

wast en

ODPADY SUROVINY ENERGIE  
NEKONEČNÉ MOŽNOSTI...

# ENERGIE Z ODPADŮ

VÝZVA PRO 21. STOLETÍ

**Autorský kolektiv:**

*Barbora Grycová<sup>1</sup>*

*Jiří Rusín<sup>1</sup>*

*Kateřina Chamrádová<sup>1</sup>*

*Michal Prekop<sup>2</sup>*

*Milan Ipolt<sup>2</sup>*

*Radek Hořeňovský<sup>3</sup>*

**Autoři kapitoly 8.1:**

*Michael Pohořelý<sup>4,5</sup>*

*Michal Jeremiáš<sup>4</sup>*

*Karel Svoboda<sup>4</sup>*

*Siarhei Skoblia<sup>5</sup>*

*Zdeněk Beňo<sup>5</sup>*

WASTen, z.s.  
ISBN 978-80-907944-0-5

---

<sup>1</sup> *Institut environmentálních technologií, VŠB-TU Ostrava*

<sup>2</sup> *Ipolt CZ, inženýrská kancelář*

<sup>3</sup> *WASTen, z.s.*

<sup>4</sup> *Ústav chemických procesů AV ČR, Praha*

<sup>5</sup> *Ústav energetiky & Ústav plynných a pevných paliv a ochrany ovzduší, VŠCHT Praha*



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU



*Dílo bylo zpracováno za finanční podpory Státního programu na podporu úspor energie na období 2017-2021 – Program EFEKT 2 pro rok 2017*

## Obsah

1. Úvod .....	5
1.1. Základní dělení odpadů .....	5
1.2. Odpady použitelné k energetickému využití .....	6
1.3. Rozdělení komunálních odpadů .....	8
1.4. Stávající technologie nakládání s komunálními odpady.....	9
1.5. Moderní, dostupné technologie pro nakládání s odpady .....	9
2. Legislativa odpadového hospodářství v EU a její porovnání s legislativou v ČR - kde jsme a kam směřujeme.....	12
2.1 Legislativa podle jejich určení.....	12
<i>Zákony</i> .....	12
<i>Evropské předpisy</i> .....	16
2.2 Důležité termíny, terminologie .....	18
2.3 Statistické údaje produkce a využití odpadů.....	22
2.4 Cíle a limity produkce odpadů.....	28
3. Energetické využití odpadu .....	32
3.1 Co považujeme za energetické využití .....	32
3.2 Odpady vhodné k energetickému využití a k dalšímu využití .....	33
3.3 Určení výhřevnosti.....	36
3.4 Další charakteristiky určující využitelnost odpadů .....	38
3.5 Obecně potřebná úprava komunálních odpadů před jejich energetickým využitím .....	38
3.6 Blokové schéma technologického toku.....	39
4. Množství a typy odpadů .....	40
4.1 Předpokládaný postup lokalizace technologie pro energetické využití odpadů.....	42
5. Projektová příprava závodu energetického využití, ve vztahu k legislativě .....	42
6. Efektivní metody určení skladby odpadů a jejich energetické využitelnosti.....	42
6.1 Metody určení skladby .....	42
6.2 Provedené rozbory .....	43
6.3 Charakteristiky skladeb odpadů .....	51
7. Komunální odpad jako zdroj energie.....	51
7.1 Obecně .....	51
7.2 Alternativní palivo .....	51
8. Nové technologie pro výrobu energie z komunálních odpadů .....	57
8.1 Zplyňování .....	57

8.2	Fermentace.....	62
8.3	Depolymerizace .....	68
8.4	Produkty technologií .....	72
9.	Doporučení k možnostem financování vývoje moderních technologií na energetické využití odpadů .....	75
9.1	Aktuální stav aplikovaného výzkumu v ČR .....	75
9.2	Podpora projektů na VaV v oblasti energetického využití odpadů .....	84
9.3	Možnosti fiskální podpory zavádění inovací do sektoru energetického zpracování odpadů 107.....	107
	Přílohy.....	109
	Zdroje .....	111

## 1. Úvod

Předložená publikace se zabývá shrnutím stávajících využití komunálních odpadů jako zdroje energie. Hlavním cílem je pak pojmenovat stávající a nastítnit moderní a plánované technologie, které by zajistily zpracování odpadů, využití pro energetické účely a zabezpečení dodržení legislativních požadavků týkajících se životního prostředí.

Česká republika se vyznačuje poměrně vysokou produkcí komunálního i průmyslového odpadu, kdy podstatná část odpadů je stále skládkována. Podle připravovaného zákona o odpadech má být do konce roku 2024 ukončeno skládkování odpadů s výhřevností vyšší než 4 MJ.

### 1.1. Základní dělení odpadů

Uváděné rozdělení odpadů je v souladu s Vyhláškou č. 93/2016 Sb, o Katalogu odpadů.

Tabulka 1 Rozdělení odpadů dle Vyhlášky č. 93/2016 Sb.

1	Odpady z geologického průzkumu, těžby, úpravy a dalšího fyzikálního a chemického zpracování nerostů a kamene
2	Odpady z prvovýroby v zemědělství, zahradnictví, myslivosti, rybářství, lesnictví a z výroby a zpracování potravin
3	Odpady ze zpracování dřeva a výroby desek, nábytku, celulózy, papíru a lepenky
4	Odpady z kožedělného, kožešnického a textilního průmyslu
5	Odpady ze zpracování ropy, čištění zemního plynu a z pyrolytického zpracování uhlí
6	Odpady z anorganických chemických procesů
7	Odpady z organických chemických procesů
8	Odpady z výroby, zpracování, distribuce a používání nátěrových hmot (barev, laků a smaltů), lepidel, těsnících materiálů a tiskařských barev
9	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

Tabulka 2 Rozdělení odpadů dle Vyhlášky č. 93/2016 Sb. - POKRAČOVÁNÍ

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 nesouvisejí se zdravotní péčí)
19	Odpady ze zařízení na zpracování (využívání a odstraňování) odpadu, z čistíren 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

Zdroj: Vyhláška č. 93/2016 Sb.

## 1.2. Odpady použitelné k energetickému využití

Tabulka 3 Odpady použitelné k energetickému využití

<b>Odpady ze zemědělství, zahradnictví, rybářství, lesnictví, myslivosti a z výroby a zpracování potravin</b>	
02 01 03	Odpad rostlinných pletiv
02 01 04	Odpadní plasty
02 01 07	Odpady z lesnictví
02 03 04	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování
02 05 01	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování
02 06 01	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování
<b>Odpady ze zpracování dřeva a výroby desek, nábytku, celulózy, papíru a lepenky</b>	
03 01 01	Odpadní kůra a korek
03 01 05	Piliny, hobliny, odřezky, dřevo, dřevotřískové desky a dýhy, neuvedené pod číslem 03 01 04
03 03 01	Odpadní kůra a dřevo
03 03 07	Mechanicky oddělený výmět z rozvlákňování odpadního papíru a lepenky
03 03 08	Odpady ze třídění papíru a lepenky určené k recyklaci
<b>Odpady z kožedělného, kožešnického a textilního průmyslu</b>	
04 01 01	Odpadní kličovka a štípenka
04 02 09	Odpady z kompozitních tkanin (impregnované tkaniny, elastomer, plastomer)
04 02 21	Odpady z nezpracovaných textilních vláken
04 02 22	Odpady ze zpracovaných textilních vláken
<b>Odpady z organických chemických procesů</b>	
07 01 99	Odpady jinak blíže neurčené-pouze plastové obaly znečištěné potravinářskými oleji
07 02 13	Plastový odpad
<b>Odpady z fotografického průmyslu</b>	
09 01 07	Fotografický film a papír obsahující stříbro nebo sloučeniny stříbra
09 01 08	Fotografický film a papír neobsahující stříbro nebo sloučeniny stříbra
<b>Odpady z tváření a z fyzikální a mechanické povrchové úpravy kovů a plastů</b>	
12 01 05	Plastové hobliny a třísky
<b>Odpadní obaly; absorpční činidla, čisticí tkaniny, filtrační materiály a ochranné oděvy jinak neurčené</b>	
15 01 01	Papírové a lepenkové obaly
15 01 02	Plastové obaly
15 01 03	Dřevěné obaly
15 01 05	Kompozitní obaly
15 01 06	Směsné obaly
15 01 09	Textilní obaly

Tabulka 4 Odpady použitelné k energetickému využití - POKRAČOVÁNÍ

15 02 03	Absorpční činidla, filtrační materiály, čisticí tkaniny a ochranné oděvy neuvedené pod číslem 15 02 02
<b>Odpady v tomto katalogu jinak neurčené</b>	
16 01 19	Plasty
16 01 99	Odpady jinak blíže neurčené (pouze papír a textil z autovraků)
16 03 06	Organické odpady neuvedené pod číslem 16 03 05
<b>Stavební a demoliční odpady (včetně vytěžené zeminy z kontaminovaných míst)</b>	
17 02 01	Dřevo
17 02 03	Plasty
17 02 04*	Sklo, plasty a dřevo obsahující nebezpečné látky nebo nebezpečnými látkami znečištěné (pouze železniční pražce)
<b>Odpady ze zdravotnictví a veterinární péče nebo z výzkumu s nimi souvisejícího (s výjimkou kuchyňských odpadů a odpadu ze stravovacích zařízení, které se zdravotnictvím bezprostředně nesouvisí)</b>	
18 01 03*	Odpady, na jejichž sběr a odstraňování jsou kladeny zvláštní požadavky s ohledem na prevenci infekce (pouze pleny a plenkové kalhotky)
18 01 04	Odpady, na jejichž sběr a odstraňování nejsou kladeny zvláštní požadavky s ohledem na prevenci infekce (např. obvazy, sádrové obvazy, prádlo, oděvy na jedno použití, pleny)
<b>Odpady ze zařízení na zpracování (využívání a odstraňování) odpadu, z čistíren odpadních vod pro čištění těchto vod mimo místo jejich vzniku a z výroby vody pro spotřebu lidí a vody pro průmyslové účely</b>	
19 08 01	Shrabky z česlí (max. vlhkost 32 %)
19 12 01	Papír a lepenka
19 12 04	Plasty a kaučuk
19 12 06*	Dřevo obsahující nebezpečné látky
19 12 07	Dřevo neuvedené pod číslem 19 12 06
19 12 08	Textil
19 12 10	Spalitelný odpad (palivo vyrobené z odpadu)
19 12 12	Jiné odpady (včetně směsí materiálů) z mechanické úpravy odpadu neuvedené pod číslem 19 12 11
<b>Komunální odpady (odpady z domácností a podobné živnostenské, průmyslové odpady a odpady z úřadů), včetně složek z odděleného sběru</b>	
20 01 01	Papír a lepenka
20 01 10	Oděvy
20 01 11	Textilní materiály
20 01 37*	Dřevo obsahující nebezpečné látky
20 01 38	Dřevo neuvedené pod číslem 20 01 37
20 01 39	Plasty
20 02 01	Biologicky rozložitelný odpad
20 03 01	Směsný komunální odpad
20 03 02	Odpad z tržišť
20 03 03	Uliční smetky
20 03 07	Objemný odpad
20 03 99	Komunální odpady jinak blíže neurčené - pouze podobné živnostenské průmyslové odpady a odpady z úřadů

Zdroj: OZO Ostrava, 2016

Výše uvedené odpady jsou specifické tím, že OZO Ostrava zpracovává za účelem získání alternativního paliva již částečně upravené, resp. tříděné odpady, na jeho linku tedy nejde klasický směsný komunální odpad. A i tento materiál prochází linkou, která jej upravuje na konečné požadavky.

