

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE**

# **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Technologie pro energetické využití odpadů**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta elektrotechnická  
Akademický rok: 2014/2015

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

Jméno a příjmení: **Tomáš TIMOFIEJEV**  
Osobní číslo: **E12B0203P**  
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**  
Studijní obor: **Technická ekologie**  
Název tématu: **Technologie pro energetické využití odpadů**  
Zadávající katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

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


1. Uveďte přehled českých a evropských legislativních opatření týkajících se řešené problematiky.
2. Objasněte komerčně využívané, popřípadě připravované technologie.
3. Popište zařízení využitelná pro energetické zpracování odpadů.
4. Posudte možný budoucí vývoj v této oblasti.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**  
Rozsah pracovní zprávy: **20 - 30 stran**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**  
Seznam odborné literatury:


**Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.**

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Pavla Hejtmánková, Ph.D.**  
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání bakalářské práce: **15. října 2014**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **8. června 2015**

  
Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.  
děkan



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

V Plzni dne 15. října 2014

**Abstrakt**

Cílem této bakalářské práce je objasnění oblasti energetického využití odpadů. V První části jsou popsány technologie pro energetické využití odpadů. Dále je zde uvedeno rozdělení zařízení využívajících odpadů pro energetické využití a popis jejich funkce. V závěru této práce je uveden možný budoucí vývoj v této oblasti.

**Klíčová slova**

Spalování, zplyňování, výroba paliv, ekopaliva, biopaliva, spalovny, ZEVO.

**Abstract**

The aim of this bachelor work is to clarify the are of energy utilization of waste. The first part describes the technologies of energy utilization of waste. Next there is described a distribution of devices used to utilize the waste and the principle how they work. The final part shows possible future development of these technologies.

**Key words**

Combustion, gassification, production of fuels, ecofuels, biofuels, incinerators, ZEVO.

## Prohlášení

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

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

.....

podpis

V Plzni dne 8.6.2015

Tomáš Timofiejev

## **Poděkování**

Děkuji své vedoucí práce paní Doc. Ing. Pavle Hejtmánkové Ph.D. za odborné vedení bakalářské práce a za cenné rady, které mi poskytla při jejím zpracování. Zároveň bych rád poděkoval celé své rodině za psychickou a finanční podporu během celého studia.

## Obsah

<b>OBSAH.....</b>	<b>7</b>
<b>SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>8</b>
<b>ÚVOD.....</b>	<b>9</b>
<b>1. PŘEHLED ČESKÝCH A EVROPSKÝCH LEGISLATIVNÍCH OPATŘENÍ TÝKAJÍCÍCH SE ENERGETICKÉHO VYUŽITÍ ODPADŮ.....</b>	<b>10</b>
1.1 DEFINICE ODPADU .....	10
1.2 ENERGETICKÉ VYUŽITÍ ODPADU.....	10
1.3 ZAŘÍZENÍ NA SPALOVÁNÍ ODPADU.....	10
1.4 EMISNÍ LIMITY A PŘESHraniČNÍ TRANSPORT ODPADŮ.....	11
1.5 MECHANICKO-BIOLOGICKÁ ÚPRAVA KOMUNÁLNÍHO ODPADU.....	13
1.6 POVOLENÍ K PROVOZU ZEVO A HODNOCENÍ JEJICH VLIVU NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ.....	15
<b>2. KOMERČNĚ VYUŽÍVANÉ A PŘIPRAVOVANÉ TECHNOLOGIE.....</b>	<b>17</b>
2.1 SPALOVÁNÍ ODPADŮ.....	18
2.2 ZPLYŇOVÁNÍ ODPADŮ .....	20
2.3 VÝROBA PALIV.....	21
2.3.1 Ekopaliva .....	21
2.3.2 Biopaliva.....	22
<b>3. ČR A ODPADY.....</b>	<b>27</b>
<b>4. ZAŘÍZENÍ VYUŽITELNÁ PRO ENERGETICKÉ ZPRACOVÁNÍ ODPADŮ.....</b>	<b>32</b>
4.1 SPALOVNY .....	33
4.2 ZEVO.....	38
<b>5. MOŽNÝ BUDOUCÍ VÝVOJ.....</b>	<b>40</b>
<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>42</b>
<b>SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ .....</b>	<b>44</b>
<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>1</b>



## Seznam symbolů a zkratek

ZEVO .....	Zařízení pro energetické využití odpadů
PVC .....	Polyvinylchlorid
HCl .....	Kyselina chlorovodíková
HF .....	Kyselina fluorovodíková
SO <sub>2</sub> .....	Oxid siřičitý
NO <sub>2</sub> .....	Oxid dusičitý
PCDD .....	Polychlorované dibenzo-p-dioxiny
PCDF .....	Polychlorované dibenzofurany
NaOH .....	Hydroxid sodný
O <sub>2</sub> .....	Kyslík
CO .....	Oxid uhelnatý
TZL .....	Tuhé znečišťující látky
TOC .....	Celkový organický uhlík
MBÚ .....	Mechanicko-biologická úprava
BAT .....	Best Available Technologies (Nejlepší dostupné technologie)
BREF .....	Reference Documents on Best Available Technologies (Referenční dokumenty o nejlepších dostupných technologiích)

## Úvod

Téma technologie pro energetické využití odpadů jsem si zvolil, protože podle mého osobního názoru je zrovna energetické využití odpadů tou správnou cestou, kterou bychom se měli v budoucnosti vydat. Tím předejdeme skládkování, které poškozují jak krajinu, tak ovzduší.

Cílem této práce bude objasnit problematiku technologií pro energetické využití odpadů a nastínit možný budoucí vývoj v tomto směru. Práce bude obsahovat přehled technologií a zařízení pro energetické využívání odpadů. V neposlední řadě se bude tato práce zabývat situací s odpady v ČR.

Energetické využívání odpadů znamená využití uvolněné tepelné energie ze spalování odpadu k výrobě tepelné a elektrické energie. Ve spalovně se jako palivo používá směsný komunální odpad, který nelze jinak materiálově využít, tedy odpad, který je svážen z popelnic a kontejnerů černé barvy, a též vybraný odpad z průmyslu. [1]

Při zpracování této práce bude použito článků, sbírky zákonů a dalších internetových zdrojů pro oblast odpadového hospodářství se zaměřením na energetické využití odpadů.

# 1. Přehled českých a evropských legislativních opatření týkajících se energetického využití odpadů

## 1.1 Definice odpadu

Definici odpadu vysvětluje zákon č. 185/2001 Sb. V roce 2014 nabyla pak platnost novela tohoto zákona č. 229/2014 Sb. Odpad je zde v §3 odstavci 1 uveden jako „*každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit*“. [2]

## 1.2 Energetické využití odpadu

V současném znění zákona není přesně definováno energetické využití odpadů, pouze je zde uveden termín využití odpadů jako (§4 odstavec 1 písmeno q) „*činnost, jejímž výsledkem je, že odpad slouží užitečnému účelu tím, že nahradí materiály používané ke konkrétnímu účelu, a to i v zařízení neurčeném k využití odpadů podle § 14 odst. 2, nebo že je k tomuto konkrétnímu účelu upraven*“. [2]

Aby se jednalo o energetické využívání odpadu, musí odpad nahrazovat fosilní paliva určená k výrobě tepelné a elektrické energie v zařízeních určených nebo neurčených k využití odpadů. [2]

V §14 odstavci 2 je uvedeno, že je možno odpad využít i v zařízeních, která nejsou určena pro nakládání s odpady, jen tehdy, pokud nebudou porušeny právní předpisy vztahující se k provozu daného zařízení a pokud bude odpad splňovat veškerá kritéria pro vstupní suroviny určené pro využití v tomto zařízení. Veškeré povinnosti, které jsou zařízení na využití odpadů povinna splňovat, jsou shrnuty v zákoně o odpadech v §19. [2]

## 1.3 Zařízení na spalování odpadu

V nařízení vlády č. 354/2002 Sb., které bylo v roce 2006 novelizováno nařízením č. 206/2006 Sb., je definována spalovna jako (§2 odstavec 1 písmeno d) „*technická jednotka se zařízením určeným ke spalování odpadu s využitím nebo bez využití vzniklého tepla, přímým oxidačním spalováním, jakož i se zařízením určeným pro jiné způsoby tepelného zpracování, zejména pyrolýzu, zplyňování nebo plazmové procesy, pokud jsou vzniklé látky následně spáleny*“. Spalovnu je možné považovat za zařízení pro energetické využití odpadů pouze

tehdy, pokud splňuje ze zákona o odpadech vysoký stupeň účinnosti. V příloze č. 12 zákona o odpadech se nachází vzorec pro výpočet této účinnosti (Příloha A). Pokud není dodržena tato účinnost, jedná se pouze o zařízení pro odstraňování odpadů a nemůže tak být podporováno ze strany státu. Energetické využívání odpadů ve spalovnách je označováno kódem R1, který je jedním ze způsobů využití odpadu uvedených v příloze číslo 3 zákona o odpadech (Příloha B). Kódem R1 je zde uvedeno „využívání způsobem obdobným jako paliva nebo jiným způsobem k výrobě energie“. [2,3]

#### 1.4 Emisní limity a přeshraniční transport odpadů

Znečištění (emise), je v §2 odstavci 2 zákona o ochraně ovzduší č.201/2012 Sb., který byl novelizován roku 2014 novelizován zákonem 87/2014 Sb., definováno, jako „vnášení jedné nebo více znečišťujících látek do ovzduší“. Emisní limity, které je zařízení povinno dodržovat se liší, jedná-li se o spalování odpadu či paliva. [4]

Pojem mechanicko-biologická úprava odpadu není v zákoně o odpadech jasně definovaný. V §4 odstavci 1 písmeno o tohoto zákona, je uveden pouze termín úprava odpadu jako činnost, která vede ke změně chemických, biologických nebo fyzikálních vlastností odpadů (včetně jejich třídění) za účelem umožnění nebo usnadnění jejich dopravy, využití, odstraňování nebo za účelem snížení jejich objemu, případně snížení jejich nebezpečných vlastností. Pro tuto práci je důležitý hlavně účel využití odpadů. Mechanicko-biologickou úpravou odpadů se změní jejich vlastnosti, přičemž pouze výsledná část tvořená vysoko výhřevnou frakcí je určena pro energetické využití. Vysoko výhřevnou frakci by bylo možné využít také k výrobě paliv, to ovšem bylo možné pouze, pokud by odpad splnil podmínky, za kterých přestává být odpadem. Tyto podmínky jsou k nalezení v §3 odstavci 6 zákona o odpadech. Zmíněné podmínky jsou:

- Věc je běžně využívána.
- Existence trhu nebo poptávky pro tuto věc.
- Věc splňuje veškeré technické požadavky pro konkrétní účely stanovené zvláštními právními předpisy nebo normami použitelnými na výrobky
- Věc je využívána v souladu se zvláštními právními předpisy a její využívání nepovede k nepříznivému dopadu na životní prostředí nebo na lidské zdraví.
- Věc splňuje kritéria, pokud jsou přímo použitelným předpisem Evropské unie stanovena pro určitý typ odpadu. [2]

Tuto definici by za určitých podmínek nemusely některé druhy tříděného odpadu splňovat. Například plasty a gumy z automobilových plášťů. Ovšem při energetickém využívání směsných komunálních odpadů se vždy jedná o spalování, a to i přes předcházející mechanicko-biologické úpravy.

Spalovny komunálních odpadů musí z tohoto hlediska splňovat určité podmínky pro provoz a též dané emisní limity, které jsou uvedeny v příloze 5 nařízení vlády č. 206/2006 Sb., v platném znění (Příloha C). Zařízení spalující odpady musí splňovat emisní kritéria, která jsou mnohem přísnější, než u zařízení, která odpady využívají pouze klasicky energeticky. Emisní limity týkající se teplárenského a elektrárenského provozu jsou uvedeny v nařízení vlády č. 615/2006 Sb. a č. 146/2007 Sb. a novelizovány č. 294/2011 Sb. [3]

Přísnější opatření jsou k nalezení ve směrnici Evropské unie č. 200/76/ES a nařízení evropského parlamentu a rady č. 1030/2006/ES, ve kterých je legislativně upraven přeshraniční transport odpadů. Tato opatření jsou z části zařazena ve vyhlášce č. 374/2008 Sb., o přepravě odpadů v právních předpisech České republiky. Nastavením přísných požadavků na termickou úpravu odpadů se předchází případům, ve kterých byl odpad převezen do jiného státu za účelem využití v zařízeních s nižšími provozními náklady v důsledku nízkých emisních limitů. Tímto by docházelo ke zhoršování stavu životního prostředí. Právní předpisy proto přednostně uvádějí, aby s odpadem bylo naloženo ve státě, ze kterého vzešel. Výjimky povoluje pouze dohoda o schválení správních úřadů obou států. Dovozece odpadu je povinen uvést původ a složení odpadu. Naopak příjemce odpadu je povinen doložit výsledek spalovací zkoušky, povolení ke spalování vydané úředním orgánem ochrany ovzduší i oprávnění k energetickému využití daného odpadu. Zároveň je také povinen zaručit provozní kapacitu zařízení a dostatečnou kapacitu skladovacích prostorů. K většímu zajištění přepravy slouží finanční záruka, která zajistí, že transport a navazující energetické využití odpadu bude v souladu s ochranou životního prostředí. Platí to i v mimořádných stavech, kterými jsou například havárie motorového vozidla přepravující odpad či úplné nedokončení jeho přepravy. Není možné převážet odpady z jednoho státu do druhého pouze na podkladě nedostatečné kapacity zařízení využívajících odpady daného státu. Taková mezinárodní přeprava je zakázána. Podmínky pro transport jsou uvedeny ve výše zmíněné legislativě.

