

UNIVERZITA PARDUBICE  
FAKULTA EKONOMICKO-SPRÁVNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2022

Tereza Dvořáková

Univerzita Pardubice

Fakulta ekonomicko-správní

Analýza potenciálu pro energetické využití odpadů

ČR

Tereza Dvořáková

Bakalářská práce

2022

Univerzita Pardubice  
Fakulta ekonomicko-správní  
Akademický rok: 2021/2022

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Tereza Dvořáková**  
Osobní číslo: **E18061**  
Studijní program: **B6202 Hospodářská politika a správa**  
Studijní obor: **Veřejná ekonomika a správa: Ekonomika pro kriminalisty a celníky**  
Téma práce: **Analýza potenciálu pro energetické využití odpadů ČR**  
Zadávací katedra: **Ústav správních a sociálních věd**

## Zásady pro vypracování

Cílem práce je **zhodnocení aktuálního stavu odpadového hospodářství v ČR**. Práce bude obsahovat analýzu možností Celní správy ČR v oblasti nakládání s odpady z pohledu ekonomických efektů.

Osnova:

- Celní správa ČR a její působnost v oblasti nakládání s odpady.
  - Nakládání s odpadem.
  - Energetické využití odpadu.
-

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

Seznam doporučené literatury:

Plán odpadového hospodářství České republiky pro období 2015-2024. Ministerstvo životního prostředí [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2014 [cit.2020-06-06]. Dostupné z: [https://www.dataplan.info/img\\_upload/7bdb1584e3b8a53d337518d988763f8d/poh\\_2015\\_2024\\_schvalena\\_verze\\_2](https://www.dataplan.info/img_upload/7bdb1584e3b8a53d337518d988763f8d/poh_2015_2024_schvalena_verze_2)  
Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, ve znění pozdějších předpisů  
REKTOŘÍK, Jaroslav a Jaroslav HLAVÁČ. Ekonomika a řízení odvětví technické infrastruktury: teoretická část, odvětvová část. 2., aktualiz. vyd., V Ekopressu 1. Praha: Ekopress, 2012. ISBN 978-80-86929-79-8  
KURAŠ, Mečislav. Odpadové Hospodářství. Vyd. 1. Chrudim: Ekomonitor, 2008. ISBN 978-80-86832-34-0  
Informační systém odpadového hospodářství. Cenia: česká informační agentura životního prostředí [online]. 2012 [cit. 2016-06-06]. Dostupné z: <https://www.cenia.cz/odpadove-a-obehove-hospodarstvi/>

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Robert Baťa, Ph.D.**  
Ústav správních a sociálních věd

Datum zadání bakalářské práce: **1. září 2021**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2022**

L.S.

---

**prof. Ing. Jan Stejskal, Ph.D.**  
děkan

---

**doc. Ing. Jan Černohorský, Ph.D.**  
vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 1. září 2021

## **Prohlášení**

Prohlašuji:

Práci s názvem Analýza potenciálu pro energetické využití odpadů ČR jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena 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 27. 6. 2022

Tereza Dvořáková

## **Poděkování**

Tímto bych ráda poděkovala doc. Ing. Robertu Baťovi, Ph.D., za jeho odbornou pomoc, cenné rady a připomínky, které mi při zpracování bakalářské práce velmi pomohly. Dále bych poděkovala své rodině, která mi byla vždy velkou oporou.

## **ANOTACE**

Bakalářská práce se zabývá potenciálem energetického využití odpadů v České republice. Jsou stanoveny základní pojmy, které se týkají politiky udržitelného rozvoje, odpadů a jejich následného nakládání. V práci je zahrnuta i role Celní správy České republiky v odpadovém hospodářství. Na základě zjištěných dat práce stanovuje potenciál energetického využití biomasy lesních dřevin.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Energetické využití, udržitelný rozvoj, celní správa, lesní biomasa dřevin.

## **TITLE**

Analysis of the potential for energy utilization of waste in the Czech Republic

## **ANNOTATION**

The bachelor thesis deals with the potential of energy recovery of waste in the Czech Republic. There are basic concepts that relate to sustainable development policy, waste and their subsequent management. The work includes the role of the Customs Administration of the Czech Republic in waste management. Based on the obtained data, the work determines the potential for energy use of forest tree biomass.

## **KEYWORDS**

Energy use, sustainable development, customs administration, forest tree biomass.

# Obsah

Seznam obrázků, tabulek a grafů	9
Seznam zkratk	10
Úvod	11
1 Udržitelný rozvoj	12
1.1 Aplikace udržitelného rozvoje	14
1.2 Evropská politika udržitelnosti	15
1.2.1 Agenda 2030	15
1.2.2 Financování	16
1.3 Politika udržitelného rozvoje	16
1.3.1 Strategický rámec ČR	16
1.3.2 Financování	17
2 Odpady	18
2.1 Energetické využití odpadu	19
2.1.1 Výhody energetického využití	22
2.1.2 Nevýhody energetického využití odpadů	23
2.2 Kontrola odpadů	23
3 Nakládání s odpady	26
4 Využití biomasy lesních dřevin	30
4.1 Analýza energetického využívání odpadů v ČR a EU	34
4.2 Analýza potenciálu dřevního odpadu	39
4.3 Vlastnosti biomasy	42
Závěr	44
Seznam literatury	45



## Seznam obrázků, tabulek a grafů

Obrázek 1 Vennův diagram .....	12
Obrázek 2 Strategický rámec České republiky 2030.....	17
Obrázek 3 Rozmístění spaloven odpadů k 2. 11. 2020.....	22
Obrázek 4 Poloautomatická odtríd'ovací linka .....	29
Obrázek 5 Možnosti energetického využití .....	36
Tabulka 1 Produkce odpadů v ČR 2015–2020 [tis. t].....	19
Tabulka 2 Historie energetického využití ZEVO .....	21
Tabulka 3 Dovoz a vývoz odpadů .....	25
Tabulka 4 Kontroly celníků za rok 2020 .....	25
Tabulka 5 Vzniklé obalové odpady a materiálová struktura jejich složení 2017–2019 .....	27
Tabulka 6 Relativní účinnost odtrídění poloautomatickou linkou v Knurówě.....	29
Tabulka 7 Hlavní způsoby nakládání s odpady 2017–2019 .....	35
Tabulka 8 Hmotnost dříví podle obsahu vody v kg/m <sup>3</sup> .....	40
Tabulka 9 Výhřevnost biomasy .....	41
Graf 1 Struktura nákladů EKO-KOM v roce 2020.....	28

## Seznam zkratk

ČR	Česká republika
DPH	Daň z přidané hodnoty
EECONET	European Ecological Network
EU	Evropská unie
HDP	Hrubý domácí produkt
OSN	Organizace spojených národů
POH ČR	Plán odpadového hospodářství České republiky
UNDP	United Nations Development Programme
WEHAB	Water-energy-health-agriculture-biodiversity

## Úvod

Bakalářská práce se zabývá energetickým potenciálem dřevního a komunálního odpadu v porovnání s fosilními palivy. Práce se dále zaměřuje na potenciál komunálního odpadu a na jeho problematiku s recyklací. Z pohledu veřejné správy se práce zabývá kompetencemi celní správy a tím, v jakém rozsahu má působnost v odpadovém hospodářství.

V současné době je problematika odpadového hospodářství aktuálním tématem. Zvyšující se počet obyvatel způsobuje tlak na rostoucí produkci jednotlivých druhů odpadů. S tím souvisí změna životního stylu lidí a životní úroveň ve společnosti. V časovém hledisku se tento jev projevuje zejména ve vyšší spotřebě v domácnostech. Technologický vývoj v materiálovém pojetí činí některé druhy odpadů špatně recyklovatelnými a přispívá tak k růstu nákladů spojených s likvidací odpadů.

Recyklace je bezesporu nejvhodnější způsob pro nakládání s odpady, technologie zatím nejsou na takové úrovni, aby zvládly zrecyklovat veškerý odpad s maximální efektivitou pro jejich tepelný či jiný potenciál. Nejlevnějším způsobem likvidace odpadu je skládkování, avšak tento způsob je velmi neekologický a vysoce rizikový. V dnešní době existují již moderní zařízení na energetické využití odpadů, které umožňují přeměnit zbytkový odpad na energii.

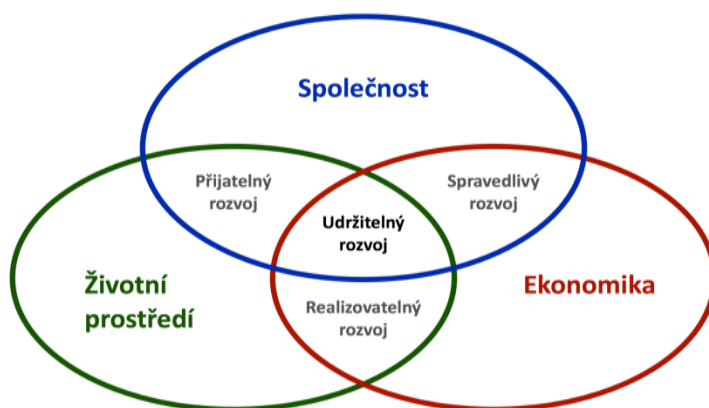
**Cílem práce je zhodnocení energetického potenciálu dřevního a komunálního odpadu v České republice.**

# 1 Udržitelný rozvoj

Otázka, co je a co znamená udržitelný rozvoj, není jednoduchá. Tato práce se na ni pokusí v následujících řádcích dostatečně odpovědět, jelikož existuje mnoho definic, které tento pojem vymezují. Dle definice Ministerstva životního prostředí je udržitelný rozvoj definován následovně. „*Udržitelný rozvoj je takový druh rozvoje, který se zároveň snaží odstranit nebo zmírnit negativní projevy dosavadního způsobu vývoje lidské společnosti.*“ (Ministerstvo životního prostředí, 2022)

Evoluce lidské společnosti, která je založena zejména na ekonomice, se nevyhnutelně podepisuje na fungování a vzhledu naší planety. Udržitelný rozvoj se je snaží zmírnit či odstranit.

Udržitelný rozvoj se netýká pouze potřeby chránit životní prostředí, nýbrž rozvoje, který se zabývá otázkou, jak uchovat kvalitu života pro současné, ale i budoucí generace. Vztahuje se na vytváření celistvé veřejné politiky ve všech jejích podobách a na efektivní vládnutí.



Obrázek 1 Vennův diagram

Zdroj: CENIA, 2019

Pojem trvale udržitelný rozvoj se skládá ze tří pilířů, které jsou mnohdy označovány jako dimenze udržitelného rozvoje. Udržitelný rozvoj se nejrozšířeněji ilustruje pomocí Vennova diagramu (Kříž et al., 2013).

Obrázek č. 1 znázorňuje tři pilíře udržitelného rozvoje a k jeho úplnému dosažení je nutné, aby došlo k rovnoměrnému průniku všech tří pilířů. Podle diagramu musí být rozvoj spravedlivý, přijatelný a realizovatelný. Vyvážený rozvoj pilířů udržitelného rozvoje má podstatný vliv na dobrý chod veřejné správy (Kříž et al., 2013).

Environmentální pilíř zahrnuje vyváženost ekosystému, zachování biodiverzity, kvalitu životního prostředí a dostatek přírodních zdrojů. K tomu slouží široká škála technologií, které se snaží vytvářet co nejmenší množství odpadů a účinně využívat přírodní zdroje (Kaletová, 2007). Pro udržitelnost životního prostředí musí spotřeba energie a materiálu splňovat tři následující podmínky.

Rychlost regenerace obnovitelných zdrojů musí být vyšší než intenzita jejího využívání. Tuto podmínku dnešní vývoj průmyslové společnosti nespĺňuje. Spotřebovávají se zejména energeticky neobnovitelné zdroje a intenzivně se využívá území pro stavby a výrobní činnosti, aniž by došlo k odpovídající náhradě ploch do nepoškozeného stavu. Řada legislativních opatření na celosvětové úrovni se snaží zvrátit negativní vývoj. Obzvlášť se to týká ochrany vybraných částí území, na nichž jsou stanovena omezení, aby se využívaly k hospodářské činnosti. Další podmínkou je, že využívání neobnovitelných zdrojů musí být nahrazováno trvale obnovitelnými náhradami. A nakonec znečišťování nepřevyšuje přizpůsobovací kapacitu životního prostředí.

Environmentální pilíř se na regionální a místní úrovni zajišťuje pomocí normativních nástrojů, které se uplatňují v celosvětových systémech ochrany životního prostředí. V Evropě se environmentální aspekty prosazují celoevropskými nástroji, jako je EECONET a NATURA 2000.

Sociální pilíř je založen na lidských potřebách, ale i potřebách, které se zabývají kulturními zvláštnostmi a požadavky. Usiluje o rozvoj lidské osobnosti, tím se snaží docílit zvýšení kvality života. Tento pilíř je signifikantní, protože řeší i potřeby pro fungování veřejné správy. Je neuspokojivě vymezen, a to kvůli spojení normativních a politických hledisek a jejich odlišnému rozhodování (Kříž et al., 2013).

