

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická

Odpad jako zdroj energie v cirkulární ekonomice
Bakalářská práce

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Hoang Anh Pham**
Osobní číslo: **C18142**
Studijní program: **B2807 Chemické a procesní inženýrství**
Studijní obor: **Ekonomika a management chemických a potravinářských podniků**
Téma práce: **Odpad jako zdroj energie v cirkulární ekonomice**
Zadávající katedra: **Katedra ekonomiky a managementu chemického a potravinářského průmyslu**

Zásady pro vypracování

1. Teoretická východiska odpadového hospodářství, vymezení základních pojmů a jeho legislativní úprava.
2. Teoretická východiska cirkulární ekonomiky se zaměřením na koncept waste-to-energy, postupy a technologie.
3. Využití termického využití odpadů z pohledu vybrané firmy působící v ČR (analýza a zhodnocení možností, přínosů, omezení a rizik).
4. Shrnutí výsledků, diskuse a závěr.

Rozsah pracovní zprávy: **35**
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. Zákon č. 541/2020 Sb. – Zákon o odpadech.
2. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, 2020b. Podklady pro oblast podpory odpadového a oběhového hospodářství OPŽP 2021 –2027: Energetické využití odpadů. (online)
3. WERNING, Jan Philipp a Stefan SPINLER. Transition to circular economy on firm level: Barrier identification and prioritization along the value chain. *Journal of Cleaner Production*. 245 (2020) 118609. doi:10.1016/j.jclepro.2019.118609 (online)
4. VAN CANEGHEM, Jo, a kol., 2019. Waste-to-energy is compatible and complementary with recycling in the circular economy. *Clean Technologies and Environmental Policy*. 21(5), 925-939. doi:10.1007/s10098-019-01686-0 (online)

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Simona Munzarová, Ph.D.**
Katedra ekonomiky a managementu chemického
a potravinářského průmyslu

Datum zadání bakalářské práce: **26. února 2021**
Termín odevzdání bakalářské práce: **2. července 2021**

L.S.

prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

Ing. Jan Vávra, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 22. února 2021

Prohlašuji:

Práci s názvem Odpad jako zdroj energie v cirkulární ekonomice jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne

Hoang Anh Pham v. r.

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat Ing. Simoně Munzarové, Ph.D. za odborné vedení mé bakalářské práce, za její rady a čas, připomínky a zpětnou vazbu. Také bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům, kteří mě podporovali při tvorbě této práce.

ANOTACE

Bakalářská práce se zaměřuje na vnímání odpadů jako zdroje energie. V první kapitole teoretické části je obecně popsáno odpadové hospodářství a jeho úprava českou legislativou. Druhá kapitola představuje cirkulární ekonomiku jako nové způsoby a pohled na fungování společnosti, jejíž principy podporují a jsou součástí udržitelného rozvoje. Poslední kapitola teoretické části je zaměřena na koncept waste-to-energy čili vnímání a přeměna odpadů v nový zdroj energie. Praktická část se snaží porovnat poznatky získané rešerší odborné literatury a internetových zdrojů se skutečností a zjistit, které poznatky z teoretické části jsou skutečně relevantní a shodné s praxí. Pro tento účel byla vybrána firma SUEZ zabývající se odpadovým a oběhovým hospodářstvím, která poskytuje pohled z praxe.

KLÍČOVÁ SLOVA

odpad, cirkulární ekonomika, spalovna, zdroj energie, waste-to-energy

TITLE

Waste as a source of energy in the circular economy

ANOTATION

The bachelor thesis focuses on the perception of waste as a source of energy. The first chapter of the theoretical part generally describes waste management and its regulation by Czech legislation. The second chapter presents the circular economy as a new way and a view of the functioning of a society whose principles support and are part of sustainable development. The last chapter of the theoretical part is focused on the concept of waste-to-energy or the perception and transformation of waste into a new source of energy. The practical part tries to compare the knowledge gained from the search of professional literature and internet resources with reality and to find out which knowledge from the theoretical part is really relevant and identical with practice. For this purpose, the company SUEZ, dealing with waste and circulation management, was selected, which provides a practical view.

KEYWORDS

Waste, Circular economy, Incinerator, Source of energy, Waste-to-energy

Obsah

ÚVOD	8
1 Odpadové hospodářství a česká legislativa	10
1.1 Pojem odpad	11
1.2 Dělení odpadů	11
2 Oběhové hospodářství	14
3 Odpad jako zdroj energie	19
3.1 Spalování	19
3.1.1 Schéma spaloven	23
3.1.2 Postavení spaloven v hierarchii cirkulární ekonomiky	27
3.2 Pyrolýza	29
3.3 Zplyňování odpadů	30
3.4 Anaerobní digesce	32
4 Praktická část	37
4.1 Základní informace o společnosti SUEZ CZ	37
4.2 Služby poskytované společností SUEZ CZ	39
4.2.1 Kompletní outsourcing odpadového hospodářství	40
4.2.2 Recyklace a materiálové využití druhotných surovin	41
4.2.3 Energetické využití odpadů nevhodných k recyklaci	43
4.2.4 Vnímané nevýhody spalování odpadů v ČR (diskuse)	48
ZÁVĚR	52
SEZNAM ZKRATEK	55
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ	56
SEZNAM OBRÁZKŮ	66
SEZNAM TABULEK	66
SEZNAM GRAFŮ	66

ÚVOD

V této bakalářské práci se zaměřuji na problematiku odpadů. Práce je rozdělena na dvě části, na teoretickou a na praktickou část. V teoretické části popisuji odpadové hospodářství v rámci české legislativy jako efektivní nástroj pro řešení této problematiky, koncept waste-to-energy neboli vnímání odpadu jako zdroje energie a jednotlivé způsoby, jak je tento koncept aplikován v praxi. Dále představuji základní principy cirkulární ekonomiky, nového směru, pomocí kterého je možno nastolit řád, jenž povede k zajištění udržitelného rozvoje a dosažení zelené budoucnosti ať už pro nás, nebo pro další generace. Praktická část představuje společnost SUEZ jakožto zvoleného zástupce řešitelů odpadové hospodářství působící na území ČR, její služby, oblast působnosti a užívané metody v praxi. V závěru této části je vedena diskuse, která se snaží rozebrat nevýhody týkající se spalování odpadů.

Planeta Země existuje už víc jak čtyři a půl miliardy let a s prvními lidmi, přišel i první odpad. Odpady, jenž zatěžují životní prostředí a celou naši planetu, je problematika, jenž není problematikou posledních let či posledních století, je to starost, která trápí víc naši planetu než nás, ty, kteří tento problém vytvořili a aktivně se na jeho vzniku podílí, už od samého počátku. Za poslední století populace zaznamenala rapidní nárůst v počtu obyvatel, zároveň společnost se neustále rozvíjí a s ní i míra spotřeby. V posledních čtyřiceti letech se proto vytvořil prostor pro odpadové hospodářství, jenž má pomoci regulovat odpady, které vznikají lidskou činností.

Abychom se však mohli posunout dál a začít řešit tento problém, je třeba porozumět základnímu fungování současné společnosti a současným možnostem. Jestliže budeme pouze „léčit“ důsledky našeho předešlého počínání a napravovat škody, které jsme napáchali na životním prostředí, nepovede to k ničemu jinému než jen k oddálení dosažení limitů a úplnému kolapsu. Je třeba se zaměřit na „příčiny nemoci“, stejně jako tomu věřil Platón či jiní velcí lidé než na samotnou nemoc a její následky. Tato myšlenka dobře vystihuje princip cirkulární ekonomiky. Cílem cirkulární ekonomiky je vytvořit zcela bezodpadový svět. Aby bylo tohoto cíle dosaženo, cirkulární ekonomika představuje neustále se rozvíjející koncept, řád a pravidla, tvořen prostředky a způsoby, které udržují aktiva, co nejdéle na trhu. Vedle hlavních procesů jako je recyklace, redesignování, renovace, i regenerace surovin sem patří také otázky zisku čistého paliva, nebo energie ze spalování odpadů. Odpady se současnými technologiemi, způsoby myšlení a postoji není možné v současné době úplně vyřešit. Nepočítá se, že by se v následujících třiceti letech společnost transformovala do bezodpadové

společnosti, je však potřeba provést zásadní kroky, ať už jsou, jakkoliv veliké, aby se tato představa stala jednou skutečností.

Tato práce se zaměřuje jednak na samotný fenomén cirkulární ekonomiky a jednak na jeden z jejích kroků, kterým je právě využití odpadů pro získávání energie. Tento krok je mnohdy považován za kontroverzní, neboť se zde aktivum/daný zdroj, který v ekonomice cirkuloval, ztrácí, vypadáva z oběhu. Cílem této práce je popsat postupy možného využití odpadů jako zdroje energie, jako aktivit, které jsou součástí cirkulární ekonomiky. K naplnění tohoto cíle byly stanoveny cíle dílčí, kterými jsou jednak teoretické zpracování tématu formou literární rešerše v oblasti základní pojmů odpadového hospodářství, jeho legislativní úpravy, pojmů cirkulární ekonomiky a konceptu waste-to-energy a jednak popis odpadového hospodářství a možností cirkulární ekonomiky v praxi vybraného podniku, s případným zhodnocením možného termického využití odpadů.

1 Odpadové hospodářství a česká legislativa

V posledních čtyřiceti letech se **odpadové hospodářství** stává nedílnou součástí národního hospodářství každého ekonomicky vyspělého státu. Demirbas (2011, s. 1) definuje **odpadové hospodářství** jako „*proces, při kterém jsou sbírány, přepravovány, zpracovávány, recyklovány nebo zlikvidovány a monitorovány odpadní materiály, jehož účelem je zajistit hygienické životní podmínky, snížit množství hmoty, která vstupuje do společnosti nebo ji opouští a podporovat opětovné použití hmoty v rámci společnosti.*“ Jedná se o moderní technologické odvětví, které lze charakterizovat činnostmi, jejichž předmětem je zabývání se odpady, a to především v podobě snahy předcházet jejich vzniku či do určité míry jejich vznik omezovat (Ministerstvo životního prostředí, a). Jestliže i přesto odpady nějakým způsobem vznikají, je třeba s nimi hospodárně a ekologicky nakládat. Preferovanou možností je odpady přetvořit do druhotných surovin, které lze znovu využít. Odpadové hospodářství se kromě předcházení vzniku odpadů či nakládání s odpady věnuje i důkladnému kontrolování těchto dvou aktivit a péči o místo, kde jsou odpady trvale skladovány (Kuraš, 2008, s. 13).

Na odpadové hospodářství česká legislativa začala upírat pozornost až v roce 1991, kdy byl vydán první zákon, zákon č. 238/1991 Sb., o odpadech, upravující pravidla zacházení s odpady (Ministerstvo životního prostředí, a). Současná práva a povinnosti osob zabývajících se odpady vymezuje zejména zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně dalších zákonů a zejména zákon č. 477/2001 Sb. o obalech (Váňa et al., 2005, s. 18) (Hlavatá, 2004, s. 8).

Tato pravidla jsou upravována tak, aby zajistila trvale udržitelný rozvoj státu a základní principy ochrany životního prostředí a zdraví lidí žijících v okolí, kde se jakýmkoli způsobem nakládá s odpady. V průběhu dalších let byl zákon o odpadech postupně novelizován, jednoznačně se však jednalo o kroky kupředu.

Na základě povinnosti uložené Směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES o odpadech, článku č. 28 schválila vláda České republiky 22.12.2014 nový Plán odpadového hospodářství České republiky, zkráceně POH ČR, vypracovaný Ministerstvem životního prostředí České republiky, zkráceně MŽP ČR. Tento plán nabyl účinnosti v roce 2015 a byl původně stanoven pro období s platností počínaje rokem 2015 až do roku 2024, každopádně konečný termín by měl být určen do konce roku 2020. Jedná se o klíčový nástroj a výchozí dokument pro realizaci dlouhodobé strategie nakládání s odpady. POH ČR je tak v souladu s odpadovou hierarchií Evropské unie. Jeho čtyři primární strategické cíle jsou v dokumentu POH ČR prezentovány následovně:

- předcházení vzniku odpadů a snižování měrné produkce odpadů,
- minimalizace nepříznivých účinků vzniku odpadů a nakládání s nimi na lidské zdraví a životní prostředí,
- udržitelný rozvoj společnosti a přiblížení se k evropské „recyklační společnosti“,
- maximální využívání odpadů jako náhrady primárních zdrojů a přechod na oběhové hospodářství (Ministerstvo životního prostředí, b).

Primárními cíli POH ČR je zajistit budoucnost, ve které se bude předcházet vzniku odpadů, dojde ke zvýšení recyklace a materiálového využití odpadů.

1.1 Pojem odpad

Pojem odpad je definován jak v zákoně č. 185/2001 Sb. o odpadech, tak v nově přijatém zákoně č. 541/2020 Sb., o odpadech, § 4 odst. 1 (s účinností od 1.1.2021) jako „*každá movitá věc, které se osoba zbavuje, má úmysl nebo povinnost se jí zbavit*“. Aby movitá věc mohla být označena za odpad, musí splnit podmínku zařaditelnosti do některé z kategorií odpadu, které jsou vymezeny jako nebezpečný či ostatní odpad a dále do druhů odpadu, které jsou vymezeny v Katalogu odpadů (Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech, § 6). Povinnost zbavit se movité věci nastává v případě, kdy daná věc ohrožuje jakýmkoli způsobem životní prostředí, není využívána nebo ji nelze využívat k původním účelům nebo její užívání bylo omezeno či zakázáno zvláštním právním předpisem, nebo vznikla při výrobě, aniž by bylo cílem ji vyrobit či získat (Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech, § 4). V okamžiku, kdy dojde k osobnímu převodu movité věci, která splňuje podmínku zařaditelnosti do skupiny odpadů, k využití nebo odstranění ve smyslu zákona o odpadech nebo osobě oprávněné ke sběru nebo výkupu odpadu podle tohoto zákona, můžeme mluvit o převodu jako zbavování odpadu (Kizlink, 2007, s. 12) (ÚZ č. 106/2005 Sb. zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, jak vyplývá z pozdějších změn).

1.2 Dělení odpadů

Podle § 15 odst. 2 písm. a) nového zákona o odpadech č. 541/2020 Sb. je původce odpadu povinen zařadit odpad podle druhu a kategorie, a to do některé ze dvaceti skupin odpadů z Katalogu odpadů a specifikovat druh odpadu, a to tak že mu přiřadí odpovídající šestimístné katalogové číslo skládající se ze tří dvojčíslí. První dvojčíslí označuje skupinu odpadů, druhé dvojčíslí podskupinu odpadů a třetí dvojčíslí druh odpadu (Ministerstvo životního prostředí, c).

Odpady musí být rozlišovány ať už kvůli jejich specifickým fyzikálním vlastnostem, nebo kvůli rizikům spojeným s jednotlivými druhy odpadů. Vedle obecné klasifikace odpadů lze odpady členit z hlediska jejich skupenství na plynné, tuhé, kapalné. Legislativa pomocí v Katalogu odpadů oficiálně rozlišuje odpady pouze z hlediska nebezpečnosti vůči lidem a životnímu prostředí. Z tohoto hlediska se odpady dělí na nebezpečný odpad a ostatní odpad, jak bylo uvedeno výše.

Za **nebezpečný odpad** se podle § 7 odst. 1, písm. a), b) a c) zákona č. 541/2020 Sb., o odpadech, považuje odpad, který „*vykazuje alespoň jednu z nebezpečných vlastností uvedených v příloze přímo použitelných předpisů Evropské unie o nebezpečných vlastnostech odpadů, který se zařazuje do druhu odpadu, kterému je v Katalogu odpadů přiřazena kategorie nebezpečný odpad, nebo který je smísen s některým z odpadů uvedených v písmenu b) nebo je jím znečištěn.*“ MŽP ČR stanoví vyhláškou nový Katalog odpadů, který bude v souladu s novým zákonem o odpadech.

Druhá kategorie odpadů se označuje jako **ostatní odpad**. Jedná se o odpad, který nevykazuje žádnou z nebezpečných vlastností z přílohy přímo použitelných předpisů Evropské unie o nebezpečných vlastnostech odpadů a nesplňuje další dvě podmínky uvedené v odstavci 1 pro zařazení odpadu do kategorie nebezpečný odpad.

Odpady se však v praxi odlišují mnoha dalšími různými způsoby, a to především pro administrativní přehlednost. V tom případě mluvíme o členění podle základních oborů hospodářské činnosti a odpady rozlišujeme na:

- výrobní nebo
- spotřební odpady.

Do kategorie **výrobních odpadů** spadají jakékoliv odpady pocházející přímo z výrobní hospodářské činnosti – průmysl, zemědělství, stavebnictví, lesnictví atd. Druhou kategorií z tohoto pohledu je kategorie **spotřební**, která zahrnuje komunální odpad. Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, definuje komunální odpad jako „*veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob a který je uveden jako komunální odpad v Katalogu odpadů, s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání*“. I přestože komunální odpad spadá do samostatné kategorie – spotřební odpad, lze ho dále rozdělit do jednotlivých podkategorií, uvedených níže. Hlavní složku komunálních odpadů tvoří směsný komunální odpad, tříděné využitelné složky odpadu

(plast, papír, sklo, nápojové kartony a kovové obaly), nebezpečný odpad a odpad z různých hospodářských činností vykonávaných obcí (Ministerstvo životního prostředí, d).

Jelikož jedním z hlavních strategických cílů odpadového hospodářství je přechod na oběhové hospodářství prostřednictvím maximalizace využívání odpadů jako druhotných surovin, tak se odpady pro tyto případy rozlišují jako:

- využitelné a
- nevyužitelné odpady.

Využitelné odpady, také často označovány jako využitelné složky komunálního odpadu jsou druhy odpadů s dalším využitím ve formě druhotné suroviny. Tyto druhy odpadů se sbírají samostatně, zejména vytríděné pro další využití. Odpady bez jakéhokoliv uplatnění v budoucnosti nebo další možnosti úpravy na druhotnou surovinu označujeme jako nevyužitelné odpady (AVE, c2021) (Komunálníodpad.eu).