Zákon č. 695/2004 Sb. novelizovaný zákonem č. 164/2010 Sb., legislativně upravuje podmínky obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů, které jsou přiděleny provozovatelům zařízení národním alokačním plánem. Pokud provozovatel vlastní nedostačující množství těchto povolenek, může si je odkoupit od provozovatele, který jich má nadbytek a tím se vyhnout možným sankcím.

Veškeré měření, vyhodnocení a zjišťování množství znečišťujících látek u velkých a zvláště velkých stacionárních zdrojů zahrnuje vyhláška ministerstva životního prostředí č. 205/2009 Sb. Měření probíhá kontinuálně nebo jednorázově na všech výduších ze zařízení:

- Kontinuální měření je zaměřeno na znečišťující látky, jejichž hmotnostní tok překračuje limity a na zvláště velké spalovací zdroje o jmenovitém výkonu 100MW či vyšším. Jedná se především o NO<sub>x</sub>, CO, TZL, TOC, HCl, HF a SO<sub>2</sub>. [3]
- Jednorázovému měření podléhají těžké kovy, furany a dioxiny.

Kromě emisních limit jsou stanoveny vyhodnocené tmavosti kouřových vleček Bacharachova testu a Ringlemannovy stupnice. Ve vyhlášce jsou dále uvedeny podrobnosti k žádosti o povolení provozu zařízení, provozním řádu a provozní evidenci.

### **1.5 Mechanicko-biologická úprava komunálního odpadu**

Mechanicko-biologická úprava odpadu je na základě zákona o odpadech považována za technologii, která umožní následné materiálové a energetické využití odpadů. Vytríděný a upravený odpad je pak dle Katalogu odpadů zařazen do skupiny 19 odpady ze zařízení na zpracování odpadů (příloha D). Termín mechanicko-biologická úprava odpadů je detailně uvedeno ve vyhláškách o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénů č. 294/2005 Sb., která byla novelizována vyhláškou č. 93/2013 Sb., a ve vyhlášce o stanovení druhů, parametrů a způsobů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy č. 5/2006 Sb. V každé z těchto dvou vyhlášek je v §2 uvedena definice MBÚ odpadu jako úpravy směsného komunálního odpadu nebo jiného podobného odpadu jak průmyslového tak ostatního odpadu pomocí biologických a fyzikálních postupů. Účelem těchto postupů je oddělení inertních složek, vysoko výhřevné frakce a stabilizování biologicky rozložitelných částí odpadu před uložením na skládku či materiálovým nebo energetickým využitím. Vyhláška 383/2001 Sb., která byla v letošním roce novelizována vyhláškou č. 27/2015 Sb., udává seznam podmínek a požadavků k provozu zařízení na MBÚ

odpadu. Jsou zde k nalezení také náležitosti k žádosti k provozu, požadavky na příjem, skládkování, shromažďování a evidenci odpadu, stejně tak jako obsah provozního řádu a deníku. [2]

Stejně jako využití vysoko výhřevné frakce, je důležitá i problematika biologicky rozložitelného odpadu a jeho skládkování. Tato problematika je objasněna v zákoně o odpadech č. 229/2014 Sb., v §33a a §33b, kde je také možné nalézt povinnosti pro biologické zpracování biologicky rozložitelného odpadu. [2]

Již zmíněná vyhláška o ukládání odpadů na skládky č. 93/2013 Sb., udává v §4, že je zakázáno ukládání nestabilizovaného biologicky rozložitelného komunálního odpadu. Nakládáním s biologicky rozložitelným komunálním odpadem se zabývá vyhláška č. 341/2008 Sb., novelizovaná vyhláškou č. 61/2010 Sb., ve které jsou v §4 za zařízení na biologické zpracování bioodpadů považovány bioplynové stanice, kompostárny a zařízení s anaerobním procesem. V příloze č. 2 zmíněné vyhlášky jsou vypsány veškeré požadavky na tato zařízení (Příloha E).

S ohledem na kvalitu existují tři skupiny možností využití výstupů z biologické úpravy. Dělí se podle obsahu komunálního odpadu, jakosti a účinnosti úpravy. Z právního hlediska lze biologicky stabilizovaný odpad využít pro rekultivaci krajiny či skládek nebo jej odstranit skládkováním.

Pokud jsou splněny požadavky, které udává zákon o hnojivech, pomocných půdních látkách, substrátů atd. č. 156/1998 Sb., který byl novelizován zákonem č. 263/2014 Sb., by mohl být výstup z biologické úpravy odpadů využit jako kompost. Výstup z biologického zpracování odpadů však spíše odpovídá kompostu s nevyhovující jakostí, který je dle vyhlášky č. 93/2013 Sb. možno považovat za ostatní odpad a je jej možno uložit na skládku. Aby jej bylo možné přijmout bez zkoušek, je povinen splňovat podmínky v příloze č. 4 dané vyhlášky (Příloha F).

Směrnice o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie 2009/28/ES přijatá do české legislativy v zákoně č. 180/2005 Sb., který byl novelizován zákonem č. 402/2010 Sb., uvažuje biologicky rozložitelnou část komunálního a průmyslového odpadu za biomasu. Směrnice však nebyla přijata do zákona přesně, neboť místo část průmyslového

a komunálního odpadu je zde v českém znění uvedeno část vytríděného průmyslového a komunálního odpadu. To má za následek znemožnění využití podpory výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů pro spalovny komunálních odpadů. Naopak lze podpořit výstupy z mechanicko-biologické úpravy komunálních odpadů, ovšem pouze v případě, že byly energeticky využity v souladu s vyhláškou o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výrobě elektřiny z biomasy č. 482/2005 Sb., novelizovanou vyhláškou č. 453/2008 Sb. v platném znění. Seznam podporovaných druhů biomasy je pak uveden v příloze č. 1 dané vyhlášky. Ve skupinách č. 2, kompost nevyhovující jakosti a č. 5, biologicky rozložitelná část vytríděného průmyslového a komunálního odpadu pocházející z procesu MBÚ jsou uvedeny veškeré produkty této úpravy.

Emisní limity, které musí zařízení na mechanicko-biologickou úpravu komunálního odpadu splňovat, jsou dány nařízením vlády o stanovení emisních limitů a dalších podmínek provozování ostatních stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší č. 294/2011 Sb. Zdroje znečištění a jejich rozdělení je uvedeno v příloze č. 1 uvedené vyhlášky. V části III. odstavec 5 jsou pak sepsány veškeré požadavky na zařízení biologické úpravy odpadu a skládky odpadů mimo skládek inertního odpadu (Příloha G). V zákoně není bohužel mechanická úprava odpadů uvedena, proto je kvalifikována podle §3 výše uvedeného nařízení.

## **1.6 Povolení k provozu ZEVO a hodnocení jejich vlivu na životní prostředí**

Povolení na provoz zařízení mechanicko-biologické úpravy a zařízení energeticky využívající odpady je vydáváno příslušným krajským úřadem dle zákona o odpadech a zákona o ochraně ovzduší. U spaloven a u zařízení pro zplyňování odpadů je podmíněn provoz Integrovaným povolením podle zákona o Integrované prevenci IPPC č. 76/2002 Sb. Ministerstvo životního prostředí a krajský úřad vydávají zmíněné povolení na základě územního rozsahu znečištění a kategorií znečišťujících zdrojů. Takové povolení zajišťuje omezování znečištění a vysokou úroveň ochrany životního prostředí, navíc nahrazuje oprávnění k provozu, které vyžadují ostatní právní předpisy v rámci ochrany ovzduší. V příloze č. 1 daného zákona jsou poté uvedena zařízení, na která se tyto předpisy vztahují.



Energetické využívání odpadů je zde definováno jako:

- 1.1 Spalovací zařízení, které má tepelný příkon větší než 50 MW.
- 1.4 Zařízení určená ke zkapalňování a zplynování uhlí (pokud byly do vsázky přidány odpady).
- 5.3 Zařízení pro spalování komunálních odpadů s kapacitou vyšší než 3t/h.

Povinnosti provozovatele podle §16:

- Hlášení o náhlých stavech a plánovaných změnách provozu.
- Spolupráce s úřady a provozování zařízení v souladu s IPPC.
- Evidence o plnění závazných podmínek.

Povolení také obsahují zhodnocení vlivu na životní prostředí, jako jsou například emisní limity znečišťujících látek, tepla, vibrace, hluku a jejich omezování. Hodnoty těchto limitů po dohodě s provozovatelem zařízení stanoví příslušný správní orgán. Pokud není snížení emisních limitů možné, je doporučeno změnit technologii na některou z nejlepších dostupných technik (značené BAT – Best Available Techniques), které jsou zahrnuty v referenčních dokumentech BREF (Reference Document on Available Techniques). Ty jsou přeloženy a uloženy k nahlédnutí na informačním portálu Ministerstva průmyslu a obchodu. Energetickým využitím odpadů se zabývají dva referenční dokumenty, dokument o Spalování odpadů a dokument o Zpracování odpadů. V dokumentech jsou popsány nejlepší technologie z hlediska ochrany životního prostředí a vysoké energetické i ekonomické účinnosti zařízení. Nejdůležitější částí týkající se mechanicko-biologické úpravy odpadu je kapitola 4.2.8 techniky ke zlepšení mechanicko-biologických úprav v dokumentu Zpracování odpadů.

Pokud nastane sebemenší změna v provozu, jako například změna technologie, charakter vstupních materiálů nebo změna kapacity, je povinností provozovatele tuto skutečnost nahlásit. Po prošetření nového provozního stavu, je rozhodnuto o vydání nového Integrovaného povolení nebo o změně toho stávajícího.

Každé povolení k výstavbě či změně provozu zařízení, které je určené k energetickému využití odpadů, vlastní posouzení vlivů na životní prostředí známe jako EIA legislativně upravené zákonem o posuzování vlivů na životní prostředí č. 100/2001 Sb., novelizovaném letos zákonem č. 39/2015 Sb. v platném znění, který ustanovuje rozsah i způsob zjišťování či

posuzování a vyhodnocení předpokládaných přímých i nepřímých vlivů za předpokladu realizování nebo nerealizování záměru. O tom zda provoz zařízení vyžaduje zjišťovací či posuzovací řízení, je rozhodnuto na základě stanovených limitních hodnot vlivů na životní prostředí. Každý záměr je nejprve podroben zjišťovacímu řízení, a pokud je potřeba, tak je podroben i řízení posuzovacímu. Podle typu řízení, pod která spadají, jsou zařízení rozřazena v příloze č. 1 zákona o posuzování vlivů na životní prostředí. Do kategorie zařízení vyžadujících zjišťovací řízení jsou zařazena zařízení pro energetické využívání odpadů. Proces EIA je zajišťován Krajským úřadem nebo Ministerstvem životního prostředí.

Zařízení pro MBÚ a energetické využívání odpadů musí mimo jiné za provozu splňovat i přípustné koncentrace pachových látek. V problematice využívání odpadů se vyhodnocuje množství pachových látek v zařízeních na MBÚ a v průmyslových kompostárnách, s čímž souvisí příloha vyhlášky o způsobu stanovení koncentrace pachových látek, přípustné míry obtěžování zápachem a způsobu jejího využití č. 362/2006 Sb.