Aby byla životní úroveň každého člověka přiměřená a chráněná, musí dojít ke spojení kapitálu, technologie a populace ve společnosti. UNDP je rozvojový program OSN, který sleduje tzv. *index lidského rozvoje* pro všechny členské státy. Index se skládá ze třech dílčích ukazatelů, jimiž jsou: předpokládaná délka života, postoj ke vzdělání a budoucnost HDP.

Udržitelný hospodářský rozvoj propojený s ekonomickou silou populace je předmětem ekonomického pilíře. Rozvoj je zřízen z tržního hospodářství a zapojení všech nákladů i externalit. Na odstranění externalit se často využívají dotace, fondy, podpory atd., což zatěžuje veřejnou politiku a deformuje trh. Jedním z možných řešení by bylo přičíst externality k výrobním cenám, ty by zvýšily výrobní cenu elektrárnám, které poškozují životní prostředí, náklady společnosti se převedou přímo na výrobce (Kříž et al., 2013).

## 1.1 Aplikace udržitelného rozvoje

Celosvětově se koncept udržitelného rozvoje jen těžko prosazuje, proto se musí aktivně propagovat a veřejně prosazovat. Toho se ujala mezinárodní organizace OSN, která se pokouší o nastolení lepší budoucnosti. Existují tři zásadní mezníky, které jsou buď ohlédnutí do minulosti, nebo jsou novými výzvami.

To, jak řešit základní problém udržitelného rozvoje, vztah mezi hospodářským rozvojem a životním prostředím, uvedla zpráva Světové komise pro životní prostředí a OSN, kterou vedla Gro Harlem Brundtlandová – norská ministerská předsedkyně. Zpráva byla publikována v roce 1987 a nesla název *Naše společná budoucnost* (OSN, 1987).

Publikovaná zpráva demonstrovala, že řešením není úplné zastavení hospodářského růstu, ale pouze jeho omezení, aby se základ přírodních zdrojů nezdevastoval. V této chvíli vzniká pojem „udržitelný rozvoj“ (OSN, 1987).

O téměř 30 let později ve Stockholmu, přesně 5. června 1992, myšlenku udržitelného rozvoje rozvedla Konference OSN o životním prostředí, kterou pojmenovali jako Summit Země. Tento tisícistránkový dokument o 40 kapitolách se stal zásadním manuálem, který je často citován dodnes. Jsou v něm popisovány zásady udržitelného rozvoje, jak to naznačila zpráva *Naše společná budoucnost*. Na této konferenci však nebyl přijat pouze Summit Země, ale také *Deklarace z Ria de Janeiro o životním prostředí*, kde bylo úkolem vytvořit dohodu o realizaci udržitelného rozvoje v každé zemi, především v těch rozvojových. Také byly přijaty dosud nejdůležitější úmluvy – *Úmluva o biologické rozmanitosti* a *Rámcová úmluva o změně klimatu* (OSN, 1992).

Konaly se další summity, které nebyly zaměřeny přímo na životní prostředí, ale úzce s tím souvisely. Například v září roku 1994 se v Káhiře konal *Summit o populaci a rozvoji*, který poukazoval na význam environmentálních podmínek. Další důležitý summit se konal v Kodani v březnu 1995 (*Sociální summit*), právě na této konferenci byly definovány tři hlavní pilíře udržitelného rozvoje. V roce 1997 se konala konference *Zvláštní zasedání Valného shromáždění OSN*, jejíž název se zdá být nenápadný, ale na summitu participovali světoví představitelé. Na této konferenci se zhodnocovaly výsledky za posledních 5 let od Ria de Janeira a došlo se k závěru, že i přes veškeré úsilí se životní prostředí v celém měřítku zhoršuje.

První konference, která řešila velké environmentální problémy ohledně změny klimatu a konečně přitáhla pozornost veřejnosti ve světovém měřítku, se konala v prosinci 1997, nazvaná byla jako *konference v Kjótu*.

Existuje mnoho dalších summitů jako například Summit milénia či Světový summit o udržitelném rozvoji a konaly se i obsáhlé konzultace v programu WEHAB, které řeší dílčí problémy s ochranou životního prostředí, písmena v názvu označují jednotlivé problémy, které jsou v duchu *rozvojových cílů milénia*.

## **1.2 Evropská politika udržitelnosti**

Mezi hlavními body evropského projektu se projednávala problematika udržitelného rozvoje. Cíl EU je podporovat rozvoj společenských potřeb, aniž by se ohrozily potřeby, které budou mít budoucí generace, jejím základem je v jistých mezích zajistit důstojný život pro každého, kdo zvládne zkoordinovat hospodářský blahobyt, integrování do společnosti a odpovědnost za životní prostředí (EU, 2016).

Udržitelný rozvoj se do evropské politiky dostal již v roce 2001 a v roce 2010 se stal součástí strategie Evropy 2020, jejímž cílem jsou nízké uhlíkové emise, příprava na změnu klimatu a její vliv na životní prostředí a snižování chudoby (EU, 2016).

### **1.2.1 Agenda 2030**

Agenda 2030 je následující dokument po Agendě 21, jejím cílem je především usilovat o světový mír a větší svobodu. Této agendě pomáhají další dokumenty, které vznikly ve stejném roce, a to Pařížská dohoda o klimatu a akční program z Addis Abeby, jež určuje prostředky (EU, 2016).

## 1.2.2 Financování

Prakticky ji financují skoro všichni, například nadnárodní instituce, neziskové organizace, státy, soukromé podniky a mezi oficiální zdroje se řadí úspory, pojištění, penzijní fondy a státní fondy, které se dotýkají částky až 215 bilionů USD (Kabátová, 2017).

Hlavním předpokladem je efektivnější využívání veřejných zdrojů ke zlepšení veřejné správy a fiskální politiky. Důležitou úlohu má v tomto směru i soukromý sektor, který vytváří nová pracovní místa a snižuje chudobu. Je potřeba vytvářet infrastruktury, sociální služby, zlepšit daňovou správu, zbavit se korupce a ilegální činnosti nebo ji alespoň omezit (PPZRS).

## 1.3 Politika udržitelného rozvoje

Veřejná správa řeší otázky udržitelného rozvoje pomocí svých orgánů. Jedná se o orgány v oblasti ochrany životního prostředí, kultury, územního plánování nebo sociálních služeb a zabezpečení. Ať už veřejná správa zasahuje do udržitelného rozvoje jakýmkoliv způsobem, měla by dodržovat základní pravidla – dodržování zákonů, mezinárodních smluv, zapojování do svých rozhodování co nejvíce subjektů. Dále by měla být transparentní a řídit se jednoznačnými pravidly a nést zodpovědnost za své rozhodování (Kříž et al., 2013).

V posledním čtvrtstoletí se Česká republika společně s jinými evropskými zeměmi začala zabývat politikou udržitelného rozvoje. Průběžně vytváří plány a přijala několik smluv v rámci udržitelného rozvoje (Kabátová, 2017).

### 1.3.1 Strategický rámec ČR

Udržitelnost se stala jedním z hlavních témat po celém světě. Skoro všechny země musí řešit problémy se změnou klimatu, ztrátou úrodné půdy nebo demografickými změnami. Každý stát musí být zodpovědný vůči globálním společenstvím, a proto OSN v roce 2015 v New Yorku přijala 17 cílů udržitelného rozvoje, které se týkají všech států. V České republice tyto cíle tvoří tzv. „*Strategický rámec Česká republika 2030*“, který nahradil strategický rámec z roku 2010.

V roce 2017 byl tento rámec přijat a stal se ústředním dokumentem pro udržitelný rozvoj a zvyšování kvality života. Obsahuje šest oblastí, ve kterých popisuje, kam rozvoj dospěl, jaká má rizika a strategické cíle. Tyto oblasti navazují na pilíře udržitelnosti, ale zahrnují také život v obcích či regionech, problematiku efektivního vládnutí a rovněž český příspěvek k udržitelnosti. Vrcholným orgánem strategického rámce v České republice (2030) je Rada vlády pro udržitelný rozvoj (Ministerstvo životního prostředí).



Základním úkolem Rady pro udržitelný rozvoj je posuzovat zásadní trendy v udržitelnosti na globální a národní úrovni. Její činnost se obzvlášť zaměřuje na využití „Strategického rámce Česká republika 2030“ a „Agendy 2030 OSN pro udržitelný rozvoj“. Dále probírá zprávy Agendy 2030 OSN a zprávy o kvalitě života (Ministerstvo životního prostředí).



Obrázek 2 Strategický rámec České republiky 2030

Zdroj: ČR 2030

V lednu 2021 jsou již ministerstva zodpovědná za splnění 97 specifických cílů. Uvedla, že se jim podařilo splnit 6 cílů, u 42 cílů byly učiněny zásadní pokroky, 27 cílů zaznamenalo pouze nepatrné pokroky a u zbylých 22 nebyly hodnoty zaznamenány kvůli nízkému množství informací (Ministerstvo životního prostředí).

### 1.3.2 Financování

Evropská unie podpoří program České republiky na ochranu životního prostředí, který bude financovaný z fondů EU. Program je naplánovaný na období 2021–2027 a dostane cca 61 miliard Kč. Program bude především podporovat veřejný sektor, podnikatele a fyzické osoby (EU).

Podporované oblasti: (EU)

- energetické účinnosti a snižování emisí skleníkových plynů,
- podporování obnovitelných zdrojů energie,
- přizpůsobení se klimatu, připravení se na rizika katastrof a odolnosti vůči změně klimatu,

- hospodaření s vodou,
- podpora oběhového hospodářství,
- ochrana přírody.

Tyto podporované oblasti jsou hlavními důvody, proč je potřeba se zabývat odpady. Upřednostněním dřevního odpadu oproti fosilním palivům v energetickém využití se budou snižovat emise skleníkových plynů a zároveň se podpoří obnovitelné zdroje. Podobný potenciál má energetické využití komunálního odpadu. Uleví životnímu prostředí a zmenší se náklady za svoz komunálního odpadu.

## **2 ODPADY**

Odpad je potenciálním zdrojem úspory energie. Odpady vznikají při jakékoliv lidské činnosti ve službách, obchodech či ve veřejných objektech, avšak nejvíce odpadu se vyprodukuje v domácnostech. Nakládání s odpady je upraveno v zákoně 541/2020 Sb., o odpadech. Každý druh odpadu vyžaduje specifický způsob nakládání dle svých vlastností a s tím spojených environmentálních rizik (Ministerstvo životního prostředí).

V současné době je odpad hlavním environmentálním tématem v rámci ochrany životního prostředí. Ropa je velmi žádaný a zatím dostupný produkt. Je hlavní složkou pro výrobu všech druhů plastů. Snadná výroba a zpracovatelnost je vykoupena špatnou rozložitelností produktů z plastu. Rozložitelnost těchto produktů se pohybuje v řádu stovek až tisíců let (Gabrhelíková, 2018). To je velká zátěž pro životní prostředí. Likvidace odpadů se musí provést způsobem, který nezatěžuje životní prostředí a bude šetřit zásoby neobnovitelných zdrojů.

Odpady se dělí podle různých hledisek. Neobjektivnější dělení se jeví podle skupenství odpadů na tuhé, kapalné a plynné odpady. Tuhé odpady jsou veškeré odpady biologického původu, odpad z lesního a zemědělského hospodářství, z průmyslu a domácností. Kapalné odpady vznikají převážně v čistírnách odpadních vod, v petrochemickém průmyslu nebo v továrnách, kde dochází k úpravám uhlí. Lze říct, že kapalné odpady vznikají zejména v průmyslové oblasti. Plynný odpad se získává v hutnictví, sklárství nebo v keramickém průmyslu.

Veškeré cíle, jak nakládat s odpady, jsou vymezeny v Plánu odpadového hospodářství České republiky. Plán je nástroj, kterým se řídí odpadové hospodářství a realizuje odpadová strategie.

Každým rokem se v ČR množství vyprodukovaného odpadu zvyšuje. Za rok 2020 bylo vyprodukováno 38,5 mil. tun odpadu, ale i tak masivní množství odpadu se z 90 % nějakým

způsobem využilo, z toho se 86 % využilo materiálově a zbylé 4 % energeticky. Na skládkách skončilo 10 % odpadu (Ministerstvo životního prostředí).

Další důležitou skupinou jsou komunální odpady. Za komunální odpad se považuje veškerý odpad, který vzniká při činnosti fyzických osob na území obce. Tento odpad je běžně nazýván směsným. Za rok 2020 ho bylo vyprodukováno 5,7 mil. tun. Z celkové produkce komunální neboli směsný odpad tvoří 14,9 %. Využití komunálního odpadu v poměru z celkového využití odpadů si nevedlo zrovna nejlépe, jelikož bylo využito pouze 51 % a zbylých 49 % skončilo na skládkách (Ministerstvo životního prostředí; ISOH, 2021).