Odpady určené k energetickému využití se zásadně dělí na dvě skupiny:

- a) odpady, u kterých je základním cílem jejich odstranění - spalovny
- b) odpady, u kterých se využívá jejich energetického potenciálu k získání nových energií - především elektrické a tepelné energie



Obecně tedy můžeme konstatovat, že odpady jsou nejen surovinou, ale také velmi významným zdrojem energie. Odpadem tak lze částečně nahradit výrobu tepla nebo i elektřiny, které by se jinak musely vyrobit spalováním fosilních paliv. Na druhou stranu ušetříme nemalé prostředky na budování nových skládek, resp. prodloužíme využívání stávajících. Musíme tedy najít rozumnou rovnováhu mezi požadavky legislativními, ekonomickými a ekologickými.

V současnosti se jeví jako nejvhodnějším využití energetického potenciálu odpadů v technologiích, které odpady nespalují klasickým způsobem.

V současnosti v ČR nemáme dostatek zařízení pro energetické využívání odpadů. Řada projektů na jejich výstavbu totiž naráží na obecný odpor veřejnosti. 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. Pro srovnání, v ČR se ročně vytěží cca 45 mil. t hnědého uhlí a cca 12 mil. t černého uhlí.

Spalovat odpady 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. Ty, i když z větší části vyčištěné, unikají do ovzduší anebo zůstávají v popelu, který se někde musí uložit. Ani z hlediska hierarchie nakládání s odpady není spalování odpadů žádná velká výhra. I přesto se v ČR energeticky využívá více než 3 % z celkové produkce odpadů. Je tedy zcela jistě naším cílem využívat technologie, které by odpady energeticky využívaly, ale neměly by negativní dopravy jako spalovny. (částečně zdroj [www](#))

### 1.3. Rozdělení komunálních odpadů

Vydeme-li z dostupných informací, zkušeností inženýrských firem a provedeného zkušebního třídění komunálního odpadu, zjistíme, že "běžný" komunální odpad ze svozových oblastí obsahuje tyto složky:

- plasty
- nápojové obaly
- polystyren
- dřevo
- papír
- sklo
- textil a kůže
- elektroodpad
- kovy
- bioodpad
- drobná frakce cca 0-4 mm

Podíl jednotlivých složek je ovlivněn tím, zda je odpad z městské či vesnické zástavby a ročním obdobím. Nebezpečný odpad se vyskytuje zcela v zanedbatelném množství.

Při porovnání s tabulkou základní skladby odpadu dle vyhlášky vidíme, že komunální sféra produkuje jen menší část škály odpadů. Ostatní odpady pocházejí tedy z výroby a skládkách komunálního odpadu se neobjeví. Část z nich je využita přímo ve výrobě jako druhotné suroviny, část jde na speciální skládky. Jejich energetické využití pak záleží především na jejich původci.

## 1.4. Stávající technologie nakládání s komunálními odpady

V současnosti jsou využívány běžně tyto technologie:

- skládkování
- spalování ve spalovnách
- primární separace - papír, plasty, sklo, Fe, neFe, TetraPack
- třídění primárně separovaných odpadů - papír a plasty
- výroba alternativního paliva
- zpracování plastů k opakovanému využití - PET, HDPE atd.
- zpracování papíru na recyklovaný papír
- zpracování TetraPack na stavební desky a v papírnách
- metalurgie - kovy a nekovy
- sklo ve sklářském průmyslu
- bioodpad - bioplynové stanice, kompostárny

## 1.5. Moderní, dostupné technologie pro nakládání s odpady

Mezi nové technologie můžeme počítat i tyto výše uvedené:

a) výroba alternativního paliva - v současnosti používané technologie separují dané odpady od nežádoucích příměsí, drtí je na požadovanou frakci a předávají zákazníkovi. Zákazníkem jsou převážně cementárny, které tím šetří vysoké procento původního paliva a navíc příměsí v palivu mají i příznivý vliv na konečnou kvalitu cementu.

Nové technologie se více zaměřují na využití celého potenciálu komunálních odpadů, tzn. i na biosložku a na výslednou peletizaci, který umožňuje využití alternativního paliva i v kotlech elektráren, tepláren apod. Jedná se tu např. o vysokorychlostní drcení odpadu, kde je výslednou drtí jakási "vata", která umožňuje jednoduchou peletizaci a navíc je touto metodou možné eliminovat i biologické vlivy odpadu.

Peletizace je poměrně drahým způsobem úpravy odpadu, protože je energeticky a provozně velmi náročná. Nové metody drcení tyto náklady snižují.

Obrázek 1 Linka výroby alternativního paliva



Zdroj: Ipolt, 2017

b) bioplynová stanice - převážné množství instalovaných bioplynových stanic v ČR je určena ke zpracování zemědělských produktů a cíleně pěstovaných plodin a nejsou vhodné pro zpracování komunálních odpadů. Průmyslové bioplynové stanice, které jsou určeny pro komunální odpady, pracují v návaznosti na separační lince, která oddělí biosložku. Ta je pak spolu s provozní vodou namíchána na potřebnou konzistenci a jde do fermentoru - jsou používány především rourové horizontální s centrálním mícháním nebo vertikální věžové s aeračním mícháním. Nevhodnými se jeví velkopřůměrové nádrže. Otázkou je zde využití a použití konečného digestátu, které je závislé na obsahu nežádoucích látek.

Obrázek 2 Průmyslová bioplynová stanice



Zdroj: Ipol, 2017

c) depolymerizace - jedná se technologii tepelného rozkladu uhlíkatých látek. Teoreticky je touto technologií možné zpracovat, kromě inertu, Fe a skla, všechny složky komunálního odpadu. Každá složka odpadu má jiný energetický potenciál, a proto je také její zpracování depolymerizací, pro každou tuto složku jinak ekonomicky výhodné. Ekonomicky nejvhodnějšími se jeví, dle zkušeností výrobců a inženýrských firem, zpracování jedno druhových plastů a pneumatik. Jestliže však na prvním místě nebude hledisko ekonomické, ale požadavek na odstranění odpadu, je depolymerizace vhodná všude. Produkty procesu depolymerizace jsou:

- pyrolýzní plyn
- pyrolýzní olej
- odpadní uhlík

Pyrolýzní plyn vznikne jako primární produkt depolymerizačního procesu

Základní technologický postup při depolymerizaci:

- příprava materiálu - drcení, separace nevhodných příměsí, komprimace
- plnění retorty
- zahřívání v depolymerizační komoře
- jímání a kondenzace plynu
- případné čištění plynu
- jímání oleje
- zpracování plynu a oleje
- chlazení a odvod uhlíku

Obrázek 3 Depolymerizační jednotka Svatý Ján n/M.



Zdroj: Ipol, 2017

d) halová kompostárna - tato fermentační technologie kombinuje zpracování biofrakce komunálního odpadu ve fermentačních uzavřených boxech s manipulací na běžné figuře kompostu, zároveň je jímán bioplyn a spalován v kogeneračních jednotkách. Délka fermentačního cyklu v boxech je cca 4-5 týdnů. Vrata boxů jsou vzduchotěsná, kyslík je z vnitřního prostředí odstraněn pomocí recirkulační větve kogenerační jednotky. Materiál je pak uvnitř fermentoru zkrápěn perkolátem a dochází tím k aplikaci rozkladných mikroorganismů a startuje se proces anaerobní fermentace. Vytápění boxů je zajištěno pomocí zbytkového tepla z kogenerační jednotky.

Obrázek 4 Halová kompostárna



Zdroj: Ipol, 2017

## 2. Legislativa odpadového hospodářství v EU a její porovnání s legislativou v ČR - kde jsme a kam směřujeme

### 2.1 Legislativní předpisy podle jejich určení

#### Zákony

##### *Energetické využití odpadů spalováním*

- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů
- Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů (zákon o obalech)
- Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší

##### *Energetické využití odpadů ostatní*

- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů
- Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů (zákon o obalech)

#### *Skládkování*

- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů
- Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů (zákon o obalech)

##### *Mechanická a biologická úprava odpadů*

- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů
- Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů (zákon o obalech)

##### *Energetické zpracování biologického odpadu*

- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů

##### *Materiálové zpracování odpadu*

- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů
- Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů (zákon o obalech)

## *Ostatní*

- Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)
- Zákon č. 157/2009 Sb., o nakládání s těžebním odpadem a o změně některých zákonů
- Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí)
- Zákon č. 350/2011, o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon)
- Zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci)
- Zákon č. 25/2008 Sb., o integrovaném registru znečišťování životního prostředí a integrovaném systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí a o změně některých zákonů
- Zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojištění odpovědnosti z provozu vozidla), ve znění zákona č. 307/1999 Sb.
- Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí
- Zákon České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny
- Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
- Zákon č. 123/1998 Sb., o právu na informace o životním prostředí
- Zákon č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím
- Zákon České národní rady č. 388/1991 Sb., o Státním fondu životního prostředí české republiky
- Zákon České národní rady č. 282/1991 Sb., o České inspekci životního prostředí a její působnosti v ochraně lesa

## *Vyhlášky*

### *Energetické využití odpadů spalováním*

- Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady
- 294/2005 Sb. Vyhláška o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady

### *Energetické využití odpadů ostatní*

#### *Skládkování*

- Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady
- Vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady
- Vyhláška č. 352/2005 Sb., o podrobnostech nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady a o bližších podmínkách financování nakládání s nimi (vyhláška o nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady)

- Vyhláška č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady)
- Vyhláška č. 352/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady z autovraků, vybraných autovraků, o způsobu vedení jejich evidence a evidence odpadů vznikajících v zařízeních ke sběru a zpracování autovraků a o informačním systému sledování toků vybraných autovraků (o podrobnostech nakládání s autovraky)
- Vyhláška č. 428/2009 Sb., o provedení některých ustanovení zákona o nakládání s těžebním odpadem
- Vyhláška č. 429/2009 Sb., o stanovení náležitostí plánu pro nakládání s těžebním odpadem včetně hodnocení jeho vlastností a některých dalších podrobností k provedení zákona o nakládání s těžebním odpadem
- Vyhláška č. 428/2009 Sb., o provedení některých ustanovení zákona o nakládání s těžebním odpadem
- 170/2010 Sb. Vyhláška o bateriích a akumulátorech a o změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů“
- 294/2005 Sb. Vyhláška o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady
- 321/2014 Sb. Vyhláška o rozsahu a způsobu zajištění odděleného soustředování složek komunálních odpadů
- 437/2016 Sb. Vyhláška o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady a změně vyhlášky č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady)
- 437/2016 Sb. Vyhláška o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady a změně vyhlášky č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady)
- Vyhláška č. 99/1992 Sb. Vyhláška Českého báňského úřadu o zřízení, provozu, zajištění a likvidaci zařízení pro ukládání odpadů v podzemních prostorech

### *Mechanická a biologická úprava odpadů*

- Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady
- Vyhláška č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich

využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady)

- Vyhláška č. 429/2009 Sb., o stanovení náležitostí plánu pro nakládání s těžebním odpadem včetně hodnocení jeho vlastností a některých dalších podrobností k provedení zákona o nakládání s těžebním odpadem

### *Energetické zpracování biologického odpadu*

- Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady
- Vyhláška č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady)
- 437/2016 Sb. Vyhláška o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady a změně vyhlášky č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady)