2 Oběhové hospodářství

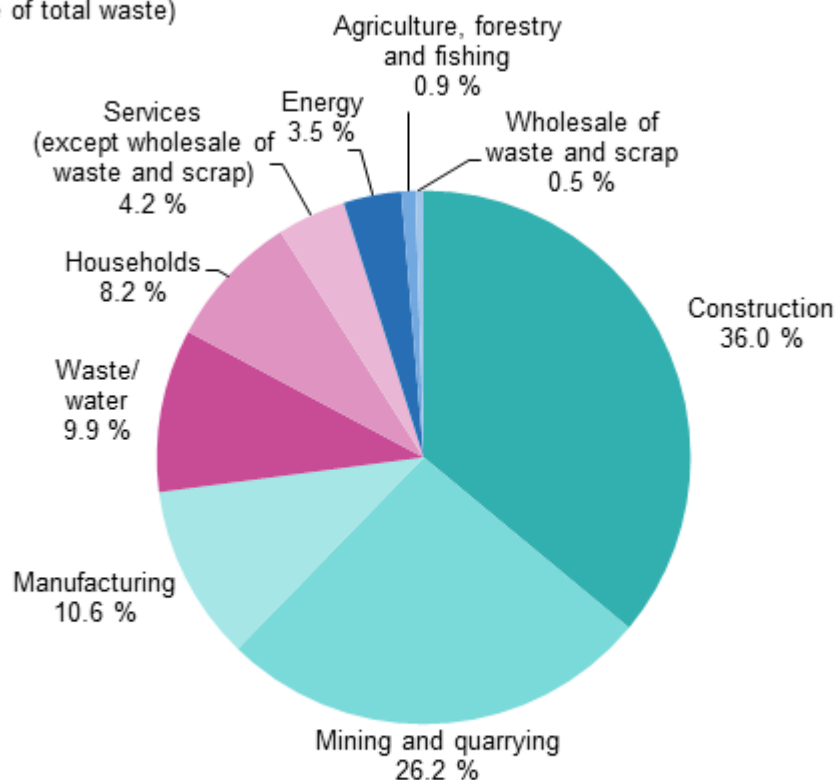
Hlavními důvody, proč je v posledních letech pojem oběhové hospodářství, které je také označováno jako cirkulární ekonomika, čím dál více skloňovaným pojmem, je nárůst globálních výzev vznikajících v důsledku uvědomování si klimatických změn a zvyšujícího se množství odpadu, které se vyprodukuje. Zároveň si společnost začíná uvědomovat pomalého dosahování limitů naší planety (Evropský parlament, 2018). Poprvé s konceptem „uzavřené smyčky“ přišli ekonomové zohledňující životní prostředí Pearce a Turner v roce 1989, kteří chtěli jednoduše dosavadní lineární koncept uzavřít (Gong et al., 2020, s. 2).

Samotných 27 členských zemí Evropské unie každoročně vyprodukuje obrovské množství odpadu. Budeme-li vycházet z dat statistického úřadu Evropské unie Eurostatu, celkové množství odpadu vyprodukované za rok 2018 dosahuje až 2,32 miliardy tun odpadu (Eurostat, 2020a).

„S rychlým rozvojem moderní společnosti a neustále rostoucí populací po celém světě, se předpokládá, že produkce organického tuhého odpadu bude každoročně významně narůstat. Statisticky, pokud bude současný trend pokračovat bude do roku 2050 vytvořeno přibližně 3,4 miliardy tun komunálního odpadu každoročně.“ (Wainaina et al., 2020, s. 1) Z dlouhodobého hlediska se jedná o problém, který nelze dál přehlížet a je třeba mu věnovat značné množství pozornosti, neboť trendová křivka sestavena z dat celkového množství odpadu vzniklého za jednotlivé roky neustále roste. V grafu č. 1 jsou znázorněny podíly jednotlivých ekonomických aktivit a domácností 27 členských zemí EU na celkové produkci odpadů za rok 2018.

Waste generation by economic activities and households, EU-27, 2018

(% share of total waste)



Source: Eurostat (online data code: env_wasgen)

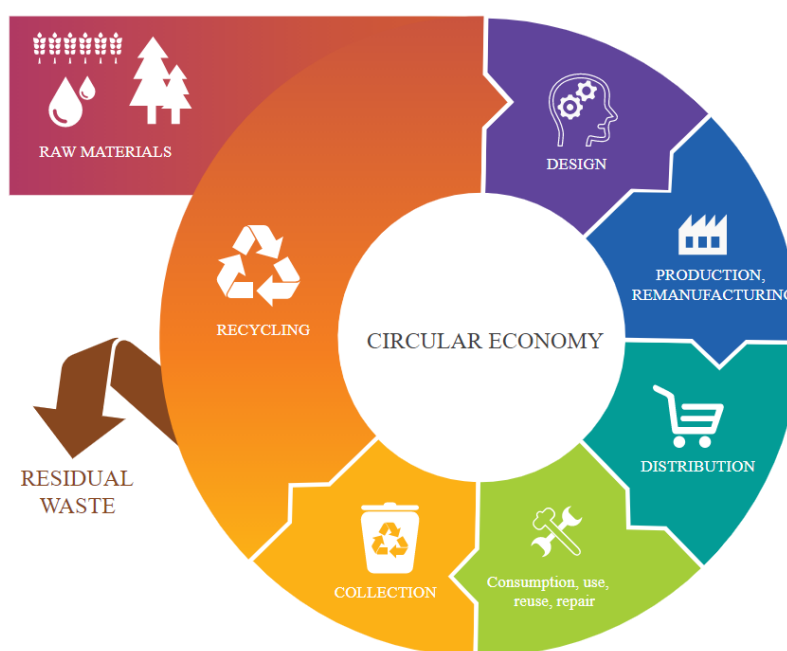
eurostat 

Graf 1 Podíly jednotlivých ekonomických aktivit a domácností EU-27 na celkové produkci odpadů za rok 2018 (Eurostat, 2020b)

Nejvíce odpadu členské státy vygenerovaly ve stavebnictví, tento objem tvořil 36,0 % z celkového objemu odpadu. Druhým odvětvím, které přispívá ze všech odvětví nejvíce, je těžba a dobývání. Toto odvětví vytváří 26,2 % z celého množství odpadů vyprodukovaného zeměmi Evropské unie.

Na základě těchto dat začala Evropská unie sestavovat plán a upravovat svou unijní legislativu, podle které se postupně upravily i státní legislativy. Dne 18. dubna 2018 Evropský parlament schválil balíček oběhového hospodářství, který vešel v platnost 4. července 2018. Tento balíček obsahoval řadu směrnic týkajících se nakládání s odpady, ve kterých byly stanoveny nové cíle pro následující roky. Jednotlivé státy Evropské unie musely pozměnit národní právní řády a postupně se tak odklonit od lineárního modelu hospodářství a následně přejít k hospodářství oběhovému, a to nejpozději do poloviny roku 2020.

Lineární model hospodářství, který funguje na principu „vyrobit – použít – odstranit“, byl využíván už od průmyslové revoluce a v současné době je takový model považován za zastaralý, za zátěž pro životní prostředí a plýtvání přírodními zdroji (Gong et al., 2020, s. 2). Oběhové hospodářství je novým inovativním ekonomickým směrem nejen Evropské unie, ale i celého světa, který se zavádí v posledním desetiletí. Podstata oběhového hospodářství je znázorněna na obrázku 1.



Obr. 1 Schéma oběhového hospodářství (Evropský parlament, 2018)

V literatuře neexistuje ustálená a přesná definice cirkulární ekonomiky neboli oběhového hospodářství. Veškeré definice či popisy ve studiích či rešerších vycházejí z vícero akademické literatury a myšlenkových směrů, čímž se vzájemně doplňují a popisují principy cirkulární ekonomiky podobně. Vytvářejí tak v podstatě pro společnost ucelený a srozumitelný pohled na toto moderní téma, se kterým by veřejnost měla být seznámena, jestliže chceme dosáhnout požadovaných efektů.

Ghisellini a kolektiv (2016, s. 12) vnímají cirkulární ekonomiku jako „*nový obchodní model, od kterého se očekává, že povede k udržitelnějšímu rozvoji a k dosažení harmonické společnosti.*“ Termín „oběhové hospodářství“ definuje Van Caneghem a kolektiv (2019, s. 926)

jako „nový koncept, který se zaměřuje na udržení hodnoty produktů, materiálů a zdrojů v ekonomice co nejdéle a na minimalizaci odpadu.“

“Cirkulární ekonomika je ekonomický systém, který je založen na obchodních modelech, které nahrazují koncept „end-of-life“ snižováním, alternativním opětovným použitím, recyklací a zpětným získáváním materiálů z výrobních, distribučních a spotřebních procesů, tedy z operací na mikroúrovni (produkty, společnosti, spotřebitelé), mesoúrovni (eko-industriální parky) a makroúrovni (město, region, národ a dále) s cílem dosáhnout udržitelného rozvoje, což znamená vytvořit kvalitní životní prostředí za současné ekonomické prosperity a sociální spravedlnosti ve prospěch současných i budoucích generací.“ (Kirchherr et al., 2017, s. 224-225)

Hlavním cílem oběhového hospodářství je tedy vytvořit cyklus, který se především orientuje na životnost jednotlivých produktů. Prodlužováním životního cyklu produktů a zároveň zvyšováním odolnosti vůči poruchám se sníží nejen produkce nových odpadů, ale i další nezbytná spotřeba primárních surovin, kterých je již tak omezené množství. Evropský parlament a jiné instituce, které vidí v oběhovém hospodářství budoucnost a potenciál, pevně věří, že přechod do nové éry hospodářství přinese řadu dalších přínosů, které se netýkají pouze životního prostředí, ale i trhu práce, ekonomiky a společnosti jako celku.

Yu Gong (2020, s. 2) doplňuje, že princip cirkulární ekonomiky byl původně založen na principu 3R – Reduce, Reuse, Recycle. Nicméně, s postupem času se téma oběhové hospodářství stalo žhavým tématem v oblasti výzkumu nových metod pro dosažení udržitelného rozvoje, a tak se princip 3R rozšířil na princip 6R – Reduce, Reuse, Recycle, Recover, Redesign and Remanufacture, který známe dnes a který více zapadá do konceptu udržitelného rozvoje.

Pokud 27 členských zemí EU přejde v letech 2015 až 2030 na model „uzavřené smyčky“, Werning a Spinler (2020, s. 1) očekávají, že přechod přinese řadu velkých pozitivních efektů. Počítají například s nárůstem celkových zisků až o 1,8 triliónů EUR a také s celkovým zlepšením ve využívání zdrojů, což zajistí snížení podnikových nákladů o 600 miliard EUR ročně. Vedle kladných dopadů na ekonomiku, bude mít náběh na cirkulární ekonomiku podstatný vliv na životní prostředí. *„Cirkulární ekonomika má potenciál ke snížení emisí skleníkových efektů v EU o 33 %, když vezmeme v úvahu pouze emise skleníkových plynů týkající se výroby zboží spotřebovaného v EU.“* Přechod na oběhové hospodářství zároveň dá

vzniku až 2 milionů nových pracovních míst a snížení podnikových nákladů až o 600 miliard EUR (Odbor průmyslové ekologie, 2018).

Cirkulární ekonomika využívá řadu procesů k dosažení těchto cílů. Mezi hlavní procesy podílející se na dosažení zamýšlených efektů patří především opravování, opětovné používání a recyklace, dokud to jde. Doplnujícími procesy jsou sdílení a pronajímání produktů, což jsou procesy fungující na principu sdílené ekonomiky, kterou například definují Hamari a kolektiv (2016, s. 1) jako „*aktivita typu peer-to-peer spočívající v získávání, poskytování nebo sdílení přístupu ke zboží a službám koordinovaným prostřednictvím komunitních služeb.*“ Ačkoliv žádný z produktů nelze opravovat, recyklovat či opětovně používat donekonečna, podstatou cirkulární ekonomiky je i snaha smysluplně využívat zbytkové odpady z těchto výrobků a vytvořit z nich druhotné suroviny, které mají nové uplatnění a novou hodnotu pro ekonomiku každého státu.

Představa budoucnosti dosažené pomocí zavedení principů oběhového hospodářství vypadá tak, že budoucí způsob řízení a život lidí bude probíhat v symbióze s kapacitami naší planety. Této budoucnosti však nelze dosáhnout, pokud se zaměříme pouze na „začátek“ životního cyklu produktů a jeho „konci“ nebudeme věnovat stejné množství pozornosti jako začátku. Efekt zavedení oběhového hospodářství nebude mít očekávaný pozitivní efekt, pokud se změní pouze myšlení a pohled na využívání zdrojů prvotních surovin, ale zároveň je třeba neustále rozšiřovat obzory o nové způsoby, o nové technologie a přicházet s novými řešeními, jak nakládat se zbytkovými odpady, které v nezměněné podobě nemůžou dál pokračovat v cyklu. Proto je třeba odpady využívat. Podle § 11 odst. 1 písm. i) zákona č. 541/2020 Sb. o odpadech využití odpadů definováno jako „*činnost, jejímž výsledkem je, že odpad slouží užitečnému účelu tím, že nahradí materiály používané ke konkrétnímu účelu nebo že je k tomuto konkrétnímu účelu připraven tak, že naplní podmínky stanovené v § 9 nebo 10 a přestane být odpadem; způsoby využití odpadu jsou uvedeny v příloze č. 5 k tomuto zákonu.*“

3 Odpad jako zdroj energie

Cirkulární ekonomika není schopna udržovat kompletně uzavřený cyklus, jelikož procesy jako jsou opravování a recyklace nelze aplikovat donekonečna. Vznikají nechtěné zbytkové odpady, jejichž tvorbě není se současnými technologiemi a procesy možno zabránit. Je však potřeba s nimi efektivně naložit, na základě čehož je založena myšlenka waste-to-energy neboli přeměna odpadů na zdroj energie. Odpad je v současnosti považován za nevyčerpatelný zdroj energie, neboť se počítá s tím, že odpady budou nadále vznikat. Energetické využití odpadů je jedním ze způsobů, které pomáhají minimalizovat objem vytvořeného odpadu v cirkulární ekonomice. Tento způsob je zároveň šetrný k životnímu prostředí. S novým vnímáním odpadu jako zdroje energie, se mění i vnímání surovin potřebných k vytvoření energie. Potřeba primárních surovin na vytvoření energie tak může být snížena, jestliže s odpady dokážeme dosáhnout stejných výsledků, jako kdyby se na vytvoření energie použila fosilní paliva (SIEGL, 2018).

Způsobů, jakými lze využívat odpady pro energetické účely, je v dnešní době celá řada. Nicméně, počet instalací jednotlivých technologií se značně liší, a to zejména v důsledku vhodnosti metod pro zpracování různých druhů odpadů, ale i v důsledku přístupu a otevřenosti společnosti vůči novým modernějším metodám. Společnost a firmy se značně spoléhají na řešení s dlouhou historií, na technologie, které jsou spolehlivě odzkoušené a ověřené. Technologie, které jsou sice lepší variantou, jak zpracovat odpady, ať už z hlediska impaktu na životní prostředí, nebo i z hlediska ekonomické a energetické náročnosti, tak zůstávají v pozadí, jelikož u nich není dostatečné množství referenčních informací. Jedná se například o plazmové zplyňování nebo také o suchou anaerobní digesti. Spalovny jsou primárním řešením, neboť se jedná o ověřenou metodu. Dalšími uplatňovanými technologiemi jsou pyrolýza a zplyňování. V poslední řadě je třeba zmínit anaerobní digesti, metodu určenou zejména pro zpracování organických odpadů.

3.1 Spalování

Spalování odpadů je jeden z nejstarších způsobů, jakým docházelo k odstraňování odpadů. Zároveň se jedná o nejrozšířenější způsob odstraňování odpadů v současnosti, neboť ve srovnání s další nejčastější metodou nakládání s odpady, kterou je skládkování, je tato metoda efektivnější. Pomocí spalování můžeme, v některých případech, snížit objem původního odpadu až o 90 % (Obroučka, 2001, s. 13). Metoda je považována za přímý způsob,

jak zamezit ukládání odpadů na skládky, jež dává možnost vypořádat se s určitými druhy odpadu, které by v případě skládkování znamenaly závažnější dopad na životní prostředí a zároveň by ohrožovaly zdraví lidí žijících v okolí skládky. „*Spalování tuhého komunálního odpadu je spojeno se snížením emisí skleníkových plynů, neboť se pomocí spalování vyhneme emisím methanu ze skládek a dále přispívá ke snížení spotřeby fosilních paliv.*“ (Istrate, 2021, s. 1-2) Avšak často samotný pojem spalování společnost stále vnímá v kontextu se životním prostředím negativně. K těmto předsudkům dochází v důsledku představy spalování z běžného života člověka. Lidé si spalování představují jako pálení odpadů na volném prostranství, na zahradě či v domácích kamnech, čímž do ovzduší vypustí nijak regulované velké množství emisí. Z počátku docházelo i k negativnímu přijetí spaloven ze stran MŽP ČR a jiných institucí, které spalovny označovaly za nepřijatelná zařízení pro odstraňování odpadů (Odpadové fórum, 2010).

Spalovny lze jednoduše definovat jako technologická zařízení sloužící ke spalování odpadu, za účelem minimalizování odpadu a vytvoření vstupů pro výrobu využitelné tepelné nebo elektrické energie (Šroty.cz). Z hlediska technologického a chemického se jedná o termické procesy. Fiedor (2012, s. 114) po chemické stránce definuje spalování odpadů jako „*řízené hoření odpadů za vysokých teplot a stechiometrickém nebo vyšším obsahu kyslíku v zařízení určeném pro účinné a dokonalé spalování.*“ Termickými procesy se rozumí procesy, při kterých dochází k termickému rozkladu látek. Princip termického rozkladu spočívá v působení zvýšenou teplotou na danou látku, kterou je odpad, do té doby, než dojde k překročení hranice chemické stability látky. Termické procesy můžeme dělit na:

- procesy oxidativní a
- procesy reduktivní.

Procesy oxidativní jsou procesy, u nichž je v reakčním prostoru přítomno stechiometrické množství kyslíku nebo množství vyšší a dochází tak ke spalování. Naopak, u reduktivních procesů není přítomen kyslík vůbec či je přítomen v zanedbatelném množství ani jiné oxidační prvky a nedochází tedy ke spalování, ale k termickému rozkladu (Šejvl, 2013).

Z hlediska legislativy podle § 22 odst. 1 zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech musí zařízení pro tepelné zpracování odpadů nacházející se na území ČR splňovat podmínky stanovené právními předpisy o ochraně ovzduší a o hospodaření s energií, aby mohla vykonávat svoji činnost. Zároveň se na tato zařízení vztahují velice přísné emisní limity. Specifické emisní limity jsou obsaženy v přílohách č. 2 a 4 vyhlášky 415/2012 Sb., o přípustné úrovni

znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší.

Spalovny lze rozlišit z různých hledisek. Nejčastějším rozdělením spaloven je podle druhu odpadu, který je spalován. Český hydrometeorologický ústav, zkráceně ČHMÚ, rozlišuje zařízení pro tepelné zpracování odpadů na spalovny:

- tuhého komunálního odpadu (zařízení pro energetické využití odpadu, zkráceně ZEVO) a
- spalovny průmyslového a zdravotnického odpadu (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2020a).

Na základě databáze spaloven odpadů, vytvořené pomocí spolupráce mezi ČHMÚ a Českou inspekcí životního prostředí, se na území ČR v současnosti vyskytují čtyři zařízení pro tepelné zpracování komunálního odpadu – spalovna SAKO a. s. Brno, spalovna TERMIZO a. s. Liberec, ZEVO Chotíkov provozována společností Plzeňská teplárenská a. s. a ZEVO Malešice provozována společností Pražské služby, a. s. (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2017). V následující tabulce 1 jsou vypsány povolené roční kapacity jednotlivých spaloven komunálního odpadu.