Tabulka 1 Produkce odpadů v ČR 2015–2020 [tis. t]

<b>Rok</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
<b>Produkce odpadu</b>	37 338	34 242	34 513	37 785	37 362	38 504
<b>Produkce komunálního odpadu</b>	5 274	5 612	5 691	5 782	5 879	5 730

Zdroj: vlastní dle ISOH, MŽP, ©2021

Tabulka č. 1 znázorňuje produkci odpadů mezi roky 2015 až 2020. Je zřejmé, že se produkce každým rokem mírně zvyšuje.

## 2.1 Energetické využití odpadu

Podle hierarchie nakládání s odpady se energetické využití odpadů nachází až na předposledním místě. Důsledkem omezování skládek hodnota energetického využití odpadů pomalu roste. Při tomto procesu se uplatňují procesy pyrolýzy, spalování a zplyňování.

Procesem pyrolýzy se zpracovávají stejnorodé materiály jako biomasa, plasty nebo pneumatiky. Při zpracování komunálního odpadu se setkáme s problémem, že se výrazně bude lišit od konečných produktů. Pyrolýzou komunálního odpadu se výhřevnost obvykle pohybuje mezi 5 až 15 MJ/m<sup>3</sup>. V průběhu procesu pyrolýzy vzniká i pyrolýzní olej, který se využívá k výrobě elektřiny a tepla. Případně může být přeměněn na metanol.

Spalováním odpadů se omezuje jejich objem, získává se energie a odstraňují se jejich nebezpečné vlastnosti. Pokud se nepoužije žádné pomocné palivo, tak je výhřevnost přes  $5\ 000\ \text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Spalováním komunálního odpadu vzniká škvára a z ní se separují kovy k dalšímu použití. Cílem je vytvořit tak kvalitní škváru, aby se dala znovu využívat, tím se sníží produkce odpadů. Využívá se například ve stavebnictví jako zásyp a podsyp (SAKO).

Zplyňování funguje tak, že se část paliva spálí, tím poskytne energii. Ta je potřebná pro zplynění zbytku, jinak dojde k aloternnímu zplyňování, které se používá u plazmového zplyňování. Běžná teplota při zplyňování je  $600\ ^\circ\text{C}$ , ale záleží na parametrech odpadu a druhu reaktoru. Výhřevnost se odvíjí od obsahu dusíku ve vzniklém plynu. Čím nižší obsah, tím vyšší výhřevnost. Pokud například dochází ke zplyňování parou, jeho výhřevnost je 15 až  $20\ \text{MJ}/\text{m}^3$ . Při získávání těchto hodnot nám vznikají docela velké náklady, které mohou tvořit až 20 % z celé výroby elektřiny (Němcová, 2017).

Základním kritériem pro porovnání procesů je jejich spolehlivost či to, jaký druh odpadu se může použít, dále jejich provozní teplota.

Energetické využití odpadů se může definovat jako využití tepelné energie, která se uvolňuje spalováním odpadů k produkci tepla a elektřiny (Oenergetice, 2018). Využívá se k termickému zpracování zbytků z průmyslu. V Evropě je už okolo 500 institucí, které energeticky využívají odpad. Ročně dokážou zpracovat více než 90 milionů tun odpadu.

ZEVO v EU-28 produkuje elektřinu pro takřka 18 milionů lidí a teplo pro 15 milionů lidí. ZEVO by mohlo patřit mezi lokální zdroje energie, které budou vyrovnávat přerušované dodávky energie vzniklé z obnovitelných zdrojů a zároveň zařídí, aby Evropa nebyla tolik závislá na dodávce fosilních paliv (Oenergetice, 2018).

POH ČR očekává, že stále podstatnější roli bude mít energetické využití, které by mělo nahrazovat skládkování. V České republice bylo v roce 2013 téměř 50 % komunálního odpadu odstraňováno skládkováním. Pouze 11,6 % komunálního odpadu bylo využito energeticky. Cílem je do roku 2024 snížit skládkování na 12,3 %, energetické využití zvýšit na 27,7 %. Zvýšit kompostování z 4,7 % na 16,1 % a materiálové využití zvýšit z 33,9 % na 43,5 % (Oenergetice, 2018).

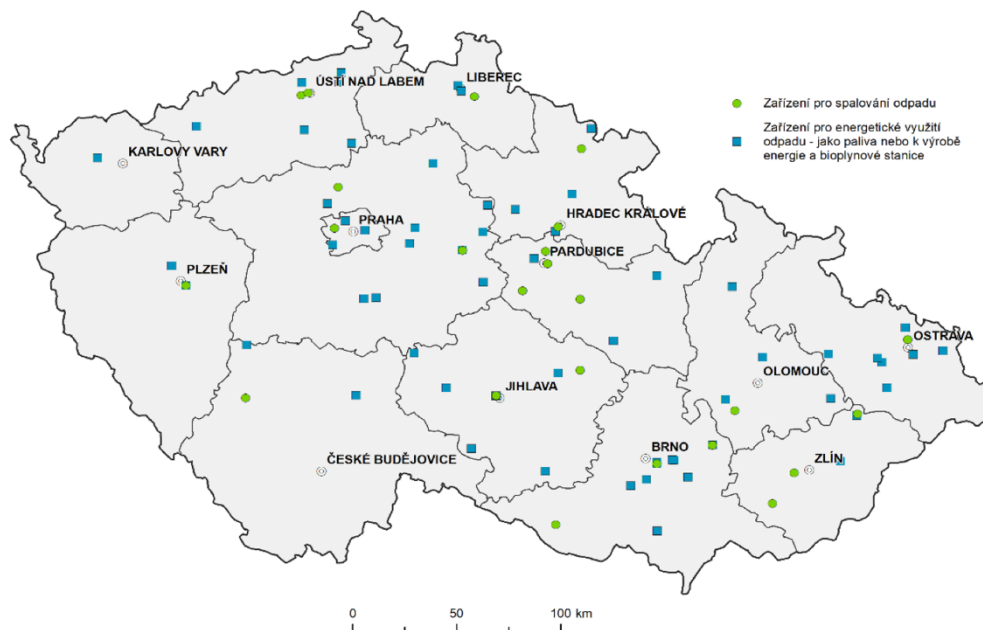
Tabulka 2 Historie energetického využití ZEVO

Rok	Zpracováno odpadu [t/rok]	Hrubá výroba elektřiny [MWh]	Dodávka tepla [GJ]
2009	360 399	18 237	2 296 097
2010	469 003	59 522	1 687 330
2011	613 082	152 601	2 265 848
2012	634 280	147 275	2 438 121
2013	637 627	143 244	2 442 814
2014	642 806	150 419	2 570 160
2015	631 908	148 395	2 527 042
2016	666 018	168 404	2 637 490
2017	702 831	196 041	2 707 054
2018	668 258	172 017	2 651 283

Zdroj: vlastní dle MPO, ©2020

Tabulka 2 uvádí údaje o množství zpracovaného odpadu, hrubou dodávkou elektřiny a dodávkou tepla v rozmezí 10 let.

V dnešní době se dá říct, že jsou odpady potenciálním zdrojem k výrobě tepelné i elektrické energie. Názorným příkladem je brněnská spalovna SAKO Brno, která byla uvedena do provozu již v roce 1989 a je nejstarší spalovnou v České republice. Je schopna s kapacitou 220 000 t spáleného odpadu ročně vyprodukovat 94 500 MWh elektřiny a 191 667 MWh tepla (Němcová, 2017). V Jihomoravském kraji je spotřeba elektřiny 5 125 000 MWh za rok 2020. SAKO Brno by muselo spálit 11 931 217 tun odpadu, aby spotřebu pokrylo (Český statistický úřad, 2022).



Obrázek 3 Rozmístění spaloven odpadů k 2. 11. 2020

Zdroj: Ministerstvo životního prostředí, 2021

Na obrázku 4 jsou vyobrazeny zelenou barvou místa, kde se nachází zařízení pro spalování odpadu. Modrou barvou jsou vyobrazena zařízení pro energetické využití odpadu.

### 2.1.1 Výhody energetického využití

Pomocí energetického využití odpadů se prostory pro skládky výrazně zmenšují. Ve spalovně se po spálení odpadu sníží objem odpadu na zhruba 10 % a zároveň jeho hmotnost na 25 %.

Při spalování odpadu na výrobu elektrické energie se ušetří využívání fosilních paliv. Využitím kilogramu hnědého uhlí se vyprodukuje zhruba 1,4 kWh elektrické energie nebo 3611,1 kWh tepla. Při spálení kilogramu komunálního odpadu vznikne 0,75 kWh elektřiny nebo 1944,4 kWh tepelné energie. Při spálení tuny komunálního odpadu se zachová zhruba 0,6 tun hnědého uhlí. Tato výhoda má jedno riziko, spalovna musí patřit do centrální sítě zásobování teplem, která je vlastněna totožným majitelem, nebo mít smluvně zajištěný odběr.

Ze skládkování uniká 20–50 % generovaného plynu, a to i ze zabezpečených skládek. Díky energetickému využívání odpadu se snižují emise skládkových plynů, zejména se jedná o CO<sub>2</sub> a metan.

Při spalování odpadu vzniká nižší uhlíková stopa. Po spalování se převažující části zbytků (jinak řečeno škvára) dále využívají ke stavebním účelům – často jako podkladové materiály. Jedná se obzvláště o křemičitany a hlinitany, které neobsahují žádné škodliviny (Baláš, Skála a Lisý, 2014).

### **2.1.2 Nevýhody energetického využití odpadů**

Veliká nevýhoda spaloven je jejich cena, protože musí dodržovat stabilní výkon a emisní limity, které jsou zvláště přísné. Velice se prodražují veškerá opatření, jak pro její regulaci, tak pro čištění spalin, což je až za hranicí rentabilnosti. Pro zabezpečení ekologie provozu se musí používat podpurná paliva, aby byla zajištěna stabilizace hoření a najíždění kotle.

Dalším případným problémem je samotné zacházení s odpady, jejich svoz a skládkování. Obzvláště v letních měsících není v okolí spaloven zrovna příjemné ovzduší díky velkému podílu biologického odpadu.

Finančně a energeticky nejkomplicovanější částí na celé spalovně jsou technologie, které jsou určeny na čištění spalin od těžkých kovů, dioxinů a furanů, jež mají na živočichy výrazné dopady. Jelikož jsou karcinogenní, toxické a některé z nich mají i mutagenní účinky.

Další riziko je snížení objemu tříděného odpadu pro recyklaci, protože recyklací je odpad připraven o složky s nejvyšší výhřevností, jako je PET, igelit, papír nebo o bioodpad. Čím více je navíc odpadu, tím více se vyrobí tepla nebo elektřiny, a proto provozovatel nemá žádnou motivaci recyklovat. Takže z ekologického hlediska je třeba zařídit, aby spalovny byly stavěny jako součást integrovaného zařízení. Hlavním cílem těchto zařízení by mělo být recyklování, spalování je jenom jedna z možností, nikoliv priorita.

## **2.2 Kontrola odpadů**

Celní správa nemá kompetence v oblasti ochrany životního prostředí, z toho důvodu při svém působení na tomto úseku spolupracuje s jinými orgány státní správy, které mají odborné zaměření v této oblasti, například pracují s inspekčními orgány. Celník musí disponovat celkem rozsáhlou škálou odborných znalostí (Rybářová, 2008).

Jedná se poměrně o novou oblast, která se stala součástí každého jednotlivce ve společnosti, ale i státu jako takového (Šrámková, 2012). Není tím pádem žádným překvapením, že se tato oblast dostala do opatření spojených s dovozem a vývozem zboží. Ochrana životního prostředí je základní stanovisko v souvislosti s ochranou spotřebitele.

Podle zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a změně některých dalších zákonů, celní orgány kontrolují přeshraniční a vnitrostátní přepravu odpadů, dávají nápravná opatření, předávají podněty ČIŽP a ministerstvu k využití vrchnímu státnímu dozoru a rozhodují o dovozu odpadu (Rybářová, 2008).

Odpady jsou zahrnuty a vymezeny dle právních předpisů do jednotlivých kategorií, a to podle škodlivosti a nebezpečnosti. Za odpad se pokládá každá movitá věc, jež má osoba v úmyslu nebo povinnost ji vyhodit. Ministerstvo životního prostředí lze považovat za příslušný správní úřad (Šrámková, 2012).