### *Materiálové zpracování odpadu*

- Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady
- Vyhláška č. 352/2005 Sb., o podrobnostech nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady a o bližších podmínkách financování nakládání s nimi (vyhláška o nakládání s elektrozařízeními a elektroodpady)
- Vyhláška č. 352/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady z autovraků, vybraných autovraků, o způsobu vedení jejich evidence a evidence odpadů vznikajících v zařízeních ke sběru a zpracování autovraků a o informačním systému sledování toků vybraných autovraků (o podrobnostech nakládání s autovraky)
- 170/2010 Sb. Vyhláška o bateriích a akumulátorech a o změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů“
- 170/2010 Sb. Vyhláška o bateriích a akumulátorech a o změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů“
- 248/2015 Sb. Vyhláška o podrobnostech provádění zpětného odběru pneumatik



## *Ostatní*

- Vyhláška č. 384/2001 Sb., o nakládání s polychlorovanými bifenyly, polychlorovanými terfenyly, monometyltetrachlordifenylmetanem, monometyldichlordifenylmetanem, monometyldibromdifenyl-metanem a veškerými směsmi obsahujícími kteroukoliv z těchto látek v koncentraci větší než 50 mg/kg (o nakládání s PCB)
- Vyhláška č. 374/2008 Sb., o přepravě odpadů a o změně vyhlášky č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů (Katalog odpadů), ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 116/2002 Sb., o způsobu označování vratných zálohovaných obalů
- Vyhláška č. 641/2004 Sb., o rozsahu a způsobu vedení evidence obalů a ohlašování údajů z této evidence
- Vyhláška č. 237/2002 Sb., o podrobnostech způsobu provedení zpětného odběru některých výrobků
- Vyhláška č. 163/2012 Sb., o zásadách správné laboratorní praxe
- 93/2016 Sb. Vyhláška o Katalogu odpadů
- 94/2016 Sb. Vyhláška o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů
- 352/2014 Sb. Nařízení vlády o Plánu odpadového hospodářství České republiky pro období 2015–2024
- Vyhláška č. 415/2012 Sb. Vyhláška o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší
- 111/2002 Sb. Nařízení vlády, kterým se stanoví výše zálohy pro vybrané druhy vratných zálohovaných obalů
- 377/2016 Sb. o požadavcích na bezpečné nakládání s radioaktivním odpadem a o vyřazování z provozu jaderného zařízení nebo pracoviště III. nebo IV. kategorie

## *Evropské předpisy*

### *Energetické využití odpadů spalováním*

- Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic

### *Energetické využití odpadů ostatní*

- Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic

### *Skládkování*

- Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic
- Směrnice Rady 1999/31/ES o skládkách odpadů

### *Mechanická a biologická úprava odpadů*

- Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic

### *Energetické zpracování biologického odpadu*

- Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic

### *Materiálové zpracování odpadu*

- Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/53/ES o vozidlech s ukončenou životností
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/19/EU o odpadních elektrických a elektronických zařízeních (OEEZ) (přepracované znění)
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/66/ES o bateriích a akumulátorech a odpadních bateriích a akumulátorech a o zrušení směrnice 91/157/EHS
- Nařízení Rady (EU) č. 333/2011, kterým se stanoví kritéria vymezující, kdy určité typy kovového šrotu přestávají být odpadem ve smyslu směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES
- Nařízení Komise (EU) č. 1179/2012, kterým se stanoví kritéria vymezující, kdy skleněné střeby přestávají být odpadem ve smyslu směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES
- Nařízení Komise (EU) č. 715/2013, kterým se stanoví kritéria vymezující, kdy měděný šrot přestává být odpadem ve smyslu směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES

### *Ostatní*

- Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic
- Směrnice Rady o ochraně životního prostředí a zejména půdy při používání kalů z čistíren odpadních vod v zemědělství (86/278/EHS)
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 94/62/ES ze dne 20. prosince 1994 o obalech a obalových odpadech
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2011/65/EU o omezení používání některých nebezpečných látek v elektrických a elektronických zařízeních (přepracování)
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1013/2006 o přepravě odpadů
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/21/ES o nakládání s odpady z těžebního průmyslu a o změně směrnice 2004/35/ES
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 2150/2002 o statistice odpadů

## 2.2 Důležité termíny, terminologie

V následující tabulce č. 3 jsou uvedeny základní pojmy, které se vztahují k odpadovému hospodářství. První část tabulky poskytuje přehled druhů odpadů a jejich charakteristiku tak dle Zákona o odpadech (Zákon č. 185/2001 Sb.). U jednotlivých druhů odpadů jsou dále uváděny cíle a limity, které má Česká Republika dle Evropské legislativy dosáhnout. Uváděné limity vychází ze závazné části Plánu odpadového hospodářství České republiky pro období 2015-2024, tj. z Nařízení vlády č. 352/2014 Sb.

Tabulka 5 Termíny

Pojem	Definice	Limity/cíle
<b>Druhy odpadů</b>		
Biologicky rozložitelný odpad	jakýkoli odpad, který podléhá aerobnímu nebo anaerobnímu rozkladu	Snižet maximální množství biologicky rozložitelných komunálních odpadů ukládaných na skládky tak, aby podíl této složky činil v roce 2020 nejvíce 35 % hmotnostních z celkového množství biologicky rozložitelných komunálních odpadů vyprodukovaných v roce 1995.
Biologický odpad	biologicky rozložitelný odpad ze zahrad a veřejné zeleně, potravinářský a kuchyňský odpad z domácností, restaurací, stravovacích nebo maloobchodních zařízení a srovnatelný odpad ze zařízení potravinářského průmyslu	
Elektroodpad	elektrozařízení, které se stalo odpadem, včetně komponentů, konstrukčních dílů a spotřebních dílů, které v tom okamžiku jsou součástí zařízení	<p>a) Dosahovat vysoké úrovně tříděného sběru odpadních elektrických a elektronických zařízení.</p> <p>Do 31. prosince 2015 dosáhnout úrovně tříděného sběru odpadních elektrických a elektronických zařízení na jednoho občana za kalendářní rok v hodnotě uvedené v <a href="#">tabulce 6</a>.</p> <p>V letech 2016-2021 dosáhnout minimálních úrovní sběru odpadních elektrických a elektronických zařízení uvedených v <a href="#">tabulce 7</a>.</p> <p>b) Zajistit vysokou míru využití, recyklace a přípravy k opětovnému použití elektroodpadu.</p> <p>V letech 2015-2018 dosáhnout požadovaných % využití, recyklace a přípravy k opětovnému použití z celkové hmotnosti zpracovávaného elektroodpadu na sebraných odpadních elektrických a elektronických zařízeních viz <a href="#">tabulka 8</a>.</p> <p>Od roku 2018 dosáhnout požadované míry (%) využití, recyklace a přípravy k opětovnému použití na celkové hmotnosti zpracovávaného elektroodpadu (sebraných odpadních elektrických a elektronických zařízení) viz <a href="#">tabulka 9</a>.</p>

kal	<p>1. kal z čistíren odpadních vod zpracovávajících městské odpadní vody nebo odpadní vody z domácností a z jiných čistíren odpadních vod, které zpracovávají odpadní vody stejného složení jako městské odpadní vody a odpadní vody z domácností, a to i v případě, že čistírny odpadních vod zpracovávají také biologicky rozložitelné odpady na základě rozhodnutí krajského úřadu, kterým je udělen souhlas k provozování zařízení pro nakládání s odpady a s jeho provozním řádem, nebo biologicky rozložitelné odpady spadající do působnosti nařízení o vedlejších produktech živočišného původu</p> <p>2. kal ze septiků sloužících k čištění odpadních vod z domácností před jejich vypouštěním do vod povrchových nebo podzemních,</p> <p>3. kal z čistíren odpadních vod zpracovávajících odpadní vody a materiály, které svými vlastnostmi odpovídají odpadním vodám a materiálům podle bodu 1, zejména odpadní vody a materiály, které mají původ v potravinářském průmyslu a zemědělství,</p>	Podporovat technologie využívání kalů z čistíren komunálních odpadních vod.
komunální odpad	veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob a který je uveden jako komunální odpad v Katalogu odpadů, s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání	<p>a) Do roku 2015 zavést tříděný sběr minimálně pro odpady z papíru, plastů, skla a kovů.</p> <p>b) Do roku 2020 zvýšit nejméně na 50 % hmotnosti celkovou úroveň přípravy k opětovnému použití a recyklaci alespoň u odpadů z materiálů jako je papír, plast, kov, sklo, pocházejících z domácností, a případně odpady jiného původu, pokud jsou tyto toky odpadů podobné odpadům z domácností.</p>
nebezpečný odpad	odpad vykazující jednu nebo více nebezpečných vlastností uvedených v příloze přímo použitelného předpisu Evropské unie o nebezpečných vlastnostech odpadů ( <a href="http://www.caoh.cz/data/article/narizeni1357-2014.pdf">http://www.caoh.cz/data/article/narizeni1357-2014.pdf</a> )	<p>a) Snižovat měrnou produkci nebezpečných odpadů.</p> <p>b) Zvyšovat podíl materiálů využitých nebezpečných odpadů.</p> <p>c) Minimalizovat negativní účinky při nakládání s nebezpečnými odpady na lidské zdraví a životní prostředí.</p> <p>d) Odstranit staré zátěže, kde se nacházejí nebezpečné odpady.</p>

Obaly a obalové odpady		<p>a) Zvýšit celkovou recyklaci obalů na úroveň 70 % do roku 2020.</p> <p>b) Zvýšit celkové využití odpadů z obalů na úroveň 80 % do roku 2020.</p> <p>c) Zvýšit recyklaci plastových obalů na úroveň 50 % do roku 2020.</p> <p>d) Zvýšit recyklaci kovových obalů na úroveň 55 % do roku 2020.</p> <p>e) Dosáhnout 55 % celkového využití prodejních obalů určených spotřebiteli do roku 2020.</p> <p>f) Dosáhnout 50 % recyklace prodejních obalů určených spotřebiteli do roku 2020.</p> <p>Dosáhnout cílů uvedených v <a href="#">tabulce 10</a>.</p>
odpad	každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit	
Odpadní baterie a akumulátory	baterií nebo akumulátorem - zdroje elektrické energie generované přímou přeměnou chemické energie, které se skládají z jednoho nebo více primárních článků neschopných opětovného nabití nebo z jednoho nebo více sekundárních článků schopných opětovného nabití	<p>Zvýšit úroveň tříděného sběru odpadních přenosných baterií a akumulátorů.</p> <p>V letech 2015-2016 dosáhnout požadovaných úrovní tříděného sběru odpadních přenosných baterií a akumulátorů. Viz <a href="#">tabulka 11</a>.</p>
Odpadní oleje	Jakékoliv minerální nebo syntetické mazací nebo průmyslové oleje, které se staly nevhodnými pro použití, pro které byly původně zamýšleny, zejména upotřebené oleje ze spalovacích motorů a převodové oleje a rovněž minerální nebo syntetické mazací oleje, oleje pro turbíny a hydraulické oleje	Zvyšovat materiálové a energetické využití odpadních olejů.
Odpady ze zdravotnické a veterinární péče	Do této kategorie náleží odpady uvedené v kategorii 18, dle Katalogu odpadů. <a href="https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-93">https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-93</a>	Minimalizovat negativní účinky při nakládání s odpady ze zdravotnické a veterinární péče na lidské zdraví a životní prostředí.
Pneumatiky	Pneumatikou se pro účely této části zákona rozumí pružná součást sestavy kola, která je z přírodního nebo syntetického kaučuku a vyztužujících materiálů bez ráfku, s výjimkou kola k použití na zařízeních tažených či tlačných pěšky jdoucí osobou, na jízdních kolech a na osobních zdravotnických prostředcích či rehabilitačních a kompenzačních pomůckách	<p>výšit úroveň tříděného sběru odpadních pneumatik.</p> <p>Dosáhnout požadované úrovně sběru pneumatik viz <a href="#">tabulka 12</a>.</p>

