Sklo bílé	Sklo Celkem	Nápojový karton	Kov
2009	3368	4448	3415	672	4087	220	0
2010	3494	4534	3476	703	4179	67	0
2011	3720	4729	3598	757	4355	91	0
2012	3829	4856	3660	765	4425	93	0
2013	3993	4984	3724	777	4501	98	0

Tab. 3.2: Počet nádob pro sběr jednotlivých složek komunálních odpadů (ks) [3]

3.2.2 Směsný komunální odpad

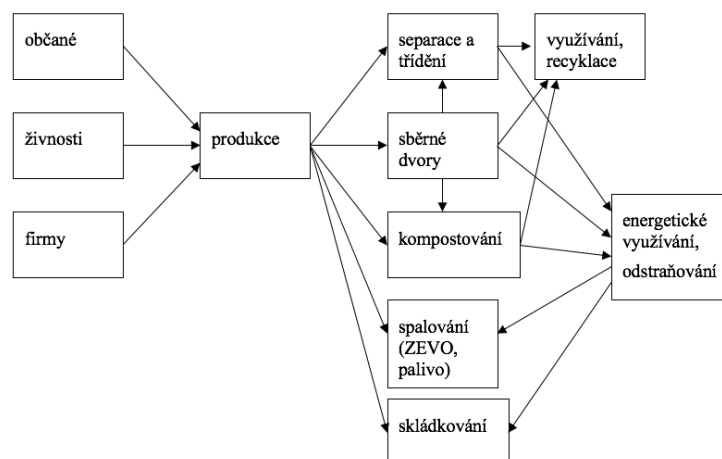
Největší podíl v komunálním odpadu tvoří směsný komunální odpad a jehož produkce v roce 2013 dosáhla 143 tis. tun. SKO vzniká po vytřídění papírů, plastů, skla, nápojových kartonů, kovů, nebezpečných odpadů atd. a má velmi nestálé složení. Obsahuje v různém poměru papíry, plasty, lepenky, sklo, kovy a dále sem patří například léky, baterie, různé chemikálie, aj. [3]

Z následující tabulky (tab. 3.3) je zřejmé, že produkce SKO je v posledních 10 letech velmi vyrovnaná. Od roku 2017 se díky ZEVO Plzeň snižuje podíl skládkování a zvyšuje podíl energetického využití, což je pro kraj velmi přínosné.

Nakládání \ rok	2009	2010	2011	2012	2013
produkce [t]	135 321,62	131 735,49	145 832,23	147 546,92	143 406,60
produkce [%]	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
materiálové využití [t]	1 004,87	693,39	258,21	2 964,50	440,14
materiálové využití [%]	0,74	0,53	0,18	2,01	0,31
energetické využití [t]	4,20	1,80	1,80	1,80	1,80
energetické využití [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
skládkování [t]	134 417,90	127 353,80	129 454,60	112 144,80	113 626,90
skládkování [%]	99,33	96,67	88,77	76,01	79,23
spalování [t]	0,17	0,03	0,10	0,80	3,42
spalování [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tab. 3.3: Produkce a nakládání se směsným komunálním odpadem v letech 2009-2013 [3]

3.2.3 Blokové schéma produkce a nakládání s komunálními odpady



Obr. 3.1: Blokové schéma produkce a nakládání s komunálními odpady [3]

3.3 Nakládání s odpady v Plzeňském kraji

Nakládání s odpady je prováděno na území celé České republiky mnoha způsoby. V tabulce č. 3.4 jsou uvedeny základní informace o zařízeních využívaných k nakládání s odpady konkrétně v Plzeňském kraji, přičemž data jsou vztažena na rok 2013. Všechna tato zařízení jsou legálně provozována po souhlasu KÚ Plzeňského kraje. [3]

Technická vybavenost území	Počet zařízení	Kapacita (t/rok – m ³)	Zpracováno odpadů v 2013 (t/rok)	Vyhodnocení kapacit
Sběrné dvory	76	-	94 430	nerovnoměrné rozmístění, některé lokality nutno dovybavit
Třídící linky a překládací stanice	9 + 2	134 000 30 000		nerovnoměrné rozmístění, některé lokality nutno dovybavit
Kompostárny	19	42 000	13 360	nedostatečná kapacita, nerovnoměrné rozmístění, některé lokality nutno dovybavit
Drcení a recyklace odpadů	31	-	-	dostatečný, nerovnoměrné rozmístění, některé lokality nutno dovybavit
Rekultivace a terénní úpravy	29	11 973 000	-	dostatečný
Zpracování elektroodpadu	8	46 150	204	nadregionální zařízení, kapacita dostatečná
Zpracování autovraků	43	33 000	6 240	dostatečný
ZEVO	1	-	-	Dostatečný – ZEVO Plzeň s kapacitou 95 tis. t.
Skládky S-IO	5	198 000	1 376	dostatečná
Skládky S-OO	12	5 391 000	180 730	dostatečná
Skládky S-NO	1	16 580	9 409	dostatečná
Spalovny	1	2 500	2 394	dostatečná