Celní orgány mají při kontrole přepravy odpadů nenahraditelnou roli, protože na rozdíl od České inspekce životního prostředí mohou při kontrole zastavovat vozidla. Celní orgány kontrolují, za jakým účelem se dováží odpad. Dále kontrolují, do jaké kategorie odpad řadí a zda má osoba příslušné doklady. Pokud se jedná o vývoz, je situace podobná. Vývoz odpadů za účelem likvidace je povolen jen za určitých podmínek. Pokud se odpad vyváží do Norska, Švýcarska, Lichtenštejnska nebo Islandu, celní orgány zašlou kopii dokladu s razítkem při ukončení režimu vývoz kompetentnímu orgánu v zemi odeslání, v České republice se jedná o Ministerstvo životního prostředí.

Celní orgány mají při těchto kontrolách kompetenci zastavovat vozidla, na vhodné místo odstavit vozidla, kontrolovat doklady přepravujícího se odpadu a zboží. Dále zjišťují totožnost osoby, která ho přepravuje, provádí fyzické kontroly odpadu nebo zboží, dělají fotodokumentaci, a dokonce mohou odebírat a analyzovat vzorky.

Pokud se zjistí při těchto kontrolách nějaké porušení zákona o odpadech nebo právních předpisů ES, mají celní orgány kompetenci provést vyšetřování toho, kde vznikl odpad, kdo je držitel, oznamovatel nebo konečný příjemce. Také může celní úřad stanovit kauci ve výši od 10 000 do 50 000 Kč. Pokud řidič danou kauci nesloží, celní orgány odstaví vozidlo, zabaví doklady a zakáží řidiči pokračovat v jízdě, dokud nezaplatí stanovenou kauci nebo nezaplatí pokutu inspekci. V praxi nejsou kauce celními orgány moc využívány (Rybářová, 2008).

Dovoz odpadů za účelem jeho zničení je zakázán, ale dovoz za účelem jeho využití je dovozen za vymezených podmínek. Oznamovatel musí obdržet písemný souhlas od kompetentních úřadů zemí odeslání, aby takový dovoz mohl být proveden (Šrámková, 2012).



Tabulka 3 Dovoz a vývoz odpadů

Ukazatel	2017	2018	2019
Dovoz celkem	2 414 244	2 619 283	2 553 077
z toho: nebezpečné	41 880	42 341	44 624
Vývoz celkem	3 390 139	3 336 972	3 390 033
z toho: nebezpečné	28 565	24 381	18 639

Zdroj: vlastní dle Český statistický úřad, 2022

V tabulce č. 3 jsou znázorněné celkové dovozy a vývozy odpadu a z toho také odpady nebezpečné za rok 2017 až 2019.

Tabulka 4 Kontroly celníků za rok 2020

Období	kontroly celkem	porušení předpisů	odstaven s následným vrácením do zahraničí
leden	343	9	5
únor	32	2	1
březen	14	3	3
duben	5	0	0
květen	133	13	13
červen	228	19	13
červenec	91	2	0
srpen	46	3	0
září	66	2	1
říjen	143	1	0
listopad	52	3	0
prosinec	24	3	1
Celkem	1177	60	37

Zdroj: vlastní dle Celní správa České republiky, ©2020

V tabulce č. 4 jsou obsaženy veškeré kontroly, které byly provedeny za jednotlivé měsíce v roce 2020 příslušníky celních úřadů, dále jsou zde údaje o tom, kolik bylo u toho porušeno právních předpisů a kolik nákladů bylo vráceno do zahraničí.

### 3 NAKLÁDÁNÍ S ODPADY

Nakládání s odpady je vymezeno v právních předpisech, ve kterých jsou stanoveny pouze povinnosti, jež se musí dodržovat, ale je na obcích, jak k tomu budou přistupovat. Nakládání s odpady obce řeší na základě jejich obecně závazných vyhlášek (Wagnerová, 2019). V roce 2019 byla celková produkce komunálního odpadu na obyvatele 551 kg a směsného komunálního odpadu 261 kg (CENIA, 2019).

Pojem nakládání s odpady znázorňuje spoustu odlišných činností jako shromažďování, skladování, zpracování, využívání a likvidování odpadů. Hlavním cílem je především předcházet jeho vzniku. V oblasti komunálních odpadů je to značný problém, jelikož vznikají ze spotřeby domácností. Nakládání s odpady se dělí do tří skupin – na materiálové, energetické využití a na skládkování (Lapáček, 2012).

Předcházení vzniku odpadů se nachází na vrcholu hierarchie nakládání s odpady. Ministerstvo životního prostředí podporuje technologický vývoj, inovace a osvěty. Předcházení vzniku odpadu je realizováno pomocí legislativní, dotační, daňové a strategické oblasti. Legislativní oblast podporuje nový zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech, který je účinný od 1. ledna 2021. V § 12 v zákoně o odpadech je upraveno předcházení vzniku odpadu, jsou zde také vymezeny povinnosti výrobců při výrobě a distribuci výrobků, aby došlo k minimálnímu vzniku odpadů, které by nebyly na konci své životnosti nějakým způsobem využitelné. Zákon dále upravuje tzv. domácí kompostování, které neuplatňují pouze občané v domácnostech, ale i školní jídelny nebo správa veřejné zeleně. Zákon ji jasně vymezuje, protože nelze po kompostování materiál znovu použít ke stejnému účelu. Další princip, který by měl pomoci předcházení vzniku odpadu, je ekomodulace, což je nově upraveno v zákonu o obalech. Ekomodulace je odpovědnost výrobců za recyklovatelnost obalů výrobků. U obalů, které budou těžko recyklovatelné nebo budou zatěžovat životní prostředí, výrobci budou platit vyšší příspěvek. Tím se dosáhne menšího množství nerecyklovatelného odpadu. Připravuje se i zákon, který má zakázat uvádět určitý druh plastu na trh, naopak podpořit výrobu z oxo-rozložitelných plastů a omezit některé plastové výrobky, jako jsou nápojové kelímky. V České republice strategie předcházení vzniku odpadů podporuje Program předcházení vzniku odpadů, který vznikl na základě směrnice 2008/98/ES, Plán odpadového hospodářství České republiky 2015–2024, plán odpadového hospodářství v každém příslušném kraji a dále Strategický rámec cirkulární ekonomiky ČR 2040, který má být schválen do konce roku 2021. Nejdůležitějším programem pro podporu projektů je Operační program životního prostředí. Díky programu se podpořilo

944 projektů, které předcházejí vzniku odpadu. Většina se týkala domácího kompostování, na které se přispělo skoro 1,5 mld. Kč. V květnu 2020 vešlo v platnost další účinné opatření, které přispívá předcházení vzniku odpadů, je jím snížení DPH z 21 % na 10 % u oprav obuvi, jízdních kol, úprav a oprav textilních výrobků. Také vyšla nová očekávaná vyhláška ve sbírce zákonů, která stanovuje podrobnosti pro nakládání s odpady. Vyšla 23. července 2021 a nabyla účinnosti 7. srpna 2021. Vyhláška má 83 paragrafů a 52 příloh a snižuje počet prováděcích předpisů k zákonu o odpadech (Maršál, 2021).

Materiálové využití představuje řadu různých procesů, které se pokouší využívat odpady k prvotnímu či dalšímu účelu. Jedná se například o recyklaci či kompostování surovin, jako jsou plasty, sklo, kov, papír, drobná elektronika. Nově se pokouší recyklovat i fritovaný olej z domácností, který výrazně znečišťuje kanalizaci. Dalšími surovinami, které se dají materiálově využívat, jsou potraviny, biologický odpad ze zahrad, oblečení. Tento odpad se využívá pomocí kompostování nebo bioplynové stanice (Lapáček, 2012). Je to zprostředkované pomocí barevných a podzemních kontejnerů, které se začínají objevovat na větších sídlištích. Tím se lépe využije prostor sběrného místa a zároveň se zvýší jeho estetický vzhled.

Tabulka 5 Vzniklé obalové odpady a materiálová struktura jejich složení 2017–2019

Materiál	2017		2018		2019	
	t	%	t	%	t	%
Sklo	201 551	16,9	217 489	16,8	232 892	17,5
Plasty	248 585	20,8	267 478	20,6	264 276	19,8
Papír/lepenka	497 524	41,6	529 488	40,8	540 239	40,5
Kovy	73 052	6,1	79 095	6,1	80 584	6,0
Dřevo	143 233	12,0	169 982	13,1	183 847	13,8
Jiné	31 430	2,6	33 352	2,6	32 588	2,4
<b>Celkem</b>	<b>1 195 375</b>	<b>100</b>	<b>1 296 884</b>	<b>100</b>	<b>1 334 426</b>	<b>100</b>

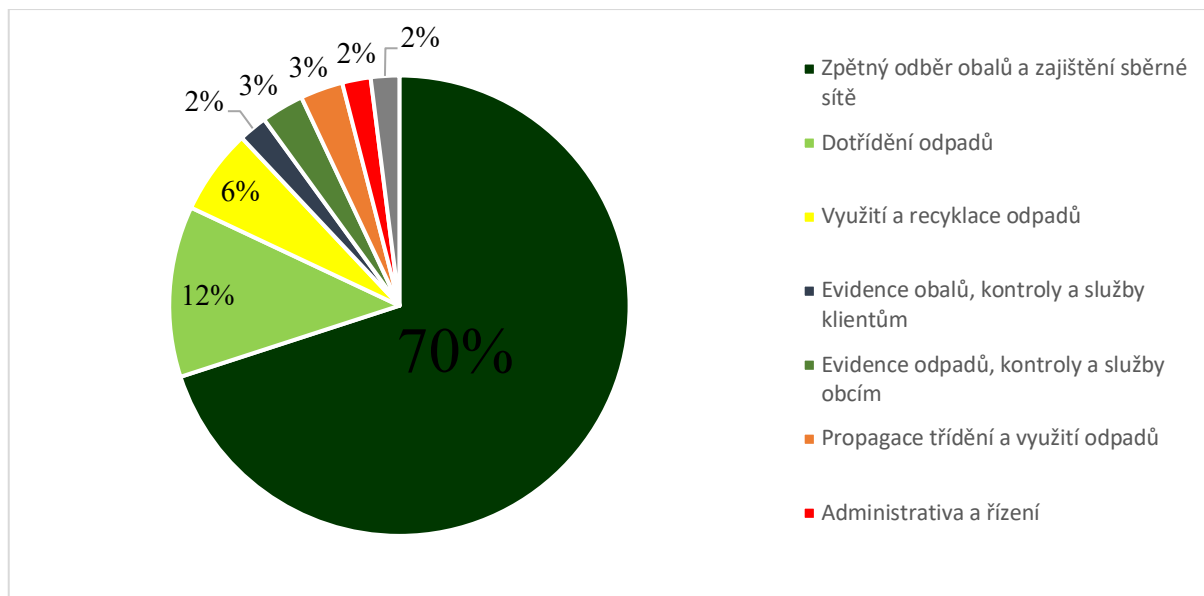
Zdroj: vlastní dle Ministerstvo životního prostředí

Tabulka 5 představuje vzniklé odpady v tunách mezi roky 2017 a 2019 a jejich materiálovou strukturu v procentech.

Hlavní příčinou, jež komplikuje materiálovou recyklaci, je rozsáhlá různorodost plastových obalů na dotřídňovacích linkách a výskyt různých neplastových přísad v tříděném sběru. Pro zkvalitnění mechanické recyklace je důležité, aby bylo ekonomičtější vytvářet druhotnou surovinu pro recyklaci, než vytvářet alternativu fosilních paliv z odpadu (EKO-KOM, 2021).

Nicméně stále je nejdůležitějším parametrem recyklace jakýmkoliv způsobem motivovat co nejvíce občanů, aby třídili odpad. Jedním z nich je dostupnost barevných kontejnerů, jejichž docházková vzdálenost je v současné době cca 90 metrů a stále se zkracuje (EKO-KOM, 2021).

Největší náklady odpadového hospodářství představují prostředky, které zajišťují dostupnost a manipulace barevných kontejnerů. Dalším vedlejším nákladem je například jejich evidence, propagace třídění, odvody státu a administrativní náklady.



Graf 1 Struktura nákladů EKO-KOM v roce 2020

Zdroj: vlastní dle EKO-KOM, 2020

Graf 1 shrnuje strukturu nákladů EKO-KOM v roce 2020. Je možné vidět, že největší náklady EKO-KOM vynaloží na zpětný odběr obalů a zajištění sběrné sítě.

Podle nové směrnice EU se od letošního roku musí hodnotit bod recyklace podle tzv. koncové recyklace, to znamená, že se hodnotí vstup do závěrečné recyklace nebo výstup z úpravy odpadu na takový stav, který požaduje odběratel (EKO-KOM, 2012).

Ačkoliv v České republice třídí komunální odpad přes 70 % občanů, tak stále je ročně vyprodukováno přes 2 miliony tun komunálního odpadu. Množství odpadu by se mohlo snížit a zároveň zvýšit úroveň recyklace, té by se dosáhlo pomocí roztřídování komunálních odpadů (EKO-KOM, 2020).