Směsný komunální odpad	Směsný komunální odpad je odpad zařazený dle Katalogu odpadů pod kód 200301 a pro účely stanovení cíle jde o zbytkový odpad po vytrídění materiálově využitelných složek, nebezpečných složek a biologicky rozložitelných odpadů, které budou dále přednostně využity.	Směsný komunální odpad (po vytrídění materiálově využitelných složek, nebezpečných složek a biologicky rozložitelných odpadů) zejména energeticky využívat v zařízeních k tomu určených v souladu s platnou legislativou.
Stavební a demoliční odpady	<i>Do této kategorie náleží odpady uvedené v kategorii 17, dle Katalogu odpadů.</i> <a href="https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-93">https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-93</a>	Zvýšit do roku 2020 nejméně na 70 % hmotnosti míru přípravy k opětovnému použití a míru recyklace stavebních a demoličních odpadů
Vozidla s ukončenou životností (autovraky)	každé úplné nebo neúplné motorové vozidlo, které bylo určeno k provozu na pozemních komunikacích pro přepravu osob, zvířat nebo věcí (dále jen "vozidlo") a stalo se odpadem.	Dosahovat vysoké míry využití při zpracování autovraků.  V roce 2015 a dále dosáhnout požadovaných % pro využití, recyklaci a opětovné použití při zpracování vybraných vozidel s ukončenou životností (vybraných autovraků) viz <a href="#">tabulka 13</a> .
<b>Obecné pojmy</b>		
Energetické využití odpadu (spalování odpadu)	Energetické využití odpadu spočívá ve využití uvolněné tepelné energie ze spalování odpadu k výrobě tepelné a elektrické energie.  Zákon o odpadech definuje následující podmínky, které musí být při spalování odpadu dodrženy:  - Odpady lze spalovat, jen jsou-li splněny podmínky stanovené právními předpisy o ochraně ovzduší a o hospodaření energií  - Technické požadavky pro nakládání s odpady vzniklými při spalování nebezpečného odpadu ve spalovnách stanoví ministerstvo vyhláškou.  - Spalování odpadu ve spalovně komunálních odpadů, která dosahuje vysokého stupně energetické účinnosti, se považuje za využívání odpadů způsobem uvedeným pod kódem R1 v příloze č.3 zákona č. 185/2001 Sb. Výše požadované energetické účinnosti a vzorec pro její výpočet je uveden v příloze č. 12 k tomuto zákonu.  - Spalovny odpadů, u nichž nejsou splněny podmínky spalování uvedené v odstavci 1, jsou zařízeními k odstraňování odpadů.	
Materiálové využití odpadu	způsob využití odpadů zahrnující recyklaci a další způsoby využití odpadů jako materiálu k původnímu nebo jiným účelům, s výjimkou bezprostředního získání energie	
Nakládání s odpady	obchodování s odpady, shromažďování, sběr, výkup, přeprava, doprava, skladování, úprava, využití a odstranění odpadů	
Odpadové hospodářství	činnost zaměřená na předcházení vzniku odpadů, na nakládání s odpady a na následnou péči o místo, kde jsou odpady trvale uloženy, a kontrola těchto činností.	
Recyklace odpadu	jakýkoliv způsob využití odpadů, kterým je odpad znovu zpracován na výrobky, materiály nebo látky pro původní nebo jiné účely jejich použití, včetně přepracování organických materiálů; recyklací odpadů není energetické využití a zpracování na výrobky, materiály nebo látky, které mají být použity jako palivo nebo zásypový materiál	

Skládka	zařízení zřízené v souladu se zvláštním právním předpisem (zákon č. 185/2001 Sb.) a provozované ve třech na sebe bezprostředně navazujících fázích provozu, včetně zařízení provozovaného původcem odpadů za účelem odstraňování vlastních odpadů a zařízení určeného pro skladování odpadů s výjimkou skladování odpadů
Skládkování odpadů	přechodné soustředování odpadů v zařízení k tomu určeném po dobu nejvýše 3 let před jejich využitím nebo 1 roku před jejich odstraněním
Skladování odpadů	přechodné soustředování odpadů v zařízení k tomu určeném po dobu nejvýše 3 let před jejich využitím nebo 1 roku před jejich odstraněním
úprava odpadů	Každá 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

Zdroj: Vlastní zpracování dle Nařízení vlády č. 352/2014 Sb., Zákon č. 185/2001 Sb.

Tabulka 4 uvádí produkci odpadů v jednotlivých krajích ČR, dle jednotlivých skupin, za rok 2015. Z tabulky vyplývá, že nejvíce produkovanou skupinou odpadu je skupina č. 17. Jedná se o stavební a demoliční odpad, jehož produkce značně převyšuje všechny ostatní kategorie. V roce 2015 činila produkce stavebního a demoličního odpadu 24 291 868 t. Druhým nejvíce produkovaným odpadem je odpad komunální, jehož produkce činila 5 133 755 t. Na třetím místě v objemu produkce odpadu je odpad ze zařízení na zpracování (využívání a odstraňování) odpadu a z čistíren odpadních vod.

Nejvyšší produkce odpadů byla v roce 2015 vyprodukována na území Hl. m. Prahy. Jednalo se o 4 727 651 t odpadu. Druhá nejvyšší produkce odpadu v roce 2015 byla v Moravskoslezském kraji. Jednalo se o 4 702 558 t odpadu. Středočeský kraj představuje třetí oblast, která vykazuje za rok 2015 nejvyšší produkci odpadu. V tomto kraji bylo vyprodukováno 4 615 498 t odpadu. Toto pořadí koreluje s počtem obyvatel krajů ČR.

Tabulka 4 Produkce jednotlivých skupin odpadů v krajích ČR, 2015 (t)

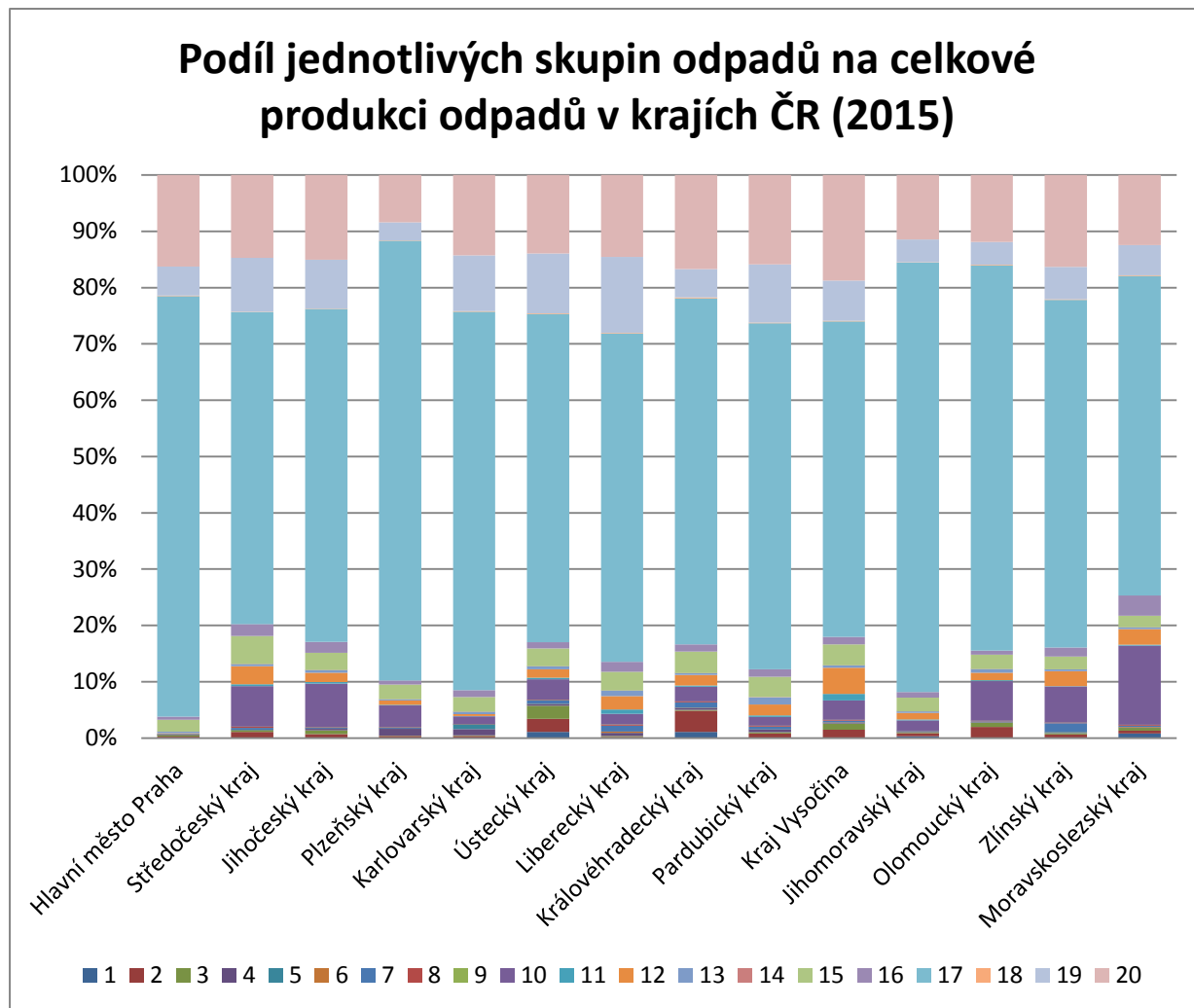
Kraj / Skupina odpadů		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CZ010	Hlavní město Praha	29	11 252	12 967	255	134	281	2 033	773	390	5 715	1 604	6 385	12 170	314	100 535
CZ020	Středočeský kraj	655	50 265	13 673	1 007	1 979	1 826	14 634	9 358	428	332 658	14 630	148 340	17 665	694	228 098
CZ031	Jihočeský kraj	1 241	12 809	12 717	5 103	30	193	3 579	2 250	46	151 091	6 402	32 397	9 556	116	59 334
CZ032	Plzeňský kraj	1 104	10 944	3 468	40 407	56	366	6 433	3 195	59	134 330	3 853	25 927	6 686	127	91 089
CZ041	Karlovarský kraj	180	2 978	949	9 776	6 428	7	966	204	8	12 071	168	3 177	3 689	28	22 576
CZ042	Ústecký kraj	28 782	62 532	62 324	6 885	1 117	899	15 338	4 027	106	96 705	7 506	39 798	14 999	489	83 523
CZ051	Liberecký kraj	4	3 246	1 560	8 176	25	3 061	14 244	3 754	34	25 973	10 513	33 236	13 860	129	46 289
CZ052	Královéhradecký kraj	15 152	53 412	2 893	4 347	112	695	13 202	2 196	85	37 344	3 297	25 967	5 171	264	53 506
CZ053	Pardubický kraj	283	13 595	3 610	7 519	328	755	8 854	2 752	42	26 419	4 326	33 333	21 756	283	61 840
CZ063	Kraj Vysočina	8	19 464	14 854	1 846	112	911	3 282	2 593	42	45 372	14 940	61 981	5 469	206	49 014
CZ064	Jihomoravský kraj	13 659	25 309	7 821	3 039	327	352	5 832	2 943	127	82 903	6 035	53 505	11 718	268	111 378
CZ071	Olomoucký kraj	548	46 724	17 257	728	322	1 369	4 838	2 239	110	168 271	3 118	33 051	14 876	238	60 540
CZ072	Zlínský kraj	1 073	9 374	3 460	1 158	2 084	547	24 171	2 349	86	102 308	856	41 850	4 977	424	36 557
CZ080	Moravskoslezský kraj	37 608	25 184	21 607	1 515	2 876	4 357	10 714	7 403	147	661 324	6 718	129 729	15 306	280	97 458
	<b>Celkový součet</b>	<b>100 326</b>	<b>347 087</b>	<b>179 160</b>	<b>91 762</b>	<b>15 928</b>	<b>15 619</b>	<b>128 119</b>	<b>46 034</b>	<b>1 709</b>	<b>1 882 484</b>	<b>83 966</b>	<b>668 678</b>	<b>157 897</b>	<b>3 860</b>	<b>1 101 737</b>