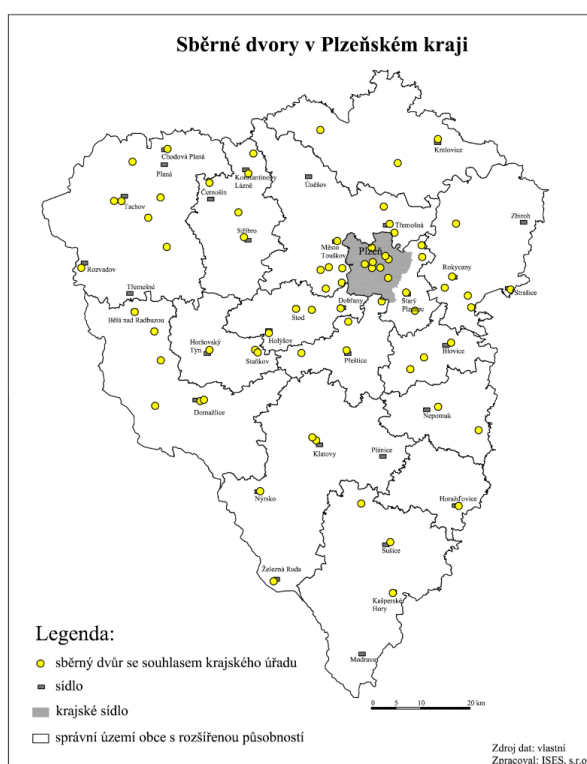
Tab. 3.4: Přehled zařízení využívané k nakládání s odpady na území kraje [3]

3.3.1 Sběrné dvory

Sběrný dvůr je obecně zařízení, které po splnění všech technických a legislativních požadavků slouží k dočasnému skládkování různých složek KO. Mezi tyto odpady můžeme zařadit například kovy, stavební odpady, dřeva, oleje, barvy, elektrozařízení atd. Sběrné dvory jsou v určitých dnech a hodinách přístupné veřejnosti a mohou sloužit také jako místo zpětného odběru, zejména zmíněného elektrozařízení. [3]

Po souhlasu Krajského úřadu Plzeňského kraje bylo na území kraje v roce 2013 v provozu 76 sběrných dvorů a dále pak několik sběrných dvorů provozovaných nelegálně. Roční kapacita byla stanovena jen u 12 zařízení a činila dohromady 21,2 tis. tun odpadu. [3]

Z následující mapy (obr. 3.2) je zřejmé, že rozmístění těchto zařízení je v Plzeňském kraji nerovnoměrné a pro obyvatele některých menších lokalit mohou být nedostupná. Některé oblasti dokonce nesplňují obecné doporučení a nedodrží vzdálenost nejbližšího sběrného dvoru od obce, která by měla být menší než 5 km. [3]



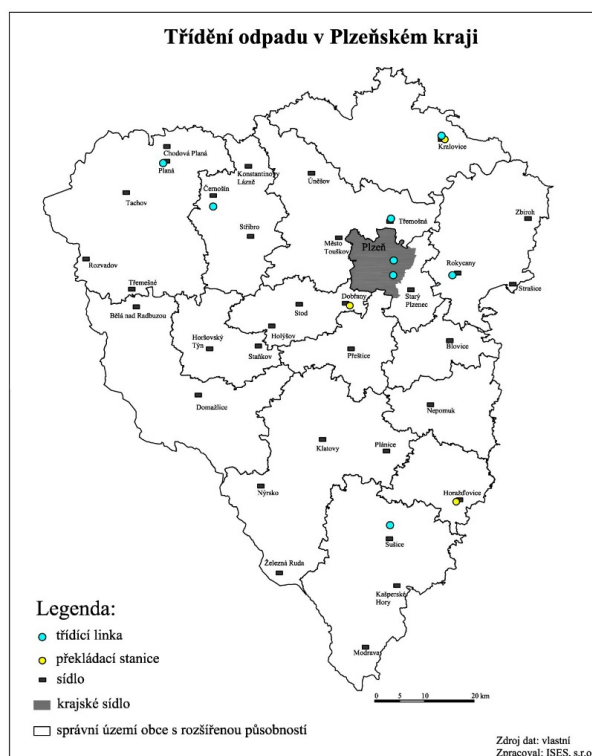
Obr. 3.2: Mapa sběrných dvorů v Plzeňském kraji [3]

3.3.2 Třídící linky a překládací stanice

Na území Plzeňského kraje se v roce 2013 nacházelo celkem 9 třídících linek na papír, sklo, plasty, kovy, textil a oděvy. V současnosti patří mezi nejproduktivnější třídící linky zařízení provozované společnostmi IGRO, s.r.o. ve městě Planá s největší roční kapacitou odpadu 55 000 t, dále RECYKLO, spol. s r.o. v obci Líně s roční kapacitou 40 000 t odpadu, nebo například D.O.O.S. TRADE, spol. s r.o. v obci Zruč – Senec, kde se obecně vytrídí ročně 10 000 - 20 000 t odpadu. Dále se na území kraje nachází mnoho

menších třídících linek s roční kapacitou do 5000 t odpadu za rok. Mezi tyto menší zařízení patří například RUMPOLD – R s.r.o. ve městě Rokycany. [3]