Název kraje	Počet zařízení	Kapacita [t/rok]
Jihomoravský	1	248 000
Liberecký	1	117 600
Hlavní město Praha	1	330 000
Plzeňský	1	95 000
Celkem	4	790 600

Tab. 1 Povolené roční kapacity jednotlivých spaloven vhodného komunálního odpadu (Ministerstvo životního prostředí, 2020b)

Jak už bylo zmíněno výše, na území ČR se v současnosti vyskytují čtyři ZEVO. Souhrnně mají tato ZEVO povoleny spalovat vybraný komunální odpad o celkové kapacitě 790 600 tun za rok. Největší povolenou kapacitu má ZEVO Malešice, která může ročně spálit až 330 000 tun ročně ve čtyřech kotlích. Malešické spalovně sváží SKO komunální odpad pouze z pražských domácností. Od roku 2023 má ZEVO Malešice povoleno navýšit kapacitu na 394 200 tun komunálního odpadu za rok, proto probíhá postupná výměna kotlů. Druhou

největší kapacitu má nejstarší spalovna v Brně provozovaná společností SAKO Brno, a. s. Její roční kapacita činí 248 000 tun a pracuje se zde se dvěma kotli. ZEVO Brno zajišťuje zpracování komunálního odpadu z celého Jihomoravského kraje. ZEVO Liberec provozuje společnost TERMIZO, a. s., a spaluje odpad především z Liberce a Jablonce nad Nisou. Kapacita zařízení, které tvoří pouze jeden kotel, činí 117 600 tun za rok. Nejmenší povolenou kapacitu má spalovna v Chotíkově, která spálí 95 000 tun komunálního odpadu v jednom kotli. ZEVO Chotíkov zpracovává odpad z Plzeňského kraje (Ministerstvo životního prostředí, 2020b).

Kromě uvedených ZEVO, která jsou v provozu a postupně plánují navýšení kapacity výměnou kotlů či přidáním dalších kotlů, existuje řada dalších projektů se záměrem vystavit nová zařízení. Na základě schválení POH ČR v roce 2014, začala ČR v roce 2015 plánovat, jak v příštích devíti letech splnit cíle vytyčené v POH ČR. Původním cílem bylo ukončit skládkování do roku 2024, avšak po změně termínů evropské legislativy začala Poslanecká sněmovna Parlamentu České republiky (PSP ČR) připravovat pozměňovací návrh, který by termín ukončení skládkování v ČR posunul též. Nová norma, kterou PSP ČR schválila 18. září 2020, posunuje termín ukončení skládkování v ČR až do roku 2030, současně zavádí nové motivační nástroje, které přinutí obce omezit skládkování. Principy motivačních nástrojů spočívají v postupném snižování povolené hmotnosti odpadu uložené na skládky na osobu a v postupném zvyšování poplatků při překročení povolené hmotnosti. Pozměňovací návrh nabývá účinnosti od 1. ledna 2021 (ČTK, 2020) (Ministerstvo životního prostředí, 2020a). ČR od roku 2015 plánovala vybudovat až šest nových spaloven, přičemž MŽP ČR predikovalo potřebu minimálně tří velkých spaloven, aby ČR do roku 2024 dosáhla cíle snížit skládkování komunálního odpadu na přibližně 12 %. Tímto plánem se otevřel nový prostor pro investory. O investování do oblasti energetiky v ČR projevil zájem především velké japonské korporace, ale i korporace z Jižní Koreji, USA a Kanady (Pba, 2015). Většina projektů je však teprve ve fázi dokumentových příprav, ve fázi studií proveditelnosti nebo ve fázi hodnocení procesem EIA¹ (Ministerstvo životního prostředí, 2019).

¹ Proces EIA neboli Environmental Impact Assessment je posuzování vlivu záměru na životní prostředí. Podstatou procesu EIA je zjistit potenciální dopad stavby na okolí. Jedná se o proces, který se provádí u projektů se záměrem postavit nové stavby, u kterých je možný výskyt rizika negativního vlivu na životní prostředí a zdraví osob žijících v okolí stavby. Proces EIA vykonává MŽP ČR nebo krajský úřad. O tom, který z uvedených orgánů proces EIA vykoná, rozhoduje velikost potenciálně zasaženého území. O provedení procesu žádá investor stavby předložením oznámení o záměru. Záměry, u kterých je povinné vykonat proces EIA, jsou uvedeny v příloze č. 1 zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí v Kategorii I. V Kategorii II též přílohy jsou uvedeny záměry, které nejsou součástí Kategorie I. U těchto záměrů se provádí pouze zjišťovací řízení, které rozhodne, zda se u stavby budou posuzovat vlivy na životní prostředí či nebudou (Kuk, 2011).

Pomocí schématu ZEVO Brna můžeme rozdělit zařízení na následující důležité části:

Váha

Váha nebo také váhovna, která sice na schématu není vidět, je však důležitou částí zařízení, kam se přivádí odpad jako první. Váhovna ve spalovně společnosti SAKO Brno, a.s., je opatřena detekčním systémem gama záření. Detekční systém gama záření slouží především k odhalení nebezpečných radioaktivních a jinak ionizujících látek, které by mohly způsobit technické problémy či uniknout do životního prostředí. Součástí váhovny spalovny SAKO je třídící linka určena pro komunální odpad s pravděpodobností výskytu využitelných materiálových složek a hala s rotačním drtičem pro případ výskytu nadrozměrných kusů odpadů (SAKO, c2018).

Zásobník odpadu

Zpravidla se jedná o železobetonovou stavbu, kam je odpad přiváděn, poté co byl zpracován ve váhovně. Zde je odpad držen po dobu, než ho bude možné přesunout a zpracovat v kotli. Zásobník odpadu ZEVO Brno má kapacitu 5 000 tun, což při využití maximálního výkonu spalovny zajišťuje 5denní provozní zásobu. Nad velkoobjemovým zásobníkem odpadu se nachází jeřáb s polypovým drapákem, pomocí kterého se odebírá homogenizovaný odpad ze vstupních skluzů a přesouvá ho do násypky jednotlivých kotlů. Brněnská spalovna má zásobník odpadů opatřen dvěma stabilními vodními děly pro případ vzniku požáru (SAKO, c2018).

Kotle

Přísun odpadu zajišťuje jeřáb s polypovým drapákem ze zásobníku odpadů do vstupní násypky roštového kotle. Odpad prochází spádovou šachtou a následně je dávkován na jednotlivé rošty kotlů pomocí podávacího zařízení s hydraulickým pohonem. Dokonalé vyhoření spalitelných složek tuhého komunálního odpadu zajišťuje nakloněný vratisuvný (reverzní) rošť, kterým je vybaven každý kotel spalovny SAKO. Odpad na vratisuvném roštu se posouvá a zároveň obrací v důsledku protijdoucího pohybu roštnic. Předtím než je odpad přiváděn do spalovací komory, je třeba spalovací komoru předem rovnoměrně zahřát pomocí hořáku na zemní plyn na teplotu 850 °C. Při této teplotě dochází k dokonalému dohoření organických látek a úplné oxidaci biogenních prvků, jako je dusík, uhlík, vodík a síra, ze kterých by při nižších teplotách mohly vzniknout nebezpečnější sloučeniny než původní organické látky. Po dosažení minimální teploty 850 °C, není třeba dalšího přídavného paliva, jelikož tyto podmínky zajišťují okamžité vzplanutí vloženého odpadu. Vzniklá tepelná energie

ze spalování odpadu přechází do varného systému kotle, kde vzniká pára o teplotě 400 °C a tlaku 4 MPa (SAKO, c2018).

Škvárová linka

Škvárové lince předchází betonový podúrovňový zásobník neboli škvárovna, do které je přiváděna škvára z kotlů pomocí pásových dopravníků. Zásobník škváry je opatřen mostovým jeřábem, pomocí kterého je škvára převáděna do násypek třídící linky. Třídící linka spalovny SAKO Brno, a.s., využívá systém bubnových třídíčů, elektromagnetického separátoru, separátoru železa a neželezných kovů, kde dochází k rozdělení škváry na různé frakce. Jednotlivé frakce jsou odváženy nákladními automobily. Frakce obsahující železo a hliník mají další využití a považují se za druhotnou surovinu. Další frakce škváry se především využívají jako technické zabezpečení skládek nebo se ukládají na skládky určené pro škvárové odpady (SAKO, c2018).

Turbína

Vzniklá pára z varného systému kotle prochází parní odběrovou kondenzační turbínou. Turbínu tvoří lopatkový rotor, který je poháněn právě přiváděnou párou, který je spojen s převodovkou a generátorem. Generátor transformuje mechanickou práci, kterou vykonává rotor poháněný párou, na elektrickou energii. Pára po vykonání mechanické práce ztrácí jak svoji teplotu, tak i tlak a je následně odváděna buď tzv. regulovaným odběrem do středotlakého rozdělovače a poté do soustavy centrálního zásobování teplem (CZT), nebo tzv. neregulovaným odběrem k následnému ohřevu kondenzátu. Pára, která je odvedena regulovaným odběrem má řadu uplatnění, např. vytápění obslužných prostor spalovny, předehřev primárního spalovacího vzduchu, ohřev užitkové vody apod. Nevyužitá pára podstupuje procesy, při kterých dochází k přeměně zpět na vodu a opětovné využití při výrobě páry (SAKO, c2018).

Chemická úprava vody

Stejně jako ohledně páry, technologie spalovny se snaží využívat veškerou vodu z procesů. Chemickou úpravnu vody tvoří zejména demineralizační stanice se dvěma linkami založená na technologii protiproudého ionexu o celkovém výkonu 40 t/hod demineralizované vody. Tato technologie umožňuje získat vysokokvalitní upravenou vodu a zároveň spotřebuje menší množství regeneračních činidel. Upravená voda ze stanice se shromažďuje ve dvou nádržích a je společně s vratným kondenzátem z CZT a čistým kondenzátem ze vzduchem chlazeného kondenzátoru hlavní složkou napájecí vody pro kotle. Další složkou napájecí vody pro kotle je pitná voda z vodovodní sítě či voda získaná z vlastních vrtů spalovny. Odpadní

voda, která prošla technologickou úpravou vody a nelze ji dále upravit, se shromažďuje v retenční nádrži, ze které je následně čerpána a využívána v technologii chlazení škváry (SAKO, c2018).

Systémy pro čištění spalin

Kotle brněnské spalovny jsou opatřeny zařízením pro snižování koncentrace oxidů dusíku ve spalinách pracující na bázi selektivní nekatalytické redukce (SNCR). Technologie SNCR redukuje vznik oxidů dusíku, jež vznikají při oxidaci primárního a sekundárního vzduchu potřebných pro vlastní spalovací proces, pomocí vstřikování 40 % vodného roztoku močoviny do pásma, ve kterém probíhají reakce za vzniku oxidů dusíku. Močovina se využívá pro její redukční vlastnosti, která dokáže redukovat vzniklé oxidy dusíku zpět na dusík. Kromě močoviny se v praxi využívá samostatný amoniak či jeho vodný roztok (Obroučka, 2001, s. 94) (SAKO, c2018).

Kouřové plyny z kotlů jsou odváděny kouřovodem do horní části absorbérů. Před vstupem kouřových plynů do absorbérů se do jednotlivých kouřovodů vhání tlakem aktivní uhlí, jenž svým povrchem zachycuje nebezpečné těžké kovy a dioxiny. Absorbéry společnosti SAKO Brno, a.s., fungují na principu polosuché a suché vápenné metody. Primární metodou je polosuchá vápenná metoda, jejíž princip spočívá v nástřiku vodní suspenze alkalického sorpčního činidla, vápenného mléka, do proudu spalin a následného odpaření vody a vzniku jemného prášku. Vzniklý jemný prášek je zachycován na tkaninových filtrech (Obroučka, 2001, s. 91) (SAKO, c2018).

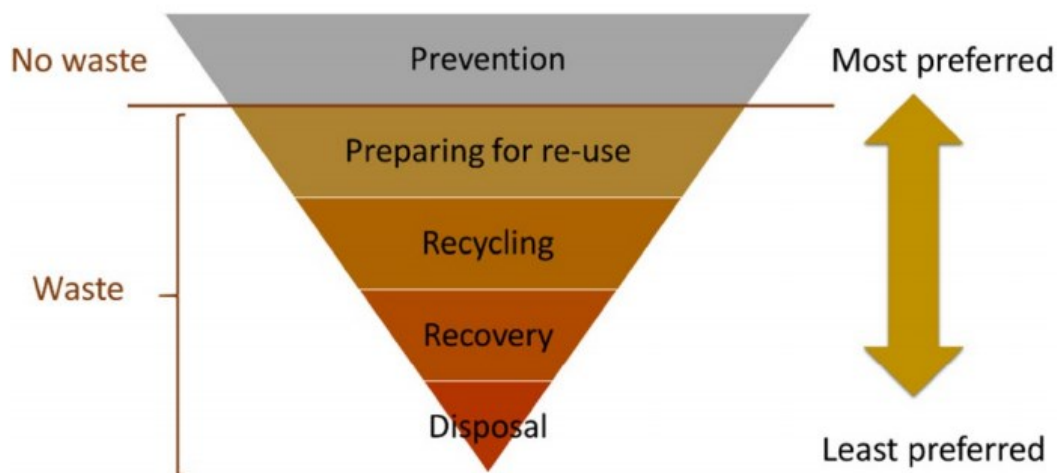
Druhá metoda je zavedena pouze pro případ výskytu vyšších koncentrací kyselých složek ve spalinách, které je třeba zachytit. V tomto případě prochází kouřové plyny tkaninovými filtry až po přidání suchého vápenného hydrátu, nejčastěji suchého hašeného vápna. Ve směsi suchého prášku s kyselými složkami obsaženými ve spalinách probíhají neutralizační reakce za vzniku neutrálních prachových látek, které lze následně oddělit pomocí filtru (Obroučka, 2001, s. 90) (SAKO, c2018).

Na základě charakteru vyčištěných spalin, se rozhoduje o dalším postupu. V případě vyčištěných spalin bez mechanických nečistot, jdou spaliny přímo do komína. I v této fázi před samotným vypuštěním, jsou vstupující spaliny do komína nejprve podrobeny kontinuální analýze, aby vypuštěné spaliny opravdu splňovaly emisní limity. V druhém případě, kdy při procesu čištění vznikají mechanické nečistoty ve formě prachových podílů obsahující škodliviny, zejména soli těžkých kovů, je třeba provést dodatečnou úpravu těchto prachových

podílů před konečným uložením na skládku tzv. solidifikaci. Proces solidifikace spočívá ve smíchání prachových podílů s cementem a vodou, čímž vznikne alkalická nerozpustná složka a zabrání se tak případnému vyluhování těžkých kovů do okolí či přesunu prachu vzduchem (SAKO, c2018).

3.1.2 Postavení spaloven v hierarchii cirkulární ekonomiky

Následující obrázek č. 3 přehledně znázorňuje postavení upřednostňovaných způsobů nakládání s odpady podle EU. Zároveň tato grafická pomůcka slouží pro národy, instituce, firmy, a dokonce i pro obyčejné lidi po celém světě jako znázornění cílů, kterých je třeba postupně dosáhnout a dostat se až na vrchol, jenž představuje udržitelný rozvoj a bezodpadovou budoucnost, které chceme pomocí konceptu cirkulární ekonomiky dosáhnout.



Obr. 3 Hierarchie cirkulární ekonomiky (Van Caneghem et al., 2019)

I přestože jsou spalovny nadále považovány za nejlepší možnost, v konceptu cirkulární ekonomiky nezaujímají první místo s nejvyšší prioritou. V současné době se stále více debatuje o vhodnosti spalování v kontextu oběhového hospodářství, avšak již ne z hlediska emisí, ale z hlediska nadměrného spoléhání se na tuto metodu a bránění tak ve splnění evropského cíle recyklace (Istrate et al., 2021, s. 2). Cirkulární ekonomika, aby fungovala z dlouhodobého hlediska, klade největší pozornost samotnému vnímání současných způsobů a přístupů k výrobě a výrobkům, které je třeba změnit. Zaměření na samotný počátek životního cyklu výrobků, tedy na výrobu, představuje prevenci vzniku odpadu a v hierarchické pyramidě oběhového hospodářství zaujímá první místo s nejvyšší prioritou (*Prevention*). Design výrobků má

pro oběhové hospodářství tu nejvyšší hodnotu, jelikož výrobky, které budou odolné vůči poruchám zůstanou v cyklu déle, a tím pádem množství zbytkových odpadů, které by šlo právě do spaloven nebo na skládky se sníží na absolutní minimum, v ideálním případě by nevznikaly odpady vůbec.

Van Caneghem a kolektiv (2019, s. 926) dodává, že myšlenka waste-to-energy neboli vnímání odpadu jako zdroje energie, tj. především spalování tuhého komunálního odpadu, je řazena do čtvrté úrovně pyramidy (*Recovery*), nikoliv do poslední úrovně (*Disposal*). Poslední úroveň pyramidy odpadu označuje jakoukoliv podobu ukládání či likvidaci odpadu, bez jakéhokoliv užítku, tj. zejména ukládání na skládky a spalování odpadů bez dostatečného získání energie. Principem cirkulární ekonomiky je tedy vytvořit společnost a přetvořit způsoby života založené na minimalizaci celkových odpadů. Bylo-li by tak potenciálně dosaženo, spalovny by nebyly nadále zapotřebí.

Každopádně, Evropská komise společně s Van Caneghemem (2019, s. 926) zastávají toho názoru, že hierarchii lze aplikovat s určitou flexibilitou, a to například, kdy po zvážení ekologických aspektů v případě odpadů obsahující toxické látky vyplývá, že vhodnějším řešením, než recyklace je spalování, i přestože se recyklace v pyramidě umísťuje na vyšší úrovni. Hierarchii lze aplikovat flexibilně i po zvážení jiných aspektů, např. ekonomických či technických. „*Merrild a kolektiv prokázali, že ačkoli je recyklace materiálů z tuhého komunálního odpadu obecně považována za lepší variantu než jiné varianty zpracování odpadu, u materiálových frakcí s významným energetickým obsahem to tak být nemusí, pokud alternativou je přeměna odpadu s vysokou mírou získání energie.*“ (Van Caneghem et al., 2019, s. 926)

Nicméně, aplikovat flexibilitu hierarchie by se mělo pouze v případech, kdy po zvážení zmíněných aspektů vychází jako nejlepší možnost využít „horší“ způsob nakládání s odpady. Některé země jsou však do značné míry závislé na spalování, věnují této metodě velkou část ekonomických zdrojů a nerozvíjejí se v jiných cestách, jako je například zmíněná recyklace, která je považována za vhodnější metodu z hlediska postavení v hierarchii cirkulární ekonomiky a dosažení udržitelného rozvoje (Istrate et al., 2021, s. 2). Jofra Sora (2013, s. 21-22) předpokládá, že v blízké budoucnosti se v evropských zemích spalovací průmysl ještě víc rozroste, což zapříčiní zvýšení potřeby dovážet odpad do některých zemí. Zvýšená potřeba dovážet odpad bude znamenat novou překážku a oddálí tak dosažení vytyčených evropských cílů recyklace.