Množství odpadů by se také dalo omezit pomocí zařízení, které je v zahraničí relativně běžné, jde o poloautomatickou odtrídovací linku. Mnoho let se provádí měření na polských linkách. Linka, která se nachází v Bielsku-Białe, je schopna vytrídít až 16 materiálových komodit a

následně zpracovat nerecyklovatelný zbytek na tuhá alternativní paliva (TAP). Linka v Knurówě díky modernizaci odtrídí ze směsného komunálního odpadu 13 komodit pro materiálové využití a 2 komodity na tuhá alternativní paliva, která se použijí na energetické využití (EKO-KOM, 2020).



Obrázek 4 Poloautomatická odtríd'ovací linka

Zdroj: EKO-KOM, 2012

Kvůli přísné legislativě se český odpad nemohl odvézt přímo do odtríd'ovací linky, takže se použily dva vzorky polského odpadu o hmotnosti 50 t. Zjistilo se, že technologie linky v Knurówě by se mohla použít pro komunální odpad i v českých podmínkách, případně by byl možný přenos této technologie do Čech. Linka v Bielsku-Białe se bohužel v českých podmínkách neosvědčila (EKO-KOM, 2020).

Tabulka 6 Relativní účinnost odtrídění poloautomatickou linkou v Knurówě

Výstupní frakce	relativní účinnost odtrídění [% hm.]		
	vzorek 1	vzorek 2	aritmetický průměr
Papír	43 %	58 %	50 %
Plasty celkem	26 %	32 %	29 %
PET celkem	56 %	72 %	64 %
PET barevné	58 %	70 %	64 %
PET čiré	55 %	74 %	65 %
Sklo celkem	4 %	11 %	7 %
Kovy celkem	55 %	100 %	84 %

Zdroj: EKO-KOM

Z tabulky č. 7 je patrné, že poloautomatická linka nemůže plně nahradit oddělený sběr, ale část komunálních odpadů, jež není vytríděná, by se dala výrazně omezit (EKO-KOM, 2020).

Absolutně nejméně žádoucím způsobem je skládkování, a to kvůli ekologickým rizikům a plýtvání materiálu, které jsou v uloženém odpadu. Na skládky jsou odpady sváženy, následně zpracovány a pokrývány vhodným materiálem. U skládky, jejíž kapacita je naplněna, se pomocí rekultivace zahradí veškeré nežádoucí antropogenní zásahy do krajiny, a to na nejméně 30 let. Na těch skládkách, kde byla potvrzena vysoká tvorba skládkového plynu, se musí navrhnout odplyňovací systém, ten se potom buď ekologicky likviduje, nebo energeticky využije. V dnešní době jsou skládky pořád využívány jen z důvodu, že je to ekonomičtější a dostupnější proces, než procesy uvedené výše (Lapáček, 2012).

## 4 VYUŽITÍ BIOMASY LESNÍCH DŘEVIN

Biomasa je obecně definována jako hmota organického původu, kterou produkují živočichové nebo rostlinné organismy. Hlavní charakteristikou biomasy je, že pochází z čerstvé nebo nedávno žijících organismů, což jasně vylučuje fosilní paliva. Biomasa představuje vysoký potenciál využití obnovitelných zdrojů pro střední Evropu, což je podporováno různými dotacemi. Existuje celá řada druhů biomasy. Podle jejího vzniku nebo původu rozlišujeme dřevní biomasu, biomasu rostlin a zemědělských rostlin a biomasu živočišného původu (ÚHÚL, 2012). V České republice se biomasa dělí podle vyhlášky MŽP ČR č. 482/2005 Sb. na lesní, zemědělskou a zbytkovou. Lesní biomasa převážně zahrnuje palivové dřevo, odpad z lesní těžby a rychle rostoucí dřeviny. Odpad z lesní těžby bývá propagován formou štěpky, sekané dýhy, odřezků, pilin a zbytkových kulatin. Tento sekundární materiál je také často využíván pro výrobu aglomerátů, ale i pro energetické využití. Při současném růstu cen fosilních paliv, jejich omezenosti a ekologické zátěži je biomasa perspektivní materiál. Zemědělskou biomasu tvoří energetické plodiny, bioodpad ze zahrad, domácností, vinic, ovocných sadů a chmelnic. Zbytková biomasa vzniká při zpracování a výrobě primární biomasy. Jsou to zejména zbytky z dřevozpracujícího, papírenského a potravinářského průmyslu (Benda, 2012). Každá biomasa má různé vlastnosti a formy, ne každá se hodí ke spalování. Kvůli vysokému obsahu látek nebo prvků, které zhoršují proces spalování, se vytváří nebezpečné emise. Tyto druhy biomasy využívají jiný způsob přeměny. Využívají se například na výrobu bioplynu. Tato práce se zaměřuje na dendromasu, která se podle místa

vzniku dělí na zemědělskou biomasu, lesní biomasu neboli dendromasu, která vzniká z těžebních prací (ÚHÚL, 2012). Dendromasa byla od počátku historie lidstva až do poloviny 18. století využívána jako jediný zdroj energie. Tuto pozici v 19. století převzala fosilní paliva. V polovině 20. století se dendromasa vrátila na hlavní pozici palivové bilance (Hanek, 2005).

Kritéria vhodnosti dendromasy pro energetické využití se mění s technologickou úrovní společnosti, kapacitou dřevozpracujícího průmyslu a možnostmi společnosti odebírat levnější zdroje energie. Hlavním kritériem vhodnosti energetického zdroje není, zda je zdroj obnovitelný či neobnovitelný. Rozhodujícím kritériem je jeho dostupnost, spolehlivost a cena. Dendromasa bude obnovitelná do té chvíle, dokud bude pokrývat spotřebu společnosti, pokud tuto podmínku nebude splňovat, bude muset být zařazena do kategorie neobnovitelných zdrojů (Chytrý, 2007).

Lesní biomasa zahrnuje palivové dříví z lesní těžby nebo se získává formou zbytkové dendromasy z probírek a prořezávek porostů a rychle rostoucích dřevin. Zbytková biomasa vzniká při zpracování primárních zdrojů živočišné nebo rostlinné biomasy. Pro získání lesní biomasy lze využít veškeré zdroje na lesní půdě. Palivové dřevo se liší podle kvality použitého dřeva na výrobu a vzhledem.

Zbytková lesní biomasa je v České republice převážně levná a snadno dostupná forma paliva. Hlavním dodavatelem zbytkové biomasy jsou dřevozpracující a pilařské provozovny, které dodávají piliny, odřezky a neodměřové kusy dřevin. Pokud se jedná o velké zdroje energeticky využitelného odpadu (například lisované dřevní pelety nebo brikety), tak se převážně využívají na výrobu biopaliv (Budiš, 2011).

K využívání biomasy k energetickým účelům se používají různé druhy dřevin nebo slamnatých a dřevnatých plodin, které se již nehodí pro potravinářský průmysl a mají v suchém stavu stejné chemické složení. Biomasa je složena přibližně ze 44–48 % uhlíku, ze 44 % kyslíku a z 5,5–6,5 % vodíku. Z těchto údajů vyplývá, že biomasa z různých druhů dřevin nebo plodin má obdobnou výhřevnost. Velkou výhodou biomasy pro energetické účely, v porovnání s hnědým uhlím, je, že neobsahuje síru a není zdrojem SO<sub>2</sub> (Chytrý, 2007). Využívání dendromasy při výrobě tepelné a elektrické energie je vhodnější alternativou z environmentálního hlediska, než jsou fosilní paliva, protože má vyrovnanou bilanci CO<sub>2</sub>, minimalizuje emise a má lehčí biologickou odbouratelnost. Další výhodou biomasy je její skladnost, dostupnost a energetická stabilita oproti jiným obnovitelným zdrojům energie. Negativní stránkou biomasy jsou vysoké manipulační a dopravní nároky a dostupnost zdroje

(ÚHÚL, 2012). Kvalita obilovin může změnit její výhřevnost, například vysoký obsah lepku způsobuje nehořlavost, dále se nedoporučuje používat dusíkatá hnojiva rok před sklizní (Benda, 2012).

Spalování biomasy probíhá ve čtyřech fázích. Začíná sušením, při kterém dochází k zahřívání materiálu a k redukci vlhkosti obsažené v biomase na potřebné hodnoty pro další zpracování biomasy. Následuje proces pyrolýzy, která způsobuje rozklad materiálu na hořlavé plyny, zuhelněný zbytek a destilační produkty. Následně se spalují plynné složky, což zvyšuje teplotu a prodlužuje plamen. V poslední fázi procesu vzniká oxid uhelnatý a ten dále oxiduje na oxid uhličitý (Budiš, 2011).

Biomasa se může využívat různými technologickými procesy, které se liší svojí podstatou. Na základě chemických a fyzických vlastností se dělí typy procesů přeměny biomasy na pevná, kapalná a plynná biopaliva.

Oblíbeným způsobem upravujícím biomasu na kapalná biopaliva je rychlá pyrolýza, která upravuje dendromasu, a to s cílem dosažení lepších energetických vlastností. Proces probíhá tak, že částice biomasy jsou v pyrolýzním reaktoru, jehož teplota se pohybuje mezi 450 až 600 °C. Jedná se o vysokoteplotní proces za nepřítomnosti kyslíku. Výslednou látkou vystupující z procesu je kapalina, která dosahuje hustoty 1200 kg/m<sup>3</sup> s výhřevností 16 až 20 MJ/kg, kterou je možné upravovat na motorové či jiné biopalivo.

Největší objem biomasy se využívá na tuhá paliva pro přímé spalování. Za základní energetický zdroj lze považovat kusové dřevo, které se těží v lesních porostech. Dalším velmi používaným zdrojem je dřevní štěpka, s kterou se lépe manipuluje, snáze se skladuje a obsahuje menší vlhkost. Nevýhodou těchto zdrojů je především fakt, že odběratel těchto zdrojů si nemůže být jistý tím, jakou kvalitu energetického zdroje koupil od dodavatele. Dřevozpracující provozovny při těžbě v lese využívají různé druhy stromů a při nakládce dřevní štěpky či stromů může dojít k tomu, že se do nakládky dostane nechtěná příměs, jako je štěrk nebo hlína. Tyto nechtěné příměsi mohou negativně ovlivnit kvalitu paliva.

Lidé projevují čím dál větší zájem o výrobky z biomasy, jako jsou brikety a pelety, které se liší tvarem a kvalitou. Výhodou těchto výrobků je, že obsahují méně síry a těžkých kovů, navíc příliš nezatěžují životní prostředí. Vzniklý popel po spálení výrobku se může kompostovat nebo se používá jako hnojivo.



O brikety je v současné době čím dál větší zájem, protože spadají do skupiny tzv. ekologických paliv. Na trhu se objevují brikety v suchém drceném stavu nebo nakrátko řezané stébelniny. Nejvíce se na výrobu využívají olejniny, energetické byliny, traviny a další zbytková biomasa s obsahem vody 8–14 %, jež se následně mechanicky pod velkým tlakem lisují do různých tvarů. Brikety mají vysokou výhřevnost, která je až 16,5 MJ/kg, brikety vyrobené ze slámy olejin dokonce mají výhřevnost až 19 MJ/kg. Brikety pro rychlé vytápění se vyrábějí z měkkého dřeva s otvorem uprostřed, pro stabilní vytápění rodinného domu se využívají plné brikety nebo tzv. RUF brikety. Převážně se využívají jako palivo do kamen nebo v kotelnách. Nejlepší využití briket vyrobených z biomasy je jejich spalování v kotlích na tuhá paliva. Brikety mají nízkou popelnatost, což umožňuje topit s nízkými náklady a větším komfortem.

Pelety se vyrábějí stejným způsobem jako brikety, pod tlakem se mechanicky zpracují. Vyrábí se z drcené stébelniny a z odpadu z čističek obilovin s obsahem vody 8–15 %. Pelety můžou nabývat různých barev v závislosti na druhu dřeva, které bylo na výrobu použito. Výhřevnost pelet je obdobná jako u briket.

V budoucnu se očekává, že biomasa nahradí významnou část neobnovitelných zdrojů energie. Předpokládá se, že roční produkce biomasy pro energetické využití ve světovém měřítku by přesáhla roční objem produkce zemního plynu a ropy.

Energetické technické plodiny nebo rostliny jsou označovány jako taxony dřevin, trvalek a bylin, které jsou zaměřené na výrobu elektřiny a tepla. Také mohou být využívány k pohonu vozidel. Z posledního evropského přehledu bylo evidováno 37 energetických plodin a z toho bylo 10 druhů dřevin. Často jsou energetické plodiny označovány za něco nežádoucího (plevel), přitom mají vysoký potenciál, který je nejvyšší ze všech obnovitelných zdrojů. Plodiny se především pěstují na neperspektivní zemědělské půdě a v oblastech, které se nehodí pro potravinářskou výrobu. Ideální energetická plodina musí splňovat určitá kritéria, jako je vysoká výhřevnost, rychlý růst, odolnost proti škůdcům, nízké nároky na půdu a musí být vykázány nízké náklady na její pěstování (Jelen, 2011).