Na území kraje se nacházejí také 3 překládací stanice, které zmenšují objem odpadu slisováním a slouží ke snížení nákladů na dopravu odpadu. Ve většině případů se skládají z násypky, lisovací jednotky, přípojných kontejnerů a systému pro posuv. Slisovaný odpad je pak odvezen k recyklaci, do spalovny, či na skládku. Třídící linky mají v Plzeňském kraji celkovou roční kapacitu 134 000 t a překládací stanice 30 000 t. [3]



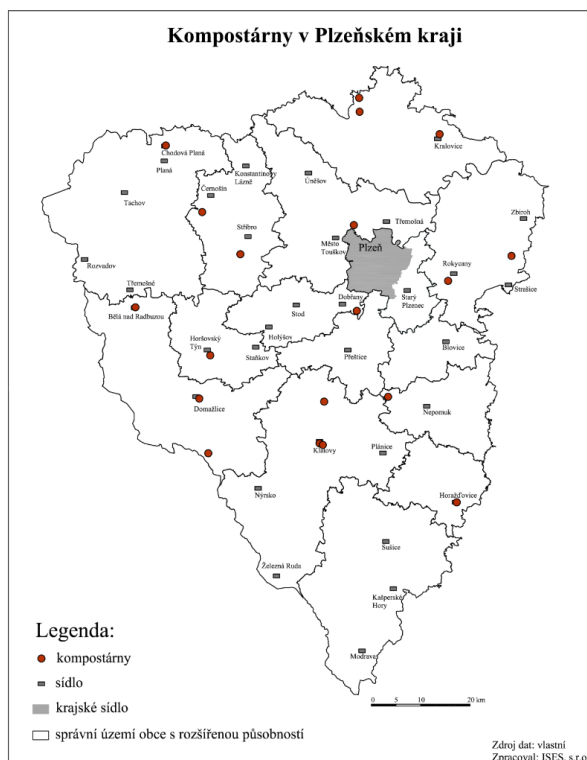
Obr. 3.3: Mapa třídících a překládacích linek v Plzeňském kraji [3]

3.3.3 Kompostárny

Kompostování se může obecně rozdělit na:

- domácí (zahradní) kompostování;
- komunitní (místní) kompostování;
- komunální (průmyslové) kompostování.

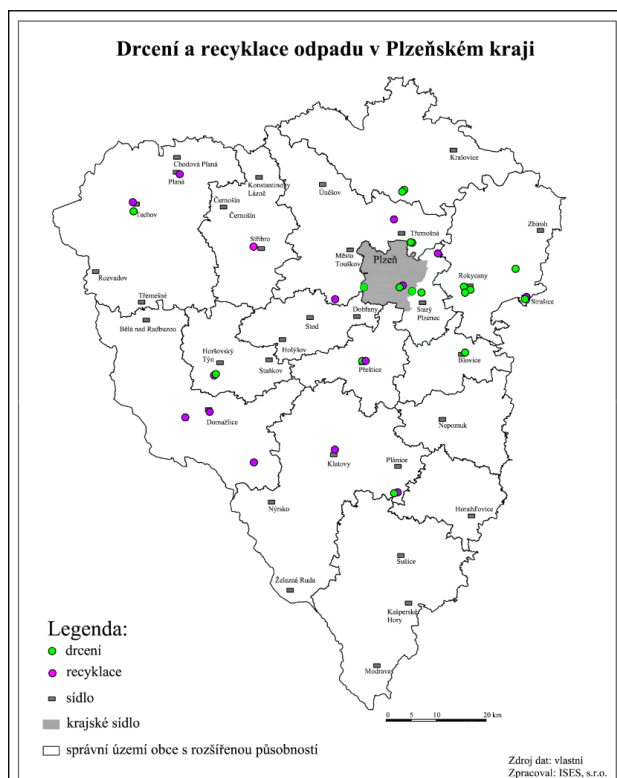
Na území kraje bylo v roce 2013 napočteno dohromady 19 kompostáren s kapacitou přibližně 42 tis. tun odpadu za rok. Z následující mapy (obr. 3.4) je opět patrné, že rozmístění kompostáren po kraji je nerovnoměrné a pro občany některých obcí mohou být nepřístupné, a proto nedochází k jejich využití. Do budoucna je v plánu zlepšit a rozvinout celou síť a zároveň vytvořit kompostárny, které budou přístupné více obcím najednou, což v současné době u některých kompostáren z důvodu dotací EU v rámci Operačního programu Životního prostředí jen pro určité obce není možné. [3]



Obr. 3.4: Mapa kompostáren v Plzeňském kraji [3]

3.3.4 Drcení a recyklace

V Plzeňském kraji se v roce 2013 vyskytovalo 31 zařízení na drcení a recyklaci odpadu a dvě zařízení na drcení dřeva s kapacitou 50 000 t. Celková roční kapacita zařízení na drcení stavebního odpadu, dřeva, plastů atp. přesahuje 1 220 000 t. Největší provozovatelem drticích linek na stavební odpady je zařízení společnosti Petr Březina – APB Plzeň s roční kapacitou 148 000 t. Na území se také nachází zařízení pro recyklaci oděvů, textilu, papíru a plastu s roční kapacitou 6 500 t. [3]