3.2 Pyrolýza

Pyrolýza je fyzikálně-chemický děj patřící do skupiny reduktivních termických procesů, během kterých dochází k termochemické konverzi. Fiedor (2012, s. 120) definuje pyrolýzu nebo také odplynění jako „*tepelný rozklad organických materiálů bez přístupu oxidační atmosféry (vzduch, oxid uhličitý, vodní pára), jež vede ke vzniku jednotlivých pevných, plynných a kapalných frakcí.*“

Jak už bylo řečeno výše, termické procesy, do kterých pyrolýzní technologie patří, pracují s velkým rozmezím teplot. Pomocí vysokých teplot, v rozmezí 200 °C až teplot přesahujících 1000 °C, se snažíme rozštěpit vysokomolekulární látky na nízkomolekulární, stejně tak se snažíme zkrátit molekuly s dlouhými řetězci (Kuraš, 2008, s. 99). Množství a složení produktů, které vznikají během pyrolýzy, můžou být pokaždé jiné. Složení produktů závisí na složení a druhu výchozích látek. Nejčastějšími produkty této metody jsou pyrolýzní plyn, pyrolýzní kondenzát (neboli olej) a tuhý zbytek, z nichž první dva uvedené produkty při určité čistotě se dají použít dále jako palivo. Tuhý zbytek tvoří zejména uhlík a další anorganické látky (Molek, 2017) (Vincourová, 2020).

Pyrolýzní technologie se používají především k odstraňování odpadu vzniklého ve zdravotnictví a odpadních materiálů s vysokou výhřevností jako jsou pneumatiky, plasty, odpadních gumy a další (Enviweb, 2013) (Obroučka, 2001, s. 16). Pyrolýza probíhá ve speciálních zařízeních. V současné době se většina pyrolýzních procesů provádí v rotační peci navazující na termoreaktor (Staf, 2005).

Z technologického hlediska rozlišujeme pyrolýzu zejména podle reakční teploty následovně:

- Nízkoteplotní pyrolýza – reakční teplota do 500 °C
- Středněteplotní pyrolýza – reakční teplota v rozmezí 500 °C až 800 °C
- Vysokoteplotní pyrolýza – reakční teplota nad 800 °C

Jednotlivé zmíněné teplotní intervaly se dále dělí do několika fází. Počet fází a samotný průběh se odvíjí od vlastností a druhu výchozího odpadu. Probíhající reakce u pyrolýzy jsou endotermické a spotřebují velké množství tepla. Aby pyrolýza mohla proběhnout, jsou vstupní materiály z počátku vysušovány při teplotách do 200 °C. Proto důležitým faktorem, který ovlivňuje průběh procesu, je zejména vlhkost výchozího materiálu. Po vysušení materiálu dochází v rozmezí teplot od 200 °C do 500 °C k suché destilaci, při které dochází k odštěpení

bočních řetězců vysokomolekulárních organických látek. S narůstající teplotou dochází k dalšímu štěpení a transformaci látek (Obroučka, 2001, s. 16).

Pyrolýza je chemický proces, který má využití i v jiných oblastech než je zpracování odpadů. Od pyrolýzy, jako další metody energetického využití odpadů, se očekávalo nejvíce v 70. letech 20. století. V této době se v mnoha průmyslově vyspělých zemích a společnostech začaly zavádět pyrolytické systémy. Postupně však došlo k změně názoru, že dosavadní technologie nejsou vhodné především z ekonomických důvodů. Dalším důvodem, proč považovaly pyrolýzu za nevhodnou, byly obtíže spojené s nakládáním s tuhým zbytkem, který obsahoval značné množství těžkých kovů (Obroučka, 2001, s. 16) (Fiedor, 2012, s. 120).

3.3 Zplyňování odpadů

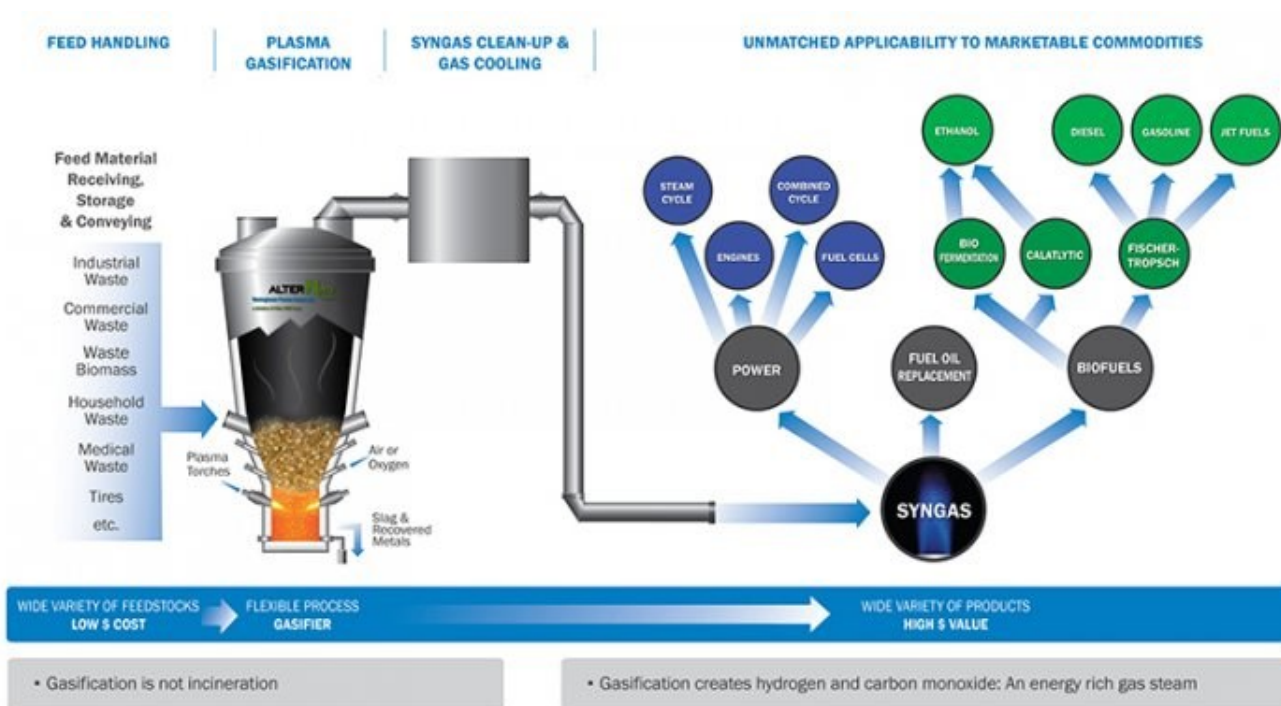
Zplyňování je další nejčastější zvažovanou metodou určenou pro zpracování odpadů hned po spalování a pyrolýze. Stejně jako pyrolýza, zplyňovací proces patří mezi termické reduktivní procesy. V podstatě se jedná o pyrolýzní proces s částečnou oxidací zplyňovacími médii (S.W.H. GROUP SE, c2014-2020).

Zplyňování odpadů je proces, při kterém dochází k přeměně výchozích látek, jimiž jsou především tuhá organická hmota, ale také kapaliny nebo plyny, na žádoucí produkt. Žádoucím produktem je syntetický plyn obsahující výhřevné složky, především vodík a oxid uhelnatý. Čistý syntetický plyn má mnohá průmyslová využití, nejčastěji je transformován na elektrickou energii nebo do jiných forem energie jako je bioenergie. Kromě hlavního produktu, vznikají i produkty vedlejší, doprovodné, které tvoří především dusík, oxid uhličitý, voda, a znečišťující látky, které tvoří alkálie, složky obsahující síru, dehet, prach a další. Dále vzniká značné množství popela a popílku s obsahem škodlivých látek. Jak už bylo uvedeno výše, aby proces mohl proběhnout, působí se na výchozí látky vysokou teplotou a zplyňovacími médii. Nejčastějšími zplyňovacími médii jsou kyslík, vzduch, vodní pára nebo směs kyslíku s oxidem uhličitým nebo směs vodní páry s oxidem uhličitým (Pohořelý et al., 2017, s. 1) (PGP Terminal, a).

Metoda zplyňování je poměrně nově zavedenou technologií v sektoru zpracování odpadů. V současné době je však v ČR v oblasti nakládání s odpady čím dál více skloňovaným pojmem zejména plazmové zplyňování. Technologie plazmového zplyňování se ve světě začala využívat nejdříve před dvaceti lety v Japonsku. U nás technologii plazmového zplyňování zavedla v roce 2008 jako první v ČR společnost, zaměřující se na výrobu produktů z drahých

kovů, SAFINA, a.s., která využívá tuto metodu na recyklaci katalyzátorů obsahující drahé kovy, které může následně opětovně využít (Molek, 2015) (SAFINA, 2020).

Plazmové zplyňování využívá k dosažení vysokých teplot plazmové hořáky neboli plazmatrony, pomocí kterých teploty v reaktoru dosahují až 3000 °C. Projekty založené na technologii plazmového zplyňování jsou oproti klasickému zplyňování šetrnější vůči životnímu prostředí. Působením extrémních teplot dochází v reaktoru k úplné přeměně vstupní suroviny na syntetický plyn, který je následně prudkým zchlazením očištěn, čímž se minimalizuje vznik toxických dioxinů. Současně nevzniká žádné odpadové teplo nebo značné množství popela a popílku, jako tomu je u klasické metody zplyňování (Jarolímek, 2020) (PGP Terminal, b). Zjednodušené technologické schéma lze vidět na následujícím obrázku č. 4.



Obr. 4 Zjednodušené schéma technologie plazmového zplyňování (PGP Terminal, a)

Zároveň výsledky plazmového zplyňování zapadají více do konceptu cirkulárního hospodářství, neboť kromě primárního produktu, kterým je syntetický plyn, vzniká jako vedlejší produkt vitrifikovaná struska, která má nové využití. Vitrifikovaná struska neboli vitrifikát je inertní nevyluhovatelý sklovitý materiál, který nachází uplatnění především ve stavebnictví na výrobu betonových výrobků. Technologie na bázi plazmového zplyňování by měly být podle Petra Břenka ze společnosti PGP Terminal, a. s., která je součástí nadnárodní

společnosti AlterNRG, jež je lídrem v oblasti zabývající se plazmovým zplyňováním, implementovány nejdříve až v roce 2024 nebo 2025 (Jarolímek, 2020) (PGP Terminal, c).

3.4 Anaerobní digesce

Kromě zařízení k energetickému využití odpadu s majoritním zastoupením na trhu, jenž jsou spalovny, a ostatních zařízení využívající pyrolýzu a zplyňovací procesy k přeměně odpadu na zdroj energie, se na území ČR vyskytují i zařízení využívající další alternativní metodu, kterou je anaerobní digesce. **Anaerobní digesce**, za jejíž synonyma či termíny vystihující stejný princip lze považovat anaerobní fermentaci či anaerobní vyhnívání, dále je také v praxi označována jako metanová fermentace nebo také biozplyňování, je termín, který v ČR ani ve světě není jednotně zavedený a v ČR nemá přesně určenou definici (Slejška a Váňa, 2002). I přestože v ČR není pro anaerobní digesci stanovena přesná definice, lze tuto definici převzít z anglické literatury. Evropská unie definuje anaerobní digesci jako „*biologický proces, který probíhá v uzavřených nádobách za úplné absence vzduchu, tj. za anaerobních podmínek. Proces přeměňuje biologicky rozložitelný odpad na bioplyn obsahující metan a oxid uhličitý.*“ (Smith et al., 2001)

Technologie fungující na základě principů anaerobní digesce jsou považovány za jednu z technologií, které přispívají k dosažení a udržení trvale udržitelného rozvoje. Anaerobní digesce společně s kompostováním tvoří dva základní způsoby biologického zpracování organických odpadů. Od kompostování se liší pouze v tom, že kompostování probíhá aerobně, tudíž za přítomnosti vzduchu, kdežto procesy při zpracování v bioplynových stanicích probíhají anaerobně, tudíž za nepřítomnosti vzduchu (Ministerstvo životního prostředí, 2015). Jelikož anaerobní digesce patří mezi biologické procesy, můžeme se s ní setkat v přírodě velmi často. V přírodě tento proces probíhá např. v batoru přežvýkavců nebo na dně jezer a rašelinišť (CZ Biom, 2009).

Jak už bylo zmíněno v samotné definici anaerobní digesce, primárním produktem tohoto procesu je bioplyn. Bioplyn je směs několika druhů plynů, nejedná se tedy o čistě samostatný druh plynu. Ideální bioplyn je tvořen pouze dvěma složkami – methanem a oxidem uhličitým – kde z energetického hlediska má nejdůležitější roli první zmíněný plyn, methan. Množství methanu obsaženého v bioplynu určuje energetický obsah, jinak řečeno výhřevnost plynu. V praxi se však na složení bioplynu částečně podílí i další plyny, kterými jsou např. vodík,

sulfan a dusíkaté sloučeniny. Poslední tři složky jsou však v bioplynu zastoupeny v minimálním měřítku (Židek, 2003).

Z hlediska obsahu sušiny ve vstupním substrátu rozlišujeme technologii anaerobní digesce na (v tomto případě se častěji mluví o anaerobní fermentaci):

- mokrou a
- suchou fermentaci (Ministerstvo životního prostředí, 2015).

Mokrý fermentace

Mokrý fermentace je jedním ze dvou způsobů, jak může anaerobní digesce (fermentace) probíhat. Tuto technologii lze uplatnit až u pevných, tak i u kapalných substrátů, které druhá metoda zpracovávat nedokáže. Mokrý fermentace zpracovává organické odpady s podílem sušiny v substrátu v rozmezí 12–15 %. V případě, že substrát obsahuje větší procentuální podíl sušiny, než je požadované rozmezí, dochází k ředění a homogenizaci procesní vodou na požadované procento (VŠB). Na následujícím obrázku 5 je zobrazený 3D model bioplynové stanice na bázi mokré anaerobní digesce.



Obr. 5 3D modul bioplynové stanice na bázi mokré anaerobní digesce (Flora Tech)

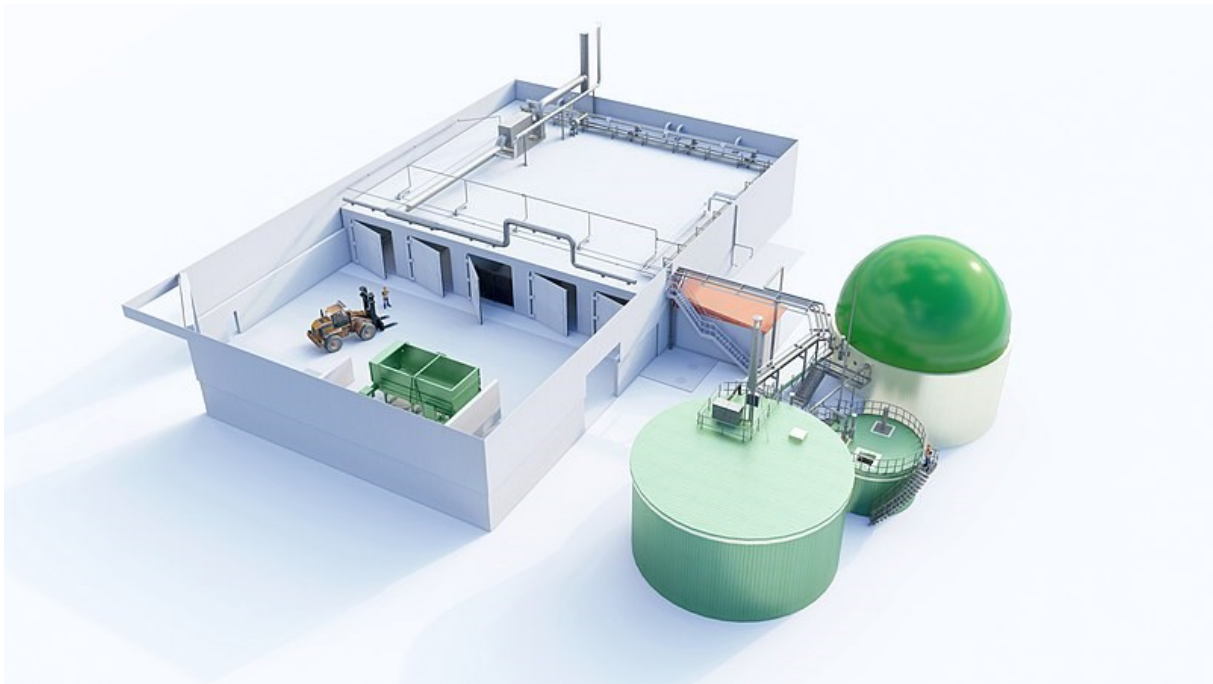
Důležitou část zařízení se zavedeným systémem mokré anaerobní digesce tvoří zejména velké vzduchotěsné nádoby – fermentory a dofermentory (označované také jako post-fermentory) – ve kterých je udržována konstantní teplota 35 °C (mezofilní) nebo 55 °C

(termofilní) (Škorvan, 2012). Před samotným rozkladem organické hmoty na digestát dochází k řadě procesů, které jsou nutné provést, než bude možné bioodpad zpracovat do finální podoby. Nedílnou součástí předúpravy u mokré fermentace je proces drcení a separace odpadu, při kterém se oddělí nezpracovatelné příměsi či příměsi, které by mohly způsobit technické problémy jako je například zanesení míchadla a čerpadla slámou či pilinami z biomasy (VŠB).

Bioplynových stanic na bázi technologie mokré fermentace je v ČR i ve světě mnohem více, neboť se jedná o technologii starší a ověřenější (Škorvan, 2012). Zároveň se jedná o metodu s vyšší produkcí bioplynu (Angelonidi a Smith, 2015, s. 556). Z hlediska plynulosti výroby se jedná o kontinuální výrobu se stálou produkcí bioplynu. Se zajištěním kontinuální výroby však zároveň vzniká nutnost zabezpečit stálý přísun biologicky rozložitelného komunálního odpadu, jehož produkce závisí na vícero faktorech a je ve většině případů nerovnoměrná (Škorvan, 2012).

Suchá fermentace

Suchá fermentace je oproti mokré fermentaci poměrně mladá a málo rozšířená technologie v bioplynovém odvětví, což je zapříčiněno pochybami a nedostatkem ověřených znalostí a informací, jelikož se jedná o novou technologii anaerobních digestivních procesů. Nicméně, technologie suché fermentace v posledních deseti letech zaznamenává značné nárůsty v počtu instalací po celém světě (Rocamora, 2020, s. 2). Prostřednictvím této cesty dochází ke zpracování odpadu s obsahem sušiny vyšším než 25 %. Podle obsahu sušiny v substrátu se dělí suchá fermentace dále na suchý proces charakteristický 25–45 % sušiny a na vysokosušinový proces s obsahem 40 % sušiny a více. Suchou fermentaci lze použít zejména ke zpracování organických pevných odpadů. Zároveň se nedoporučuje pro zpracování kapalných odpadů a bioodpadů z kuchyní či jatek, u kterých je třeba provádět hygienizaci. Tento způsob je vhodný k úpravě organického pevného odpadu ze zemědělství, z domácností, ze zahrad či průmyslu ať už jako samostatné jednotlivé substráty, nebo bez předešlého rozdělení na frakce dohromady (Rocamora, 2020, s. 2). Typické zařízení pro suchou anaerobní digesti lze vidět na obrázku 6.