## **2. Komerčně využívané a připravované technologie**

Ochrana lidského zdraví a šetrnost k životnímu prostředí jsou základními požadavky při posuzování vhodnosti způsobů využívání odpadů. [5]

Dnes představuje energetické využívání odpadů hospodárnou alternativu k fosilním palivům a spalování komunálních odpadů spolu s jejich látkovým využitím nejvýznamnější způsob využití odpadů, který je schopen zajistit v reálném čase a místě minimalizaci jeho objemu. Tak je to i vnímáno v mnoha evropských zemích s vysokou mírou ochrany životního prostředí. Energetickým využíváním odpadů se získává elektřina a teplo a dochází rovněž ke snižování množství vypouštěných skleníkových plynů. [5]

### Důvody pro energetické využívání odpadů:

- Odpad je ideální náhradou přírodních neobnovitelných zdrojů – směsný komunální odpad dosahuje výhřevnosti hnědého uhlí.
- Energetické využívání spalitelných odpadů, které nelze látkově využívat, vyhovuje všestranným nárokům kladeným na ochranu životního prostředí.
- Energetickým využíváním dojde ke snížení dovozní závislosti na primárních energetických zdrojích (zemní plyn, ropa). [5]

## **2.1 Spalování odpadů**

### Za energetické využívání odpadů se spalování odpadů považuje pouze tehdy, jestliže:

- Použitý odpad nepotřebuje pro vlastní zapálení ke spalování podpůrné palivo a vznikající teplo se použije pro potřebu vlastní nebo dalších osob, nebo
- odpad se použije jako palivo nebo jako přídavné palivo v zařízeních na výrobu energie za podmínek stanovených právními předpisy o ochraně ovzduší. [5]

Pokud nejsou splněny výše uvedené podmínky, jedná se jen o odstraňování odpadů, tedy prosté spalování odpadů bez dalšího užítu. [5]

Technologický proces spalování odpadů má více jak stoletou tradici. V minulosti bylo cílem odpady především hygienicky odstranit, však v současné době je při termickém zpracování odpadů využíván i jejich energetický a materiálový potenciál. [5]

Odpady nelze brát jen jako surovinu, ale také jako velmi významný zdroj energie. Odpadem tak lze částečně nahradit výrobu tepla nebo i elektřiny, které by se jinak musely vyrobit spalováním fosilních paliv. Odpady se energeticky využívají ve spalovnách odpadů při procesu spalování odpadů. Hlavní zdrojem pro výrobu energie z odpadů je zejména komunální odpad. Dalšími běžně energeticky využívanými odpady jsou odpady z průmyslu a zdravotnické odpady. Odpady u nás v ČR však často skončí bez užítu na skládkách. [6]

Toto je způsobeno tím, že v ČR nemáme dostatek zařízení pro energetické využívání odpadů (ZEVO). Většina projektů na výstavbu ZEVO je totiž obecně odsuzována veřejností. A jak už bylo zmíněno, odpadu končícího na skládkách přitom není málo – v ČR se jedná

o množství necelých 3 mil. tun komunálního odpadu ročně, které by dokázalo ušetřit okolo 1,8 mil. tun hnědého uhlí nebo 1,2 mil. tun černého uhlí. V ČR se pro srovnání ročně vytěží cca 45 mil. t hnědého uhlí a cca 12 mil. t černého uhlí. [6]

Samotný nápad odpady spalovat se tedy zdá být na první pohled jako dobrý nápad. To platí ovšem do chvíle, než si uvědomíme, že spalovna odpadů má jako každé jiné zařízení, ve kterém se něco spaluje, komín a produkuje tedy škodlivé emise. Tyto emise, ačkoliv z větší části vyčištěné, se dostávají do ovzduší anebo zůstávají v popelu, který je potřeba někam uložit. Z pohledu hierarchie nakládání s odpady, spalování odpadů také není žádná velká výhra. I přes toto všechno se v ČR energeticky využívá více jak 3 % z celkové produkce odpadů. [6]

#### Výhody spalování:

- Objem odpadů je snížen až na 10 % původního objemu a váhově až na 30 % původní váhy, razantně se tedy sníží množství odpadu potřebného k uložení na skládky.
- Spálením 1 tuny odpadu uspoříme 0,59 tuny hnědého uhlí nebo 150 m<sup>3</sup> zemního plynu.
- Po spálení odpadu se získá železný šrot, který se dá nadále využít jako surovina pro další upotřebení. [6]

#### Nevýhody spalování:

- Vzduch, voda i půda jsou zatíženy toxickými látkami.
- Při spalování vznikají dioxiny chlorovaných látek (např. PVC, halogenovaných rozpouštědel atd.), které poškozují imunitní a hormonální systém člověka.
- Popílek, zachycený na filtrech kouřových plynů, je většinou toxickým odpadem a představuje zhruba 3 % z původní hmotnosti tuhých odpadů, které projdou pecí spalovny, dohromady s popelem pak tvoří třetinu původní hmotnosti odpadů zpracovaných spalovnou.
- Spalování se neobejde bez skládek odpadů. [6]

## 2.2 Zplyňování odpadů

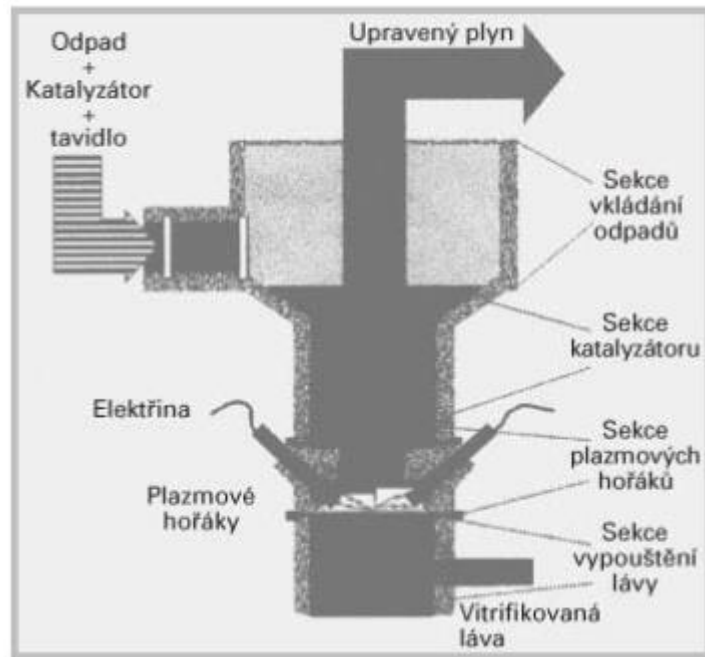
Při klasickém spalování odpadů se tvoří vysoký počet škodlivých látek, mezi které patří HCl, HF, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, dioxiny PCDD a PCDF, a proto je nezbytné zařadit následné odlučovače, filtry aj, zařízení, které tyto látky ze spalin odstraní. [8]

Další varianta na zpracování odpadů je zplyňovací proces. Vysokoteplotní zplyňování odpadů probíhá při teplotách až 1600 °C. Jedná se o endotermický proces, při kterém probíhají jak reakce oxidační, tak i redukční. Silné redukční prostředí rozrušuje chlorované uhlovodíky a zabraňuje vzniku dioxinů, to má za následek snížení emisí uvolněných do ovzduší na minimum, pouze spalováním syntézního plynu. Vysoká teplota zabraňuje vzniku dioxinů, polycyklických chlorovaných uhlovodíků. Jedna z nevýhod zplyňování může být neexistující referenční jednotka pro zplyňování odpadu s biologicky rozložitelným obsahem a následným využitím syntézního plynu pro výrobu elektřiny a tepla. [8]

Mezi nekonvenční způsoby termického odstraňování odpadů patří:

- Plazmový hořák (ničí zbytky látek a přerušuje jejich chemické vazby).
- Plazmový oblouk.
- Vysokoteplotní fluidní reaktor (2 500 °C). [8]

Čtvrtým skupenstvím hmoty je plazma. Jedná se v podstatě o ionizovaný plyn, který vzniká při teplotách převyšujících 4 000 °C. Odpady se zpracovávají cestou plazmového zplyňování a následného využití vitrifikace (zalití do skla) všech nebezpečných anorganických sloučenin v odpadu. Novou aplikací pro zpracování odpadů je využití generátorů s plazmovými hořáky. Metoda PVG (plasma gasification and vitrification) je vhodná pro zpracování širokého rozsahu odpadů s výjimkou vysoce radioaktivního jaderného odpadu. Tento způsob je vhodný na zpracování nemocničního odpadu, průmyslových toxických nebezpečných odpadů, chemických rozpouštědel atd. Reaktor PVG viz obr., pracuje za substechiometrických podmínek. Výhřevnost vzniklého syntézního plynu závisí na zpracovaném odpadu a její hodnota se pohybuje v rozmezí 15 – 22 MJ/kg. V ČR existují záměry na provoz s PVG o kapacitě 25 t/hod, využívající komunálního odpadu, plastů, pneumatik, živnostenského odpadu aj. [8]



Obrázek 1 Schématické znázornění reaktoru PVG [8]

## 2.3 Výroba paliv

V odpadech je ukryto množství využitelné energie, avšak spalování odpadů podléhá přísným předpisům, a navíc je veřejnosti odmítáno a odsuzováno. [9]

Již v dnešní době se odpady a paliva z nich vyrobená, jako například tzv. „SRF“ (pevná paliva z odpadů), používají v průmyslových zařízeních jako zdroj energie. Jedny z hlavních zařízení, které využívají odpady a ve velkém množství tak nahrazují paliva, jsou zejména cementárny, elektrárny, teplárny a papírny. [9]

### 2.3.1 Ekopaliva



Obrázek 2 Ekopalivo [10]

Ekopalivo je alternativní palivo vyrobené z komunálního odpadu. [10]

V komunálních odpadech je obsažen významný podíl organické hořlavé fáze. Jelikož se tento podíl navíc stále zvyšuje, byla zjištěna poměrně vysoká výhřevnost některých složek tuhého komunálního odpadu, která výrazně převyšuje výhřevnost hnědého uhlí. [10]

Vhodným vytríděním složek z komunálního odpadu a jejich mechanickým upravením (drcením a tříděním), lze získat alternativní palivo s výhřevností 20 - 22 MJ/kg. [10]

Používání ekopaliva jako náhrady primárních paliv je známé od počátku 90. let minulého století, pro jeho pojmenování se vžilo několik různých termínů:

- Tuhá topná směs.
- Tuhé alternativní palivo.
- Tuhé hořlavé odpady.
- Nebo se používaly obchodní názvy od různých výrobců (Kormul, Palozo apod.). [10]

Ekopalivo se využívá například v hutnictví a v cementárnách pro výrobu tepla. [10]

### 2.3.2 Biopaliva



Obrázek 3 Biopalivo [10]

Biopalivo představuje způsob využití biomasy. Jedná se o cíleně vyrobená paliva či paliva připravená z biomasy). [10]

Dělení biopaliv:

- Tuhá.
- Kapalná.
- Plynná. [10]

V dnešní době se chemická energie z biopaliv uvolňuje hlavně jejich spalováním. Ovšem jsou však vyvíjeny jiné metody s vyšší účinností pro jejich využití k výrobě elektřiny pomocí palivových článků. [10]

Biopaliva pokrývají 15 % celkové světové spotřeby energie, jedná se především o Třetí svět, ve kterém slouží převážně k vaření a vytápění domácností. Relativně vysoký podíl biopaliva mají také i ve Švédsku a Finsku (17 % a 19%).[10]

Nevýhody biopaliv:

K výrobě jednoho litru biopaliva je potřeba 2500 litrů vody. Pokud by ve Spojených státech měly všechny automobily jezdit na ethanol z kukuřice, potřebovala by tato země 97 % svého území na její pěstování. V dnešní době v USA a západních evropských zemích probíhají jednání o dodávkách ethanolu z Brazílie, ve které se kvůli jeho produkci vypleňují stále větší plochy amazonských pralesů. [10]

Ze stejných důvodů jsou likvidovány pralesy jihovýchodní Asie, což zapříčiňuje klesání biodiverzity a vymírání tisíců rostlinných a živočišných druhů. Následkem těchto činností je znevalitnění půdy a pokles produkce v zemědělství. [10]

Malá plošná výtěžnost (v přepočtu 2-6 kW stálého tepelného nebo 1-2 kW mechanického či elektrického výkonu z hektaru u nejlepších energetických bylin). [10]

Je zapotřebí velké množství energie a lidské práce na jejich získávání.[10]

Při nižších teplotách hoření (v prvních fázích hoření) se produkuje porovnatelné množství zdraví nebezpečných škodlivin jako při spalování fosilních paliv. [10]



Při výrobě bioethanolu kvašením se mimo jiné do ovzduší uvolňuje CO<sub>2</sub>. Do pěstování „energetických plodin“ jako kukuřice nebo řepka je zahrnuto rozsáhlé uvolňování oxidu dusného, které je cca 300 krát horší skleníkový plyn než CO<sub>2</sub>. [10]

#### Nejnámější druhy biopaliv:

- Bioethanol.
- Bionafta.
- Brikety. [10]

#### Bioethanol:

Je označován ethanol vyrobený technologií alkoholového kvašení z biomasy. [10]

Z rostlin obsahujících větší množství škrobu a sacharidů, mimo rostliny obsahující škrob, jako jsou kukuřice, obilí a brambory, jsou nejčastěji používanou surovinou cukrová třtina a cukrová řepa. [10]

Na rozdíl od rostlin obsahujících cukr, které se kvaší přímo, musíme u rostlin s obsahem škrobu škrob nejprve enzymaticky přeměnit na cukr. [10]

#### Využití:

Jako pohonná hmota ve spalovacích motorech. [10]

Poznámka: čistý ethanol se v praxi nepoužívá, spíše se v množstvích 5% až 10% přimíchává do konvenčních minerálních paliv, pomocí ethanolu lze zvýšit oktanové číslo a snížit tak množství emisí CO<sub>2</sub>. [10]