Kraj / Skupina odpadů		16	17	18	19	20	Produkce celkem
CZ010	Hlavní město Praha	24 525	3 530 349	6 784	242 641	768 513	<b>4 727 651</b>
CZ020	Středočeský kraj	96 656	2 558 695	3 916	441 257	679 065	<b>4 615 498</b>
CZ031	Jihočeský kraj	38 013	1 159 448	1 460	170 224	295 339	<b>1 961 346</b>
CZ032	Plzeňský kraj	23 927	2 691 452	2 939	110 073	289 340	<b>3 445 774</b>
CZ041	Karlovarský kraj	10 533	581 754	1 010	85 876	123 621	<b>866 001</b>
CZ042	Ústecký kraj	29 533	1 558 713	2 570	283 034	372 973	<b>2 671 852</b>
CZ051	Liberecký kraj	24 783	812 701	1 232	188 662	202 472	<b>1 393 954</b>
CZ052	Královéhradecký kraj	18 379	871 796	2 530	71 514	236 609	<b>1 418 472</b>
CZ053	Pardubický kraj	22 364	1 045 980	1 956	175 569	270 671	<b>1 702 234</b>
CZ063	Kraj Vysočina	17 200	741 226	1 576	94 660	247 948	<b>1 322 705</b>
CZ064	Jihomoravský kraj	44 042	3 447 086	4 560	181 742	517 103	<b>4 519 747</b>
CZ071	Olomoucký kraj	17 653	1 639 512	2 683	97 368	284 324	<b>2 395 769</b>
CZ072	Zlínský kraj	25 634	983 844	2 311	91 692	259 983	<b>1 594 738</b>
CZ080	Moravskoslezský kraj	168 869	2 669 313	3 614	252 743	585 794	<b>4 702 558</b>
	<b>Celkový součet</b>	<b>562 110</b>	<b>24 291 868</b>	<b>39 143</b>	<b>2 487 054</b>	<b>5 133 755</b>	<b>37 338 298</b>



Obrázek 5 popisuje složení produkce odpadů v krajích ČR. Jak je z tohoto grafu patrné, ve všech krajích převládá produkce stavebního odpadu. Struktura produkovaného odpadu ve všech krajích je do značné míry podobná. Určité odlišnosti ve složení odpadu vykazuje, vzhledem ke specifickému postavení v rámci ČR, hl. m. Praha. V tomto kraji některé složky odpadu téměř chybí (např. kategorie 1, 4, 5 a 6).

Obrázek 5 Podíl skupin odpadů na celkové produkci odpadů v krajích ČR (2015)



Zdroj: upraveno dle CENIA, 2015

Tabulka 5 Produkce jednotlivých skupin odpadů v krajích ČR, 2016 (t)

Kraj / Skupina odpadů		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CZ010	Hlavní město Praha	111	9 054	11 901	219	151	158	1 592	707	330	13 070	2 083	7 522	11 176	259	104 434
CZ020	Středočeský kraj	292	52 944	12 604	1 489	1 013	1 467	14 388	9 084	306	324 813	15 559	152 257	18 357	733	225 676
CZ031	Jihočeský kraj	1 816	14 669	17 300	6 785	14	282	3 503	2 280	50	164 207	5 763	35 280	10 962	214	84 014
CZ032	Plzeňský kraj	2 697	10 605	6 101	48 605	30	347	6 015	3 205	67	93 190	3 500	30 837	6 984	101	91 159
CZ041	Karlovarský kraj	715	1 390	796	8 275	8 881	16	975	248	12	9 552	190	3 299	2 425	36	23 144
CZ042	Ústecký kraj	4 706	46 645	61 346	7 099	2 948	693	15 042	3 963	58	115 722	7 640	38 263	17 542	565	98 375
CZ051	Liberecký kraj	28	3 529	1 428	9 461	12	2 794	15 191	5 004	26	23 642	13 653	36 783	14 152	124	49 508
CZ052	Královéhradecký kraj	16 609	53 915	3 435	4 165	106	755	14 247	2 652	74	43 439	2 954	27 975	4 389	139	58 912
CZ053	Pardubický kraj	478	12 120	3 339	7 576	464	957	9 180	3 581	39	34 431	4 945	32 891	24 249	199	65 018
CZ063	Kraj Vysočina	1	26 841	14 017	1 992	109	411	3 739	2 631	42	41 913	17 953	65 272	5 697	146	45 342
CZ064	Jihomoravský kraj	9 542	29 629	6 854	3 200	74	421	6 081	3 274	115	87 196	6 725	60 201	11 847	281	115 448
CZ071	Olomoucký kraj	394	29 733	19 128	1 315	309	2 080	6 010	2 011	117	135 505	3 108	33 691	10 902	229	61 226
CZ072	Zlínský kraj	498	7 819	3 648	1 155	3 686	622	27 571	2 851	92	109 090	960	43 335	5 128	498	41 399
CZ080	Moravskoslezský kraj	35 290	31 208	13 911	1 697	1 403	4 557	15 495	8 602	180	611 330	6 543	113 376	16 391	328	113 626
<b>Celkový součet</b>		<b>73 179</b>	<b>330 099</b>	<b>175 806</b>	<b>103 033</b>	<b>19 201</b>	<b>15 560</b>	<b>139 029</b>	<b>50 091</b>	<b>1 510</b>	<b>1 807 099</b>	<b>91 576</b>	<b>680 982</b>	<b>160 201</b>	<b>3 850</b>	<b>1 177 282</b>

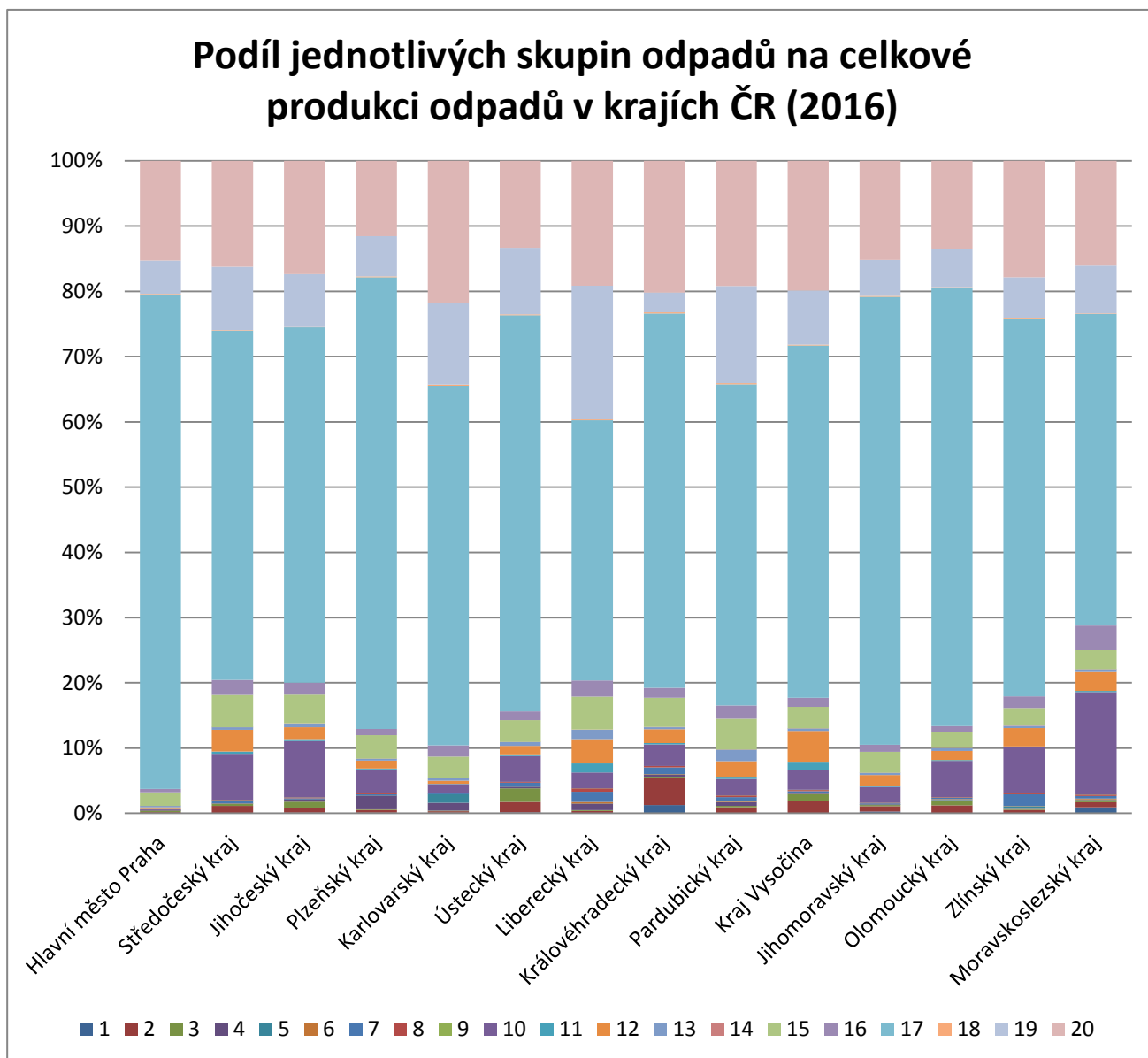
Kraj / Skupina odpadů		16	17	18	19	20	Celková produkce
CZ010	Hlavní město Praha	26 288	3 813 588	7 345	257 323	770 782	<b>5 038 094</b>
CZ020	Středočeský kraj	106 741	2 450 625	3 968	444 552	744 385	<b>4 581 253</b>
CZ031	Jihočeský kraj	34 643	1 037 827	1 533	154 207	331 252	<b>1 906 602</b>
CZ032	Plzeňský kraj	24 484	1 753 970	3 054	156 785	292 294	<b>2 534 032</b>
CZ041	Karlovarský kraj	11 875	379 271	1 078	85 825	150 219	<b>688 222</b>
CZ042	Ústecký kraj	38 888	1 786 932	2 877	300 787	391 585	<b>2 941 674</b>
CZ051	Liberecký kraj	23 929	390 800	1 299	200 677	187 312	<b>979 352</b>
CZ052	Královéhradecký kraj	20 247	758 159	2 252	40 036	266 516	<b>1 320 975</b>
CZ053	Pardubický kraj	28 021	676 117	1 991	204 833	263 457	<b>1 373 886</b>
CZ063	Kraj Vysočina	19 420	748 119	1 749	114 499	275 691	<b>1 385 581</b>
CZ064	Jihomoravský kraj	39 495	2 487 214	4 809	199 194	550 478	<b>3 622 077</b>
CZ071	Olomoucký kraj	20 331	1 639 368	2 911	142 807	329 523	<b>2 440 697</b>
CZ072	Zlínský kraj	27 127	888 741	2 390	96 800	274 169	<b>1 537 580</b>
CZ080	Moravskoslezský kraj	145 861	1 858 487	3 755	284 535	625 476	<b>3 892 051</b>
<b>Celkový součet</b>		<b>567 352</b>	<b>20 669 215</b>	<b>41 010</b>	<b>2 682 860</b>	<b>5 453 139</b>	<b>34 242 076</b>

V tabulce 5 je uvedena produkce odpadů v jednotlivých krajích ČR dle jednotlivých skupin, za rok 2016. Tři nejvíce produkované složky odpadu jsou, stejně jako v roce 2015, stavební odpad – produkce 20 699 215 t, komunální odpad – produkce 5 453 139 t a odpad ze zařízení na zpracování (využívání a odstraňování) odpadu a z čistíren odpadních vod – produkce 2 682 860 t.