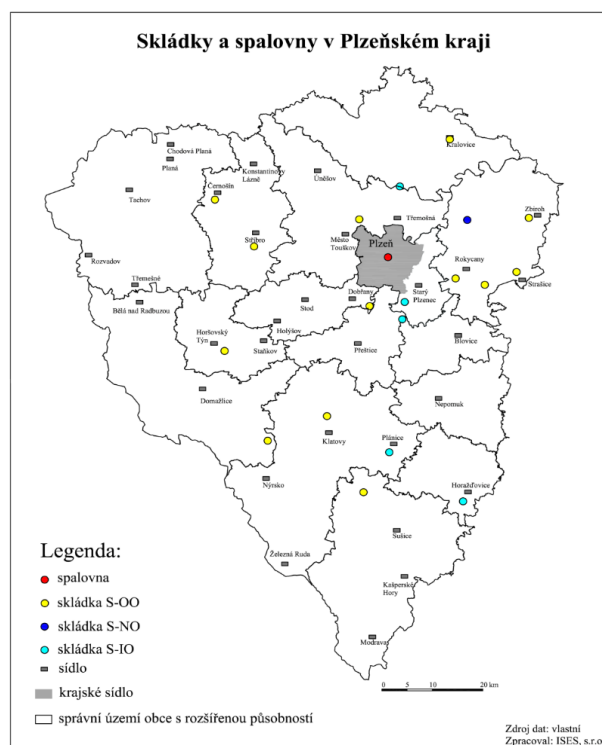


Obr. 3.5: Mapa zařízení k drcení a recyklaci v Plzeňském kraji [3]

3.3.5 Skládky a spalovna

V Plzeňském kraji se v roce 2013 nacházelo celkem 18 aktivních skládek odpadů, 5 skládek určených pro inertní odpad (IO) a 12 skládek pro odpad ostatní (OO). Pro ukládání nebezpečného odpadu (NO) byla v Plzeňském kraji vyhrazena pouze jedna skládka v obci Břasy. V tom samém roce se v Plzeňském kraji odstranilo skládkováním 9,42 % odpadů, 9,78 % ostatních odpadů, 0,97 % nebezpečných odpadů a 56,03 % komunálních odpadů. [3]

Na území kraje se dále nachází jedna spalovna nebezpečných odpadů – SITA a.s. s umístěním přímo v Plzni a jedna spalovna KO v obci Chotíkov. Kapacita skládek je v současné době dostatečná díky předpokládanému ukončení skládkování komunálního odpadu v roce 2025. [3]



Obr. 3.6: Mapa skládek a spaloven v Plzeňském kraji [3]

3.4 Souhrn analýzy

V Plzeňském kraji výrazně vzrostla celková produkce odpadů od roku 2009 do roku 2017 o 24,9 % na 4 382 kg na obyvatele, což představuje největší hodnotu v rámci celé ČR. Největší nárůst byl zaznamenán v roce 2015 a ke snížení celkové produkci odpadů nepomohl ani nevýznamný meziroční pokles o 0,1 % v letech 2016-2017. Příčina nárůstu celkové produkce odpadů je způsobena zejména nárůstem celkové produkce ostatních odpadů. Nárůst produkce v roce 2013 byl zapříčiněn činnostmi stavebních společností a modernizací železničních koridorů a následný pokles v roce 2014 byl způsoben snížením těchto činností. Jak jsem již zmiňovala, nejvýraznější nárůst byl zaznamenán v roce 2015, který byl též způsoben modernizací železnice. [34]

Produkce nebezpečných odpadů od roku 2009 výrazně kolísala a celkově stoupla v roce 2017 o 1,7 % na hodnotu 102 kg na obyvatele. NO obsahující nebezpečné látky se vyskytuje zejména ve stavebnictví v podobě zeminy a kamení. V roce 2015 a 2016 byl nárůst NO zapříčiněn přestavbou železniční infrastruktury, kvůli které se zvýšila celková stavební a demoliční činnost. Do budoucna je možné snížit produkci NO podporou investic s minimální produkcí NO. [34]

Produkce komunálních odpadů vzrostla od roku 2009 do roku 2017 o 23,1 % na hodnotu 540 kg na obyvatele. Za nárůstem produkce KO stojí zejména zvýšení produkce biologicky rozložitelného odpadu. Celková produkce SKO na obyvatele se zvýšila o 7,3 % v letech 2009-2017 a její hodnota je v současné době 254,5 kg na obyvatele. [34]

Vzhledem k plánovanému zákazu skládkování v ČR od roku 2025 je nutné docílit náhradního nakládání s odpady namísto dosavadního ukládání na skládky. Tento zákaz povede ve všech krajích ČR k většímu využití SKO, přičemž Plzeňský kraj má výhodu v možnosti energetického využití odpadu v ZEVO Plzeň. Dalším cílem je omezit skládkování biologicky rozložitelných komunálních odpadů, kdy v roce 2020 by mělo být skládkování BRKO pouze 35 % z roku 1995, což znamená maximálně 52 kg/obyvatele za rok.