V Brazílii se široce uplatňuje třtinový alkohol, používá se zde jako automobilové palivo. V 80. letech v Brazílii zhruba dvě třetiny automobilů byly vybaveny speciální úpravou motoru, která jim umožňovala jezdit na čistý alkohol. V dnešní době se nové automobily již takto neupravují, zato veškerý automobilový benzín v Brazílii obsahuje 26% třtinového alkoholu, s touto směsí již mohou pracovat běžné spalovací motory. [10]

Bioethanol, který je vyroben z kukuřice se rovněž používá jako aditivum do většiny automobilových benzínů v USA, množství alkoholu v USA je většinou 10%. [10]

#### Bionafta:

Bionafta je ekologické palivo pro vznětové motory na bázi metylesterů nenasycených mastných kyselin s rostlinným původem. Vyrábí se rafinačním procesem zvaným transesterifikace. [10]

V Evropské unii význam a spotřeba bionafty neustále stoupá. V dnešní době musí výrobci do nafty vyrobené z ropy povinně přimíchat 5 % bionafty. Převážná většina výrobců vozidel vydává seznamy aut, které jsou schopny jezdit na stoprocentní bionaftu. [10]

Použití rostlinných olejů jako paliva se poprvé objevilo ve čtyřicátých letech minulého století v amerických patentech. Ovšem k většímu rozvoji použití rostlinných olejů došlo až po energetické krizi počátkem sedmdesátých let. [10]

Na výrobu bionafty se používá jakýkoliv rostlinný olej (řepkový, slunečnicový, sójový, použité fritovací oleje, ...). Chemická reakce, která zde probíhá, se nazývá transesterifikace a probíhá za katalýzy. V každém z postupů výroby je použitý jiný katalyzátor a jsou zde jiné podmínky reakce. V ČR se k výrobě nejčastěji používá olej získaný z řepky olejné (řepka je poměrně náročná rostlina, která pro svůj růst vyžaduje velké množství živin a proto by se měla na polích pěstovat pouze každý čtvrtý rok). [10]

#### Výhody:

- Při spalovacím procesu lépe shoří, tím se výrazně snižuje kouřivost naftového motoru, emise polévatého prachu, síry, oxidu uhličitého, aromatických látek a uhlovodíků vůbec.
- Čistá bionafta není toxická, je biologicky odbouratelná a neobsahuje žádné aromatické látky ani síru.
- Ve vodě nezpůsobuje mikrobiologické zatížení až do koncentrace 10 mg/l a pro ryby je neškodná.
- Největší výhodou je, že je vyráběna z obnovitelných zdrojů.
- Má vysokou mazací schopnost (je mastnější než motorová nafta).

- Nevyžaduje žádné zvláštní podmínky pro uskladnění. [10]

#### Nevýhody:

- Vysoká energetická náročnost celého výrobního procesu.
- Je mnohem silnější rozpouštědlo než standardní nafta, a způsobuje tak rozrušení usazenin v palivovém potrubí, čímž se mohou ucpat vstřikovací ventily,...
- Při kontaktu s větším množstvím vody vznikají z bionafty mastné kyseliny, které mohou zapříčinit korozi v palivovém systému.

Poznámka: podle studie Society of Chemical Industry se při samotném spalování bionafty oproti klasické naftě uvolňuje do ovzduší tolik skleníkových plynů a dalších nečistot, je třeba ovšem brát v potaz plyny, které vznikají při pěstování rostlin využitelných pro výrobu bionafty, což je dvojnásobek skleníkových plynů, oproti tomu, co vznikne, při následném spálení v motoru. [10]

#### Brikety:



Obrázek 4 Brikety [10]

Briketou je označován mechanicky zhuštěný drobný hořlavý materiál ve formě válečku, oválu, kulovitěho tělesa, kvádrů či kostky. Slouží jako tuhé palivo a spalují se obvykle v kamnech či v kotelnách. [10]

#### Druhy briket:

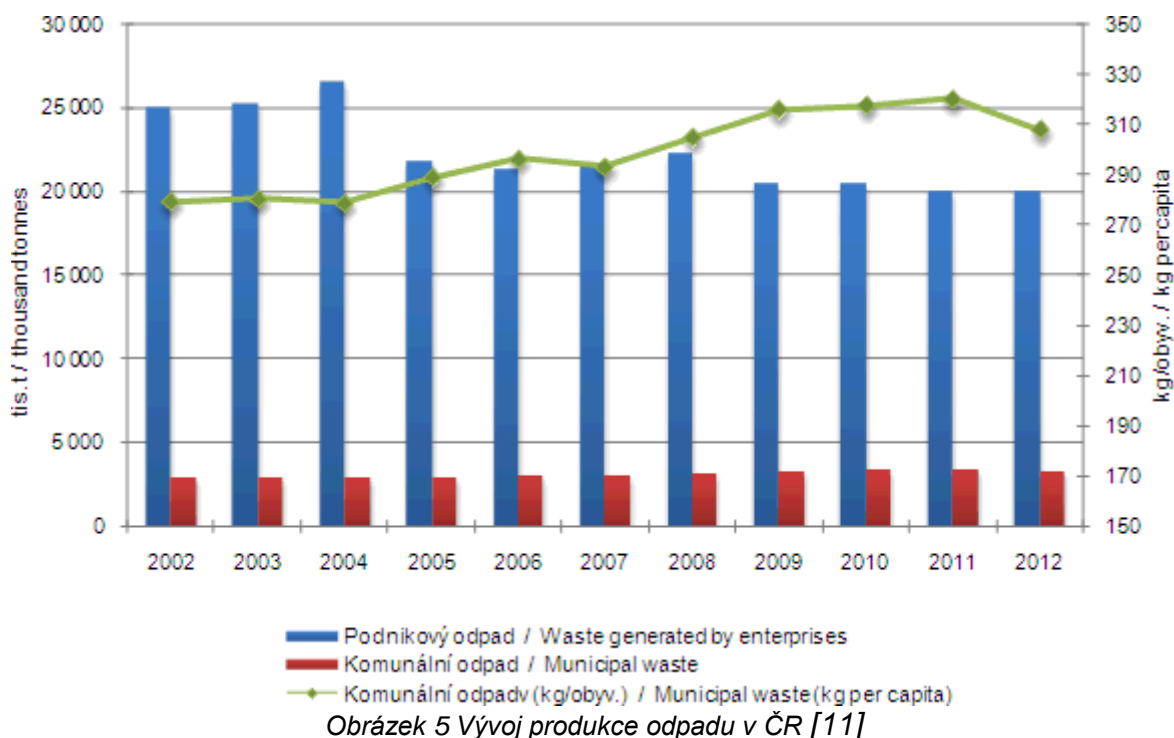
- Dřevěné.
- Slaměné.
- Uhlé.
- Populární se stávají brikety z biomasy. [10]

#### Dva nejběžnější způsoby výroby spalitelných briket:

- **Mechanický** - jedná se o zhutnění tlakem pomocí hydraulického briketovacího lisu, tlakem razníku směrem proti komoře naplněné lisovaným materiálem, využívá se zejména při lisování dřevní hmoty o vlhkosti do 12 %.
- **Šnekovým briketovacím lisem** – tlakem šneku skrze přehřívanou komoru, ve které dochází k uvolňování přirozených pojiv z lisovaného materiálu, tlakem šneku a následným zchladnutím brikety dochází k získání finální tvrdosti, tento postup se osvědčuje zejména u slámy, sena a jiných stébelnatin. [10]

### 3. ČR a odpady

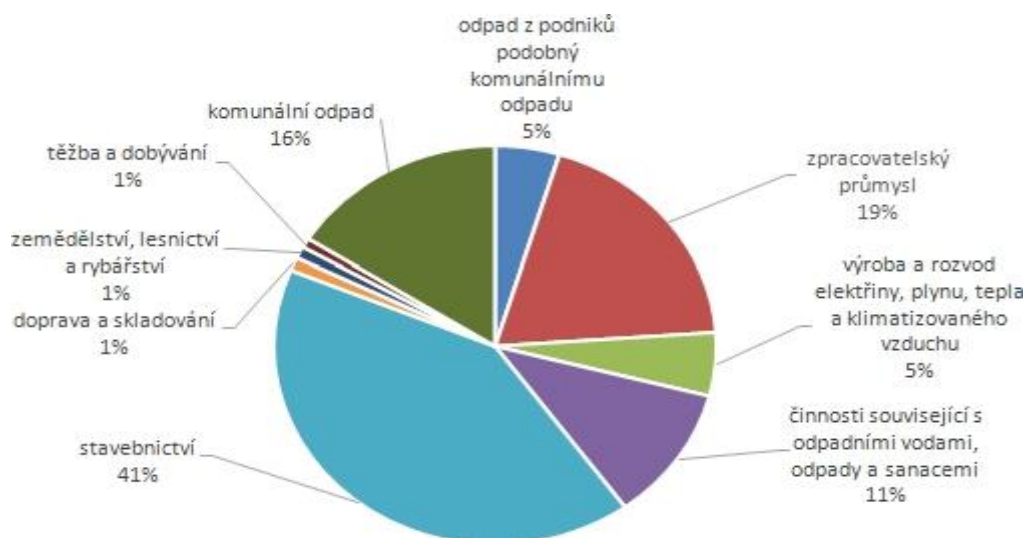
V poslední době vzniká čím dál větší množství odpadu vyprodukovaného na území ČR. Průměrné množství vyprodukovaného komunálního odpadu jednoho obyvatele za rok je 300 kg. V oblasti průmyslových odpadů a odpadů z demolic jsou čísla příznivější, to však způsobuje probíhající hospodářská krize, nikoli naše počínání v oblasti produkce odpadů. V porovnání produkce komunálních odpadů s ostatními zeměmi EU, má ČR jednu z nejnižších produkcí v EU27. [11]



Obrázek 5 Vývoj produkce odpadu v ČR [11]

Česká republika vyprodukuje za rok přibližně 30 mil. tun odpadu, které lze rozdělit podle vzniku na:

- Stavební odpady (41%) – beton, plasty, zemina, sutě, kontaminovaná zemina, sklo.
- Komunální odpad (21%) – domovní (obaly, plasty, zbytky potravin), živnostenský (sklo, obaly, kovy, papír).
- Průmyslový (19%) – nebezpečný odpad, pryže, kovy, plasty, oleje, textil, dřevo.
- Odpady z čistění odpadních vod a nakládání s odpady (11%) – produkty čistění spalin, produkty spalování odpadů, čistírenské kaly.
- Odpad z energetických procesů (5%) – popílek, škvára, produkty čištění. [11]



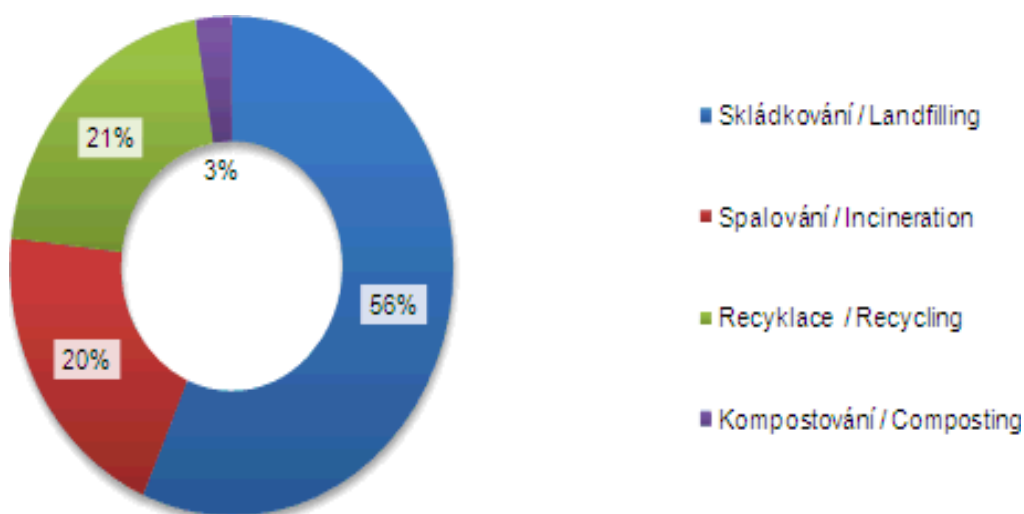
Obrázek 6 Produkce komunálního odpadu a odpadu z podniků v ČR v roce 2012 [11]

### Nakládání s odpady v ČR:

V roce 2008 byla přijata Evropskou komisí směrnici 2008/98/ES, která představuje hlavní dokument o nakládání s odpady v EU. Hlavní počín směrnice je vymezení pětistupňové hierarchie nakládání s odpady. Státy EU jsou povinny zajistit, aby odpady prošly alespoň jedním z těchto stupňů využití:

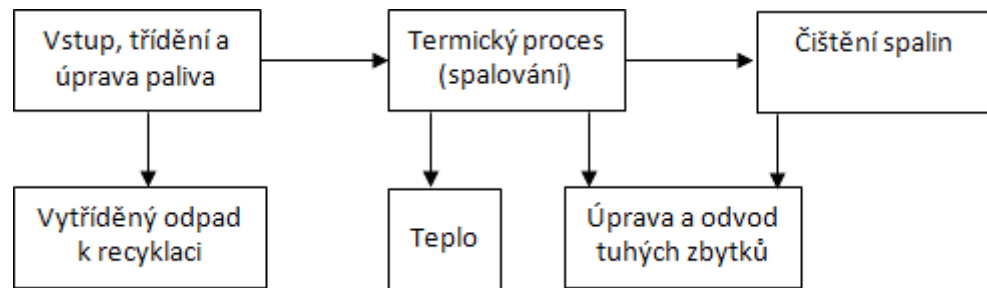
1. Předcházení vzniku odpadů – počínat si tak, aby žádné odpady nevznikaly.
2. Úprava k opětovnému využití – vratné obaly (čištění, úpravy).
3. Materiálové využití – princip recyklace odpadů.
4. Jiné využití – například spalování.
5. Odstranění – skládkování. [11]

Směrnice dále podporuje recyklaci, stanovuje pro recyklování cíl recyklovat 50 % běžného komunálního odpadu, skla, plastů, kovů, papíru a 70 % odpadu ze stavebnictví do roku 2020. Dalším záměrem směrnice je, aby členské státy vytvářely plány na předcházení vzniku odpadů (viz Plán odpadového hospodářství daný nařízením vlády č. 473/2009 Sb.). [11]



Obrázek 7 Způsoby nakládání s komunálním odpadem v ČR v roce 2012 [11]

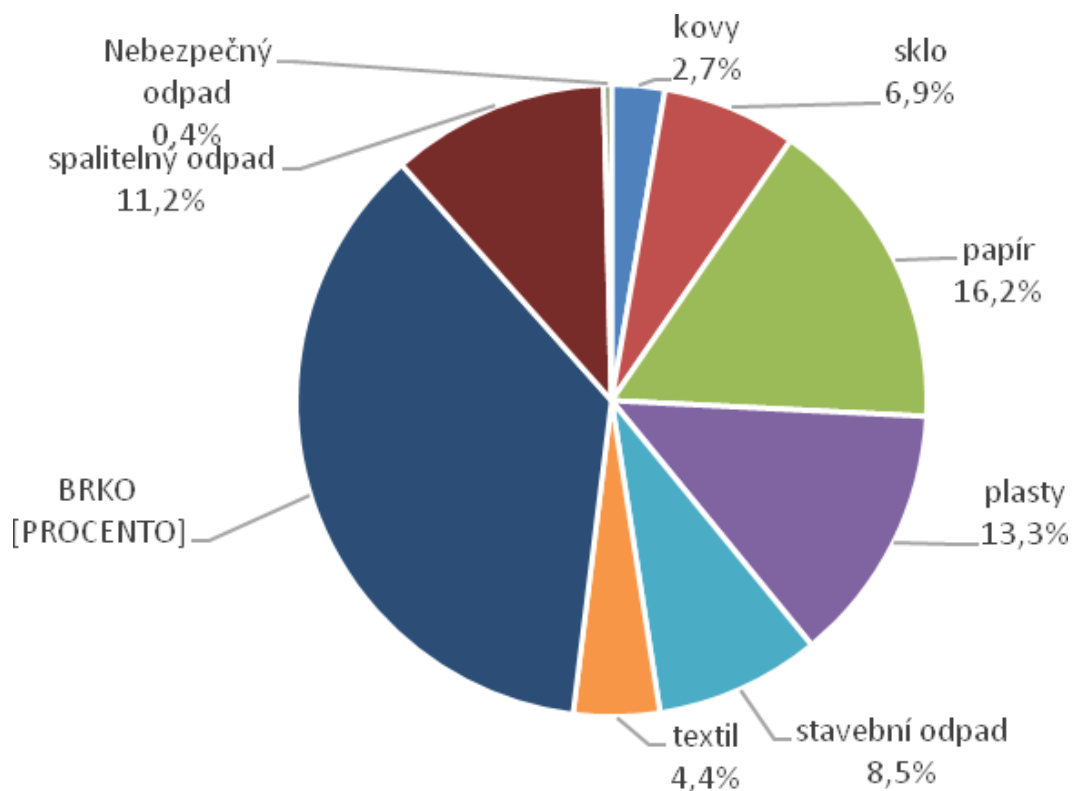
Snížení množství ukládaného odpadu na skládku je pro ČR poměrně těžký úkol. Z Obr. 8 lze poznat, že v současné době skládkujeme dvě třetiny odpadu a snížení toho množství je dlouhodobý úkol. S ohledem na stupně využití odpadů je nutné především brát ohled na snížení množství odpadů a jejich opětovné využití a především recyklování, ve kterém jsou velké rezervy. Nejúčinnější cestou ke snížení množství skládkovaného odpadu je především jeho energetické využití, tedy využití ve spalovnách. [11]



Obrázek 8 Základní schéma spalovny [11]

### Odpad jako palivo:

Největším problémem při návrhu a provozování kotlů ve spalovnách je jasné vymezení paliva. Odpad má sice vysokou výhřevnost, ovšem jeho vnitřní složení, množství obsažené vody a celková struktura jsou velice proměnné. V odpadech se nachází velké množství popelovin (popel, stavební suť, zemina atp.) a nebezpečných látek, které je nezbytné ve spalinách redukovat. [11]



Obrázek 9 Přibližné složení směšného komunálního odpadu v ČR [11]

Složení závisí na místě, ze kterého byl odpad přivezen (lokality s bytovými domy, příměstské osídlení či menší obce) a na ročním období. Odpad dovezený ze sídlišť má v sobě velký podíl kompostovatelného odpadu s vysokou vlhkostí, menší podíl sutí

a popelovin a vyšší podíl spalitelného odpadu. Odpad dovezený příměstských oblastí (rodinné domky) obsahuje zvýšený podíl nespalitelného odpadu (více suti, popele a zeminy) a malý podíl hořlavých složek (papír, dřevo) a kompostovatelného odpadu. V odpadech z menších obcí pak bývá minimální obsah rozložitelného odpadu (lidé sami kompostují) a hořlavých složek (dřevo, papír, bohužel i plasty a textil), které lidé již spálili sami, naopak je zde vyšší podíl jemných frakcí a nespalitelného odpadu (suť, popel). Z většiny se jedná o tříditelný odpad. Za mnohé další výkyvy ve složení komunálního odpadu je zodpovědná sezónnost. Vlivem vyšší konzumace ovoce a zeleniny se v létě a na podzim zvyšuje podíl biologicky rozložitelného komunálního odpadu (BRKO) a zároveň se zvyšuje vlhkost odpadu. V období Vánoc se naopak zvyšuje obsah hořlavých složek (obaly, dřevo). Když nastane období vyšší konzumace (Vánoce, Velikonoce atp.), množství odpadu se zvyšuje, naopak, když nastane čas letních prázdnin, množství odpadu se sníží, neboť lidé tráví většinu času mimo své domovy. Složení odpadu má velký vliv především na jeho výhřevnost. V tabulce a grafu níže (Tab. 1 a Obr. 10) je patrné průměrné zastoupení jednotlivých složek ve směsném komunálním odpadu a jejich výhřevnost. [11]

Tabulka 1 Výhřevnost složek komunálního odpadu [11]

Druh odpadu	Výhřevnost [MJ/kg]
Papír	15,7
Plasty	32,7
Polyetylen	43,4
Polystyren	38,0
PVC	22,5
Textil	18,3
Potraviny	3,2
Smetky	6,0
Štěpka, dřevo	12,4
Sklo	0,2

V Tab. 2 lze nalézt přibližné rozmezí vnitřního složení komunálního odpadu. Přehled základních vlastností komunálního odpadu je pak uveden v Tab. 3. Z těchto tabulek vyplývají velké nároky, které jsou kotle ve spalovnách povinny splňovat, dále způsob homogenizace paliva, zavádění do kotle a regulaci provozu kotle. Z Tab. 2 lze vyčíst, že odpad, mimo hořlavých složek, obsahuje podíl složek nebezpečných, jako jsou například síra, chlór, fluor, polychlorované bifenoly a další těžko rozložitelné organické látky a těžké kovy. Kromě síry se jedná o látky, které v klasických palivech nejsou obsaženy nebo jen ve stopových



množstvích. Tento fakt udává vysoké nároky na proces čištění spalin a stabilizaci a neutralizaci dalších produktů, které jsou ze spalovny vypuštěny do ovzduší, a které lze najít ve vyšších koncentracích než v původním odpadu. [11]

Tabulka 2 Příklad vnitřního složení komunálního odpadu [9]

Prvek	množství [%hm]	Prvek	množství [mg/kg]	Prvek	množství [mg/kg]
Uhlík	18–40	Olovo	100–2000	Kobalt	3–10
Vodík	1–5	Zinek	400–1400	Kadmium	1–15
Dusík	0,2–1,5	Měď	200–700	Rtuť	1–15
Kyslík	15–22	Mangan	250	Arsen	2–5
Síra	0,1–0,5	Nikl	30–50	Selen	0,2–15
Fluor	0,01–0,035	Chrom	40–200	Thalium	< 0,1
Chlor	0,1–1	Vanad	4–11	PCB	0,2–0,4

Výše uvedený výčet odpadů ukazuje na jeho velkou pestrost co do složení a dalších vlastností, která vede ke komplikovanému dalšímu využití. [11]

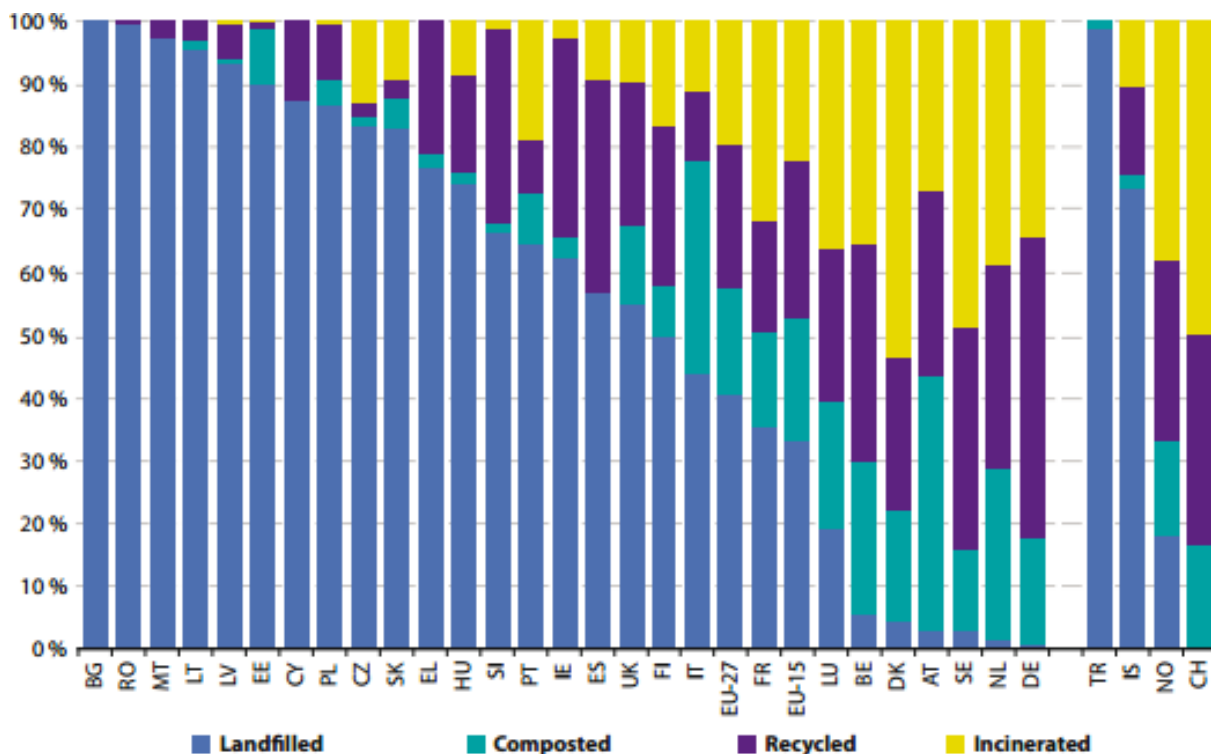
Tabulka 3 Přehled základních vlastností komunálního odpadu [11]

Vlastnost	
výhřevnost	kolísá mezi 7,5 MJ/kg až 10,5 MJ/kg,
vlhkost	15–40 %
obsah popele	20–35 %
granulometrie	velikost částic je velice rozdílná, od nejjemnějšího prachu po velké kusy
prvkové složení	viz Tab. 2
sytná hmotnost	velice rozdílná 60–300 kg/m <sup>3</sup> , průměrně kolem 120 kg/m <sup>3</sup>
charakteristické teploty popele	velice různé, většinou nižší než 800 °C