Obr. 6 3D modul bioplynové stanice na bázi suché anaerobní digesce
(Thzorro77, 2019)

Bioplynové stanice zaměřující se na suchou fermentaci využívají fermentory tzv. garážového typu. Zařízení garážového typu či uspořádání nabývá hranatého horizontálního tvaru připomínající garáž uskladňující boxy (fermentory). Způsob plnění vstupní suroviny do fermentorů je vsázkovým způsobem pomocí čelního nakladače (CZ Biom, 2015). Bioodpad se ve fermentorech nejčastěji rozkládá v intervalu 20-40 dní.

Technologie je převážně diskontinuální, i přestože řešení lze provést v kontinuálních systémech. Diskontinuitu technologie způsobuje především počáteční fáze, nakládání vstupní suroviny, a konečná fáze, vykládání produktu. Tato problematika je však v praxi řešena zavedením několika železobetonových boxů současně, které pracují paralelně při teplotě cca 40 °C a tím je zajištěna konstantní produkce bioplynu (Marjolaine, 2018). Přetržitost výroby představuje jak výhodu, tak zároveň nevýhodu této technologie. U diskontinuální výroby se nemusí řešit problematika nerovnoměrného přísunu biologicky rozložitelného komunálního odpadu, jenž se vyskytuje u mokré fermentace. Nicméně, musí však řešit komplikovanější náběh technologie, jelikož v jednotlivých fermentorech probíhá po vyložení produktu a naložení nového bioodpadu rozklad od úplného začátku (Škorvan, 2012). Na rozdíl od mokré cesty, si metoda suché digesce klade nižší energetické nároky a nároky na obsluhu. U této technologie není třeba provádět náročné předupravovací procesy jako je separace nebo

drcení. I přestože není substrát nijak třeba předem upravovat, doporučuje se jeho drcení pro lepší průběh rozkladu.

Celková účinnost a výtěžnost suché digesce však za mokrou digescí značně kolísá. Z řady provedených studií vyplývá, že hlavním faktorem ovlivňující objem produkce bioplynu je obsah vody v substrátu. Vyšší obsah vody v substrátu zajišťuje vhodnější prostředí s více homogenizovaným materiálem, kde dochází k lepší interakci mezi mikroorganismy a živinami, a tím i k lepšímu rozkladu a vyšší produkci bioplynu. Substráty zpracovávané suchou cestou obsahují menší obsah vody, než tomu je u substrátů zpracovávané mokrou cestou, což sice umožňuje této technologii zpracovat více odpadu, avšak na úkor nižší produkce bioplynu (Rocamora, 2020, s. 4).

4 Praktická část

Pro ověření či porovnání teoretických poznatků získané rešerší odborné literatury v předchozích kapitolách s praxí byl v rámci zpracování bakalářské práce stanoven jako jeden z dílčích cílů popsat možnosti využití a zpracování odpadů v souladu s principy cirkulární ekonomiky, včetně zhodnocení možností a omezení u termického zpracování odpadů z pohledu vybrané firmy působící v ČR. Za účelem naplnění tohoto cíle byl realizován kvalitativní výzkum v oblasti zpracování odpadů, který byl realizovaný jednak pomocí předem připraveného scénáře dotazování a rozhovorů se zástupcem/zástupci firmy SUEZ CZ, která se specializuje na odpadové hospodářství a operuje na území ČR a jednak byla provedena obsahová analýza webových stránek této firmy.

První část praktické části bakalářské práce představuje společnost SUEZ CZ, základní informace, její zaměření a oblast působnosti, krátkou historii světové společnosti SUEZ a dále působení na území ČR. V další kapitole praktické části se práce zaměřuje na představení portfolia služeb firmy SUEZ CZ, kde je věnována pozornost především službě *Kompletní outsourcing odpadového hospodářství* a službě *Efektivní nakládání s druhotnými surovinami*. Pozornost je věnována zejména recyklaci a materiálovému využití odpadů a procesům předcházejícím a samotnému procesu energetického využití odpadů. V závěru je vedena diskuse na téma vnímaných nevýhod spalovacích zařízení v ČR, kde jsou vytyčeny hlavní vnímané problémy týkající se spalování odpadů obecně.

4.1 Základní informace o společnosti SUEZ CZ

SUEZ CZ a.s. (dále už jen SUEZ CZ) je součástí francouzské skupiny SUEZ, a její jednotlivé podniky vystupují pod jednotnou značkou SUEZ. Mateřskou společností společnosti SUEZ CZ je SUEZ Holding Belgium. Mateřskou společností celé skupiny je SUEZ Groupe S.A.S.. Jedná se o světovou jedničku specializující se na odpadové hospodářství již od roku 1861. V současnosti nabízí své služby a řešení odpadové problematiky na pěti kontinentech ve více než sedmdesáti zemích. Vedle odpadového hospodářství působí také ve vodárenství a řešení úpravy pitné vody a odpadních vod. SUEZ se snaží aktivně odpovídat jednak na neustálý a v posledních letech masivní nárůst objemu odpadů a jednak na skutečnost, že jsou odpady díky svému složení stále obtížněji zpracovatelné. Jakožto světový lídr v této oblasti je průkopníkem udržitelného zpracování odpadů, kterým chce být nadále i v budoucnosti,

a proto se zaměřuje i na výzkum a vývoj nových alternativních způsobů, jak odpady zpracovávat efektivněji a šetrněji k životnímu prostředí.

Společnost byla založena v roce 1880 pod názvem Lyonnaise des Eaux a původně se zaměřovala na poskytování veřejných služeb v sektoru vodárenství, elektřiny a plynárenství. Ze začátku se společnost zaměřovala pouze na rychle se rozvíjející francouzská města jako bylo Cannes, Bordeaux, Lille a další. Postupně však rozšířila svou nabídku služeb i do zahraničí. Dnešní SUEZ je výsledkem dlouhé historie, během které docházelo ke sloučení několika podniků do dnešní podoby. Současné jednotné označení všech jednotek patřící do skupiny, SUEZ, bylo zavedeno v roce 2015.

Historie společnosti SUEZ na území ČR začíná v 19. ledna 1998. Výše jejího základního kapitálu v současnosti dosahuje hodnoty 584 390 000 Kč. 1. ledna 2019 byla uskutečněna fúze sloučením společnosti SUEZ Water CZ, s.r.o. a společnosti SUEZ Využití zdrojů a.s. a došlo k přejmenování společnosti na SUEZ CZ a.s. (SUEZ CZ, 2019b). SUEZ na území ČR se rozkládá do tří divizí – Divize Čechy, Divize Sever a Divize Jihovýchod, celkem tak vlastní třicet jedna provozoven, viz následující obrázek č. 7.



Obr. 7 Rozdělení provozoven SUEZ na území ČR podle jednotlivých divizí (SUEZ, 2018)

Ve společnosti SUEZ CZ je zaveden a udržován integrovaný systém managementu (IMS), do něhož patří systém managementu jakosti podle evropské normy ISO 9001 a systém

environmentálního managementu podle evropské normy ISO 14001. Integrovaný systém managementu je doplněný o standard řízení ochrany zdraví při práci OHSAS 18001. Dále má zavedený systém řízení hospodaření s energií, certifikovaný podle ISO 50001 a v rámci informací poskytuje službu práce v režimu ochrany a bezpečnosti informací dle ISO/IEC27001. SUEZ CZ v roce 2019 úspěšně obhájil certifikaci výše zmíněných systému řízení dle norem ISO 9001, 14001, 27001 a standard OHSAS 18001 při auditech vedených společností SGS Czech Republic s.r.o. (SUEZ CZ, 2019b).

4.2 Služby poskytované společností SUEZ CZ

Společnost SUEZ nabízí širokou škálu služeb s cílem usnadnit každodenní životy dnešní společnosti i společnosti budoucí. SUEZ si je vědom významného společenského problému v podobě obrovské produkce odpadů, která je každým dnem ve světě generována a zároveň si uvědomuje, že se v těchto odpadech skrývá odpověď na nedostatek přírodních zdrojů, které bychom mohli správně využít. Mezi hlavní služby poskytované firmou SUEZ CZ a.s. patří:

- Kompletní outsourcing odpadového hospodářství
 - Svoz, sběr a třídění odpadů
 - Síť technologií a koncových zařízení
 - Průmyslová i komunální oblast
- Efektivní nakládání s druhotnými surovinami
 - Recyklace a materiálové využití odpadů
 - Energetické využití odpadů nevhodných k recyklaci
 - Výkup a další zpracování surovin
 - Skartace dokumentů
- Odstraňování ekologických zátěží
 - Sanace území zasažených průmyslovou činností
 - Sanace azbestových zátěží
 - Čištění vod z průmyslu, nakládání s kapalnými odpady
 - Stálá havarijní služba
- Facility služby
 - Technické služby údržby
 - Čištění měst a obcí

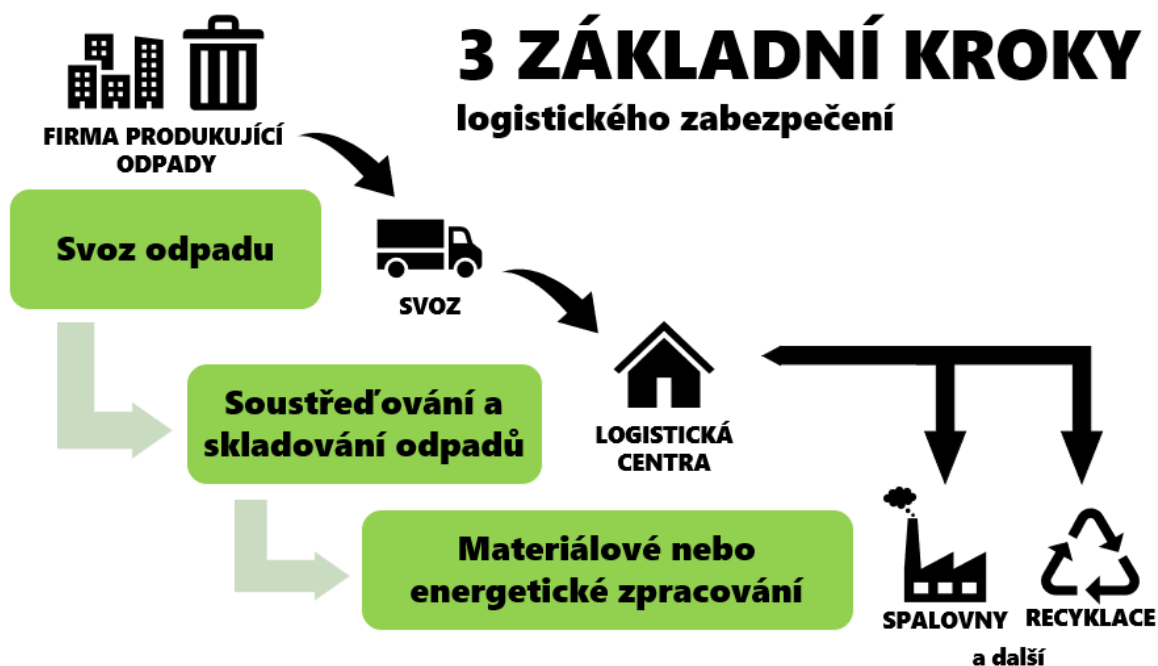
- Poradenství
 - V oblasti životního prostředí a udržitelné spotřeby a výroby
 - Zavádění systémů řízení dle ČSN EN ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001 (SUEZ CZ, 2019a)

Vzhledem k zaměření bakalářské práce, se práce dále zabývá pouze prvními dvěma skupinami služeb, tj. Kompletním outsourcingem odpadového hospodářství a Efektivním nakládáním s druhotnými surovinami.

4.2.1 Kompletní outsourcing odpadového hospodářství

Kompletním outsourcingem odpadového hospodářství dané firmy se myslí fáze svozu, sběru a třídění odpadů, kterou je třeba provést před fází přepravy na koncové zařízení, kde dojde k finálnímu zpracování odpadů. Jestliže se průmyslový podnik rozhodne pro službu kompletního outsourcingu svého odpadového hospodářství, firma SUEZ nejprve zpracuje kompletní prováděcí projekt odpadového hospodářství na míru pro danou firmu, následně optimalizuje logistiku odpadů, druhotných surovin a dalších materiálů uvnitř podniku, optimalizuje rozmístění kontejnerů na odpad v celém podniku, zřídí a zcela přebírá zodpovědnost za provoz centrálního sběrného místa a celého nastaveného systému, který legislativně zabezpečuje odpadové hospodářství zákazníka a zajistí zároveň kompletní reportování této služby.

Outsourcing odpadového hospodářství je logisticky zabezpečeno provozováním regionálních logistických center, do kterých je odpad svážený z průmyslových podniků nejprve soustředěn, poté upraven podle potřeby, a nakonec poslán do dalšího zařízení k finálnímu zpracování, viz obrázek 8. Tato logistická centra disponují zařízeními, která nejprve odpady roztrídí, aby nedošlo v důsledku různorodosti odpadů k jakémukoliv ohrožení na zdraví či újmě na životním prostředí, a poté je uskladní do té doby, než budou pokračovat dál v odpadovém řetězci.



Obr. 8 Logistické zabezpečení firmy SUEZ CZ

Třídění odpadů probíhá dle jejich společných vlastností a může tak být odpad roztríděn do vícero skupin. Vlastnosti na základě, kterých firma SUEZ třídí svážený odpad, mohou být různé, například se jedná zejména o fyzikální vlastnosti, chemické vlastnosti, nebezpečné vlastnosti, skupenství a způsob následného zpracování. Jedná-li se o druhotné odpady jako jsou například plasty či papír, jsou tyto odpady před vývozem na zařízení k dalšímu zpracování nejprve upraveny na požadovanou formu a objem, aby bylo dosaženo lepší manipulace a snadnější přepravy. Jednotlivé skupiny po roztrídění či úpravě jsou dle dostupných možností zpracování odvezeny buď do určených zařízení vlastněných firmou nebo v případě odpadů, které SUEZ nedokáže zpracovat sám, jsou odpady předány odborné externí firmě. Žádný z odpadů neopouští území ČR. Jestliže odpady nelze nijak recyklovat či zpracovat, ať už firmou SUEZ nebo odbornou externí firmou, jsou tyto odpady uloženy na skládku (SUEZ CZ, 2021c).

4.2.2 Recyklace a materiálové využití druhotných surovin

Recyklace je velmi důležitou funkcí a zároveň významnou službou, kterou firma SUEZ CZ nabízí a upřednostňuje před jakýmkoliv jiným způsobem zpracování odpadů, jelikož se jedná o proces, jenž plně odpovídá principům a zapadá do konceptu cirkulární ekonomiky. V posledních letech se firma SUEZ CZ snaží toto řešení jak odpadové problematiky, tak řešení, které významně podporuje principy oběhového hospodářství, čím dál více implementovat.

Jedná se tedy nejen o řešení, kterým se dá značně omezit ukládání odpadů na skládky a zredukovat množství emisí, které by jinak vznikly spalováním, ale i o nejvhodnější metodu, jak se zbavit odpadů, tím, že pomáhá do značné míry předcházet jejich vzniku.

Společnost SUEZ CZ aktivně spolupracuje se systémy zabezpečujícími zpětný odběr obalových materiálů, které může zpracovat pomocí své recyklační technologie a efektivně tak aplikovat principy oběhového hospodářství. Nejvýznamnějším systémem zpětného odběru, do kterého je firma zapojena, je celorepublikový systém EKO-KOM².

Na území ČR společnost SUEZ soustřeďuje recyklační procesy zpracovávající zejména plastové odpadní fólie s nízkou hustotou (neboli LDPE fólie) do provozu v Němčicích nad Hanou, kterou provozuje od roku 2017. Kromě LDPE fólií, je tato recyklační linka schopna recyklovat i HDPE (plastové fólie s vysokou hustotou) a PP fólie nebo PVC materiály (SUEZ CZ, 2019a). Recyklační linka umožňuje zpracovat až 5 tisíc tun plastových odpadů ročně, což odpovídá 3,5 miliónům litrů ropy, které by se jinak muselo dovézt ze zahraničí na výrobu nových výrobků. Touto technologií jsou odpadní plasty, především tedy plastové fólie, přeměněny na LDPE regranulát, který následně odebírají další distribuční mezičlánky, jež ho namísto ropy využívají k opakované výrobě nových plastových fólií, plastových pytlů a dalších plastových výrobků o vysoké kvalitě. Zpracované množství plastů odpovídá také 6 750 tun oxidu uhličitého, který by jinak vznikl v případě uplatnění běžných principů lineárního modelu hospodářství (SUEZ Využití zdrojů, 2018).

Celý technologický proces zpracování LDPE fólií začíná dovezením slisovaného balíku odpadních obalů o hmotnosti 200-400 kg k pásovému dopravníku. Před vyložení materiálu na dopravník, je materiál důkladně ručně zkontrolován, zda neobsahuje větší množství příměsí a kontaminací, které nebyly odstraněny tříděním u dodavatele a které zásadně ovlivňují finální čistotu regranulátu. Po řádném zkontrolování balíku obsluhou, je materiál převezen pomocí pásového dopravníku do drtiče s rotorovými a statorovými noži, kde dochází ke krájení plastových fólií do té doby, dokud plasty neprojdou výstupním sítem o velikosti 40 mm. Z drtiče jsou následně odsáty pomocí odsávacího zařízení umístěném nad drtičem do šnekového dopravníku a následně do tzv. vodní části. Vodní část tvoří tři odstředivé frikční dopravníky, ve kterých dochází k oplachu a promývání materiálu vodou, a dvě rozplavovací nádrže, v nichž materiál plave na hladině a následně je tlačěn ke dnu, přičemž nečistoty

² Systém EKO-KOM je celorepublikový neziskový systém zajišťující sdružené plnění povinností zpětného odběru a využití odpadů z obalů prostřednictvím spolupráce mezi průmyslovými podniky, městy a obcemi, s cílem zajistit kompletní zpětný odběr obalových odpadů, tj. jejich vytřídění samotným spotřebitelem, svezení a dotřídění, doručení zpracovatelům, kteří z nich vyrobí nové plastové obaly (EKO-KOM, 2011).

obsažené v surovině se usazují na dně nádrže, ze kterého jsou poté odstraněny. Takto vyčištěná drť se následně vysuší na požadovanou vlhkost 3 – 8 % ve vyrovnávajícím silu. Vysušený materiál je následně pomocí pásového dopravníku převeden do aglomerátoru, kde nože rozmělní vysušený materiál, který se poté zahřeje, čímž vzniknou plastové hrudky. Hrudky jsou z aglomerátoru odstředivou silou hnány do extruderu, kde dochází k míchání a vystavení vyšším tlakům a teplotám, které hrudky přemění na homogenní plastovou hmotu. Ta dále pokračuje do procesu peletizace, při níž je v peletizační hlavě rozdělena do kanálků a následně nakrájena do finální podoby regranulátu, do peletek. Peletky jsou nakonec zchlazeny, upraveny a roztrženy podle barvy, plněny do big bagů a exportovány jak zpracovatelům v ČR, tak i do celé Evropy (Osterroth, 2020).