Krajem s největší produkcí odpadu v roce 2016 bylo, stejně jako v roce 2015, hl. m. Praha. Produkce odpadu činila 5 038 094 t. S produkcí odpadu 4 581 253 t, se Středočeský kraj řadí na 2. místo v produkci odpadů mezi kraji. Třetím krajem s největší produkcí je kraj Moravskoslezský - 3 892 051 t. Podrobnější srovnání meziročních změn v produkci odpadů je uvedeno na obrázku 6.

Jak je patrné z obrázku 6, s ložení odpadů v jednotlivých krajích ČR zůstalo v roce 2016 nezměněné, v porovnání s rokem 2015. Složení odpadů v jednotlivých krajích odpovídá struktuře průmyslu v daných oblastech.

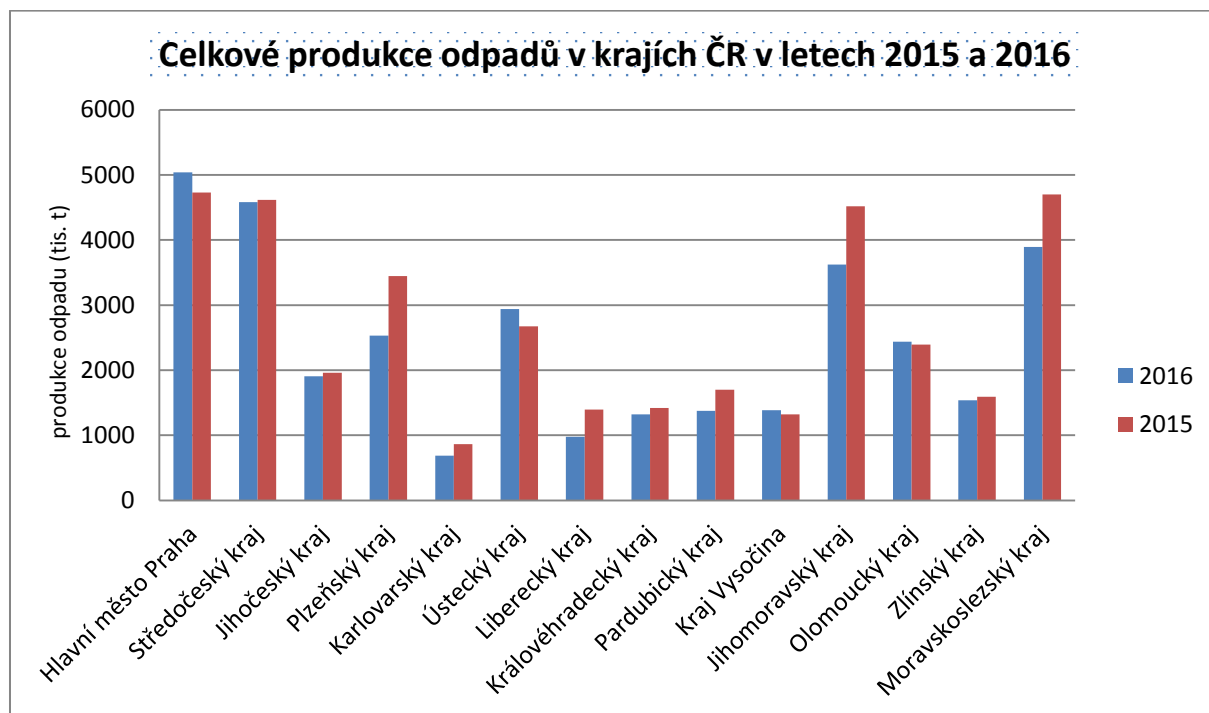
Obrázek 6 Podíl skupin odpadů na celkové produkci odpadů v krajích ČR (2016)



Zdroj: upraveno dle CENIA, 2016

Obrázek 7 poskytuje srovnání produkce odpadů v krajích ČR za roky 2015 a 2016. Meziroční nárůst produkce odpadů byl zaznamenán v 9 krajích, a to v kraji Středočeském, Jihočeském, Plzeňském, Karlovarském, Libereckém, Královéhradeckém, Pardubickém, Jihomoravském a Zlínském. Nejvyšší produkce odpadu, jak již bylo řečeno, byla zaznamenána na území hl. m. Prahy. Nejnižší produkce odpadů byla, v obou sledovaných rocích, v Karlovarském kraji.

Obrázek 7 Produkce odpadů v krajích ČR v letech 2015 a 2016



Zdroj: upraveno dle CENIA, 2016

## 2.4 Cíle a limity produkce odpadů

Níže uváděné tabulky s cíli a limity v produkci odpadů vychází ze závazné části Plánu odpadového hospodářství České republiky pro období 2015-2024, tj. z Nařízení vlády č. 352/2014 Sb.

Tabulka č. 6: Indikátor a cíl pro tříděný sběr odpadních elektrických a elektronických zařízení (kg/obyv./rok).

Indikátor:	
Měrná hmotnost všech odpadních elektrických a elektronických zařízení sebraných tříděným sběrem na jednoho občana za kalendářní rok (kg/obyv./rok).	
	<b>Tříděný sběr</b>
Cíl do 31. prosince 2015	> 5,5 kg/obyv./rok

Tabulka č. 7: Indikátory a cíle pro tříděný sběr odpadních elektrických a elektronických zařízení

Indikátor:	
Minimální úroveň tříděného sběru odpadních elektrických a elektronických zařízení stanovená jako procentuální hmotnostní podíl množství odpadních elektrických a elektronických zařízení sebraných tříděným sběrem v daném kalendářním roce k průměrné roční hmotnosti elektrických a elektronických zařízení uvedených na trh v ČR v předchozích třech kalendářních letech (%).	
	<b>Tříděný sběr</b>
Cíl pro rok 2016 (do 14. srpna 2016)	> 40 %
Cíl pro rok 2017	> 45 %
Cíl pro rok 2018	> 50 %
Cíl pro rok 2019	> 55 %
Cíl pro rok 2020	> 60 %
Cíl pro rok 2021 (do 14. srpna 2021)	65 % (85% produkovaného)

Tabulka č. 8: Indikátory a cíle pro využití, recyklaci a přípravu k opětovnému použití, vztaženo k celkové hmotnosti zpracovávaného elektroodpadu a sebraných odpadních elektrických a elektronických zařízení (%)

Indikátor:				
a) Procentuální podíl hmotnosti výstupních frakcí ze zpracování elektroodpadu předaných k využití na celkové hmotnosti zpracovávaného elektroodpadu (všech sebraných odpadních elektrických a elektronických zařízení (%)).				
b) Procentuální podíl hmotnosti výstupních frakcí ze zpracování elektroodpadu předaných k přípravě na opětovné použití a recyklaci na celkové hmotnosti zpracovávaného elektroodpadu (všech sebraných odpadních elektrických a elektronických zařízení (%)).				
	Cíle do 14. srpna 2015		Cíle od 15. srpna 2015 do 14. srpna 2018	
	Využití	Recyklace a opětovné použití	Využití	Recyklace a příprava k opětovnému použití
1. Velké domácí spotřebiče	80%	75%	85%	80%
2. Malé domácí spotřebiče	70%	50%	75%	55%
3. Zařízení IT + telekomunikační zařízení	75%	65%	80%	70%
4. Spotřebitelská zařízení	75%	65%	80%	70%
5. Osvětlovací zařízení	70%	50%	75%	55%
5a. výbojky		80 %*		80 %*
6. Nástroje	70%	50%	75%	55%
7. Hračky a sport	70%	50%	75%	55%
8. Lékařské přístroje	70%	50%	75%	55%
9. Přístroje pro monitorování a kontrolu	70%	50%	75%	55%
10. Výdejní automaty	80%	75%	85%	80%

Tabulka č. 9: Indikátory a cíle pro využití, recyklaci a přípravu k opětovnému použití, vztaženo k celkové hmotnosti zpracovávaného elektroodpadu a sebraných odpadních elektrických a elektronických zařízení (%)

	Cíle od 15. srpna 2018	
	Využití	Recyklace a příprava k opětovnému použití
1. Zařízení pro tepelnou výměnu	85%	80%
2. Obrazovky, monitory a zařízení obsahující obrazovky o ploše větší než 100 cm <sup>2</sup>	80%	70%
3. Světelné zdroje		80 %*
4. Velká zařízení	85%	80%
5. Malá zařízení	75%	55%
6. Malá zařízení informačních technologií a telekomunikační zařízení	75%	55%

Tabulka č. 10: Cíle pro recyklaci a využití obalových odpadů

Odpady z obalů	do 31. 12. 2015		do 31. 12. 2016		do 31. 12. 2017		do 31. 12. 2018		do 31. 12. 2019		do 31. 12. 2020	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Papírových a lepenkových	75		75		75		75		75		75	
Skleněných	75		75		75		75		75		75	
Plastových	40		45		45		45		45		50	
Kovových	55		55		55		55		55		55	
Dřevěných	15		15		15		15		15		15	
Prodejních určených spotřebiteli	40	45	40	45	44	49	46	51	48	53	50	55
<b>Celkem</b>	<b>60</b>	<b>65</b>	<b>60</b>	<b>65</b>	<b>65</b>	<b>70</b>	<b>65</b>	<b>70</b>	<b>65</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>80</b>

Tabulka č. 11: Indikátor a cíle pro tříděný sběr odpadních přenosných baterií a akumulátorů (%)

Indikátor:	
Procentuální podíl hmotnosti přenosných baterií a akumulátorů sebraných tříděným sběrem na průměrné hmotnosti přenosných baterií a akumulátorů uvedených na trh v předchozích třech kalendářních letech v České republice (%).	
	<b>Tříděný sběr</b>
Cílový stav v roce 2016	45%

Tabulka č. 12: Indikátor a cíl pro sběr pneumatik uvedených na trh v České republice (%)

Indikátor:	
Procentuální podíl hmotnosti pneumatik sebraných tříděným sběrem na průměrné hmotnosti pneumatik uvedených na trh v předchozím kalendářním roce v České republice (%).	
(V případě, že v minulém roce nebylo nic uvedeno, počítá se úroveň sběru ze stejného roku.)	
	<b>Sběr</b>
Cílový stav rok 2016	35%
Cílový stav rok 2020 a dále	80%

Tabulka č. 13: Indikátory a cíle pro využití, materiálové a opětovné použití frakcí, vztaženo k celkové hmotnosti sebraných vozidel s ukončenou životností (autovraků) (%)

Indikátor:		
a) Procentuální podíl hmotnosti využitých a opětovně použitých frakcí ze zpracování vybraných vozidel s ukončenou životností (vybraných autovraků) na celkové hmotnosti sebraných vybraných vozidel s ukončenou životností (vybraných autovraků) (%).		
b) Procentuální podíl hmotnosti recyklovaných frakcí ze zpracování vybraných vozidel s ukončenou životností (vybraných autovraků) na celkové hmotnosti sebraných vybraných vozidel s ukončenou životností (vybraných autovraků) (%).		
	<b>Cíle pro rok 2015 a dále</b>	
	<b>Využití a opětovné použití</b>	<b>Opětovné použití a recyklace</b>
Vybraná vozidla	95%	85%



### 3. Energetické využití odpadu

#### 3.1 Co považujeme za energetické využití

Jestliže vyjdeme z prosté logiky věci, můžeme konstatovat, že energeticky využitelné odpady jsou ty, které mají dostatečný energetický potenciál, tj. mají dostatečnou výhřevnost.