## 4. Zařízení využitelná pro energetické zpracování odpadů

Následkem lidských činností, výrobou a spotřebováváním vzniká kromě užitečných produktů také odpad. Především se jedná o odpady ze zemědělství, průmyslu, energetiky, sutí z demolic, odpady vzniklé poskytováním služeb, obalové materiály a především odpad komunální produkovaný obyvatelstvem. V zákoně o dopadech (Zákon č. 185/2001 Sb.) se odpad definuje jako „každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit“. V tom samém zákoně je pak zaveden tzv. Katalog odpadů, který objasňuje vymezení a definici konkrétních odpadů. Existuje mnoho cest, jak naložit s odpady, ovšem záleží na každé osobě, kterou cestu si vybere. Svou roli v nakládání s odpady hraje také odpadová politika státu. Porovnáme-li způsoby nakládání s odpady u nás a v dalších státech Evropy, zjistíme, že způsoby jsou velice různé. Například od států jako jsou Švýcarsko,

Holandsko či Nizozemí, které neskládkují téměř žádný odpad, až po státy jihovýchodní Evropy (Rumunsko, Bulharsko), ve kterých je skládkován téměř veškerý odpad. [11]



Obrázek 10 Mezinárodní srovnání struktury nakládání s odpady[11]

#### 4.1 Spalovny



Obrázek 11 Spalovna [7]

Spalovna je technologické zařízení sloužící ke spalování odpadu. Spalovny můžeme rozdělit podle toho, či spalují odpad samostatně nebo s příměsí ušlechtlejšího paliva, podle toho, zda využívají energii uvolněnou při spalovacím procesu k výrobě tepla nebo elektrické energie, nebo podle toho, zda spalují nebezpečné, komunální, či další druhy odpadu. [12]

### Princip spalovny:

#### Spalovací pec:

Základní částí spalovny je spalovací pec, která je projektována provedením a kapacitou na základě množství a charakteru odpadu. Veškeré spalovací jednotky jsou navrženy jako dvoustupňové, přičemž v prvním stupni je zajištěno maximální vyhoření spalovaného materiálu a v druhém stupni - tzv. reaktoru jsou zabezpečeny zákonné parametry pro spálení plynné fáze z procesu spalování, které jsou udány minimální předepsanou teplotou a časem prodlevy spalin v režimu dopalování. Spalovací pece SMS jsou řešeny tak, aby splnily tyto parametry s dostatečnou rezervou. [13]

Největší zaměření je na tepelné izolační a žárové materiály. Tyto materiály jsou navrženy individuálně s ohledem na zadání a nejčastěji jsou sestaveny sendvičově, kde je skladba izolační vrstvy řešena zejména mechanickým a chemickým namáháním vnitřních ploch a současně je zajištěn dostatečný tepelný odpor a potřebná dilatace teplem. [13]

#### Rotační pec:

Rotační pece vynikají svými fyzikálními vlastnostmi spalovaného odpadu a nejvyšší účinností tepelné destrukce odpadů. Naproti tomu jsou vysoce investičně a provozně nákladné. Míra sklonu pece v podélné ose v kombinaci s rychlostí otáčení jsou určující pro čas průchodu odpadu pecí. [13]

Standardně se odpadu vkládá kontinuálně šnekovým dopravníkem, který umožňuje maximální stabilizaci zvoleného tepelného režimu a zároveň je současně předpokladem pro nejvyšší stupeň optimalizace celého procesu spalování a čištění spalin. [13]

Dopalovací komora je nejčastěji projektována jako na základnu postavený válec s tangenciálně umístěnými hořáky, nebo vícetahová dopalovací komora s vestavěným válcovým reaktorem a hořákem umístěným v jeho čele. Vstupování spalin do reaktoru je vyřešeno tangenciálně. Tyto předpoklady nám umožňují spalovat odpady s nejvyššími koncentracemi škodlivin. [13]

### Komorová pec:

Na rozdíl od rotačních pecí, komorové pece jsou investičně méně náročné. Současně jsou však tato zařízení do určité míry omezena použitelností pro spalování kapalných a kašovitých odpadů. Princip oxidačního spalování umožňuje těmto pecím nepřetržitý provoz, což příznivě ovlivňuje efektivnost jejich provozu. [13]

### Muflová pec:

Nejčastější využití muflových pecí je ve speciálních případech k vypalování velkých předmětů (př. roštů z lakoven). Dají se však s výhodou využít i pro spalování tekutých odpadů s využitím speciálních trysek pro jejich vstřikování. [13]

### Odpopelnění:

Odpopelnění pecí probíhá převážně suchou cestou prostým výpadem popela do speciálních kontejnerů prachotěsným tubusem. Tento princip je použit i v případě dalších výpadových cest jemnější frakcí popelovin ze žárocyklonu či prachového filtru. [13]

### Odběr tepla:

Odebírání tepla je vyřešeno standartními postupy s využitím spalínového kotle. Výkon kotle přímo závisí na tepelném výkonu spalovací jednotky, výstupní médium a jeho parametry jsou však opět projektovány s ohledem na podmínky pro jeho další využití. [13]

Organickou součástí celé technologie se pak může stát i zařízení pro využití odebrané energie. [13]

### Čištění spalin:

V první fázi čištění spalin jsou zachycovány pevné částice unášené proudem vzduchu. Ve spalovnách vlastní rotační pec, dochází k tomuto procesu již v dohořivací komoře a následně pak v navazujícím žárocyklonu. [13]

Tyto technologie jsou nejčastěji vybaveny prachovými filtry, jejichž typ a kapacita vycházejí rovněž z projektu. Zbytky nejjemnějších prachových částic po první fázi čištění jsou pohlceny při následném procesu chemického čištění spalin. [13]

Chemické čištění spalin je obvykle projektováno jako třístupňové absorpční s použitím aktivní složky sorbentu (NaOH). Každý absorpční stupeň pracuje při různém pH sorbentu a je oboustranně plně oddělen. Jednotlivé druhy škodlivin se v nich separují selektivně. [13]

První absorpční stupeň je tvořen trubicí Venturi vyrobenou z titanového materiálu. Dochází zde k ochlazení spalin na saturační teplotu, poté k zachytu zbytků prachových částic a odlučování halogenidů a těžkých kovů. [13]

Následující stupně jsou vyřešeny na bázi skrápěcí kolony a počet jejich nadimenzování je závislý na požadované účinnosti. V těchto fázích dochází k zachycení zbytků halogenidů a k odlučování kyselých složek spalin. Linku je možné doplnit i o dioxinový filtr. [13]

Organickými částmi této linky jsou periferní zařízení sloužící pro přípravu sorbentu a zpracování nasyceného sorbentu srážením a filtrací. Výstupním produktem z tohoto procesu je rýpatelný kal, který je pak dále považován za nebezpečný odpad, a dále chemicky čistá voda, která je pak částečně vracena do procesu. [13]

V současné době často využívaná a velmi efektivní technologie čištění spalin je tzv. metoda NEUTREC, která se řadí mezi suché technologie. Zmíněná metoda byla vyzkoušena v tuzemských podmínkách při spalovacím procesu běžného zdravotnického odpadu. Výsledky této metody plně potvrzují parametry deklarované výrobcem aktivní látky, kterou je v tomto případě jemně mletý hydrouhličitan sodný. Z uživatelského hlediska či hlediska investičních nákladů je třeba vyzdvihnout především následující:

- Účinnost zachycování zejména kyselých složek spalin a těžkých kovů je velmi vysoká. Pro zachycení zvýšeného obsahu organických látek typu furanů a dioxinů se je využito dioxinového filtru. Hodnoty naměřené na referenčních spalovnách plní s rezervou emisní limity EU 67/86.
- Téměř žádné nároky na obsluhu.

- Ve srovnání s běžně užívanými technologiemi má tato metoda výrazně nižší investiční a provozní náklady.
- Aplikovatelnost na stávající spalovny je velmi jednoduchá. [13]

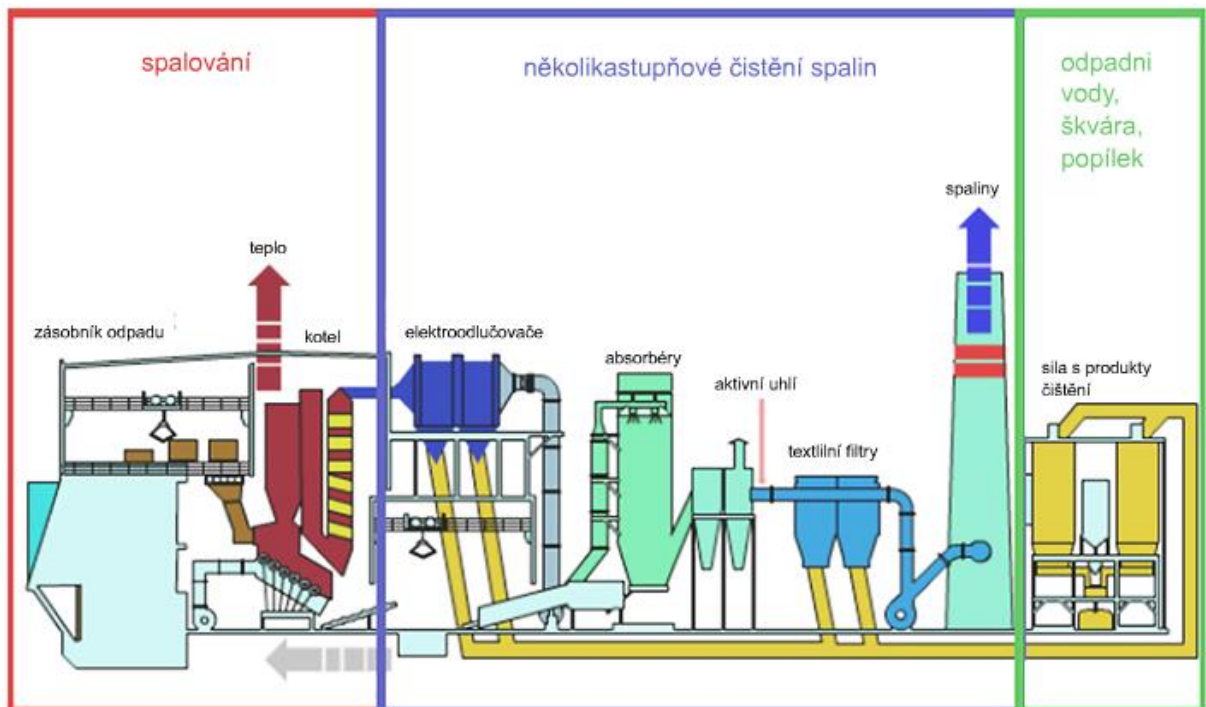
Technologie firmy SOLVAY má pro spalování odpadů velmi vysoký přínos, jelikož výrazně snižuje investiční náklady u nových projektů, to má za následek významné zkrácení jejich návratnosti. Umožňuje také nenáročným způsobem vyřešit problémy s emisními limity u morálně zastaralých technologií, a tím prodloužit jejich životnost. [13]

Nynější a samostatnou problematikou je sorbce dioxinů pomocí dioxinového filtru. V minulých letech provedla firma množství srovnávacích měření účinnosti různých aktivních látek za různých podmínek a dospěla k řešení, které se vyrovná současné evropské úrovni. [13]

Řízení a měření celé technologie spalovny je vyřešeno vyšším ovládacím systémem (počítačem). Kontinuálně je prováděno měření a zapisování teploty hoření a spalin ve fázích, které jsou klíčové pro řízení nastaveného režimu spalování a hodnoty podtlaku v systému. Ve spalinách je dále měřena koncentrace  $O_2$  a  $CO$ . [13]

Podle zadání je možné individuální sledování a zapisování dalších vybraných fyzikálních i chemických hodnot. [13]

Vlastní systém měření a regulace umožňuje nastavení optimálního režimu spalovacího procesu s ohledem na dosažení maximálního výkonu spalovny při regulaci kvalitních kritérií spalování pro vybraný druh odpadu. [13]



Obrázek 12 Schéma spalovny odpadů [6]

## 4.2 ZEVO

Je velmi mnoho způsobů jak nakládat s odpady. Nejrozšířenějším způsobem je skládkování. Jako druhou nejrozšířenější technologii sloužící k odstranění odpadů můžeme brát jejich energetické využití. První zařízení na energetické využití odpadů (ZEVO) vznikla již na konci devatenáctého století. [14]

Hlavní předností ZEVO je využití energie obsažené v odpadech, což:

- až desetinásobně zmenší objemu odpadu, který by se jinak musel uložit na skládky
- až trojnásobně zmenší jejich hmotnost
- odloučení nebezpečných látek odpadu. [14]

Do ZEVO je komunální odpad dovezen svozovými vozy. Odpady jsou uloženy v bunkru, kde jsou promíchávány speciálními jeřáby a připravují se ke spalování a přemístění do kotle. [15]