Další recyklační linku provozuje společnost SUEZ v Srní nedaleko České Lípy, která dokáže recyklovat až 7 500 tun plastových odpadů ročně, ušetří se tak dalších 5,25 miliónů litrů jinak dovezené ropy (SUEZ Využití zdrojů, 2018). Pomocí této technologie lze zpracovat odpadní obaly na LDPE, HDPE i PP regranulát, jejichž uplatnění je stejné jako u LDPE regranulátu z provozu Němčice nad Hanou. Další technologie v této provozovně dokáže vytvářet PP a PE drť. Společnost SUEZ chce své portfolio provozoven rozšířit o další provozy typu recyklační linky (Osterroth, 2020). V případě jiných druhů plastů, které SUEZ běžně nezpracovává, spolupracuje se specializovanými firmami, se kterými se snaží zajistit jejich materiálové využití. Kromě zmíněných plastů dále společnost nejčastěji recykluje sklo, dřevo a dřevěné palety, železné a neželezné odpady.

4.2.3 Energetické využití odpadů nevhodných k recyklaci

I přestože SUEZ recyklaci vnímá jako zatím nejlepší způsob, jak dosáhnout udržitelné budoucnosti a jak nejefektivněji řešit odpadovou problematiku, některé odpady, ať už kvůli jejich složení a obecné povaze, nebo kvůli dosažení možného počtu recyklovatelnosti nelze recyklovat, musí SUEZ nějakým způsobem zlikvidovat. Nejčastější variantou, ke které se SUEZ rozhodne, je jejich spálení v některé ze svých spaloven. Nicméně, existují i další způsoby, jak s těmito odpady naložit, rozhoduje o tom jejich povaha a potenciální další využití.

Zařízení na termické využití odpadů

Termické zpracování je tedy jedním z dalších možných způsobů zpracování odpadů, poté co byly roztrženy, případně upraveny, v logistických centrech. Firma SUEZ využívá

pro termické zpracování a využití jinak nevyužitelných či nebezpečných odpadů metodu spalování, což nadále, v současnosti i v nejbližších letech, považuje za nejbezpečnější metodu odstraňování nebezpečných odpadů.

Na území ČR provozuje SUEZ celkem čtyři spalovny – v Plzni, ve Zlíně, v Ostravě a v Trmicích. Tyto spalovny celkově za rok odstraní dohromady zhruba 48 000 tun odpadů ročně, přičemž ze zpracovaných odpadů vytvoří 80 000 GJ tepla a přibližně 2 400 MWh elektrické energie s dalším využitím např. jako dálkové vytápění (SUEZ CZ, 2021i). V následující tabulce č. 2 jsou uvedeny kapacity jednotlivých spaloven, množství spáleného odpadu za rok v tunách za poslední čtyři roky a rok zahájení jejich provozu.

Provozovna	Provoz od roku	Kapacita [t/rok]	Množství spáleného odpadu za rok v tunách			
			2017	2018	2019	2020
Plzeň	1993	2 500	2 165	2 476	2 314	2 075
Trmice	1993	16 000	15 472	15 412	13 665	13 896
Zlín	1993	4 730	4 653	5 199	4 737	4 529
Ostrava	2000	25 000	24 763	23 503	23 843	23 872

Tab. 2 Základní informace o jednotlivých spalovnách společnosti SUEZ na území ČR (Český hydrometeorologický ústav, 2020)

Spalovna v Plzni je provozována od roku 1993. Její spalovací linka dokáže odstranit 2 500 tun převážně zdravotnického a veterinárního odpadu za rok. Jako jediná spalovna společnosti SUEZ na území ČR využívá k termickému zpracování odpadů pyrolýzní pec, dále vybavenou dospalovací komorou Norsk Hydro NH 2300. Kouřové plyny prochází třístupňovou pračkou využívající mokrou alkalickou vypírku za použití hydroxidu sodného. Jako filtr se zde používá tkaninový rukávcový filtr s nástřikem sorbentu pro záchyt dioxinů (Český hydrometeorologický ústav, 2020).

Trmická spalovna se zaměřuje jak na spalování průmyslových odpadů, tak i na odpady ze zdravotnických zařízení. Spalovna v Trmicích je provozována od roku 1993 a s celkovou kapacitou dvou spalovacích linek (dvě samostatné rotační pece RC 198/158 300 EG) 16 tisíc tun za rok se jedná o druhou největší spalovnu společnosti SUEZ. Čištění kouřových plynů se provádí pomocí mokré vypírky probíhající ve třech stupních – odprašení, vodní a alkalická vypírka, částice a látky jsou zachycovány na dioxinovým a prachovým filtru (Český hydrometeorologický ústav, 2020).

Menší spalovnu, která se zabývá spalováním nebezpečných odpadů, provozuje SUEZ ve Zlíně v části Malenovice, a to od roku 1993. Spalovna je schopna ročně spálit 4 730 tun nebezpečného odpadu. Spalovna disponuje jednou spalovací linkou řady SP 3202/E. Systém pro čištění spalin ve spalovně NO Zlín využívá metodu polosuché vypírky společně s textilními filtry s vláknitou vrstvou s automatickým oklepem (Český hydrometeorologický ústav, 2020).

Největší a zároveň nejmladší spalovna společnosti SUEZ se nachází v Ostravě od roku 2000. Jedná se též o spalovnu nebezpečných odpadů z průmyslových činností, jejíž kapacita 25 000 tun odpadů ročně je zhruba až pětinasobkem kapacity již zmíněné Zlínské spalovny nebezpečných odpadů. Kromě odpadů ze zdravotní a veterinární péče, jsou zde zpracovány i nebezpečné odpady z chemického průmyslu jako např. PCB odpady neboli polychlorované bifenyly, které jsou považovány za lidské karcinogeny (Petrlík, 2018). Spalovna je vybavena jednou rotační pecí se sekundární dospalovací komorou. Vzniklé spaliny jsou čištěny mokrou vypírkou (neutrální a alkalickou za použití vápenného mléka). Dioxiny se zachytávají pomocí dioxinového filtru s aktivním koksem (Český hydrometeorologický ústav, 2020).

Některé odpady nebo zbytky po jejich zpracování např. spálením, které nelze již nijak dále zpracovat nebo jakkoliv efektivně využít, jsou umístěny na zabezpečené skládky. Seznam odpadů, které se umísťují na skládky se nicméně průběžně mění jednak na základě legislativních úprav, tak i kvůli neustálému posunu ve vývoji nových technologií, pomocí kterých lze tyto dříve nezpracovatelné či nevyužitelné odpady nyní již efektivně zpracovat či upravit a znovu využít (SUEZ CZ, 2021e). Veškeré skládky provozované společností SUEZ CZ musí splňovat právní předpisy a požadavky ČR a EU, jsou neustále monitorovány a jedná se tak o zcela bezpečné zařízení pro konečné uchování odpadů. Skládek společnosti SUEZ se na území ČR nachází celkem šest, a to o celkové kapacitě 4 milióny kubických metrů. Jednotlivé skládky společnost rozlišuje podle charakteru uchovaného odpadu do skupin S-NO, tj. skládky pro nebezpečné odpady, a S-OO, tj. skládky pro ostatní odpady (SUEZ CZ, 2021g).

Kompostárny a biologicky rozložitelné odpady

Energeticky lze využít také odpady, které spadají do kategorie biologicky rozložitelné odpady (BRO). Nejrozšířenější způsob jejich zpracování a využití je kompostování, přičemž dochází k opakovanému využití organických materiálů, které lze uplatnit zejména k dodání chybějících organických složek a tím zvýšení kvality půdy, a zároveň omezení produkce skleníkových plynů ze skládek, kde by jinak tyto odpady skončily. Principiálně se

kompostování podobá recyklaci a materiálovému využití druhotných surovin, jelikož i zde lze po jejich vhodném zpracování provést opětovné zařazení do cyklu. Jedná se tedy o materiálové zpracování odpadu, počínaje tříděním biologického odpadu s oddělením od složek, jež jsou nerozložitelné, jejich následným drcením do požadované formy, která se v závěru kompostuje. Vznikají například komposty a substráty, jež jsou registrovány jako organická hnojiva a organické substráty, označeny jako Zelený a Černý drak (organická hnojiva, komposty, jež si jsou vzájemně podobné a využívají se k výsadbě zeleně a zlepšení vlastností půd) a Šedý drak (zahradnický substrát, využívá se k sadovým a parkovým úpravám) (Centrální kompostárna Brno, 2021). Dále dřevní štěpka, nadrcená dřevní hmota, která se používá k mulčování, zahradnickým úpravám anebo k získání tepla a elektrické energie pomocí spalování. SUEZ na území ČR provozuje celkem devět kompostáren, v nichž ročně zpracuje 73 tisíc tun bioodpadů (SUEZ CZ, 2021b).

Zařízení na zpracování kapalných odpadů

Spalování se provádí zejména u tuhých odpadů, které ve většině případů lze po snadné úpravě hned spálit, v případě kapalných odpadů je potřeba postupovat jiným způsobem. Proces zpracování kapalných odpadů je technologicky složitým procesem. SUEZ využívá celkem tři hlavní technologické postupy při zpracování kapalných odpadů, jejichž použití se určuje na základě vlastností a charakteru kapalného odpadu, obecně se však jedná o kapalně odpady obsahující těžké kovy a ropné látky. Těmito technologiemi je deemulgace, neutralizace a gravitační separace. Firma SUEZ provozuje celkem čtyři deemulgační stanice, tři neutralizační stanice a tři technologie gravitační separace, jejichž celková maximální kapacita je více než 85 tisíc tun kapalných odpadů ročně (SUEZ CZ, 2021j).

Technologie deemulgace spočívá v principu fyzikálně-chemického odloučení ropných uhlovodíků. Touto technologií se zpracovávají následující nebezpečné kapalně odpady na využitelný olej:

- ropné kaly a jiné kapalně odpady a odpadní vody s obsahem ropných látek,
- zaolejované vody a odpadní oleje,
- odpady z odmašťování, prací vody,
- vody a kaly z lapolů, myček aut nebo čerpacích stanic (SUEZ CZ, 2021j).

Cílem technologie neutralizace je oprostít především odpady kapalně charakteru z průmyslových výroby od těžkých kovů a jiněho chemickěho znečištění, pozměnit jejich

alkalitu pomocí řízené chemické reakce a připravit tak odpadní vody, které lze následně snadněji vyčistit. Zpracovávají se především následující kapalné odpady:

- kyselé a alkalické vody a oplachy,
- odpadní kyseliny a hydroxidy a jejich roztoky,
- vody s obsahem těžkých kovů (Ni, Zn, Fe, Cr, Cu, Co, aj.),
- kyanidové, zinkovací, niklovací, chromové a fosfátovací oplachy a lázně,
- kyselé a alkalické mořící roztoky,
- ostatní vody s anorganickým znečištěním (SUEZ CZ, 2021j).

Vedlejším produktem tohoto procesu je separovaný kal obsahující těžké kovy, jež se nacházejí v kapalných odpadech. Separovaný kal je následně předán externí německé společnosti WRC World Resources Company GmbH, která vlastní technologie umožňující separaci kovů z odpadu. Odpad, který jinak končil na skládkách, lze tak využít k získání dalších surovin (SUEZ CZ, 2021d).

Technologie gravitační separace je určena pouze k předúpravě odpadů, jež jsou po tomto procesu oproštěny od těžkých kovů. Pomocí gravitační separace se upravují odpady charakteru:

- vod a kalů z lapolů a odlučovačů ropných látek ze zpevněných ploch a parkovišť,
- odpadních vod a kalů z tukových lapolů,
- odpadních vod a kalů z čerpacích stanic a myček aut,
- jiných kalů s vysokým podílem vody (SUEZ CZ, 2021j).

Získané kaly vzniklé ze zpracování odpadních vod následně firma SUEZ zpracovává pomocí vlastní vyvinuté technologie anaerobního vyhnívání neboli anaerobní digesce. Pomocí technologie anaerobní digesce společnosti SUEZ lze nejen kaly dlouhodobě stabilizovat, přičemž zbaví kaly jejich pachu a zabrání kontaminaci, ale lze z nich získat i dvakrát větší produkci obnovitelného bioplynu jako zdroje obnovitelné energie než z konvenční digesce, kdy se používají pouze mezofilní nebo termofilní teploty. SUEZ CZ využívá více typů vyhnívání, jejichž volba záleží na charakteru a původu kalů. Mezi typy vyhnívání společnosti SUEZ CZ patří Digelis Smart (kombinace vyhnívání s ekonomickým skladováním), Digelis Duo (kombinace termofilního vyhnívání při teplotě 55 °C a mezofilního vyhnívání při teplotě 37 °C), Digelis Fast (termofilní vyhnívání při 55 °C) a Digelis Turbo (tepelná hydrolýza a mezofilní digesce při teplotě 37 °C) (SUEZ CZ, 2021h).

Biodegradace a stabilizace

Velmi významnou metodou zpracování odpadů je také jejich biodegradace a stabilizace, resp. solidifikace. Oba postupy mají za cíl zabránit úniku toxických látek obsaženým v odpadech. Nejedná se tedy o přímé zlikvidování odpadů, i přesto jsou tyto procesy velmi důležité k zajištění bezpečnosti a zdraví lidí a zamezení jakéhokoliv negativního dopadu na životní prostředí.

Biodegradační proces probíhá nejprve rozložením odpadů na velkých dekontaminačních plochách, tzv. biodegradačních plochách, na kterých následně probíhá aplikace biopreparátu, který způsobí změnu chemického, fyzikálního a biologického prostředí v odpadu. Biodegradace se provádí zejména u odpadů, jež obsahují značné množství ropných látek a polyaromatických uhlovodíků (PAU), jež jsou karcinogenní (Ministerstvo zemědělství). Těmito odpady jsou především sutě, zeminy, betony a ropné kaly. Společnost SUEZ provozuje celkem pět biodegradačních ploch na území ČR.

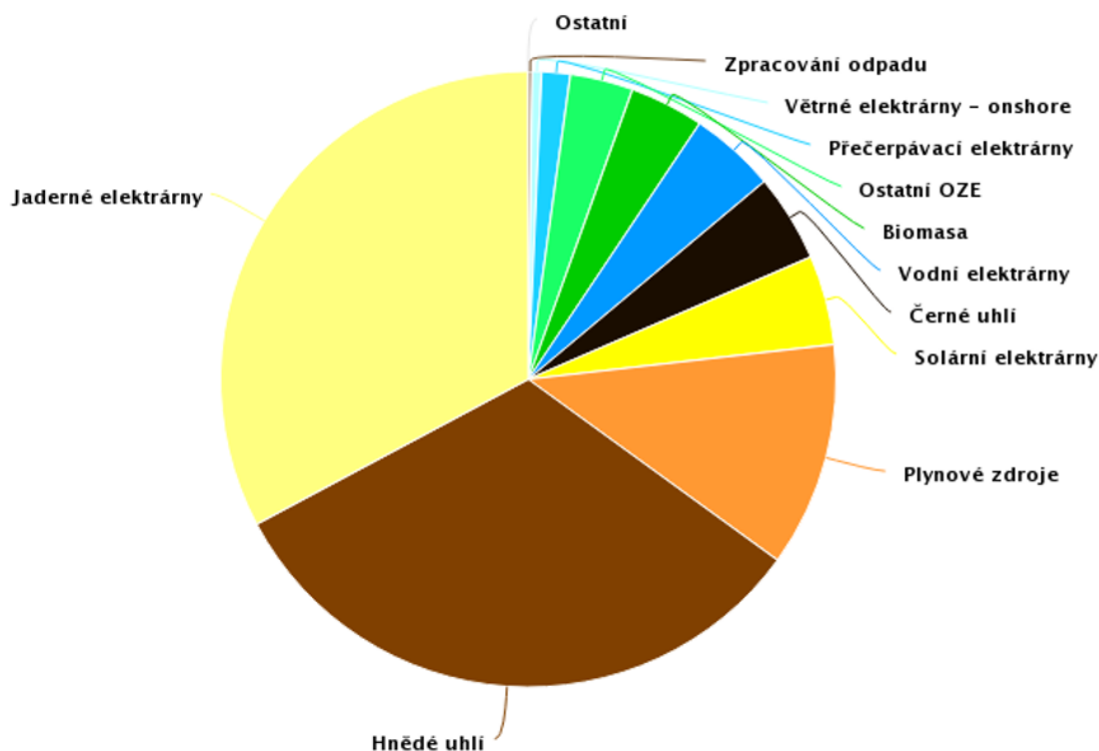
Druhou metodou, kterou je třeba aplikovat v případě odpadů, jež by mohly způsobit nebezpečnou kontaminaci, je stabilizace. Tomuto procesu se také říká solidifikace. Princip stabilizace spočívá v záměrné změně fyzikálních a chemických vazeb uvnitř zpracovávaného odpadu, čehož lze dosáhnout přidáním vhodných přísad na bázi hydraulických pojiv (cement a vápno). Hydraulická pojiva zajistí spojení odpadů a zamezení úniku toxických látek do okolí, které tyto odpady obsahují (SUEZ CZ, 2021a). SUEZ CZ disponuje třemi solidifikačními (stabilizačními) zařízeními.

4.2.4 Vnímané nevýhody spalování odpadů v ČR (diskuse)

Jak už bylo několikrát v této práci zmíněno, spalování není nejideálnějším způsobem, jak se zbavit odpadu, ať už je jakéhokoliv původu. Ať už kvůli značnému množství emisí, které vypouští do ovzduší, tak i kvůli toxicitě zbytkových odpadů po spálení. Najde se však řada dalších negativ, které souvisí se spalováním. Nejedná se pouze o problém, který by se týkal pouze společnosti SUEZ, ale jedná se o problém, který se týká všech společností, jež provozují na území ČR spalovací zařízení.

Následující graf 2 zobrazuje podíly zdrojů na výrobě elektřiny v ČR, ze kterého je patrné, že elektrická energie ze zpracování odpadů tvoří pouze malý zlomek generované energie, konkrétně se podílí 0,2 %. Jak z následujících odstavců vyplyne, tak elektrická energie

z odpadů nemůže nahradit energii z uhlí, od kterého ČR ustupuje a v budoucnu by uhlí jako zdroj energie měla úplně opustit.