Na toto konstatování se však musíme podívat z více hledisek:

- a) každá technologie má své požadavky na výhřevnost, které se nedají překročit, neboť by došlo k jejímu poškození
- b) technologie energeticky využívající odpady mají své limity, co se týká čištění zplodin hoření
- c) každá taková technologie produkuje odpadní látky, které jsou různě dále využitelné a rozdílně zatěžující životní prostředí
- d) technologie využívá ke svému provozu pouze odpady nebo odpady mísící se s palivem

Podíváme-li se na nakládání s odpady z hlediska podporovaných technologií z evropských strukturálních a investičních fondů, tak tyto podporují:

- výstavba a modernizace zařízení pro sběr, třídění a úpravu odpadů (systémy pro sběr, svoz a separaci odpadů a bioodpadů, sběrné dvory a sklady KO, systémy pro separaci KO, nadzemní a podzemní kontejnery včetně související infrastruktury)
- výstavba a modernizace zařízení pro materiálové využití odpadů
- výstavba a modernizace zařízení na energetické využití odpadů a související infrastruktury,
- výstavba a modernizace zařízení pro nakládání s nebezpečnými odpady včetně zdravotnických odpadů (vyjma skládkování),

zjišťujeme, že energetické využití je podporovanou aktivitou.

Technologie, zabývající se energetickým využitím však mají úzký vztah i na ostatní podporované technologie - odpady získané v primární i sekundární separaci (třídírny) jsou využitelné pro získání energie a to samé platí pro NO.

Za energetické využití však můžeme považovat i fermentaci v boxech, či v bioplynové stanici stejně tak spalovny NO mají svůj energetický potenciál. Svou nezastupitelnou roli zde má také technologie depolymerizace, která je prakticky schopna zpracovat většinu vznikajících odpadů.

Podíváme-li se na příklady podporovaných projektů OPŽP:

- výstavba a modernizace zařízení pro sběr, třídění a úpravu odpadů, doplnění systémů odděleného sběru, skladování a manipulace s odpady,
- budování nových a modernizace stávajících sběrných dvorů,
- třídící a dotřídňovací linky zabezpečující kvalitní výstupní surovinu a linky s navazujícími technologiemi pro úpravu odpadů,
- doplnění překladišť a skladů pro KO a jeho vytříděné složky a pro další odpady, které nejsou z kategorie nebezpečné,
- budování systémů odděleného sběru bioodpadů,
- podpora a rozvoj systému sběru, shromažďování a nakládání s nebezpečnými a zdravotnickými odpady,
- budování kompostáren s využitím kompostu převážně na zemědělské půdě,
- budování sběru a svozu gastroodpadů/kuchyňských odpadů,
- doplnění systému sběru u výrobků na konci životnosti,
- výstavba a modernizace zařízení pro materiálové využití odpadů,
- zařízení na úpravu nebo využívání „ostatních“ odpadů,

- technologie pro využití stavebních prvků ze zateplovacích systémů (např. zpracování stavebního PS, stavebních prvků z PVC),
- budování zařízení na energetické využití KO (ZEVO), (podmínky viz kapitola 2.3.3.2.4. Programového dokumentu OPŽP 2014 - 2020),
- zařízení pro tepelné zpracování odpadů,
- výstavba bioplynových stanic pro zpracování bioodpadů,
- zařízení pro tepelné zpracování zdravotnických a nebezpečných odpadů či jejich modernizace,
- zařízení pro nakládání s nebezpečnými odpady či jejich modernizace,
- rekonstrukce zařízení pro spalování odpadů (zlepšení jejich energetické účinnosti),
- instalace kotlů na spalování odpadů v teplárnách (zařízení musí být připojeno na CZT a splňovat podmínku energetické účinnosti  $\geq 0,65$  dle směrnice 2008/98/ES pro zařízení na energetické využití KO),

tak opět můžeme konstatovat, že se jedná o projekty, které jsou nebo mohou být přímo, či nepřímo napojeny na energetické využití.

### 3.2 Odpady vhodné k energetickému využití + k dalšímu využití

Vrátíme-li se k tabulce v kap. 1. 2., kde jsou uvedeny odpady vhodné k energetickému využití firmou OZO Ostrava, můžeme tyto údaje použít k obecné specifikaci vhodnosti a vlastností odpadů a k jejich doporučení i pro jiná energetická využití než alternativní palivo:

Tabulka 14 Způsob využití surovin

zatřídění	obecný popis	energetické využití
02 01 03	Odpad rostlinných pletiv	bioplynová stanice/ kompostárna
02 01 04	Odpadní plasty	depolymerizace
02 01 07	Odpady z lesnictví	bioplynová st./ kompostárna/ depolymerizace
02 03 04	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování	bioplynová st./ kompostárna/ depolymerizace
02 05 01	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování	bioplynová st./ kompostárna/ depolymerizace
02 06 01	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování	bioplynová st./ kompostárna/

		depolymerizace
03 01 01	Odpadní kůra a korek	bioplynová st./ kompostárna/ depolymerizace
03 01 05	Piliny, hobliny, odřezky, dřevo, dřevotřískové desky a dýhy, neuvedené pod číslem 03 01 04	bioplynová st./ kompostárna/ depolymerizace
03 03 01	Odpadní kůra a dřevo	bioplynová st./ kompostárna/ depolymerizace
03 03 07	Mechanicky oddělený výmět z rozvláknování odpadního papíru a lepenky	bioplynová st./ kompostárna/ depolymerizace
03 03 08	Odpady ze třídění papíru a lepenky určené k recyklaci	bioplynová st./ kompostárna/ depolymerizace
04 01 01	Odpadní klihovka a štípenka	bioplynová stanice/ kompostárna
04 02 09	Odpady z kompozitních tkanin (impregnované tkaniny, elastomer, plastomer)	depolymerizace
04 02 21	Odpady z nezpracovaných textilních vláken	depolymerizace
04 02 22	Odpady ze zpracovaných textilních vláken	depolymerizace
07 01 99	Odpady jinak blíže neurčené-pouze plastové obaly znečištěné potravinářskými oleji	depolymerizace
07 02 13	Plastový odpad	depolymerizace
09 01 07	Fotografický film a papír obsahující stříbro nebo sloučeniny stříbra	palivo
09 01 08	Fotografický film a papír neobsahující stříbro nebo sloučeniny stříbra	palivo
12 01 05	Plastové hobliny a třísky	depolymerizace
15 01 01	Papírové a lepenkové obaly	bioplynová st./

		kompostárna/ depolymerizace
15 01 02	Plastové obaly	depolymerizace
15 01 03	Dřevěné obaly	bioplynová st./ kompostárna/ depolymerizace
15 01 05	Kompozitní obaly	palivo
15 01 06	Směsné obaly	palivo
15 01 09	Textilní obaly	palivo
15 02 03	Absorpční činidla, filtrační materiály, čistící tkaniny a ochranné oděvy neuvedené pod číslem 15 02 02	palivo
16 01 19	Plasty	depolymerizace
16 01 99	Odpady jinak blíže neurčené (pouze papír a textil z autovraků)	palivo
16 03 06	Organické odpady neuvedené pod číslem 16 03 05	bioplynová st./ kompostárna/ depolymerizace
17 02 01	Dřevo	bioplynová st./ kompostárna/ depolymerizace
17 02 03	Plasty	depolymerizace
17 02 04*	Sklo, plasty a dřevo obsahující nebezpečné látky nebo nebezpečnými látkami znečištěné	palivo
18 01 03*	Odpady, na jejichž sběr a odstraňování jsou kladeny zvláštní požadavky (pouze pleny a plenkové kalhotky)	palivo
18 01 04	Odpady, na jejichž sběr a odstraňování nejsou kladeny zvláštní požadavky s ohledem na prevenci infekce	palivo
19 08 01	Shrabky z česlí (max. vlhkost 32 %)	bioplynová st./ depolymerizace
19 12 01	Papír a lepenka	bioplynová st./ kompostárna/ depolymerizace
19 12 04	Plasty a kaučuk	depolymerizace
19 12 06*	Dřevo obsahující nebezpečné látky	palivo/ depolymerizace
19 12 07	Dřevo neuvedené pod číslem 19 12 06	palivo/ depolymerizace
19 12 08	Textil	palivo/

		depolymerizace
19 12 10	Spalitelný odpad (palivo vyrobené z odpadu)	palivo/ depolymerizace
19 12 12	Jiné odpady (včetně směsí materiálů) z mechanické úpravy odpadu neuvedené pod číslem 19 12 11	palivo
20 01 01	Papír a lepenka	bioplynová stanice/ kompostárna
20 01 10	Oděvy	depolymerizace
20 01 11	Textilní materiály	depolymerizace
20 01 37*	Dřevo obsahující nebezpečné látky	depolymerizace
20 01 38	Dřevo neuvedené pod číslem 20 01 37	depolymerizace
20 01 39	Plasty	depolymerizace
20 02 01	Biologicky rozložitelný odpad	depolymerizace
20 03 01	Směsný komunální odpad	depolymerizace
20 03 02	Odpad z tržišť	bioplynová stanice/ kompostárna
20 03 03	Uliční smetky	depolymerizace
20 03 07	Objemný odpad	palivo
20 03 99	Komunální odpady jinak blíže neurčené - pouze podobné živnostenské průmyslové odpady a odpady z úřadů	palivo

### 3.3 Určení výhřevnosti

#### Obecně:

Výhřevnost - Měrná tepelná kapacita udává, jaké množství tepla je třeba dodat jednomu kilogramu látky, aby se její teplota zvýšila o jeden stupeň Celsia. Z praxe ale víme, že látky mohou teplo i uvolňovat. Spalujeme-li např. určité množství uhlí, dřeva nebo papíru, uvolní se jisté množství tepla. V souvislosti s tím se zavádí fyzikální veličina  $H$ , která se nazývá výhřevnost a je definována vztahem

$$H = \frac{Q}{m}, [H] = \text{J.kg}^{-1}.$$

Výhřevnost směsného komunálního odpadu se pohybuje v rozmezí 7 až 15 MJ/kg.