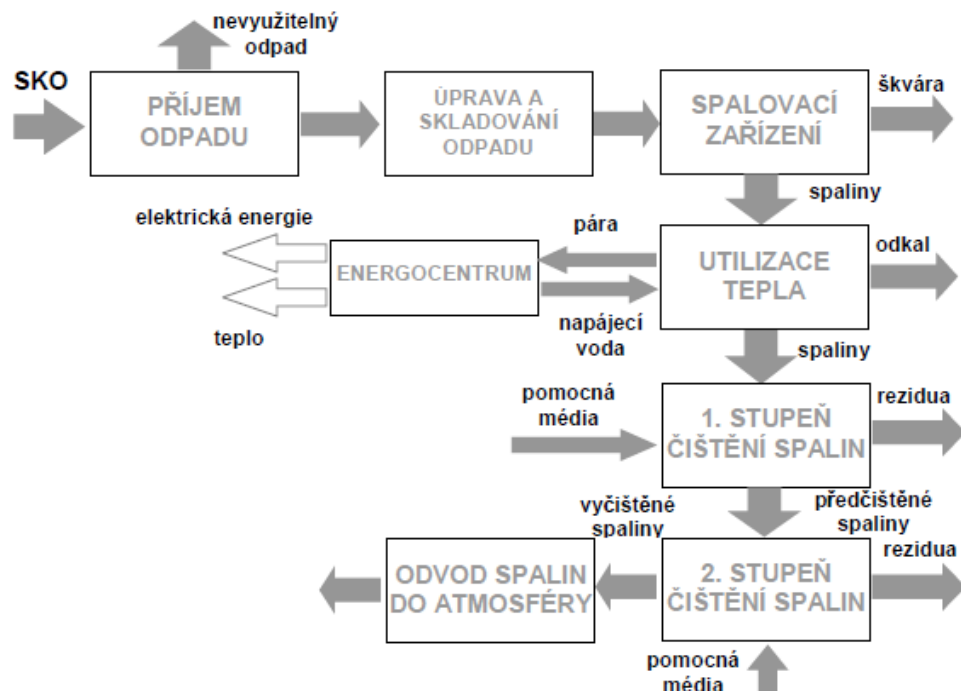
V ohništi odpady hoří při teplotě 850 až 1100 °C. Spalování probíhá zpravidla na roštu, který je provzdušňován, což umožňuje proces hoření. Na roštu je zároveň umožněno posouvání odpadu od vstupu k výstupu z kotle. Komunální odpad hoří sám, bez žádných

činidel umožňujících urychlení hoření, pouze po technologických odstávkách se ZEVO „rozjíždějí“ dočasným spuštěním pomocných hořáků. [15]

Postupným putováním spalin kotlem se spaliny ochlazují na teplotu přibližně 180 až 220 °C. V této fázi se poté vyrábí energie: pára, která vznikne z vody, roztáčí turbínu, ta poté vyrábí elektrickou energii. Horká pára slouží také k výrobě tepelné energie. Elektrická energie putuje do sítě, tepelná například vyhřívá domácnosti. [15]

Ze škváry, která po spalování zbyde, je možné získat čím dál více surovin, což je v poslední době předmětem intenzivního výzkumu. Škváru zbavenou železa a neželezných kovů je poté možno upravit popílkem a využít ke stavebním účelům. [15]

Spaliny, které vzniknou při hoření odpadů, v sobě obsahují velké množství nebezpečných látek, které je zapotřebí odloučit tak, aby nebyly ohroženy lidské životy. V první fázi je odloučen popílek obsahující těžké kovy. Poté následují dioxinový filtr a pračka spalin, ve které se pomocí velkého množství chemických procesů zachycují a stabilizují ostatní škodliviny. Tyto škodliviny jsou nakonec obsažené v tzv. filtračním koláči, který je stabilizovaným nebezpečným odpadem a jako takový se ukládá na skládky nebezpečných odpadů nebo do hlubinných úložišť. [15]



Obrázek 13 Blokové schéma ZEVO [16]



## 5. Možný budoucí vývoj

V budoucnosti se budou státy pravděpodobně snažit o výstavbu spaloven odpadu, ZEVO, třídících center, mechanicko – biologických úpraven a recyklačních fabrik, což povede k omezování množství skládkovaného odpadu. To by mohlo vést k úplnému odstranění skládkování. Výjimku tvoří nebezpečný a nezpracovatelný odpad. Pokud nevznikne nějaký druh dotace od EU, budou se zvyšovat poplatky za svážení komunálního odpadu. Pomohlo by také zvýšení poplatků za skládkování, to ale bohužel nejspíš povede k masivnímu vzniku černých skládek. [17]

Jelikož výstavba a provoz ZEVO jsou velmi náročné, máme v ČR pouze tři tato zařízení (v Praze, Brně a Liberci). Ve srovnání s okolními státy je tento počet velmi malý.

### Současná a plánovaná ZEVO:

- **Hlavní město Praha** – funguje zde zařízení pro energetické využití odpadů ZEVO Malešice.
- **Středočeský kraj** – ve stadiu úvah je záměr Kladna spalovat odpady ve stávajícím energetickém zdroji (kapacita 40–50 tis. tun odpadů).
- **Mladá Boleslav** - uvažovala o výstavbě spalovny odpadů využívající plazmového zdroje. Od neověřené technologie však bylo upuštěno.
- **Jihočeský kraj** – měl dlouhodobě záměr na výstavbu zařízení pro energetické využívání odpadů v Mydlovarech. Nyní se uvažuje i o kombinaci s mechanicko-biologickou úpravou.
- **Plzeňský kraj** – záměr Plzeňské teplárenské společnosti, a. s., energeticky využívat odpady nebo alternativní palivo z nich. V současné době společnost využívá biomasu.
- **Karlovarský kraj** – uvažuje o spalování alternativního paliva vyrobeného z odpadů v elektrárně Tisová. Jde o palivo vyrobené převážně z průmyslových odpadů, projekt tedy není řešením pro směsný zbytkový komunální odpad. Provádějí se provozní zkoušky.
- **Ústecký kraj** – úvahy o výstavbě samostatného zařízení pro energetické využití odpadů pro oblast Mostu, Chomutova a Litvínova byly zveřejněny kolem roku 2000, od té doby se na projektech nepokračuje.
- **Liberecký kraj** – funguje zde spalovna odpadů s energetickým využitím TERMIZO Liberec.

- **Pardubický kraj** – přípravy projektu výstavby zařízení na energetické využití odpadů zde došly nejdál ze všech záměrů: skončily však v roce 2006 ve stadiu po kladně projednané studii EIA a k územnímu rozhodnutí již nedošlo. Pardubický kraj chtěl vybudovat spalovnu o kapacitě 100 000 tun v areálu elektrárny Opatovice.
- **Královéhradecký kraj** – v roce 2008 byl oživen záměr výstavby zařízení na energetické využívání odpadů, který měl původně Pardubický kraj. Tentokrát vyvíjí aktivitu město Hradec Králové a spalovna by mohla být umístěna ve Chvaleticích (elektrárna a významná regionální skládka).
- **Kraj Vysočina** – nechce stavět spalovnu. Vzhledem k blízkosti Brna by se měly odpady odvážet do spalovny SAKO Brno.
- **Jihomoravský kraj** – funguje zde spalovna odpadů s energetickým využitím SAKO Brno a. s.
- **Olomoucký kraj** – nechce stavět spalovnu. Vzhledem k blízkosti Brna by se měly odpady odvážet do spalovny SAKO Brno.
- **Zlínský kraj** – byly zveřejněny úvahy o zařízení na zpracování odpadů s technologií na bázi plazmy. Záměr zatím nepokračuje.
- **Moravskoslezský kraj** – v současnosti je ve stadiu zpracování studie EIA a následně územního rozhodnutí projekt Krajského integrovaného centra, které by vedle různých zařízení na zpracování a využívání odpadů zahrnujlo také spalovnu s energetickým využitím odpadů s kapacitou 200 000 tun za rok. Jde o společný projekt Moravskoslezského kraje a měst a obcí regionu (Ostrava, Havířov, Karviná, Opava, Frýdek Místek), které podepsaly memorandum.[18]

## Závěr

Ve své bakalářské práci jsem se zabýval energetickým využitím odpadů. Ačkoliv je toto téma u veřejnosti nepopulární, je nezbytné se jím zabývat, pro zlepšení budoucnosti lidstva. Jelikož je odpadové hospodářství rozsáhlé odvětví, zabývá se jím velké množství zákonů, nařízení a vyhlášek.

Ze začátku jsem nastínil legislativu týkající se této oblasti. Nedůležitějším zákonem v problematice odpadového hospodářství je zákon č. 229/2014 Sb., ve kterém je mimo jiné i definován samotný termín odpad. Je zde uvedeno i veškeré nakládání s odpadem. Pojem spalovna je vymezen v nařízení vlády č. 206/2006 Sb. V neposlední řadě je zde zákon o ochraně ovzduší č. 87/2014 Sb., kde je vysvětleno co přesně je vlastně znečištění ovzduší. Veškeré emisní limity, které musí spalovny splňovat, aby byl umožněn jejich provoz, je možno najít v nařízení vlády č. 206/2006 Sb.

Jako další jsem uvedl technologie, kterými lze odpady energeticky využít. Jsou jimi spalování odpadů, zplyňování odpadů a výroba paliv. Výhodou těchto technologií je poměrně vysoké snížení původního objemu odpadů a nahrazování fosilních paliv. Jejich obecnou nevýhodou je toxické zatížení ovzduší, vod a půdy. U spalování se bohužel nevyhneme skládkování.

Zařadil jsem do mé práce i situaci s odpady v ČR. Každým rokem ČR vyprodukuje stále větší množství odpadů, což je o důvod víc se zabývat touto problematikou. Největší podíl odpadů je ze stavebnictví, následně je to odpad komunální.

V neposlední řadě ve své práci uvádím rozdělení zařízení pro energetické využívání a popis jejich funkce. Jsou jimi spalovny a ZEVO. Spalovny jsou zařízení určená ke spalování odpadů a jejich následnému energetickému či materiálovému využití. ZEVO jsou velmi komplikovaná zařízení, která pomáhají zmenšovat množství odpadů ukládaných na skládky. Zároveň mohou vyrábět tepelnou a elektrickou energii, která se dále využívá.

Cílem mé práce bylo objasnit problematiku energetického využití odpadů a nastínit možný budoucí vývoj v této oblasti. Když to vezmeme s trochou nadsázky, dal by se odpad považovat za obnovitelný zdroj, neboť se velmi rychle obnovuje. V ČR například ročně přibývá takové množství odpadu, že by se všechny jeho energetické potenciál vyrovnal třem milionům tun hnědého uhlí. Tento odpad je ovšem ve formě plastů, starého nábytku, papíru a jiných odpadů. Pokud takovýto odpad zasypeme hlínou a sutí, nenecháváme tím budoucím generacím zrovna nejlepší odkaz.

K odstranění těchto problémů by mohlo vést například otevření, těžba a energetické využití starých skládek, jak to již některé země dělají. V dnešní době na území ČR schází kapacita pro energetické využití několika milionů tun odpadu ročně. Z velmi těžko nepochopitelných důvodů je upřednostňováno třídění odpadů, přičemž převážná většina z těchto odpadů stejně skončí na skládce, vše za cenu vyšší energetické náročnosti. Například při patnáctiminutovém ohňostroji je do ovzduší uvolněno tolik škodlivých plynů a dioxinů, jako ze spalovny asi za sto let. Dalo by se tedy říct, že spalovny spíše vzduch čistí. Tento fakt se však zdá veřejností opomíjený a spalovny jsou u nás bohužel stále veřejností odmítané. Jak jsem již několikrát zmínil, energetické využití odpadů je tou pravou cestou, kterou by se každý stát měl vydat. Je na nás jaký odkaz našim potomkům zanecháme. [19]

## Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] X Production. SAKO BRNO A.S. *Energetické využití odpadu* [online]. 2013 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.sako.cz/stranka/cz/79/energeticke-vyuzivani-odpadu/>
- [2] INISOFT S.R.O. *Zákon o odpadech* [online]. 2001 [cit. 2015-06-06]. Dostupné z: <http://www.inisoft.cz/strana/zakon-185-2001-sb>
- [3] SAGIT. *Nářizení o stanovení emisních limitů* [online]. 2002 [cit. 2015-06-06]. Dostupné z: <http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?cd=76&typ=r&zdroj=sb02354>
- [4] INISOFT S.R.O. *Zákon o ochraně ovzduší* [online]. 2012 [cit. 2015-06-06]. Dostupné z: <http://www.inisoft.cz/strana/zakon-201-2012-sb>
- [5] EVO KOMOŘANY. *Energetické využití odpadů* [online]. 2015 [cit. 2015-05-28]. Dostupné z: <http://www.evokomorany.cz/index.php/technologie/energeticke-vyuzivani-odpadu>
- [6] ESF,CENIA. *Energetické využití odpadu* [online]. 2013 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: [http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=energeticke\\_vyuziti\\_odpadu&site=odpady](http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=energeticke_vyuziti_odpadu&site=odpady)
- [7] *Spalování* [online]. 2015 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.ekostrazce.cz/texty/spalovani>
- [8] KAŠPAR, Matěj. *ZPLYŇOVÁNÍ BIOMASY A ODPADŮ S KOGENERACÍ POMOCÍ MIKROTURBÍNY*. Brno, 2008. Dostupné také z: [https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=16687](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=16687). Diplomová. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ.
- [9] MORAVIO. *Výroba paliv* [online]. Profi Press s. r. o., 2013 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://odpady-online.cz/odpad-jako-palivo-italska-cesta-take-pro-ceskou-republiku/>
- [10] *Výroba paliv* [online]. 2015 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.ekostrazce.cz/texty/vyroba-paliv>
- [11] TOPINFO S.R.O. *ČR a odpady* [online]. 2015 [cit. 2015-06-04]. Dostupné z: <http://energetika.tzb-info.cz/energie-z-odpadu/11897-spalovny-odpadu-odpad-jako-palivo>
- [12] Spalovna. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2015 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Spalovna>
- [13] SMS CZ S.R.O. *Spalovny odpadů* [online]. 2015 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.smscz.cz/spalovny-odpadu/cz/spalovny/popis-technologie/>
- [14] REGIONÁLNÍ ROZVOJOVÁ AGENTURA PARDUBICKÉHO KRAJE. *ZEVO* [online]. 2015 [cit. 2015-06-03]. Dostupné z: <http://www.rrapk.cz/zivotni-prostredi/ekologicke-vzdelavani-obcanu-pk/komunikace-zpusobu-vyuziti-a-zneskodneni-odpadu/zevo--nepravem-nepopularni-alternativa-vyuziti-odpadu.htm>
- [15] *Odpad je energie* [online]. 2015 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.eu4.cz/isno/index.php?page=1jak-funguje-zevo>
- [16] UCEKAJ, Vladimír. *ZEVO. Moderní technologie pro energetické využití odpadů* [online]. 2015 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&ved=0CD8QFjAF&url=http%3A%2F%2Fwww.zevo-cheb.cz%2Findex.php%2Fke-stazeni%3Fdownload%3D5%3Aprezentace-zevo-technologie&ei=y39kVdyIB4jjU8a7gcAJ&usg=AFQjCNFHOCykD6mz18a4zAltVESnVcUjcg&sig2=jdtpsMZntssWx3rVNj0uYg&bvm=bv.93990622,d.d24>
- [17] ŠINDLER, Vladimír. *Energetické využití odpadu. Budoucnost likvidace odpadu* [online]. 2013 [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: [http://www1.fs.cvut.cz/stretech/2013/sbornik\\_2013/80.pdf](http://www1.fs.cvut.cz/stretech/2013/sbornik_2013/80.pdf)

- [18] STEO. *Zařízení ZEVO* [online]. 2015 [cit. 2015-06-07]. Dostupné z: <http://www.odpadjeenergie.cz/obce/projekty-evo/evo-pro-kazdy-region>
- [19] Viz. můj návrh

## Přílohy

### Příloha A – Vzorec pro výpočet energetické účinnosti

$$\text{Energetická účinnost} = (E_p - (E_f + E_i)) / (0,97 \times (E_w + E_f))$$

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

$E_f$  se rozumí roční energetický vstup do systému z paliv přispívajících k výrobě páry (GJ/rok).

$E_w$  se rozumí roční množství energie obsažené ve zpracovávaných odpadech vypočítané za použití nižší čisté výhřevnosti odpadů (GJ/rok).

$E_i$  se rozumí roční dodaná energie bez  $E_w$  a  $E_f$  (GJ/rok).

0,97 je činitelem energetických ztrát v důsledku vzniklého popela a vyzařování.

Tento vzorec se použije v souladu s referenčním dokumentem o nejlepších dostupných technikách pro spalování odpadů.

Nejnižší požadovaná výše energetické účinnosti pro využívání odpadů způsobem R1

Pro zařízení, která získala souhlas k provozu zařízení před 1. lednem 2009.....0,60  
Pro zařízení, která získala souhlas k provozu zařízení po 31. prosinci 2008.....0,65

**Příloha B - Způsoby využívání odpadů**

Kód	Způsob využívání odpadů
R1	Využití odpadu způsobem obdobným jako paliva nebo jiným způsobem k výrobě energie
R2	Získání/regenerace rozpouštědel
R3	Získání/regenerace organických látek, které se nepoužívají jako rozpouštědla (včetně kompostování a dalších biologických procesů)
R4	Recyklace/znovuzískání kovů a kovových sloučenin
R5	Recyklace/znovuzískání ostatních anorganických materiálů
R6	Regenerace kyselin nebo zásad
R7	Obnova látek používaných ke snížení znečištění
R8	Získání složek katalyzátorů
R9	Rafinace použitých olejů nebo jiný způsob opětovného použití olejů
R10	Aplikace do půdy, která je přínosem pro zemědělství nebo zlepšuje ekologii
R11	Využití odpadů, které vznikly aplikací některého z postupů uvedených pod označením R1 až R10
R12	Úprava odpadů k aplikaci některého z postupů uvedených pod označením R1 až R11
R13	Skladování materiálů před aplikací některého z postupů uvedených pod označením R1 až R12 (s výjimkou dočasného skladování na místě vzniku před sběrem)

**Příloha C – Hodnoty emisních faktorů pro stanovení množství emisí výpočtem při spalování paliv**

Druh paliva	Druh topeniště	Tepelný výkon kotle	Tuhé látky	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	Org. látky *	Jednotka
1	2	3	4	5	6	7	8	9
všechna tuhá mimo černé uhlí a koks	pevný rošt	jakýkoliv	1,0.Ap	19,0.Sp	3,0	45,0	8,90	kg/t spáleného paliva
černé uhlí a koks		jakýkoliv	1,0.Ap	19,0.Sp	1,5	45,0	8,90	
hnědé uhlí, proplástek lignit, brikety	pásový rošt	≤3 MW	1,9.Ap	19,0.Sp	3,0	5,0	1,29	
		>3 MW	1,9.Ap	19,0.Sp	3,0	1,0	0,43	
černé uhlí tříděné a prachové, jiná tuhá paliva		≤3 MW	1,7.Ap	19,0.Sp	3,0	5,0	1,29	
		>3 MW	1,7.Ap	19,0.Sp	7,5	1,0	0,43	



**Příloha D – Skupiny katalogu odpadů**

01	Odpady z geologického průzkumu, těžby, úpravy a dalšího zpracování nerostů a kamene
02	Odpady z prvovýroby v zemědělství, zahradnictví, myslivosti, rybářství a z výroby a zpracování potravin
03	Odpady ze zpracování dřeva a výroby desek, nábytku, celulózy, papíru a lepenky
04	Odpady z kožedělného, kožešnického a textilního průmyslu
05	Odpady ze zpracování ropy, čištění zemního plynu a z pyrolytického zpracování uhlí
06	Odpady z anorganických chemických procesů
07	Odpady z organických chemických procesů
08	Odpady z výroby, zpracování, distribuce a používání nátěrových hmot (barev, laků a smaltů), lepidel, těsnicích materiálů a tiskařských barev
09	Odpady z fotografického průmyslu
10	Odpady z tepelných procesů
11	Odpady z chemických povrchových úprav, z povrchových úprav kovů a jiných materiálů a z hydrometalurgie neželezných kovů
12	Odpady z tváření a z fyzikální a mechanické úpravy povrchu kovů a plastů
13	Odpady olejů a odpady kapalných paliv (kromě jedlých olejů a odpadů uvedených ve skupinách 05 a 12)
14	Odpady organických rozpouštědel, chladiv a hnacích médií (kromě odpadů uvedených ve skupinách 07 a 08)
15	Odpadní obaly, absorpční činidla, čisticí tkaniny, filtrační materiály a ochranné oděvy jinak neurčené
16	Odpady v tomto katalogu jinak neurčené
17	Stavební a demoliční odpady (včetně vytěžené zeminy z kontaminovaných míst)
18	Odpady ze zdravotní nebo veterinární péče a /nebo z výzkumu s nimi souvisejícího (s výjimkou kuchyňských odpadů a odpadů ze stravovacích zařízení, které bezprostředně nesouvisí se zdravotní péčí)
19	Odpady ze zařízení na zpracování (využívání a odstraňování) odpadu, z čištění odpadních vod pro čištění těchto vod mimo místo jejich vzniku a z výroby vody pro spotřebu lidí a vody pro průmyslové účely
20	Komunální odpady (odpady z domácností a podobné živnostenské, průmyslové odpady a odpady z úřadů) včetně složek z odděleného sběru

**Příloha E – Požadavky za zařízení na biologické zpracování bioodpadů**Malá zařízení

- a) Zvolit místo se sklonem svahu maximálně do 3°; zakládku je možno v případě potřeby pokrýt vodonepropustnou textilií nebo kompostovat ve vacích nebo zakládku zastřešit,
- b) Dodržet minimální vzdálenost od povrchových vod (vodní tok, rybník, jezero apod.) 50 m (je nutné zohlednit místní hydrologickou situaci),
- c) Dodržet minimální vzdálenost od zdrojů pitné vody, zdrojů léčivých vod a přírodních minerálních vod 100 m (je nutné zohlednit místní hydrogeologickou situaci),
- d) Zvolit místo mimo aktivní zónu záplavového území v souladu s jiným právním předpisem,
- e) Zabezpečit místo proti vstupu nepovolaných osob a označit (s uvedením informací o kontaktu na provozovatele a provozní době zařízení),
- f) Vést provozní deník.

Kompostárny a další zařízení s procesem kompostování

- a) V případě, že budou v zařízení zpracovávány zemědělské odpady živočišného původu nebo vedlejší živočišné produkty, s výjimkou vytríděných kuchyňských odpadů z kuchyní, jídelen a stravoven a určitých zmetkových potravin, postupuje se v souladu s jiným právním předpisem.
- b) Nezbytným vybavením je:
- zařízení ke sledování teploty,
  - zařízení pro zvlhčování,
  - zařízení pro provzdušňování, překopávání.
- c) Další požadavky jsou stanoveny jiným právním předpisem.

Bioplynové stanice a další zařízení s procesem anaerobní digesce

- a) Požadavky na zařízení, ve kterých jsou zpracovávány vedlejší živočišné produkty, s výjimkou vytríděných kuchyňských odpadů z kuchyní, jídelen a stravoven a určitých zmetkových potravin, jsou stanoveny jiným právním předpisem.
- b) Další požadavky jsou stanoveny jiným právním předpisem.

**Příloha F – Podmínky přijetí výstupu z biologické úpravy na skládku**

Výstup ze zařízení pro mechanicko-biologickou úpravu odpadů, kterým je stabilizovaný bioodpad, může být přijímán bez zkoušek podle přílohy č. 2, pouze pokud vzniká úpravou směsných komunálních odpadů a odpadů jim podobných a za předpokladu splnění parametru stability AT4 uvedeného.

Parametr	Limitní hodnota	Jednotka
spotřeba kyslíku po 4 dnech (AT4)*)	10	mg O <sub>2</sub> /g sušiny

\*) AT4 - test respirační aktivity, testovací metoda pro hodnocení stability bioodpadu na základě měření spotřeby O<sub>2</sub> za 4 dny podle vyhlášky č. 341/2008 Sb.

**Příloha G – Podmínky pro provoz zařízení biologické úpravy odpadu a skládky odpadů**

- a) Plnicí plyny při plnění koksárenských komor je třeba odvádět do surového koksárenského plynu nebo do jiné koksovací komory. Podmínky průběhu operačního cykluje třeba stanovit v provozním řádu.
- b) Zařízení chemických provozů koksoven je třeba zabezpečit proti únikům VOC do

vnějšího ovzduší. Voda z přímého chlazení plynu nesmí být v přímém styku s ovzduším.

- c) Obsah sulfanu v koksárenském plynu na výstupu z chemických provozů nesmí překročit 500 mg/m<sup>3</sup>. Obsah sulfanu se zjišťuje trvale provozním měřením.
- d) Vypouštění koksárenského plynu do ovzduší není dovoleno. Podmínky pro jeho případné řízené spalování v souladu s částí I je třeba stanovit v provozním řádu.
- e) Těsnost dveří koksárenských komor musí být trvale zajištěna pravidelným čištěním, seřizováním, opravami a náhradním způsobem tak, aby nebyly zjevné emise posuzované ze vzdálenosti cca 30 m u více než 10 % dveří komor na strojové i koksové straně, kontrola netěsností a jejich rozsah budou specifikovány v provozním řádu.
- f) Při vytlačování koksu z komor musí být odpadní plyny jímány a zaváděny do odprašovacího zařízení.
- g) Hasicí věže musí být vybaveny přepážkami na snižování emisí. U nových hasicích věží bude jejich minimální výška alespoň 30 m.
- h) Při poruše na odsávání surového koksárenského plynu z bakterií a při nutnosti spalovat jej na flérách musí být zastaveno vytlačování a plnění komor.