Graf 2 Podíl zdrojů na výrobě elektřiny v ČR – data od 11.7.2021 do 17.7.2021 (OEnergetice.cz, 2021)

Na řadu nevýhod spalování odpadů v ČR upozorňuje například česká nezisková organizace Arnika zaměřující se na informování veřejnosti o skutečnostech spojených se životním prostředím a bojující například i proti spalovnám. Podle této organizace je jednou z hlavních nevýhod spalování nebo spaloven obecně jejich nákladnost, ať už mluvíme o nákladech na provoz, tak i o nákladech na výstavbu a modernizaci zařízení. Jednotlivé společnosti nahlíží na spalovny jako na dlouhodobou investici, jež se splatí až po 25 – 30 letech neustálé spotřeby paliva. Navíc počet projektů nových spaloven neustále roste v důsledku blížícího se konce skládkování, i přestože současná celková kapacita všech spaloven v ČR dokáže zpracovat veškerý odpad vyprodukovaný na území ČR. V roce 2020 bylo dle Arniky (Káňa, 2021) spáleno ve spalovnách komunálních odpadů a cementárnách celkem 1,061 miliónů tun komunálních odpadů, z toho 15 % bylo dovezeno ze zahraničí, což odpovídá zhruba 159 tisícům tunám odpadu. To znamená, že 902 tisíc tun odpadu pochází z ČR. V roce 2020 činila celková reálná kapacita všech spaloven komunálních odpadů a cementáren 1,166 miliónů tun odpadu za rok, z čehož plyne, že s importovaným odpadem i bez importovaného odpadu

ze zahraničí by spalovny a cementárny nevyužily celou svou reálnou kapacitu. Zároveň průměrný meziroční nárůst produkce odpadů na základě dat MŽP ČR převzatých Arnikou (Káňa, 2021) činí dlouhodobě 100 tisíc tun a do budoucna se tento nárůst má neustále snižovat až zastavit, proto by se společnosti neměly tolik soustředit na výstavbu několika nových spalovacích zařízení nebo na zbytečně velké navýšení kapacit a zaměřit se namísto toho na vývoj a zavedení nových způsobů nebo alespoň na recyklaci. Různé způsoby recyklace jsou prosazovány i evropskou legislativou, která stanovuje společný cíl členských zemí EU, a to že do roku 2035 má být 65 % komunálních odpadů recyklováno, s tím, že míra recyklace se bude průběžně zvyšovat. Do roku 2025 má být recyklováno 55 % a do roku 2030 se má zvýšit míra recyklace na 60 % (Amanatidis, 2021).

Pomocí spalování nelze kompletně odstranit odpad. Podle Arniky (Arnika) se dvě třetiny spáleného odpadu přemění v především plynné a kapalné emise, zbylá třetina je v tuhé podobě, a to konkrétně v podobě strusky, popelu a popílku. I přestože odpady před jejich spálením jsou upraveny a zbavovány těžkých kovů a jiných chemických látek, obsahují i tak zbytkové množství těchto nebezpečných látek, které po spálení přejde do zmíněných vedlejších produktů. Vedle toho, během spalování vznikají také polychlorované bifenyly (PCB), jež jsou karcinogenní a vysoce nebezpečné dioxiny, jejichž toxicita přesahuje toxicitu například kyanidu draselného až sedmdesátkrát. Obtížné, drahé a neefektivní odstranění těchto látek ze strusky, popelu a popílku nutí některé podniky provozující spalovny úplně přeskočit nebo nevěnovat dostatečnou pozornost tomuto kroku a nechat zbytkové odpady neupravené a toxické (Arnika). Dalším problémem, který je spojený s právě zmíněnou struskou, popelem a popílkiem je jejich častá certifikace jako stavební materiál, který se využívá zejména při opravách a stavbách pozemních komunikací, a tudíž se může nacházet v podstatě kdekoli (Arnika).

Neposledním závažným problémem je považování spalování odpadů za jedinou záchranu před odpady, vnímání odpadů jako náhradu za uhlí a považování ho za zelenou energii. Energie ze spalování odpadů nelze považovat za zelenou, jelikož se nejedná o energii z obnovitelného zdroje. Stejně tak jako u skládkování, kde využití odpadů je nulové, se v rámci spalování jedná též o minimální využití. Pomocí spalování odpadů je možné vytvořit elektrickou a tepelnou energii, a tu následně využít dál například k vytápění objektů. Spalovny dokážou přeměnit pouze 17 – 22 % potenciální energie uložené v odpadech. Zároveň se volí odpady s vysokou výhřevností, což ve většině případů jsou odpady, které lze zpracovat

například jejich recyklací. Často se tak spálí odpad, který by se mohl po jeho recyklaci či jiném zpracování zařadit zpět do cyklu.

ZÁVĚR

Bakalářská práce se skládá ze dvou hlavních částí, z teoretické části popisující obecné poznatky získané rešerší odborné literatury a internetových zdrojů, a z praktické části, která se zaměřuje na vybranou firmu, jejíž předmětem činnosti je poskytování komplexních služeb v oblasti vodárenství a recyklace a využití odpadů.

Teoretická část práce byla rozdělena do tří částí, kde každá část je věnována jinému tématu. Každopádně spolu vzájemně souvisí a navazují na sebe, neboť obecně popisují současný přístup k odpadové problematice. První část věnuje pozornost představení odpadového hospodářství, systému, který je zaměřený na řešení odpadové problematiky, jak ho upravuje česká legislativa, a definování základních pojmů z oblasti odpadů.

Druhá část je zaměřena na cirkulární ekonomiku, na nový inovativní směr myšlení, jenž je v posledních letech čím dál žhavějším tématem výzkumu a jenž vznikl na základě uvědomění, že současným tempem nezbude v budoucnosti nic než planeta ve formě hromádky odpadu. Tento soubor myšlenek a procesů transformuje dosavadní lineární model ekonomiky do „uzavřené smyčky“. Cirkulární ekonomika je nový obchodní model, pomocí kterého je možné docílit udržitelného rozvoje a zároveň ho bude po docílení podporovat. Výrobky a materiály tak nebudou vyřazeny z trhu po jediném produktovém životním cyklu, ale budou opakovaně upravovány a zařazovány zpět do oběhu, dokud to bude možné.

V poslední části teoretické části jsou popsány současné technologie, pomocí kterých dochází k přeměně odpadů, které před zavedením těchto technologií neměly žádné další využití, na novou, druhotnou surovinu, v níž se ukrývá nový zdroj energie. Každá z popsaných metod zpracování odpadů za účelem získání energie či paliva pro získání energie má své výhody i nevýhody. Nejrozšířenější dosavadní metodou jsou spalovny. I přestože spalovny tvoří nedílnou část odpadové historie a jedná se o první efektivní řešení, jak naložit s těmito odpady, nahrazující skládkování, je třeba posunout se dál, řídit se hierarchickou pyramidou cirkulární ekonomiky, pokračovat v ní směrem nahoru a postupně přecházet na vyšší úrovně, na lepší způsoby nakládání s odpady, které jsou v souladu s koncepcí cirkulární ekonomiky a udržitelného rozvoje. Vedle spaloven existuje řada dalších metod, jak nakládat s odpady, poté co jsou kroky recyklace, opětovné použití, redesignování a ostatní kroky oběhového hospodářství vyčerpány. Stejně jako spalovny, tak i tyto metody, jako je pyrolýza, plazmové zplyňování a druhy anaerobní digesce, mají svá pro a proti a je třeba je neustále zlepšovat. Každopádně, tyto metody v sobě skrývají obrovský potenciál,

kteře by jednou mohly úplně nahradit tradiční spalovny, neboť z hlediska ekologických dopadů jsou mnohem šetrnější.

Praktická část ověřuje, zda informace získané rešerší odborné literatury a internetových zdrojů se shodují s praxí. Pro ověření těchto informací byla vybrána firma SUEZ, jež je odborníkem na řešení odpadové problematiky po celém světě a zároveň působí i v ČR. Pro účely práce byla věnována pozornost především službě Kompletní outsourcing odpadového hospodářství, jež zahrnovala i jednotlivé služby a metody zpracování odpadů firmou SUEZ. Na základě obsahové analýzy webových stránek firmy a odpovědí z dotazníku bylo zjištěno, že firma SUEZ ve všech případech upřednostňuje recyklaci před jakýmkoliv jiným zpracováním odpadů. K jiným metodám odstranění odpadů přistupuje až v momentě, kdy byly vyčerpány veškeré jiné způsoby, jež lépe zapadají do konceptu cirkulární ekonomiky, nebo v případech kdy jsou odpady nevhodné k recyklaci. Mezi metody, které SUEZ uplatňuje v případě, že recyklovat nelze nebo tato metoda není vhodná, patří biodegradace a stabilizace, zpracování kapalných odpadů a termické zpracování odpadů metodou spalování. Jednotlivé metody jsou v této části popsány. SUEZ se snaží ke spalování přistupovat jako k poslednímu řešení, nepočítáme-li uložení odpadů na skládky, jelikož si je částečně vědom určitých negativních nedostatků a dopadů, které tato metoda způsobuje. Některé hlavní nedostatky jsou vytyčeny v závěru praktické části, ve kterém jsou podány informace z pohledu české neziskové organizace Arnika zaměřující se na odpadovou problematiku. Ta upozorňuje na zbytečnost záměru většiny společností provozujících spalovny na území ČR rozšiřovat kapacitu ať už stávajících spaloven, nebo vybudováním zcela nových. Nové spalovny představují především neefektivní využití financí, jelikož zároveň představují překážku, která brání investicím do udržitelnějších metod a zvýšení stávající recyklační úrovně.

Organizace Arnika argumentuje zejména nevyužitou reálnou kapacitou všech spalovacích zařízení na území ČR. Tento argument dále doplňuje evropskou směrnicí, která požaduje do roku 2035 zvýšení celkové míry recyklace odpadů na 65 %, což znamená, že v budoucnosti bude moci být více odpadů recyklováno než spalováno, a tudíž postavení nových spaloven, jež jsou vnímány jako investice s výhledem do dalších 25 až 30 let je z pohledu Arniky špatným krokem. Upozorňuje též na to, že se ČR postupně přeměňuje ve velmoc spaloven, pro níž bude postupně import zahraničního odpadu nezbytností, jestliže společnosti budou chtít z větší části využívat kapacitu spalovny.

Ze získaných informací a poznatků je jasné, že společnost SUEZ preferuje maximální využití odpadu namísto jeho odstranění, a proto se v současné době snaží postupně přecházet

ze spalování k recyklaci a přibližovat se tak více oběhovému hospodářství. Je však otázkou, zda pro to dělá dostatečně dost, aby tohoto cíle bylo dosaženo co nejdříve.

Nejlepší současnou možností, jak řešit odpady, a zároveň další úroveň, které by společnost měla v blízké budoucnosti dosáhnout a věnovat jí více pozornosti, je tedy recyklace. Nicméně, ani u recyklace by společnost neměla zůstat déle, než je nezbytné. Stejně jako u spaloven, se stále jedná o metodu, při které zůstávají odpady. Je třeba se dostat až na totální vrchol obrácené pyramidy oběhového hospodářství, kdy se zavedou pomocí preventivních kroků a nového designu takové technologie, které povedou k hospodářství, kde svět bude produkovat minimum nebo žádné další odpady.

Nejen ČR, ale i ostatní národy po celém světě jsou teprve na začátku ve vyřešení odpadového problému, jenž je globálním problémem a tíží společnost a planetu. Je však třeba říct, že kroky provedené v posledních letech jsou zásadními kroky pro vytvoření kvalitního odkazu pro další generace. Věřím, že je možné, uspět v této dlouhé náročné cestě za osvobozením přírody a společnosti od odpadů a nastolením rovnováhy.

SEZNAM ZKRATEK

BRO – biologicky rozložitelné odpady

CZT – centrální zásobování teplem

ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav

ČR – Česká republika

HDPE – high-density polyethylene, mikroten

LDPE – low-density polyethylene, igelit

MŽP ČR – Ministerstvo životního prostředí České republiky

NO – nebezpečné odpady

POH ČR – Plán odpadového hospodářství České republiky

PAU – polyaromatické uhlovodíky

PCB – polychlorované bifenyly

PP – polypropylen

PSP ČR – Poslanecká sněmovna Parlamentu České republiky

PVC – polyvinylchlorid

S–NO – skládky nebezpečných odpadů

S–OO – skládky ostatních odpadů

SNCR – selective non-catalytic reduction

ZEVO – zařízení pro energetické využití odpadu

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ

1. ANGELONIDI, Eleni a Stephen R. SMITH, 2015. A comparison of wet and dry anaerobic digestion processes for the treatment of municipal solid waste and food waste. *Water and Environment Journal* [online]. 29(4), 549-557 [cit. 2021-01-03]. ISSN 17476585. Dostupné z: doi:10.1111/wej.12130
2. ARNIKA. Nespaluj, recykluj! [online]. Praha: Arnika [cit. 2021-7-13]. Dostupné z: https://arnika.org/Nespaluj_recykluj/
3. AMANATIDIS, Georgios, 2021. Účinné využívání zdrojů a oběhové hospodářství. In: *Evropský parlament: Fakta a čísla o Evropské unii* [online]. Štrasburk: Evropský parlament [cit. 2021-7-13]. Dostupné z: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/cs/sheet/76/resource-efficiency-and-the-circular-economy>
4. AVE, c2021. Tříděný odpad/separovaný odpad. In: *AVE.cz* [online]. AVE CZ odpadové hospodářství [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://www.ave.cz/cs/sluzby/odpadove-hospodarstvi/separovany-sber>
5. CENTRÁLNÍ KOMPOSTÁRNA BRNO, 2021. Produkty. Centrální kompostárna Brno - využívání bioodpadů [online]. Brno: SUEZ CZ [cit. 2021-7-13]. Dostupné z: <https://www.centralnikompostarna.cz/24811-produkty>
6. CZ BIOM, 2009. Průvodce výrobou a využitím bioplynu. In: *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu [cit. 2021-01-04]. Dostupné z: https://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595eeee1fa66875530f33e8a/Pruvodce_vyrobu_vyuzitim_bioplynu_2.pdf
7. CZ BIOM, 2015. Spolehlivá a ověřená technologie bioplynové stanice. *Biom.cz* [online]. 2015-09-11 [cit. 2021-01-03]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/spolehliva-a-overena-technologie-bioplynovy-stance>>. ISSN: 1801-2655.
8. ČESKO. ÚZ č. 106/2005 Sb., zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, jak vyplývá z pozdějších změn. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2021 [cit. 6. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2005-106#p1>
9. ČESKO. Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2021 [cit. 6. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-185#p1>

10. ČESKO. Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech. In: Zákony pro lidi.cz [online]. © AION CS 2010-2021 [cit. 6. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-541#p1>
11. ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, 2020. Seznam zařízení pro tepelné zpracovávání odpadu [online]. Praha: Český hydrometeorologický ústav [cit. 2021-7-25]. Dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/incinerators/index_CZ.html
12. ČTK, 2020. Sněmovna schválila konec skládkování odpadu v roce 2030. In: České noviny [online]. Praha: ČTK [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://www.ceskenoviny.cz/zpravy/snemovna-schvalila-konec-skladkovani-odpadu-v-roce-2030/1934349>
13. DEMIRBAS, Ayhan, 2011. Waste management, waste resource facilities and waste conversion processes. Energy Conversion and Management [online]. 52(2), 1280-1287 [cit. 2021-01-03]. ISSN 01968904. Dostupné z: doi:10.1016/j.enconman.2010.09.025
14. EKO-KOM, 2011. Jak systém funguje. In: EKO-KOM - Systém sběru a recyklace obalových odpadů [online]. Praha: EKO-KOM [cit. 2021-7-25]. Dostupné z: <https://www.ekokom.cz/cz/klienti/jak-system-funguje/>
15. ENVIWEB, 2013. Pyrolýza odpadů - moderní způsob jejich zneškodnění. In: EnviWeb.cz [online]. Enviweb [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/94618>
16. EUROSTAT, 2020a. Waste generation, 2018: Total waste production. In: Eurostat: Statistics Explained [online]. Luxembourg: European Union [cit. 2021-01-06]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics#Total_waste_generation
17. EUROSTAT, 2020b. Waste generation by economic activities and households, EU-27, 2018 (% share of total waste).png. In: Eurostat: Statistics Explained [online]. Luxembourg: European Union [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Waste_generation_by_economic_activities_and_households,_EU-27,_2018_\(%25_share_of_total_waste\).png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Waste_generation_by_economic_activities_and_households,_EU-27,_2018_(%25_share_of_total_waste).png)
18. EVROPSKÝ PARLAMENT, 2018. Oběhové hospodářství: definice, význam a přínos. In: Evropský parlament [online]. Evropská unie [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/economy/20151201STO05603/obehove-hospodarstvi-definice-vyznam-a-prinos>
19. FIEDOR, Jiří, 2012. Odpadové hospodářství I: učební text. 1. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita, 128 s. ISBN 978-80-248-2573-1. Dostupné také z: <http://www.person.vsb.cz/archivcd/FMMI/OHO/Odpadove%20hospodarstvi%20I.pdf>

20. FLORA TECH. Biogas Plant for Domestic and Industrial. In: Indiamart [online]. [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://www.indiamart.com/proddetail/biogas-plant-for-domestic-industrial-21516976133.html>
21. GHISELLINI, Patrizia, Catia CIALANI a Sergio ULGIATI, 2016. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. Journal of Cleaner Production [online]. 114, 11-32 [cit. 2021-01-03]. ISSN 09596526. Dostupné z: doi:10.1016/j.jclepro.2015.09.007
22. GONG, Yu, Ellis PUTNAM, Weimu YOU a Changping ZHAO, 2020. Investigation into circular economy of plastics: The case of the UK fast moving consumer goods industry. Journal of Cleaner Production [online]. 244 [cit. 2021-01-03]. ISSN 09596526. Dostupné z: doi:10.1016/j.jclepro.2019.118941
23. HAMARI, Juho, Mimmi SJÖKLINT a Antti UKKONEN, 2016. The sharing economy: Why people participate in collaborative consumption. Journal of the Association for Information Science and Technology [online]. 67(9), 2047-2059 [cit. 2021-01-03]. ISSN 23301635. Dostupné z: doi:10.1002/asi.23552
24. HLAVATÁ, Miluše, 2004. Odpadové hospodářství. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. ISBN 80-248-0737-8.
25. ISTRATE, Ioan-Robert, Jose-Luis GALVEZ-MARTOS a Javier DUFOUR, 2021. The impact of incineration phase-out on municipal solid waste landfilling and life cycle environmental performance: Case study of Madrid, Spain. Science of The Total Environment [online]. 755 [cit. 2021-01-03]. ISSN 00489697. Dostupné z: doi:10.1016/j.scitotenv.2020.142537
26. JAROLÍMEK, Petr, 2020. Projekt na bázi plazmového zplyňování je proces transformační, recyklační a bezodpadový, říká Petr Břenek. In: Průmyslová ekologie [online]. Průmyslová ekologie [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://www.prumyslovaekologie.cz/info/projekt-na-bazi-plazmoveho-zplynovani-je-proces-transformacni-recyklacni-a-bezodpadovy-rika-petr-brenek>
27. JOFRA SORA, Martha, 2013. Incineration overcapacity and waste shipping in Europe: the end of the proximity principle? In: No-burn.org [online]. gaia [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/Overcapacity_report_2013.pdf
28. KÁŇA, Jiří, 2021. Česko plánuje zbytečné spalovny. In: Arnika.org [online]. Praha: Arnika [cit. 2021-7-25]. Dostupné z: <https://arnika.org/cesko-planuje-zbytecne-spalovny-palivo-ve-forme-odpadu-se-bude-muset-dovazet-ze-zahranici>