Dalším plánem je zvýšit úroveň sběru elektroodpadů, přenosných baterií a akumulátorů. Dále bude třeba v rámci technické vybavenosti území dosáhnout většího energetického využití a materiálového využívání SKO, efektivnějších sítí sběrných dvorů a optimalizace sítě zařízení pro využití bioodpadů.

Pro realizaci současného plánu odpadového hospodářství Plzeňského kraje se bude kraj zabývat do roku 2026 zejména:

- *podporou realizace záměrů oprávněných osob (logisticky optimalizovaná síť zařízení v kraji);*
- *iniciací/podporou realizace preventivních opatření;*
- *podporou (informační/poradenskou) obcí v budování a optimalizaci systémů nakládání s odpady;*
- *podporou činnosti kolektivních systémů na území kraje;*
- *podporou rozvoje konkurenčního prostředí za účelem maximálního finančního zhodnocení separovaných komodit jak od oprávněných osob, tak od kolektivních systémů, autorizované obalové společnosti, případně dalších kolektivních systémů a autorizovaných obalových společností, pokud vzniknou;*
- *podporou při identifikaci míst s výskytem nebezpečných odpadů (PCB, azbest) a při klasifikaci a odstraňování starých zátěží s obsahem nebezpečných odpadů. [3]*

4 Energetická bilance dopravy z města Plzeň do spalovny Chotíkov

4.1 Čistá Plzeň, s.r.o.

Společnost s názvem Čistá Plzeň, s.r.o. (dříve známá jako Plzeňské komunální služby, s.r.o.) je členem skupiny Plzeňské teplárenské, a.s. Jejím hlavním předmětem podnikání je přeprava a organizace nakládání s komunálním odpadem v rámci celého území města. Vytváří určitý celoměstský systém nakládání s KO a zároveň realizuje svoz odpadu do ZEVO Plzeň. Tato společnost funguje od července 2009, kdy byla uzavřena smlouva se Statutárním městem Plzeň. [33]

Společnost Čistá Plzeň sváží ročně do ZEVO Plzeň cca 40 000 tun SKO.

4.2 Vozidlo na svoz odpadu Mercedes Benz Antos



Obr. 4.1: Vozidlo na svoz odpadu Mercedes Benz Antos [33]

Technické parametry vozidla na svoz odpadu:

- typ – Mercedes Benz Antos 25 – 33 L;
- průměrná spotřeba (nafta) – 65 – 85 l na 100 km;
60 – 70 l na 100 km pro separovaný odpad;
- pořizovací cena – 4 450 000 Kč;

- hmotnost – 26 000 kg;
- objem nádrže – 300 l;
- kapacita – 10 t odpadu;
- 3 nápravy;
- VARIOPRESS.

4.3 Elektrické nákladní vozidlo Volvo FE Electric



Obr. 4.2: Elektrické nákladní vozidlo Volvo FE Electric [32]

Technické parametry elektrického nákladního vozidla:

- typ – Volvo FE Electric;
- akumulace energie – 200-300 kWh;
- dojezd – až 200 km;
- hmotnost – 27 000 kg;
- kapacita – 27 t odpadu;
- hnací ústrojí – dva elektromotory (max. výkon – 370 kW; trvalý výkon – 260 kW);
- max. točivý moment elektrických motorů – 850 Nm;
- max. točivý moment na zadní nápravě – 28 kNm;
- dvoustupňová převodovka. [32]