Značnou nevýhodou biomasy pro energetické účely je, že vyžaduje velké pěstební plochy, což způsobuje zvyšování investic. Z důvodu nízké objemové hmotnosti jsou zapotřebí velké skladovací prostory. Energetické plodiny mají obvykle horší kvalitu pro energetické využití než dřevní hmota.

Na výrobu biopaliva se cíleně pěstují olejniny, brambory, kukuřice, obilí, ale může to být i odpadní biomasa, hlavně sláma a živočišný odpad. Technické plodiny se dělí na byliny

a dřeviny, k nejrozšířenějším hospodářským plodinám v České republice patří řepka olejná, která se nevyužívá pouze v potravinářském průmyslu, ale i k výrobě bionafty. Bionafta je sice ekologičtější variantou pohonných hmot, ale zásadní nevýhodou je, že při jejím pěstování se používají dusíkatá hnojiva, která vyprodukují více skleníkových plynů než spalování bionafty. Dále se využívá jako biomasa, se kterou lze topit v ekologických kotlích, při jejichž spalování nevznikají žádné emise skleníkových plynů (ÚHÚL, 2012).

V poslední době se osvědčila uvolněná zemědělská půda (tzv. plantáže), kde se energetické dřeviny cíleně pěstují. Vznikají tzv. energetické lesy, které jsou jinak označovány jako výmladková plantáž. V českých klimatických podmínkách se osvědčily druhy vrb a topolů, které mají velké přírůstky biomasy. Ročně se přírůstky pohybují okolo 2 až 4 m, což hmotnostně odpovídá 5 t/ha.rok a objemově to vychází na 12 m<sup>3</sup>/ha.rok (Libra a Poulek, 2007). Při tomto způsobu pěstování se využívá schopnost dřevin znovu vyrůst z ponechaných pařezů. Hlavním důvodem, proč zakládat energetické lesy místo jiných porostů, je kratší interval mezi výsadbou a těžbou dřeva. Na rozdíl od jiných lesních kultur, které se sklízí cca po 30 letech, tak energetické lesy mají sklizeň po 3–4 letech. Předpokládaná životnost plantáže je 20 až 30 let. Pokud výnos energetického lesa klesne pod hranici rentability, tak se les zruší (Dufková, 2017).

#### **4.1 Analýza energetického využívání odpadů v ČR a EU**

V roce 2019 bylo v České republice vyprodukováno 3,736 milionů tun odpadů, 86 % z celkového množství bylo materiálově využito, 3,5 % využito energeticky, 9,85 % skončilo na skládce, 0,25 % odpadu bylo odstraněno spalováním a zbylých 0,004 % bylo využito jiným způsobem.

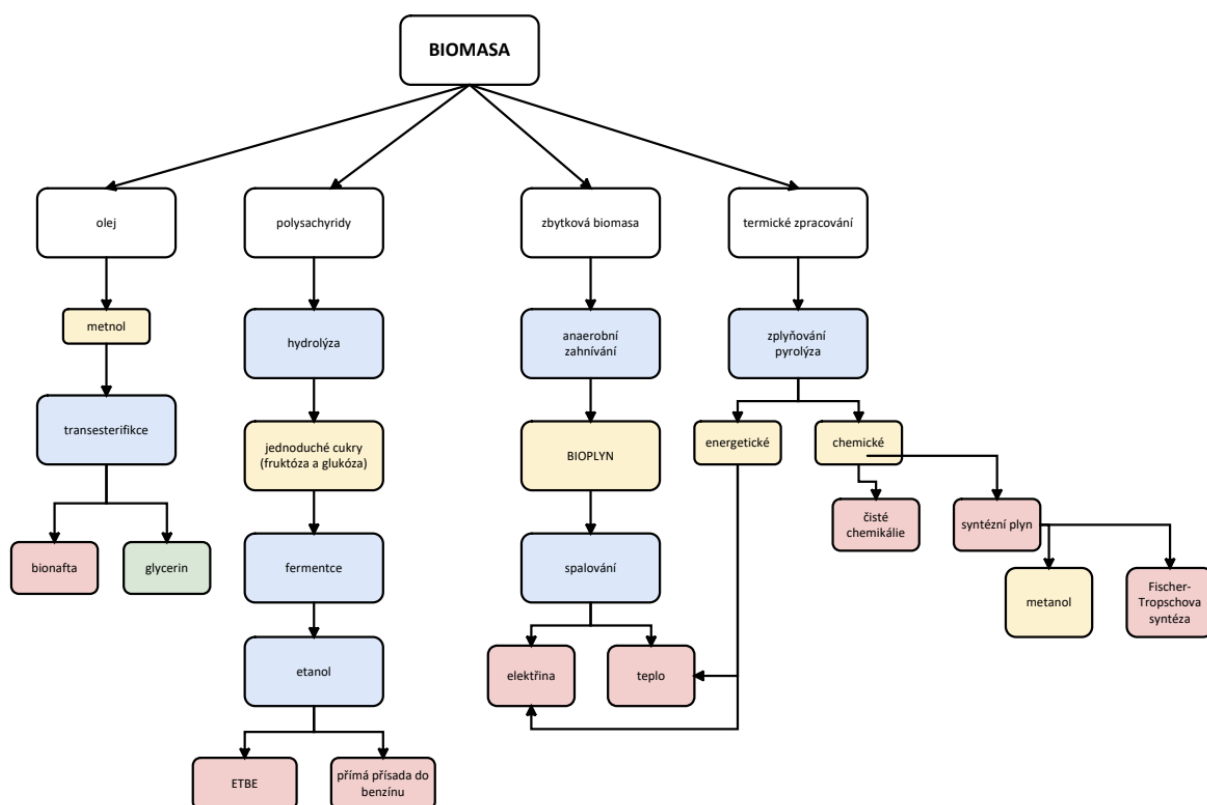
Ke konci roku 2017 bylo v Evropě v provozu 518 ZEVO, které měly celkovou kapacitu 93,6 mil. tun odpadu. Kvůli požadavkům EU se bude muset odpad na 65 % recyklovat a maximálně 10 % odpadu odvážet na skládku, takže budou muset zvýšit svoji kapacitu na 142 mil. tun/rok (ČEZ, 2018).

Tabulka 7 Hlavní způsoby nakládání s odpady 2017–2019

Kód nakládání	2017	2018	2019
	Celkem		
Materiálové využití odpadů	27 784 002	31 528 014	31 669 953
Energetické využití odpadů	1 236 884	1 200 774	1 295 388
Odstranění odpadů skládkováním	3 391 756	3 565 407	3 614 192
Odstranění odpadů jiným uložením	622	1 110	806
Odstranění odpadů spalováním	90 278	93 558	90 274

Zdroj: MŽP (ISOH), zpracovatelem dat je CENIA

Tabulka č. 7 shrnuje hlavní způsoby nakládání s odpady, kde největší podíl nakládání má recyklace.



Obrázek 5 Možnosti energetického využití

Zdroj: Benda, 2012

Na obrázku č. 5 jsou vyobrazeny možnosti energetického využití biomasy pomocí moderních technologií. Biomasa má široké spektrum energetického využití.

Česká energetika musí vyměnit fosilní paliva za jinou alternativu, která bude šetrnější k životnímu prostředí. To nabízí skupina Veolia, která používá kombinovaný cyklus neboli kogeneraci (Veolia Energie ČR, 2021). Kogenerace se může definovat jako současná výroba elektrické energie a ohřev teplosměnného média. U této metody dochází k přeměně energie z bioplynu na tepelnou a elektrickou energii. Její účinnost se pohybuje okolo 80 až 90 %. Tato metoda spotřebuje na výrobu 1 kWh energie mezi 0,6 m<sup>3</sup> až 0,7 m<sup>3</sup> bioplynu, který musí obsahovat cca 60 % methanu (Libra a Poulek, 2007). Skupina Veolia Energie je jedním z největších nezávislých výrobců energie a tepla na českém trhu. Jedno z řešení, jak omezit skládkování a dosáhnout cílů české a evropské legislativy, je energetické využití odpadů. Česká republika musí nějakým způsobem zlikvidovat 2 mil. tun odpadu ze skládek. Část tvoří biologicky rozložitelné odpady, ale pořád zbývá ještě zhruba 1 mil. tun odpadu, který nemá žádné využití a je stále na skládkách. Právě o tento druh odpadu se bude skupina Veolia zajímat jako jedna z prvních firem, která bude prosazovat energetické využití vytríděných odpadů a následně spalovat výhřevné nerecyklovatelné frakce (Veolia Energie ČR, 2021).

Některé specifické odpady se neřídí hierarchií nakládání s odpady. Určitá skupina odpadů, i když by bylo možné je recyklovat, se nerecykluje, jediným řešením je energetické využití nebo spalovny. Týká se to převážně infikovaných odpadů, jako jsou ochranné a zdravotní pomůcky, které jsou v současné době bohatě využívány po celém světě kvůli probíhající pandemii. Spálením dojde k účinné hygienizaci (BIC, 2020).

I když by odpady mohly nahradit část energetického výkonu, který je právě zajišťován uhlím či zemním plynem, tak ZEVO nesmí být v hierarchii před recyklací odpadu, jež musí do roku 2035 dosáhnout na míru 65 % (BIC, 2020).

Evropská společnost v současné době produkuje rychloobrátkové zboží, které má krátkou životnost a nebere v potaz design a opravování výrobků. Přechod na výrobu udržitelných výrobků je téma příštích let (BIC, 2020).

V ZEVO by neměly končit odpady, které se dají recyklovat nebo znovu použít. Recyklování materiálů, jako je kov nebo sklo, je zřejmé, a navíc s jejich recyklací nejsou problémy a ani nejsou energeticky přínosné. Problematictější materiálem jsou plasty. Na trhu existuje spousta druhů plastů, liší se barvou, složením, tím, jestli již byly recyklované nebo obsahují nějaké nebezpečné složky. Teoreticky se dá plast recyklovat, ale jeho recyklace je velice problematická. V EU vzniká ročně 25,8 mil. tun plastového odpadu a z toho 31 % končí na skládkách, 39 % končí v ZEVO a zbylých 30 % je recyklováno (BIC, 2020).

Hlavním cílem je vyprodukované plastové odpady co nejdéle udržet na trhu pomocí recyklace. Ve skutečnosti se z plastového odpadu, který projde recyklací, znovu stane výrobek pouze v malém procentu případů. Recyklaci plastového odpadu brzdí jeho znehodnocování při opakované recyklaci, jeho znečištění a také to, že cena primárního plastu je nižší než cena recyklátu. Částečně by se to dalo vyřešit pomocí technologií na chemickou recyklaci plastu, ale to se zatím pouze vyvíjí a nelze přesně říct, kdy půjde zařízení do provozu. Hlavní problém recyklace je fakt, že většina plastového odpadu, jež vyprodukuje společnost, nebo to, co se vytrídí, končí na skládkách (BIC, 2020).

Polovina plastů, které jsou určeny k recyklaci, byla kvůli nedostatečné kapacitě jak z finanční, tak z technologické stránky vyvážena mimo země EU, převážně do Číny. Od chvíle, kdy je přeprava odpadů určených k odstranění do třetích zemí zakázaná, tak se množství odpadu rapidně zvýšilo. Důsledkem je, že se plastový odpad energeticky využívá v západní Evropě nebo končí na skládkách ve východní a střední Evropě. Velkým problémem je odpad přímo z linek na tříděný odpad, v poslední době tento druh odpadu markantně roste. Odpad přímo

z linek je také odpad, který byl vytríděn přímo občany do barevných kontejnerů, které nemají tržní využití, což tvoří až 75 % plastů z vytríděných barevných kontejnerů. Plasty, které mají tržní využití, tvoří PET lahve nebo tvrdý plast, zbytek končí převážně na skládkách nebo se zčásti využívá energeticky. Kdyby byl nerecyklovatelný plastový odpad využíván energeticky, omezilo by se znečišťování životního prostředí a získala se energie, která by se musela vyrobit z fosilních paliv (BIC, 2020).

Po procesu ZEVO se z odpadu z velké části stává spalina, která je vypuštěna do atmosféry převážně jako oxid uhličitý, ale část odpadu, který zůstane v pevném stavu, je škvára, ta představuje asi 22 % primárního odpadu. Další složka, která zůstane v pevném stavu, je popílek (BIC, 2020). Složení škváry je proměnlivé, protože záleží na složení spalovaného odpadu. V České republice se škvára skládá z 10–24 % skla, 12–17 % magnetické frakce, 2–4 % keramiky, 1,1–4,5 % železného šrotu, 1,3–2,4 % neželezných kovů a 40–70 % reziduální frakce (Krausová et al., 2016). Pomocí vyhlášky č. 94/2016 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů, se soustavně sleduje ekotoxicita škváry, a to v případě její závadnosti. Pokud je škvára nezávadná, tak se zařadí do ostatního odpadu podle katalogového čísla 19 01 12.