29. KIRCHHERR, Julian, Denise REIKE a Marko HEKKERT, 2017. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling* [online]. 127, 221-232 [cit. 2021-01-03]. ISSN 09213449. Dostupné z: doi:10.1016/j.resconrec.2017.09.005
30. KIZLINK, Juraj, 2007. *Nakládání s odpady*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická. ISBN 978-80-214-3348-9.
31. KOMUNÁLNÍODPAD.EU. Vymezení pojmů souvisejících s odpadovým hospodářstvím. In: *Komunálníodpad.eu* [online]. Praha: Univerzita Karlova v Praze [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <http://www.komunalniodpad.eu/?str=pojmy>
32. KUK, Michal, 2011. Co je to EIA? In: *Frankbold.org* [online]. Frank Bold [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://frankbold.org/poradna/zivotni-prostredi/zamery-ovlivnujici-zivotni-prostredi/eia/rada/co-je-eia>
33. KURÁŠ, Mečislav, 2008. *Odpadové hospodářství*. Chrudim: Ekomonitor. ISBN 978-80-86832-34-0.
34. MARJOLAINE, 2018. State of the Art Dry and Wet Anaerobic Digestion Systems for Solid Waste. In: *BiogasWorld* [online]. BiogasWorld Media [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://www.biogasworld.com/news/dry-wet-anaerobic-digestion-systems/>
35. MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU, 2017. Statistika energetického využívání odpadů a alternativních paliv 1989–2016: Výsledky statistických zjišťování. In: *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statistika/obnovitelne-zdroje-energie/2017/5/Statistika-EVO-2016.pdf>
36. MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU, 2020. Statistika energetického využívání odpadů a alternativních paliv 1989–2019: Výsledky statistických zjišťování. In: *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. Praha: Česká asociace odpadového hospodářství [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <http://www.caoh.cz/data/action/statistika-evo-2019.pdf>
37. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. Polycyklické aromatické uhlovodíky. In: *Bezpečnost potravin* [online]. Praha: Informační centrum bezpečnosti potravin Ministerstvo zemědělství [cit. 2021-7-24]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/76519.aspx>
38. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, a. *Odpadové hospodářství*. In: *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/odpadove_hospodarstvi

39. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, b. Plán odpadového hospodářství ČR. In: Ministerstvo životního prostředí [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/plan_odpadoveho_hospodarstvi_cr
40. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, c. Katalog odpadů. In: Ministerstvo životního prostředí [online]. Ministerstvo životního prostředí [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/katalog_odpadu
41. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, d. Komunální odpady. In: Ministerstvo životního prostředí [online]. Ministerstvo životního prostředí [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/komunalni_odpady
42. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, 2015. Analýza potenciálu energetického využití odpadů v ČR včetně ekonomického a regionálního vyhodnocení. In: Ministerstvo životního prostředí [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí [cit. 2021-01-04]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/projekty_po8_opzp_2007_2013/\\$FILE/OODP-4_3_MZP_FIN-20160810.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/projekty_po8_opzp_2007_2013/$FILE/OODP-4_3_MZP_FIN-20160810.pdf)
43. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, 2019. Česko čeká velká odpadková revoluce, vláda dnes schválila novou odpadovou legislativu. In: Ministerstvo životního prostředí [online]. Ministerstvo životního prostředí [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/news_20191207_cesko_cka_velka_odpadkova_revoluce_vlada_dnes_schvalila_novou_odpadovou_legislativu
44. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, 2020a. ČR nastupuje trend: od skládkování ke třídění, recyklaci a materiálovému využití na maximum. In: Ministerstvo životního prostředí [online]. Ministerstvo životního prostředí [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/news_20201201-CR-nastupuje-trend-od-skladkovani-ke-trideni-recyklaci-a-materialovemu-vyuziti-na-maximum
45. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, 2020b. Podklady pro oblast podpory odpadového a oběhového hospodářství OPŽP 2021 – 2027: Energetické využití odpadů. In: Ministerstvo životního prostředí [online]. Praha: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/\\$FILE/OODP-4_Energeticke%20vyuziti%20odpadu-20200529.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/$FILE/OODP-4_Energeticke%20vyuziti%20odpadu-20200529.pdf) [cit. 2021-01-06]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/\\$FILE/OODP-4_Energeticke%20vyuziti%20odpadu-20200529.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/$FILE/OODP-4_Energeticke%20vyuziti%20odpadu-20200529.pdf)

46. MOLEK, Tomáš, 2015. Plazmové zplyňování odpadů – princip a využití. In: OEnergetice.cz [online]. Třebíč: OM Solutions [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/plyn/plazmove-zplynovani-odpadu-princip-a-vyuziti>
47. MOLEK, Tomáš, 2017. Pyrolýza – princip, historie a současnost. In: OEnergetice.cz [online]. Třebíč: OM Solutions [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/pyrolyza-princip-historie-a-soucasnost>
48. OBROUČKA, Karel, 2001. Termické odstraňování a energetické využívání odpadů. Ostrava: VŠB-Technická univerzita. ISBN 80-248-0009-8.
49. ODBOR PRŮMYSLOVÉ EKOLOGIE, 2018. Nový ekonomický směr Evropské unie Oběhové hospodářství. In: Ministerstvo průmyslu a obchodu [online]. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/politika-druhotnych-surovin-cr/novy-ekonomicky-smer-evropske-unie-obehove-hospodarstvi-circular-economy--241519/>
50. ODPADOVÉ FÓRUM, 2010. Energetické využití odpadů: odpad je nevyčerpatelný zdroj energie : [tematická informační příručka] [online]. Praha: České ekologické manažerské centrum. ISBN 978-80-85990-15-7.
51. OENERGETICE.CZ, 2021. Energostat [online]. Třebíč: OM Solutions [cit. 2021-7-13]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/energostat>
52. OSTERROTH, Kateřina T., 2020. Na návštěvě ve společnosti Suez Česká republika: Nevidíme odpady, vidíme zdroje. In: Světbalení.cz [online]. Praha: ATOZ STUDIO, 27.2.2020 [cit. 2021-7-11]. Dostupné z: <https://www.svetbaleni.cz/2020/02/27/na-navsteve-ve-spolecnosti-suez-ceska-republika/>
53. PBA, 2015. Česko potřebuje až čtyři nové spalovny – postaví je Japonci? In: ČT24 [online]. Praha: Česká televize [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/ekonomika/1617510-cesko-potrebuje-az-ctyri-nove-spalovny-postavi-je-japonci>
54. PETRLÍK, Jindřich a Petr VÁLEK, 2018. Polychlorované bifenyly (PCB). In: Arnika.org [online]. Praha: Arnika, 1.3.2018 [cit. 2021-7-11]. Dostupné z: <https://arnika.org/polychlorovane-bifenyly-pcb>
55. PGP TERMINAL, a. Plazmová technologie: Zplyňování není spalování. PGPT.cz [online]. Ostrava: PGP Terminal [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <http://www.pgpt.cz/cz/plazmova-technologie.html>
56. PGP TERMINAL, b. Princip plazmového zplyňování komunálního odpadu. In: PGPT.cz [online]. Ostrava: PGP Terminal [cit. 2021-01-03]. Dostupné z:

<http://www.pgpt.cz/cz/plazmovy-reaktor-wpc/princip-plazmoveho-zplynovani-komunalniho-odpadu.html>

57. PGP TERMINAL, c. Vliv na životní prostředí. PGPT.cz [online]. Ostrava: PGP Terminal [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <http://www.pgpt.cz/cz/vliv-na-zivotni-prostredi.html>
58. POHOŘELÝ, Michael, Michal JEREMIÁŠ, Karel SVOBODA, Siarhei SKOBLIA a Zdeněk BEŇO, 2017. Zplyňování odpadů. In: CPGA.cz [online]. Praha: CPGA [cit. 2021-01-04]. Dostupné z: http://www.cpga.cz/files/prednasky/Pohorely_a_kol_zplynovani_%20odpadu.pdf
59. ROCAMORA, Ildefonso, Stuart T. WAGLAND, Raffaella VILLA, Edmon W. SIMPSON, Oliver FERNÁNDEZ a Yadira BAJÓN-FERNÁNDEZ, 2020. Dry anaerobic digestion of organic waste: A review of operational parameters and their impact on process performance. Bioresource Technology [online]. 299 [cit. 2021-01-03]. ISSN 09608524. Dostupné z: doi:10.1016/j.biortech.2019.122681
60. S.W.H. GROUP SE, c2014-2020. Plazmové zplyňování: Plazmové zplyňování výroba energie 21. století. In: Swhgroup.eu [online]. Praha: S.W.H. GROUP SE [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <http://www.swhgroup.eu/plazmove-zplynovani.html>
61. SAFINA [online], 2020. Vestec: SAFINA [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://www.safina.cz/>
62. SAKO, c2018. Spalovna odpadu v Brně - brožura. In: SAKO [online]. Brno: SAKO Brno [cit. 2021-01-04]. Dostupné z: <https://www.sako.cz/materialy-ke-stazeni/cz/>
63. SIEGL, 2018. Odpad jako zdroj energie. In: SIEGL.cz [online]. SIEGL.CZ [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://www.siegl.cz/blog/zajimavosti/odpad-jako-zdroj-energie>
64. SLEJŠKA, Antonín, VÁŇA, Jaroslav: Anaerobní digesce, fermentace, stabilizace, vyhnívání či zkvašování? Biom.cz [online]. 2002-07-16 [cit. 2021-01-03]. Dostupné z WWW: <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/anaerobni-digesce-fermentace-stabilizace-vyhnivani-ci-zkvasovani>. ISSN: 1801-2655.
65. SMITH, Alison, Keith BROWN, Steve OGILVIE, Kathryn RUSHTON a Judith BATES, 2001. Waste management options and climate change [online]. Luxembourg: AEA Technology [cit. 2021-01-04]. ISBN 92-894-1733-1. Dostupné z: https://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/climate_change.pdf
66. STAF, Marek: Výzkum termické konverze odpadní biomasy na plynná a kapalná paliva. Biom.cz [online]. 2005-01-12 [cit. 2021-01-03]. Dostupné z WWW: <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyzkum-termicke-konverze-odpadni-biomasy-na-plynnna-a-kapalna-paliva>. ISSN: 1801-2655.

67. SUEZ CZ, 2019a. Aktivity a služby v oběhovém a odpadovém hospodářství. SUEZ.
68. SUEZ CZ, 2019b. Výroční zpráva: SUEZ CZ a.s. 2019. Praha. Dostupné také z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl-detail?dokument=61968412&subjektId=712323&spis=80798>
69. SUEZ CZ, 2021a. Biodegradace a stabilizace. SUEZ - oběhové hospodářství, zpracování a využití zdrojů - SUEZ v České republice [online]. Praha: SUEZ CZ [cit. 2021-7-13]. Dostupné z: <https://www.suez.cz/cs-cz/kdo-jsme/suez-v-ceske-republice/nase-technologie/biodegradace-a-stabilizace>
70. SUEZ CZ, 2021b. Kompostárny a biologicky rozložitelné odpady. SUEZ - oběhové hospodářství, zpracování a využití zdrojů - SUEZ v České republice [online]. Praha: SUEZ CZ [cit. 2021-7-13]. Dostupné z: <https://www.suez.cz/cs-cz/kdo-jsme/suez-v-ceske-republice/nase-technologie/kompostarny-a-biologicky-rozlozitelne-odpady>
71. SUEZ CZ, 2021c. Logistika a skladování. SUEZ - oběhové hospodářství, zpracování a využití zdrojů - SUEZ v České republice [online]. Praha: SUEZ CZ [cit. 2021-7-13]. Dostupné z: <https://www.suez.cz/cs-cz/kdo-jsme/suez-v-ceske-republice/nase-technologie/logistika-a-skladovani>
72. SUEZ CZ, 2021d. Naše úspěšná řešení pro průmysl. SUEZ - oběhové hospodářství, zpracování a využití zdrojů - SUEZ v České republice [online]. Praha: SUEZ CZ [cit. 2021-7-13]. Dostupné z: <https://www.suez.cz/cs-cz/co-delame/nase-uspesna-reseni-pro-prumysl>
73. SUEZ CZ, 2021e. Odebereme od vás senážní folie. In: SUEZ - oběhové hospodářství, zpracování a využití zdrojů - SUEZ v České republice [online]. Praha: SUEZ CZ [cit. 2021-7-13]. Dostupné z: <https://www.suez.cz/cs-cz/aktualne/agrofolie>
74. SUEZ CZ, 2021f. Recyklace a využití odpadů. SUEZ - oběhové hospodářství, zpracování a využití zdrojů - SUEZ v České republice [online]. Praha: SUEZ CZ [cit. 2021-7-13]. Dostupné z: <https://www.suez.cz/cs-cz/nase-nabidka/firmy/co-vas-zajima/sluzby-v-odpadovem-hospodarstvi/recyklace-a-vyuziti-odpadu>
75. SUEZ CZ, 2021g. Sklárky odpadu. SUEZ - oběhové hospodářství, zpracování a využití zdrojů - SUEZ v České republice [online]. Praha: SUEZ CZ [cit. 2021-7-13]. Dostupné z: <https://www.suez.cz/cs-cz/kdo-jsme/suez-v-ceske-republice/nase-technologie/skladky-odpadu>
76. SUEZ CZ, 2021h. Vyhnívání kalů. SUEZ - oběhové hospodářství, zpracování a využití zdrojů - SUEZ v České republice [online]. Praha: SUEZ CZ [cit. 2021-7-13]. Dostupné z: <https://www.suez.cz/cs-cz/nase-nabidka/obce-a-mesta/co-vas-zajima/vodarenske-sluzby/uprava-a-zpracovani-kalu/vyhnivani-kalu>

77. SUEZ CZ, 2021i. Zařízení na termické využití odpadů. SUEZ - oběhové hospodářství, zpracování a využití zdrojů - SUEZ v České republice [online]. Praha: SUEZ CZ [cit. 2021-7-13]. Dostupné z: <https://www.suez.cz/cs-cz/kdo-jsme/suez-v-ceske-republice/nase-technologie/zarizeni-na-termicke-vyuziti-odpadu>
78. SUEZ CZ, 2021j. Zařízení na zpracování kapalných odpadů. SUEZ - oběhové hospodářství, zpracování a využití zdrojů - SUEZ v České republice [online]. Praha: SUEZ CZ [cit. 2021-7-25]. Dostupné z: <https://www.suez.cz/cs-cz/kdo-jsme/suez-v-ceske-republice/nase-technologie/zarizeni-na-zpracovani-kapalnych-odpadu>
79. SUEZ VYUŽITÍ ZDROJŮ, 2018. Ročenka: Recyklace a využití odpadů Česká republika. Praha: SUEZ.
80. ŠEJVL, Radovan: Energie z odpadů II. Biom.cz [online]. 2013-04-01 [cit. 2021-01-03]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/energie-z-odpadu-ii>>. ISSN: 1801-2655.
81. ŠKORVAN, Ondřej, 2012. Suchou, nebo mokrou fermentaci? In: Odpady-online.cz [online]. Profi Press [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://www.odpady-online.cz/suchou-nebo-mokrou-fermentaci/>
82. ŠROTY.CZ. Co všechno víme o spalovnách a spalování odpadů? In: ŠROTY.cz [online]. ŠROTY.cz [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <http://www.sroty.cz/co-vsechno-vime-o-spalovnach-a-spalovani-odpadu>
83. THZORRO77, 2019. Dry - solid-state anaerobic digestion. In: Wikimedia Commons [online]. [cit. 2021-01-04]. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dry_-_solid-state_anaerobic_digestion_AD_biogas_plant.jpg
84. VAN CANEGHEM, Jo, Karel VAN ACKER, Johan DE GREEF, Guido WAUTERS a Carlo VANDECASTEELE, 2019. Waste-to-energy is compatible and complementary with recycling in the circular economy. Clean Technologies and Environmental Policy [online]. 21(5), 925-939 [cit. 2021-01-03]. ISSN 1618-954X. Dostupné z: doi:10.1007/s10098-019-01686-0
85. VÁŇA, Jaroslav, Jiří BALÍK a Pavel TLUSTOŠ, 2005. Pevné odpady (2005). Vydání druhé, přepracované. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra agrochemie a výživy rostlin. ISBN 80-213-1097-9.
86. VINCOUROVÁ, Hana, 2020. Pyrolýza plastů je jeden ze způsobů chemické recyklace a je ve stadiu výzkumu, říká doc. Pohořelý. In: Reflex.cz [online]. CZECH NEWS CENTER [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://www.reflex.cz/clanek/veda/103064/pyrolyza-plastu-je-jeden-ze-zpusobu-chemicke-recyklace-a-je-ve-stadiu-vyzkumu-rika-doc-pohorely.html>

87. VŠB. Bioplynová stanice. In: Biologické metody zpracování odpadů [online]. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: http://hgfl0.vsb.cz/546/bmzo/pages/Bioplynova_stanice.html
88. WAINAINA, Steven, Mukesh Kumar AWASTHI, Surendra SARSAIYA, et al., 2020. Resource recovery and circular economy from organic solid waste using aerobic and anaerobic digestion technologies. *Bioresource Technology* [online]. 301 [cit. 2021-01-03]. ISSN 09608524. Dostupné z: doi:10.1016/j.biortech.2020.122778
89. WERNING, Jan Philipp a Stefan SPINLER, 2020. Transition to circular economy on firm level: Barrier identification and prioritization along the value chain. *Journal of Cleaner Production* [online]. 245 [cit. 2021-01-03]. ISSN 09596526. Dostupné z: doi:10.1016/j.jclepro.2019.118609
90. ŽÍDEK, Michal, 2003. Alternativní využití bioplynu. In: VUT BR [online]. Brno: Vysoké učení technické v Brně [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: https://eu.fme.vutbr.cz/file/Sbornik-EnBio/2003/17_Zidek.pdf

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Podíly jednotlivých ekonomických aktivit a domácností EU-27 na celkové produkci odpadů za rok 2018 (Eurostat, 2020b).....	15
Obr. 2 Schéma oběhového hospodářství (Evropský parlament, 2018).....	16
Obr. 3 Technologické schéma spalovny společnosti SAKO Brno, a. s. (SAKO, c2018)	23
Obr. 4 Hierarchie cirkulární ekonomiky (Van Caneghem et al., 2019)	27
Obr. 5 Zjednodušené schéma technologie plazmového zplyňování (Plazmová technologie, a)	31
Obr. 6 3D modul bioplynové stanice na bázi mokré anaerobní digesce (Flora Tech)	33
Obr. 7 3D modul bioplynové stanice na bázi suché anaerobní digesce (Thzorro77, 2019).....	35
Obr. 8 Rozdělení provozoven SUEZ na území ČR podle jednotlivých divizí (SUEZ, 2018) .	38
Obr. 9 Logistické zabezpečení firmy SUEZ CZ (vlastní zpracování).....	41

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Povolené roční kapacity jednotlivých spaloven vhodného komunálního odpadu (Ministerstvo životního prostředí, 2020b).....	21
Tab. 2 Základní informace o jednotlivých spalovnách společnosti SUEZ na území ČR (Český hydrometeorologický ústav, 2020)	44

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Podíly jednotlivých ekonomických aktivit a domácností EU-27 na celkové produkci odpadů za rok 2018 (Eurostat, 2020b).....	15
Graf 2 Podíl zdrojů na výrobě elektřiny v ČR – data od 11.7.2021 do 17.7.2021 (OEnergetice.cz, 2021)	49