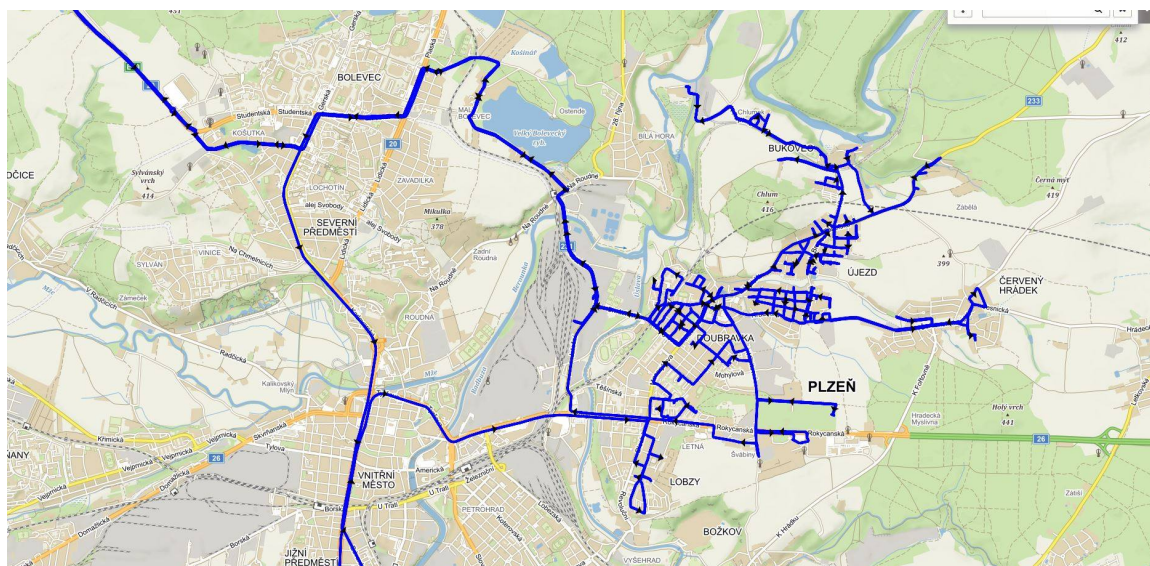
Jedná se o elektrické popelářské auto, které je plně elektricky poháněno a je navrženo ke svozu komunálního odpadu a pro rozvážku těžšího nákladu s maximální kapacitou 27 tun. Nabíjení se provádí pomocí dvou možných způsobů. Prvním způsobem je CCS (Combined Charging System) s maximálním nabíjecím výkonem 150 kW a druhým způsobem je nabíjení s nízkým odběrem, při kterém je maximální výkon nabíjení 22 kW. Doba nabíjení závisí na způsobu nabíjení. Z prázdných akumulátorů na plně nabitě akumulátory je nabíjecí doba u způsobu CCS cca 1,5 hodiny a u způsobu nabíjení s nízkým odběrem trvá nabíjení cca 10 hodin. [32]

Model Volvo FE Electric se považuje za završení elektricky poháněných vozidel pro městský provoz a zdokonaluje nabídku elektrifikované přepravy. *„Naše ucelená řešení elektrifikované přepravy jsou navržena tak, aby vyhovovala konkrétním potřebám každého zákazníka i každého města. K vozidlům budeme prostřednictvím celoevropské sítě obchodních zastoupení a servisů nabízet vše – od analýzy tras po služby a financování. Úzce spolupracujeme i s dodavateli infrastruktury nabíjení“*, říká Jonas Odermalm. Využívání těchto vozidel rozhodně povede ke zlepšení kvality ovzduší, snížení hluchosti dopravy a celkovému vylepšení ekologické situace. Vozidlo se v Evropě začne prodávat tento rok, tedy v roce 2019. [32]

4.4 Model svozu KO

Na základě získaných technických informací z Čisté Plzně, s.r.o. jsem si vytvořila jednoduchý model svozu KO z města Plzeň do ZEVO Plzeň. Model je konstruovaný na město, které má svozovou oblast s kapacitou 40 000 tun a jedna jízda, respektive jeden cyklus, měří 50 km. Jeden cyklus se uvažuje jako úměrná vzdálenost ZEVO Plzeň z města Plzeň, která činí 25 km a k tomu cesta zpět (také 25 km), kdy vozidlo jede prázdné.

Do spalovny se musí dostat cca 40 000 tun a vzhledem ke kapacitě 1 vozu (10 t odpadu) potřebuje na přepravu celkového množství odpadu 4000 jízd (cyklů). Jedno vozidlo při spotřebě zhruba 70 l nafty na 100 km spotřebuje na jeden cyklus (50 km) zhruba 35 l. Z toho vyplývá, že na odvoz 40 000 tun odpadu z města Plzeň do ZEVO Plzeň se dohromady spotřebuje 140 000 l nafty. Tento model se dá jednoduše přepočítat na spotřebu nafty na 1 tunu odvezeného odpadu a výsledkem je 3,5 litru nafty na 1 tunu odpadu.



Obr. 4.4: Mapa svozové oblasti ve městě Plzeň – detailní záběr

Závěr

V Evropě vzniká každý rok mnoho nových zařízení na energetické využití odpadů. Situace v ČR je však odlišná. Vzhledem k absenci legislativy, která by korespondovala se současným vývojem v EU, je pro investory prakticky nemožné tyto projekty realizovat. Například v Německu se tyto projekty většinou realizují po domluvě obcí a jejich spolufinancování takového projektu. Odpady vzniklé v dané oblasti se poté z části energeticky využívají a zisk z výroby tepla a elektřiny je pak mezi obce rozdělen. Nutno však podotknout, že v Německu a většině vyspělých státech EU je zcela zakázáno skládkování směsného komunálního odpadu. Takovýto projekt můžeme vidět například ve městě Shwandorf.

Závod na energetické využití odpadu v Chotíkově – ZEVO Plzeň plně koresponduje s cíli EU a Plzeň se po výstavbě tohoto zařízení zařadila mezi města, která v ČR z hlediska plánu odpadového hospodářství předběhla svoji dobu. ZEVO Plzeň je jedna z nejmodernějších spaloven v Evropě a plní významnou roli ve zlepšení životního prostředí v Plzeňském Kraji. Každý rok energeticky využije 95 000 tun odpadu, což znamená, že nahradí zhruba 80 000 tun hnědého uhlí, které by se jinak muselo spálit. Emisní limity pro ZEVO jsou asi mnohem přísnější než pro klasické uhelné zdroje.