Od roku 2016 se v SAKO Brno třídí ze škváry železné a neželezné kovy, v roce 2018 bylo zpracováno až 223 046 tun odpadu, z toho získáno 48 118 tun škváry. Ze škváry bylo vytríděno 462 tun hliníku a 3 741 tun železa. Pomocí tohoto procesu dotřídění se efektivně využívá odpad, ale je to i přínosný zdroj příjmů. V současné době jsou v zahraničí takové technologie, které využívají 100 % škváry, pro Českou republiku je to ale kvůli nedostatku legislativní podpory stále nerealizovatelné.

V posledních letech dochází ke generální obnově v ZEVO Malešice, jež realizuje investiční projekt GOLEM. S novou linkou se budou moci účinně separovat barevné a železné kovy a dále bude možné je využívat ve stavebnictví. V současné době jsou v provozu dvě nové linky, třetí prochází testy a čtvrtá linka se opravuje, kromě opravování linek má dojít ke značné ekologizaci, ta má snížit emise zátěže. U nových linek dosahují průměrně emise oxidu uhelnatého do 5 mg/Nm<sup>3</sup>. Podle zákona je denní limit oxidu uhličitého do 50 mg/Nm<sup>3</sup>, takže se snížila hodnota plnění z 60 % na 10 %. K podobným úspěchům došlo i u emisí prachu, které klesly na nulové hodnoty, a to díky zabudování tkaninových filtrů. Další výborné výsledky se potvrdily u polychlorovaných dioxinů a furanů, jejich hodnota se pohybuje pod setinou nanogramu toxického ekvivalentu emisního limitu. Emise oxidu dusíku se pomalu přibližuje

k cílové hodnotě do 35 % emisního limitu, což je 70 mg/Nm<sup>3</sup>, což způsobí snížení produkované zátěže o 100 t NO<sub>x</sub> ročně. Další sledované emise se pohybují do 10 % emisního limitu. Díky ekologizaci se snížila spotřeba z 1,55 mil. m<sup>3</sup> zemního plynu na 0,66 mil. m<sup>3</sup> (Baloch, 2021).

V roce 2012 se podepsala dohoda Green Deal neboli zelená dohoda, ve které je vymezeno 100 % využívání škváry. Dohoda přitáhla zájem Evropy pro dosažení cirkulární ekonomiky, což podnítilo provozovatele ZEVO, ti tak vložili ekonomické prostředky do nových technologií na úpravy škváry, aby mohla být bezpečně použita ve stavebnictví jako náhrada za písek či štěrk (ČAOH, 2021).

Využívání škváry v souvislosti s cirkulární ekonomikou aplikuje řada evropských států - například Dánsko, Německo, Nizozemsko, Francie atd. V ostatních zemích došlo teprve k legislativním změnám, které tento proces podporují, jde třeba o Finsko, Litvu nebo Polsko.

## **4.2 Analýza potenciálu dřevního odpadu**

Dřevní hmota pro energetické účely nespočívá pouze v potenciálu mýtní a předmýtní těžby, ale je nutné zahrnout i využití hroubí, které má v České republice celkem 6 tříd klasifikace. Pro energetické účely se využívá 6. třída (palivo), 5. třída (vláknina) a eventuálně 4. třída (důlní dříví). Porovnání potenciálu hroubí pro energetické účely si ukážeme na dvou příkladech. V prvním příkladě se použije jen 6. třída a vznikne 5 % TM a 10 % TP, pokud se ve druhém příkladě k 6. třídě přidá i část z 5. a 4. třídy, tak z 5. třídy vznikne 1,5 % TM a 7,5 % TP a ze 4. třídy 2 % TM a 5 % TP (ÚHÚL, 2012).

Výhřevnost a hustota se mění podle obsahu vody ve dřevě. Dřeviny se rozdělují do tří kategorií vlhkosti, čerstvé dříví po těžbě obsahuje až 50–60 % vlhkosti, skladované dříví, které má přístup vzduchu, obsahuje 20–30 % vlhkosti. Dříví, jež je dlouhodobě vyschlé, obsahuje 20 - 30 % vlhkosti, hmotnost se ještě odvíjí od druhu dřeviny (ÚHÚL, 2012).

Tabulka 8 Hmotnost dříví podle obsahu vody v kg/m<sup>3</sup>

Dřeviny	Hmotnost dřeva při dané relativní vlhkosti (kg/m <sup>3</sup> )		
	15 %	30 %	60 %
Smrk	480	618	895
Borovice	524	658	927
Buk	702	836	1104
Dub	748	870	1114
Průměr	614	746	1010

Zdroj: vlastní dle ÚHÚL, 2012

V tabulce jsou znázorněné druhy nejčastějších dřevin nacházející se v České republice a jejich hmotnost ve třech kategoriích vlhkosti.



Tabulka 9 Výhřevnost biomasy

Druh paliva	Obsah vody	Výhřevnost	Měrné hmotnosti		
	[%]		[MJ/kg]	[kg/m <sup>3</sup> ] = [kg/plm]	[kg/prm]
Dřevo obecně	20	14,23			
Buk	15		670	469	275
Dub	15		685	480	281
Borovice	15		517	362	212
Smrk	15		455	319	187
Listnaté dřevo	15	14,605	678	475	278
Jehličnaté dřevo	15	15,584	486	340	199
Polena (měkké dřevo)	20	14,28		400	
Dřevní štěpka	30	12,18			210
Sláma obilovin	10	15,49		120	(balíky)
Sláma kukuřice	10	14,4		100	(balíky)
Lněné stonky	10	16,9		140	(balíky)
Sláma řepky	10	16		100	(balíky)

Zdroj: vlastní dle EKOWATT

Tabulka č. 10 udává obsah vody, výhřevnost a měrnou výhřevnost v biomase.

Tuhá biopaliva mají podobnou výhřevnost jako hnědé uhlí. Pokud se to uvede na příkladu, tak obilná sláma má výhřevnost 15,49 MJ/kg, řepková 16 MJ/kg a hnědé uhlí 16,5 MJ/kg. Průměrný rodinný dům má spotřebu tepelné energie okolo 80 GJ ročně. Na výrobu takového množství energie je potřeba 6 tun slámy, takže podobně jako uhlí. Takové množství obilné slámy se dokáže vypěstovat na 2 ha půdy (řepkové na 3 ha).

Nevýhodou biopaliv je jejich složitá manipulace a investice do nových zařízení, protože neupravená biopaliva obsahují větší obsah vody, a tudíž je nižší výhřevnost, dále jsou potřeba větší skladovací prostory.

Je nutné si uvědomit, že při plynofikaci peníze nevratně odcházejí z regionu. Dejme tomu, že obec o třech stech domcích nenávratně odevzdá až 7 milionů korun ročně. Není však důvod kupovat drahý plyn z ciziny, když se může využívat domácí palivo. Investování obce do obnovitelných zdrojů je návratnou investicí, která by nezatěžovala obecní rozpočet, vytvářela by nové pracovní příležitosti a zaručila by stabilitu cen. V dnešní době průměrně stojí 1 m<sup>3</sup> plynu okolo 18 Kč, výhřevnost je 35 MJ/m<sup>3</sup>, což činí cenu tepla přes 680 Kč/GJ. Cena upravené biomasy o hmotnosti 1 t je okolo 5 000 Kč, ta má výhřevnost 18–20 MJ/kg, cena tepla je tudíž od 280 Kč/GJ. Při současném extrémním zdražování fosilních paliv je zlomový čas pro využívání biomasy v České republice, ale aby k využívání biomasy došlo, muselo by se zaměřit na pěstování energetických plodin. Vzorovým příkladem je kotelna Rybniště, která spaluje dřevní odpad a slámu. Dřevní hmota je dopravována do dvou kotlů, které vyrábí teplo pro 32 nemovitostí-pro školu, dům pečovatelské služby, kulturní dům, restauraci, 28 soukromých domů a pro hasičský sbor. Cena 1 GJ je stanovena na 240 Kč.

### 4.3 Vlastnosti biomasy

Vlastnosti biomasy jsou podstatným kritériem pro výběr technologií zpracování a technologií přeměny na biopaliva. Hlavní vlastností biomasy pro správný výběr technologií je její vlhkost a s ní spojená výhřevnost. Pro dobrou výhřevnost biopaliva je nutné, aby se minimalizovala její vlhkost. Minimalizaci vlhkosti se dosahuje pomocí sušení, nikdy se ale nedocílí toho, aby došlo k absolutnímu vysušení. Biomasa vždy bude obsahovat nejméně 10 % vody.

Vlhkost udává obsah vody v biomase, která je dána vztahem:

$$W_d = \frac{H_1 - H_2}{H_1} \times 100 [\%] \quad (1)$$

H<sub>1</sub> – hmotnost surové dřevní hmoty v kg,

H<sub>2</sub> – hmotnost dřevní hmoty po sušení v kg.

Jak je uvedeno výše, vlhkost ovlivňuje kvalitu výhřevnosti. Při spalování dojde k odpařování vody, tím se snižuje efektivita výhřevnosti biomasy. Výhřevnost je dána:

$$H_u = \frac{H_{uf} \times (100 - W) - (r \times W)}{100} \left[ \frac{MJ}{kg} \right] \quad (2)$$

$H_u$  – výhřevnost paliva,

$H_{u_{wf}}$  – výhřevnost sušiny,

$W$  – vlhkost,

$r$  – teplo, které je potřebné k odpaření 1 kg vody.

Další důležitou vlastností biomasy je obsah popela, přesněji řečeno jeho teplota tání. Pokud dojde k tomu, že teplota tání popela je nižší než teplota plamene, tak to způsobí zalepování roštu ohniště. Obsah popela závisí na způsobu pěstování nebo skladování. Teplota tání se pohybuje ve většině případů okolo 1 100–1 200 °C, jen u pár druhů biomasy se výhřevnost pohybuje mezi 800–900 °C, jedná se například o slámu nebo vojtěšku.

Za předpokladu, že náklady na sklizeň jsou ve výši cca 600 Kč/t sušiny, tak biomasa vychází na cca 91,5 Kč/GJ. Výmladková plantáž roste 21 let, takže lze odhadnout vyprodukovanou energii ve výši cca 16 450 GJ, což je asi 156 GJ/rok/ha. Při časovém ročním fondu 8 760 hodin, výhřevnosti 7,14 GJ/t a vlhkosti štěpek 52,5 % je tak pomyslný energetický výkon plantáže zhruba 5,0 kW/ha (ÚHÚL, 2012).

Průměrná spotřeba dřeva u rodinného domu závisí na rozloze, zateplení, stavu oken či účinnosti topeniště rodinného domu. Dále záleží, zda se využívá pouze na topení nebo i na ohřev vody. Běžná zásoba dřeva u menšího až středního rodinného domu se pohybuje od 15 do 25 prn ročně. Pokud domácnost využívá dřevo i na ohřev vody, tak se spotřeba zvýší až na 30 prn za rok.

Při převedení jednotek tak z 30 prn získáme 19,2 m<sup>3</sup>. Průměrná hmotnost smrku na 1 m<sup>3</sup> je 470 kg, což vychází, že je na domácnost potřeba 9,024 t dřeva ze smrku, a to za předpokladu, že smrk, který má v prsní výšce 1,3 metru nad zemí průměr 40 cm a výšku 35 metrů, bude mít objem (bez kůry) okolo 1,8 m<sup>3</sup> a hmotnost po vysušení 790 kg. Na hektaru smrkového lesa s výnosem 9,024 t by bylo takových smrků 11,4 po zaokrouhlení směrem nahoru to vychází tak, že rodinný dům bude potřebovat 12 smrků. Smrk má výhřevnost 7350 MJ/plm, tudíž je třeba vypočítat  $19,2 \times 7350 = 141\,120$  MJ, což se převede na 39 200 kWh. Tato hodnota je spotřeba rodinného domu na jednu sezónu v případě, že rodina využívá dřevo na topení a ohřev vody.

## Závěr

Bakalářská práce se zaměřuje na vymezení základních pojmů, v těchto pojmech je popsán udržitelný rozvoj v České republice. Bylo dosaženo závěru, že trvale udržitelný rozvoj lze vyobrazit jako alternativní model k tržní ekonomice. Udržitelný rozvoj se netýká pouze potřeby chránit životní prostředí, nýbrž rozvoje, který se zabývá otázkou, jak uchovat kvalitu života pro současné, ale i budoucí generace. Vztahuje se na vytváření celistvé veřejné politiky ve všech jejích podobách a na efektivní vládnutí. Na udržitelný rozvoj se zaměřuje čím dál více mezinárodních organizací, politiků a vědců.

Další část bakalářské práce je věnována problematice odpadů. První část kapitoly se zaměřuje na hodnocení účinnosti energetického využití odpadů v České republice, druhá část kapitoly popisuje kompetence celních orgánů ČR v odpadovém hospodářství.

Analytická část práce měla za cíl stanovení potenciálu energetického využívání odpadů v České republice. Pro analýzu byly vybrány dva druhy odpadů, první část je zaměřena na energetické využívání komunálního odpadu, což je jedno z řešení, jak omezit skládkování a dosáhnout cílů české a evropské legislativy. Tato metoda má velký potenciál, ale nesmí být v hierarchii před recyklací odpadu. Energeticky by se neměly využívat odpady, které se dají ještě recyklovat.

Druhá část je zaměřena na energetické využití dřevního odpadu. Buď se záměrně pěstují energetické rostliny či dřeviny, nebo se používá odpadní biomasa. Jednou z výhod využívání biomasy místo fosilních paliv je minimalizace emisí, lehčí biologická odbouratelnost a energetická stabilita. Je nutné si uvědomit, že obce, které by měly vhodné technologie na energetické využití dřevního odpadu, by nebyly závislé na drahém plynu přivezeném z ciziny, došlo by ke stabilitě cen a nezatěžovalo by to obecní rozpočet, vzorovým příkladem je kotelna Rybníště. Dále se v této části provedl výpočet toho, kolik prvních dřeva by potřeboval rodinný dům na chod domácnosti.

## Seznam literatury

- BALÁŠ, M., Z. SKÁLA a M. LISÝ, 2014. Spalovny odpadu – odpad jako palivo. In: *Energetika.tzb-info.cz* [online]. 27. 10. 2014 [cit. 2022-06-12]. Dostupné z: <https://energetika.tzb-info.cz/nakladani-s-odpady/11897-spalovny-odpadu-odpad-jako-palivo>
- BALOCH, T., 2021. Aktuální novinky v Zařízení na energetické využívání odpadu Malešice. *Odpadové fórum*. Roč. 20, č. 6, s. 12–13. ISSN 1212-7779.
- BENDA, V., 2012. *Obnovitelné zdroje energie*. Praha: Profi Press. ISBN 978-80-86726-48-9.
- BUDIŠ, M., 2011. *Energetické využití biomasy*. Brno. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství energetický ústav. Vedoucí práce Marek Baláš.
- CENIA, 2019. *Statistická ročenka životního prostředí České republiky*. Praha: Cenia. ISBN 978-80-7674-000-6.
- CEWEP, 2019. Aktuální situace, vývoj, trendy a budoucnost energetického využití odpadů v EU. *Odpadové fórum*. Roč. 20, č. 6, s. 10–11. ISSN 1212-7779.
- ČAOH, 2021. Představení konceptu využívání škváry ze zařízení na energetické využití odpadů jako druhotné suroviny pro náhradu primárních surovin v definovaných stavebních aplikacích. *Caobh.cz* [online]. © 2021 [cit. 2022-06-12]. Dostupné z: <http://www.caobh.cz/aktuality/predstaveni-konceptu-vyuzivani-skvary-ze-zarizeni-na-energeticke-vyuziti-odpadu-zevo-jako-druhotne-suroviny-pro-nahradu-primarnich-surovin-v-definovanych-stavebnich-aplikacich/>
- ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2022. Průmysl, energetika. *Czso.cz* [online]. 17. 5. 2022 [cit. 2022-06-12]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/xb/prumysl-xb>
- EKO-KOM, 2020. Poloautomatické odtrídování SKO. In: *Ekokom.cz* [online]. 29. 4. 2020 [cit. 2022-06-12]. Dostupné z: <https://www.ekokom.cz/poloautomaticke-odtridovani-sko/>
- EKO-KOM, 2021. Výsledky zpětného odběru a využití obalových odpadů za rok 2020. In: *Ekokom.cz* [online]. 25. 5. 2021 [cit. 2022-06-12]. Dostupné z: <https://www.ekokom.cz/vysledky-zpetneho-odberu-a-vyuziti-obalovych-odpadu-za-rok-2020/>
- GABRHELÍKOVÁ, K., 2018. Doba plastová: Plasty konzumujeme v pitné vodě, soli i medu. In: *Pravo21.cz* [online]. 8. 6. 2018 [cit. 2022-06-12]. Dostupné z: <https://pravo21.cz/spolecnost/doba-plastova-plasty-konzumujeme-v-pitne-vode-soli-i-medu>.

- HANEK, P., 2005. Biomasa a její využití pro vytápění budov. In: *Biom.cz* [online]. © 2005 [cit. 2022-06-12]. Dostupné z: [https://biom.cz/upload/6e01d6d4c4835ec93cda508772f3bf6e/Biomasa\\_a\\_jeji\\_vyuziti\\_pro\\_vytapeni\\_budov.pdf](https://biom.cz/upload/6e01d6d4c4835ec93cda508772f3bf6e/Biomasa_a_jeji_vyuziti_pro_vytapeni_budov.pdf)
- CHYTRÝ, M., 2007. Potenciál lesní dendromasy pro energetické využití a energetická koncepce České republiky. *Zprávy lesnického výzkumu.*, č. 52, s. 21–25. ISSN 1805-9872.
- JELEN, R., 2011. *Kotle na biomasu*. Brno. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství energetický ústav. Vedoucí práce Marek Baláš.
- KABÁTOVÁ, J., 2017. *Politika udržitelného rozvoje*. Plzeň. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta právnická. Vedoucí práce Tomáš Louda.
- KALETOVÁ, I., 2007. *Udržitelný rozvoj a jeho ekonomický a ekologický aspekt*. Olomouc. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta přírodovědecká. Vedoucí práce Aleš Létal.
- KRAUSOVÁ, A. et al., 2016. *Charakterizace strusky ze zařízení pro energetické využití odpadů* [online]. Praha: České technologické manažerské centrum [cit. 2022-06-12]. ISBN 978-80-85990-28-7. Dostupné z: <https://invenio.nusl.cz/record/253633/>
- KŘÍŽ, R. et al., 2013. *Udržitelný rozvoj a veřejná správa*. Žilina: GEORG. ISBN 978-80-8154-047-9.
- LAPÁČEK, M., 2012. *Trvale udržitelné nakládání s komunálním odpadem*. Brno. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Martin Pavlas.
- LIBRA, M. a V. POULEK, 2007. *Zdroje a využití energie*. Praha: Česká zemědělská univerzita. ISBN 978-80-213-1647-8.
- MARŠÁL, J., 2021. Předcházení vzniku odpadu z pohledu Ministerstva životního prostředí. *Odpadové fórum*. Roč. , č. 9, s. 18–19. ISSN 1212-7779.
- MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, 2021. Vláda schválila zprávy o postupu udržitelného rozvoje v ČR. In: *Mzp.cz* [online]. 26. 1. 2021 [cit. 2022-06-12]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/news\\_20210127-vlada-schvalila-zpravy-o-postupu-udrzitelneho-rozvoje-v-CR](https://www.mzp.cz/cz/news_20210127-vlada-schvalila-zpravy-o-postupu-udrzitelneho-rozvoje-v-CR)

- MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, 2022a. Udržitelný rozvoj. In: *Mzp.cz* [online]. © 2022 [cit. 2022-06-12]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/udrzitelny\\_rozvoj](https://www.mzp.cz/cz/udrzitelny_rozvoj)
- MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, 2022b. Rada vlády pro udržitelný rozvoj. In: *Mzp.cz* [online]. © 2022 [cit. 2022-06-12]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/rada\\_vlady\\_pro\\_udrzitelny\\_rozvoj](https://www.mzp.cz/cz/rada_vlady_pro_udrzitelny_rozvoj)
- MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, 2022c. Odpady. In: *Mzp.cz* [online]. © 2022 [cit. 2022-06-12]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/odpady\\_podrubrika](https://www.mzp.cz/cz/odpady_podrubrika)
- MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, 2022d. Produkce a nakládání s odpady v roce 2020. In: *Mzp.cz* [online]. © 2022 [cit. 2022-06-12]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpady\\_podrubrika/\\$FILE/OODP-Produkce\\_a\\_nakladani\\_2020-20211029.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpady_podrubrika/$FILE/OODP-Produkce_a_nakladani_2020-20211029.pdf)
- MOLDAN, B., 2007. World Environmental Summits. *Život* [online]. Roč. 41, č. 4, s. 173–177 [cit. 2022-06-12]. ISSN 1336-3999. Dostupné z: [http://publikacie.uke.sav.sk/sites/default/files/2007\\_4\\_173\\_177\\_moldan.pdf](http://publikacie.uke.sav.sk/sites/default/files/2007_4_173_177_moldan.pdf)
- NĚMCOVÁ, K., 2017. *Porovnání technologií pro energetické využití odpadů*. Praha. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní. Vedoucí práce Tomáš Dlouhý.
- NIKL, M. et al., 2012. *Pěstování a využití biomasy lesních dřevin pro další zpracování a energetické účely* [online]. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů [cit. 2022-06-12]. Dostupné z: [https://biom.cz/upload/6e01d6d4c4835ec93cda508772f3bf6e/pestovani\\_a\\_vyuziti\\_biomasy\\_lesnich\\_drevin\\_pro\\_dalsi\\_zpracovani\\_a\\_energeticke\\_ucely.pdf](https://biom.cz/upload/6e01d6d4c4835ec93cda508772f3bf6e/pestovani_a_vyuziti_biomasy_lesnich_drevin_pro_dalsi_zpracovani_a_energeticke_ucely.pdf)
- NOVOTNÝ, P., 2020. *Energetické využití odpadu: Role EVO v cirkulární ekonomice* [online]. Brno: BIC Brno [cit. 2022-06-12]. ISBN XXX. Dostupné z: [https://hub.cirkularnicesko.cz/wp-content/uploads/2020/09/08\\_2020\\_info\\_energeticke-vyuziti%C3%AD-odpadu.pdf](https://hub.cirkularnicesko.cz/wp-content/uploads/2020/09/08_2020_info_energeticke-vyuziti%C3%AD-odpadu.pdf)
- OENERGETICE.CZ, 2018. Infografika: Odpad jako zdroj energie. Jak je využíván v ČR a Evropě? In: *Oenergetice.cz* [online]. 5. 4. 2018 [cit. 2022-06-12]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/zivotni-prostredi/infografika-energeticke-vyuziti-odpadu-evrope-ceske-republice>

- OPERAČNÍ PROGRAM ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ, 2022. Programové období 2021–2027. *Opzp.cz* [online]. © 2022 [cit. 2022-06-12]. Dostupné z: <https://www.opzp.cz/opzp-2021-2027/>
- PPZRS, 2021. Spojujeme české firmy, které pomáhají v rozvojových zemích. Energie. *Ppzrs.org* [online]. © 2021 [cit. 2022-06-12]. Dostupné z: <https://www.ppzrs.org/soubor/ivan-voles-financovani-rozvoje-pdf/>
- RYBÁŘOVÁ, L., 2008. Úloha celních orgánů při ochraně životního prostředí. In: *Days of Law* [online]. Brno: Masarykova Univerzita, s. 1600–1611 [cit. 2022-06-12]. ISBN 978-80-210-4733-4. Dostupné z: <https://www.law.muni.cz/sborniky/dp08/files/pdf/sprava/rybarova.pdf>
- SAKO BRNO, 2018. Energetické využití odpadu. *Sako.cz* [online]. © 2018 [cit. 2022-06-12]. Dostupné z: <https://www.sako.cz/pro-brnaky/cz/801/energeticke-vyuziti-odpadu/>
- SKLENÁKOVÁ, D., 2006. *Trvale udržitelný rozvoj a ekonomický růst*. Brno. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Fakulta ekonomicko-správní. Vedoucí práce Ladislav Ivánek.
- SKUPINA ČEZ, 2022. ZEVO v zahraničí. In: *Cez.cz* [online]. © 2022 [cit. 2022-06-12]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/zevo/zevo-v-zahranici.html>
- ŠÍMA, K., 2009. *Návrh způsobů využívání / zneškodňování odpadů ze zvoleného strojírenského provozu*. Brno. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství ústav procesního a ekologického inženýrství. Vedoucí práce Pavel Novotný.
- ŠRAMKOVÁ, D., 2012. *Celní správa ve funkčním pojetí*. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 978-80-210-6063-0.
- VEOLIA ENERGIE ČR, 2021. Energetickým využitím odpadů Veolia pomůže omezit skládkování a zároveň dekarbonizovat české teplárenství. *Odpadové fórum*. Roč. 22, č. 6, s. 14–15. ISSN 1212-7779.
- WAGNEROVÁ, M., 2019. *Možnosti úspor v obci díky třídění odpadu*. Ostrava. Diplomová práce. Vysoká škola báňská – technická univerzita Ostrava, Katedra environmentálního inženýrství. Vedoucí práce Iva Janáková.