Budoucnost využívání odpadů však není pouze klasická roštová technologie spalování, ale i možná plazmová nebo pyrolyzní technologie. Nutno podotknout, že tyto technologie jsou velice náročné na „kvalitu“ a pečlivé dotřídění přijímaného odpadu. V současné době se plazmová technologie využívá hlavně v Japonsku a je to možné kvůli obrovské disciplíně občanů při třídění odpadu v domácnostech.

V ČR existuje možnost výstavby dalších podobných projektů, jako je ZEVO Plzeň, ale jak jsem již dříve podotkla, investoři čekají na legislativu – nový zákon o odpadech, který je při psaní této bakalářské práce v připomínkovacím procesu. Důvodem realizace podobných projektů je současné směřování EU v rámci dekarbonizace stávajících zdrojů, využívajících fosilní paliva. Dalším důvodem je i fakt, že odpady na celém světě značně přibývají a současná společnost se musí naučit jejich likvidaci efektivně řešit.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] Ochrana ŽP. *Odpad je energie* [online]. STEO, ©2019. [cit. 22.2.2019]. Dostupné z: <http://www.odpadjeenergie.cz/ochrana-zp/vychodiska/hierarchie-nakladani-s-odpady>.
- [2] Rozmístění skládek odpadů v roce 2012. *Česká informační agentura životního prostředí (CENIA)* [online]. CENIA, ©2019. [cit. 1.3.2019]. Dostupné z: <https://www.cenia.cz/data/>.
- [3] Plán odpadového hospodářství Plzeňského kraje 2016-2026. *Plzeňský kraj* [online]. Prosinec 2015. [cit. 25.2.2019]. Dostupné z: <http://www.plzensky-kraj.cz/cs/clanek/plan-odpadoveho-hospodarstvi-plzenskeho-kraje-2016-2026>.
- [4] Co je ZEVO. *České energetické závody (ČEZ)* [online]. ČEZ, a.s., ©2019. [cit. 23.2.2019]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/zevo/co-je-zevo.html>.
- [5] Recyklace. *Třídění odpadu* [online]. Concept 42, ©2007-2019. [cit. 22.2.2019]. Dostupné z: <https://www.trideniodpadu.cz/recyklace>.
- [6] Zákon č. 185/2001 Sb., Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů.
- [7] Opětovné použití odpadů. *Odpady A.P.E.* [online]. A.P.E. s.r.o., ©1999-2019. [cit. 23.2.2019]. Dostupné z: <http://www.odpady-ape.cz/cs/o-odpadech/opetovne-pouziti-odpadu.html>.
- [8] Opětovné použití. *Prevence vzniku odpadů* [online]. Arnika, ©2019. [cit. 23.2.2019]. Dostupné z: <http://pvo.arnika.org/opetovne-pouziti>.
- [9] Předcházení vzniku odpadů. *Ministerstvo životního prostředí (MŽP)* [online]. Ministerstvo životního prostředí, ©2008-2019. [cit. 1.3.2019]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/predchazeni_vzniku_odpadu.
- [10] KIZLINK, Juraj. *Odpady - sběr, zpracování, zužitkování, zneškodnění, legislativa*. Brno: Akademické Nakladatelství Cerm, s.r.o., 2014. ISBN 978-80-7204-884-7.
- [11] ZEVO v zahraničí. *České energetické závody (ČEZ)* [online]. ČEZ, a.s., ©2019. [cit. 14.3.2019]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/zevo/zevo-v-zahranici.html>.
- [12] ANDĚROVÁ, Alena. EU chce, aby se z odpadu stala surovina. In: *Ihned.cz* [online]. Economia, a.s., 5. 6. 2018. [cit. 22.3.2019]. Dostupné z: <https://archiv.ihned.cz/c1-66157980-eu-chce-aby-se-z-odpadu-stala-surovina>.
- [13] Životní prostředí. *O energetice* [online]. OM Solutions s.r.o., 5.4.2018. [cit. 22.3.2019]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/zivotni-prostredi/infografika-energeticke-vyuziti-odpadu-evrope-ceske-republice/>.
- [14] DRÁPELA, Pavel. *Závod na energetické využití odpadů ZEVO Plzeň* [přednáška]. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni.
- [15] Princip ZEVO. *ZEVO Plzeň* [online]. Nedatováno. [cit. 25.2.2019]. Dostupné z: <https://www.zevoplzen.cz/princip>.
- [16] Monitoring ZEVO. *ZEVO Plzeň* [online]. Nedatováno. [cit. 25.2.2019]. Dostupné z: <https://www.zevoplzen.cz/monitoring>.
- [17] Brožura SAKO Spalovna odpadu v Brně. *SAKO* [online]. SAKO Brno, a.s., ©2018. [cit. 5.3.2019]. Dostupné z: <https://www.sako.cz/materialy-ke-stazeni/cz/>.
- [18] Energetické využívání odpadu. *Pražské služby* [online]. Pražské služby, a.s., ©2019. [cit. 3.3.2019]. Dostupné z: <https://www.psas.cz/index.cfm/sluzby-firmam/zarizeni-pro-energeticke-vyuzivani-odpadu/energeticke-vyuzivani-odpadc5af/>.
- [19] ZÁHOROVSKÝ, Julian. ZEVO Malešice úspěšně likviduje dioxiny. In: *Psas.cz* [online]. Pražské služby, a.s., 26.11.2013. [cit. 14.3.2019]. Dostupné z: <https://www.psas.cz/index.cfm/o-spolecnosti/predstaveni-spolecnosti/tiskove>

- [zpravy/zevo-malesice-uspesne-likviduje-dioxiny/](#)
- [20] Informace o spalovnách za rok 2015. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. ČHMÚ, ©2019. [cit. 4.3.2019]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/incinerators/index_CZ.html.
- [21] Schéma ZEVO. *ZEVO Plzeň* [online]. Nedatováno. [cit. 25.2.2019]. Dostupné z: <https://www.zevoplzen.cz/schema>.
- [22] Základní technické informace. *Termizo (tmz)* [online]. Termizo, a.s., ©2010-2019. [cit. 5.3.2019]. Dostupné z: <http://tmz.mvv.cz/technologie/zakladni-technicke-informace/>.
- [23] Výroční zpráva 2016-2017. *Termizo (tmz)* [online]. Termizo, a.s., ©2010-2019. [cit. 5.3.2019]. Dostupné z: http://tmz.mvv.cz/wp-content/uploads/2018/04/TMZ_VZ_2016_2017_podepsana_s_vyrokem_opravene_zahlavi.pdf.
- [24] Výroční zpráva Pražské služby, a.s. 2017. *Pražské služby* [online]. Pražské služby, a.s., ©2019. [cit. 5.3.2019]. Dostupné z: <https://www.psas.cz/index.cfm/info-pro-akcionare/2018/vyrocni-zprava-za-rok-2017/>.
- [25] Výroční zpráva 2017. *Plzeňská teplárenská (pltep)* [online]. Plzeňská teplárenská, a.s., ©2019. [cit. 5.3.2019]. Dostupné z: <https://www.pltep.cz/vyrocni-zprava-2017/>.
- [26] Výroční zpráva 2017. *SAKO* [online]. SAKO Brno, a.s., ©2018. [cit. 5.3.2019]. Dostupné z: <https://www.sako.cz/dokumenty-ke-stazeni/cz/>.
- [27] Zpráva o provozu spalovny – environmentální profil za rok 2018. *Termizo (tmz)* [online]. Termizo, a.s., ©2010-2019. [cit. 10.3.2019]. Dostupné z: <http://tmz.mvv.cz/wp-content/uploads/2019/02/Enviroment%C3%A1ln%C3%AD-profil-2018.pdf>.
- [28] TUMA, Jan. Spalovna, která nepohoršuje, dálkově vytápí i chladí. In: *Technickytydenik.cz* [online]. Praha: Business Media CZ, s.r.o., 22. 5. 2017. [cit. 14.3.2019]. Dostupné z: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/energetika-teplo/spalovna-ktera-nepohorsuje-dalkove-vytapi-i-chladi_40674.html.
- [29] Odpady. *Odpady-online* [online]. Profi Press, s.r.o., ©2013. [cit. 14.3.2019]. Dostupné z: <https://www.odpady-online.cz/spalovna-schwandorf-nahradni-reseni-se-osvedcilo/>.
- [30] Produkce odpadů v krajích České republiky 2009-2017. *Ministerstvo životního prostředí (MŽP)* [online]. Ministerstvo životního prostředí, ©2008-2019. [cit. 1.3.2019]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/produkce-odpadu-v-ct/\\$FILE/ODOP_P_Produkce_kraje_2009_2017-20181003.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/produkce-odpadu-v-ct/$FILE/ODOP_P_Produkce_kraje_2009_2017-20181003.pdf).
- [31] Plán odpadového hospodářství. *Jihlava* [online]. Jihlava, ©2019. [cit. 22.2.2019]. Dostupné z: <https://www.jihlava.cz/plan-odpadoveho-hospodarstvi/d-522648>.
- [32] Elektrické popelářské auto. *Hybrid* [online]. Chamanne, s.r.o., ©2006 – 2018. [cit. 15.5.2019]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/volvo-predstavilo-elektricke-popelarske-auto>.
- [33] Čistá Plzeň – společnost. *Čistá Plzeň* [online]. Statutární město Plzeň, ©2019. [cit. 15.5.2019]. Dostupné z: <http://cistaplzen.cz/spolecnost/>.
- [34] Zpráva o životním prostředí v Plzeňském kraji 2017. *Ministerstvo životního prostředí (MŽP)* [online]. Ministerstvo životního prostředí, ©2008-2019. [cit. 15.5.2019]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy-zivotni-prostredi-kraje-2017/\\$FILE/OPZPUR-Plzensky-kraj-20190116.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy-zivotni-prostredi-kraje-2017/$FILE/OPZPUR-Plzensky-kraj-20190116.pdf)