Tabulka 15 Výhřevnost paliv

Palivo	Výhřevnost	Palivo	Výhřevnost
Měrné palivo	29,31 MJ/kg	Proplástek - Ostrava	14,79 MJ/kg
Zemní plyn	33,48 MJ/m <sup>3</sup>	Koks otopový	27,49 MJ/kg
Propan	46,40 MJ/kg	Lignit	8,79 MJ/kg
LTO	42,30 MJ/kg	Brikety	23,05 MJ/kg
Dřevo palivové	14,62 MJ/kg	Sláma obilná	15,50 MJ/kg
Dřevěné brikety	16,21 MJ/kg	Komunální odpad	9,12 MJ/kg
HU prachové - Most	11,72 MJ/kg	Papír	14,11 MJ/kg
HU tříděné - Most	17,18 MJ/kg	Pryžový odpad	34,92 MJ/kg
HU prachové - Sokolov	10,49 MJ/kg	TTO	40,61 MJ/kg
HU tříděné - Sokolov	14,17 MJ/kg	Motorová nafta	42,61 MJ/kg
ČU prachové - Ostrava	22,78 MJ/kg	Autobenzín	43,59 MJ/kg
ČU energetické - Ostrava	29,21 MJ/kg	Svítiplyn	14,50 MJ/m <sup>3</sup>
ČU prachové - Kladno	15,57 MJ/kg	Zemní plyn karbonský - důlní	30,11 MJ/m <sup>3</sup>
ČU energetické - Kladno	22,61 MJ/kg	Generátorový plyn	5,86 MJ/m <sup>3</sup>
UVKP - Ostrava	27,51 MJ/kg	Koksárenský plyn	15,62 MJ/m <sup>3</sup>
Kaly - Ostrava	16,71 MJ/kg	Vysokopecní plyn	3,81 MJ/m <sup>3</sup>

Zdroj: Energetický institut SEI pro ČR, vlastní zpracování

Tabulka 16 Výhřevnosti hlavních frakcí komunálního odpadu

Odpad	výhřevnost (MJ/kg)
plast	23,0
papír	14,0
textil	12 – 25
dřevo (palivové)	14,0
kůra	8,1
dřevní piliny	7,9
seno	13,7
dřevěná štěpka surová	7,9
pneu	25,0
kaly (suché)	8,0-11,0

Zdroj: vlastní zpracování dle Energetický institut SEI pro ČR a Odpadový hospodář

### 3.4 Další charakteristiky určující využitelnost odpadů

Kromě uvedené výhřevnosti jsou dalšími fyzikálně-chemickými charakteristikami tyto:

- obsah nespalných látek - kovy, nekovy, inert, sklo, popel
- obsah látek, které vlivem tepla produkují chlór
- vlhkost
- velikost frakcí

### 3.5 Obecně potřebná úprava komunálních odpadů před jejich energetickým využitím

Vycházíme z předpokladu, že odpady, které plánujeme využít, budou ve směsi a ve vlhkosti cca 30-33%. Technologická úprava materiálu bude následující:

- a) příjem na zpevněnou plochu
- b) odseparování nevhodných materiálů a NO
- c) primární nadrcení na frakci 250x250 - 400x400 mm
- d) separace Fe a neFe
- e) separace biofrakce
- f) separace těžké frakce
- g) sekundární drcení nadsítného, sušení a separace PVC
- h) konečné alternativní palivo, případně jeho peletizace

i) energetické zpracování:

- spálení alternativního paliva
- var. depolymerizace alternativního paliva nebo jen odseparovaných frakcí
- zpracování biofrakce v bioplynové stanici nebo kompostárně

### 3.6 Blokové schéma technologického toku

Obrázek 8 Schéma technologického toku

[Příloha č.1](#)

Zdroj: Ipolt, 2017



## 4. Množství a typy odpadů

Z kap. 1. 1. z tabulky základního dělení odpadů nás především zajímají následující odpady využitelné energeticky:

- 2 Odpady z prvovýroby v zemědělství, zahradnictví, myslivosti, rybářství, lesnictví, z výroby a zpracování potravin
- 3 Odpady ze zpracování dřeva a výroby desek, nábytku, celulózy, papíru a lepenky
- 4 Odpady z kožedělného, kožešnického a textilního průmyslu
- 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 čistíren 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. Po upravení tabulky produkce odpadů v krajích za rok 2016 a při pracovním předpokladu, že je k dispozici 50% energeticky využitelných odpadů, nám vyjdou tyto hodnoty:

Tabulka 17 Energeticky využitelné odpady a jejich produkce

ozn.	kraj	skupina odpadů (t/rok)						celkem (t/rok)	50% (t/rok)
		2	3	4	18	19	20		
1.	Hlavní město Praha	11 252	12 967	255	6 784	242 641	768 513	1 042 412	521 206
2.	Středočeský kraj	50 265	13 673	1 007	3 916	441 257	679 065	1 189 183	594 591
3.	Jihočeský kraj	12 809	12 717	5 103	1 460	170 224	295 339	497 652	248 826
4.	Plzeňský kraj	10 944	3 468	40 407	2 939	110 073	289 340	457 171	228 585
5.	Karlovarský kraj	2 978	949	9 776	1 010	85 876	123 621	224 210	112 105
6.	Ústecký kraj	62 532	62 324	6 885	2 570	283 034	372 973	790 318	395 159
7.	Liberecký kraj	3 246	1 560	8 176	1 232	188 662	202 472	405 348	202 674
8.	Královéhradecký kraj	53 412	2 893	4 347	2 530	71 514	236 609	371 305	185 652
9.	Pardubický kraj	13 595	3 610	7 519	1 956	175 569	270 671	472 920	236 460
10.	Kraj Vysočina	19 464	14 854	1 846	1 576	94 660	247 948	380 348	190 174
11.	Jihomoravský kraj	25 309	7 821	3 039	4 560	181 742	517 103	739 574	369 787
12.	Olomoucký kraj	46 724	17 257	728	2 683	97 368	284 324	449 084	224 542
13.	Zlínský kraj	9 374	3 460	1 158	2 311	91 692	259 983	367 978	183 989
14.	Moravskoslezský kraj	25 184	21 607	1 515	6 784	242 641	768 513	1 066 244	533 122
	<b>Celkový součet</b>								<b>4 226 872</b>

Zdroj: Vyhláška č. 93/2016 Sb.

Jedná se tedy o teoreticky využitelné množství odpadů k energetickému využití s průměrnou výhřevností cca 10 MJ/kg.

Jako vzor řešení si vezmeme Středočeský kraj - na všechny skládky jde neupravený komunální odpad ze svozových oblastí, jehož skladba odpovídá kontrolnímu třídění uvedenému na skládce Radim - viz. dále.

Na těchto skládkách je ukládáno 1.189.183 t/rok KO a dle našeho odpadu je k dispozici cca 594.591 t/rok odpadů, které jsou energeticky využitelné. Odpady, které jsou ve Stř. kraji již nyní využívány k energetickým účelům, nejsou v uvedených číslech započteny a na skládky se ani nedostanou. V případě, že počítáme průměrnou výhřevnost 10 MJ/kg, máme zde k dispozici téměř neuvěřitelnou hodnotu 5.945.910.000 MJ.

**Tabulka 18 Seznam skládek ve Středočeském kraji:**

Oprávněná osoba	Obec	Skupina
COMPAG MLADÁ BOLESLAV s.r.o.	Mladá Boleslav 1	S-00
COMPAG VOTICE s.r.o.	Votice1	S-00
E K O L O G I E s.r.o.	Rynholec	S-00
EKOS Řevnice, spol. s r.o.	Řevnice	S-00
EKOSO - ekologické sdružení obcí	Trhový Štěpánov	S-00
AVE CZ odpadové hospodářství s.r.o.	Hořovice	S-00
Obec Radim	Radim	S-00
.A.S.A. HP, spol. s r.o.	Blato	S-00
REGIOS a.s.	Úholičky	S-00
AVE komunální služby s.r.o.	Jílové u Prahy	S-00
RUMPOLD-P s.r.o.	Březnice	S-00
Skládka Uhy, spol. s r.o.	Uhy	S-00
Technické služby Benešov, s.r.o.	Neveklov	S-00
Technické služby Benešov, s.r.o.	Bystřice u Benešova	S-00
ZDIBE, spol. s r.o.	Štašov	S-00
AVE CZ odpadové hospodářství s.r.o.	Benátky nad Jizerou	S-00 + S-NO
AVE CZ odpadové hospodářství s.r.o.	Čáslav	S-00 + S-NO
KAUČUK, a.s.	Veltrusy	S-00 + S-NO
AVE CZ odpadové hospodářství s.r.o.	Mšeno u Mělníka	S-00
SKLÁDKA KLÁŠTER s.r.o.	Klášter Hradiště nad Jizerou	S-00
SPOLANA a.s.	Tišice	S-NO
Obec Hradištko	Hradištko	S-IO
KD Waste s.r.o.	Beroun 1	S-IO
TOS - MET, slévárna a.s.	Nehvizdy	S-IO

#### 4.1 Předpokládaný postup lokalizace technologie pro energetické využití odpadů

- a) lokalizace zdroje odpadů - skládka
- b) areál pro realizaci technologie - separace odpadů
  - energetické zpracování odpadů
  - výroba alternativního paliva
- c) lokalizace stávající technologie pro využití alternativního paliva

### 5. Projektová příprava závodu energetického využití, ve vztahu k legislativě

Zde je na místě jedna zásadní poznámka - vše musí být podporováno legislativou tak, aby bylo možné zcela jednoznačně určit, které technologie je možné použít, kde a za jakých podmínek je použít a musí být zřejmé, že výklad zákona bude totožný v kterémkoliv místě ČR.

Základní přehled mezníků, které jsou potřebné při přípravě realizace díla a které mají každý o sobě požadavek na schválení orgány státní správy:

- a) oznámení zjišťovacího řízení
  - b) rozhodnutí KÚ o stanovisku ke zjišťovacímu řízení nebo o nutnosti zpracování EIA
  - c) projednání zjišťovacího řízení/EIA u orgánů státní a správy
  - d) vypracování projektové dokumentace k územnímu řízení (DUR)
  - e) projednání DUR u orgánů státní správy a účastníků řízení
  - f) vydání územního rozhodnutí
  - g) vypracování projektové dokumentace ke stavebnímu povolení (DSP)
  - g) projednání DSP u orgánů státní správy a účastníků řízení
  - h) vydání stavebního povolení
- (nejsou zde brány v úvahu iniciativy občanské a ekologické a případné sloučení územního a stavebního řízení)

### 6. Efektivní metody určení skladby odpadů a jejich energetické využitelnosti

#### 6.1 Metody určení skladby

Pro potřeby této práce používal klaster následující metody určení skladby komunálních odpadů:

- a) statistické údaje Cenia a dalších dostupných zdrojů na www
- b) vycházel z údajů dodaných projekční firmou IPOLT CZ, s.r.o., které využívá ve svých projektech
- c) bylo provedeno samostatné kontrolní separování na vzorku 7,5 t komunálního odpadu
- d) pro případ zpracování odpadu z již uzavřené skládky bude proveden odhad fermentace biosložek s ohledem na produkci skládkového plynu a tím snížení množství frakcí

## 6.2 Provedené rozbory

Klastr provedl vlastními silami kontrolní separaci komunálního odpadu na skládce Obce Radim:

### PROTOKOL

#### Kontrolní separace komunálního odpadu

Místo: Skládka Obec Radim

Datum : 25. září 2017

Zpracovatel protokolu: Ing. M. Ipolt, IPOLT CZ, s.r.o.

Počasí: slunečno

Původ odpadu: Poděbrady + Vrbová Lhota

Svozová technika: lineární press

Celková váha odpadu: 7,52 t (váženo na mostové váze skládky)

Separace: ruční do pytlů, kontrolní vážení na dig. váze 200 kg

Metoda separace: na ploše dle frakcí, část odborným odhadem (rozhrnuto nakladačem do plochy)

Metodika separace:

a) navezený odpad byl ručně odseparováván na frakce

b) po částečné separaci byl materiál rozhrnut nakladačem a dále ručně separován

c) po odseparování většiny (cca 80%) frakcí byl zbytek posupně odvezen nakladačem a vážen na mostové váze - z tohoto zbytku bylo odhadnuto množství neseparovaných frakcí - papír, bio, inert a drobná frakce a nedoseparovaných frakcí- materiál byl následně vysypán na skládku

d) vyseparované frakce byly v BigBag váženy na digitální váze - frakce byly umístěny na sběrném dvoře

Tabulka 19 Výsledky separace (podíly jsou váhové)

ozn.	frakce	pozn.	ruční separace (kg)	netříděný zbytek (odhad kg)	celkem (kg)	podíl z celku (%)
1	fólie	směs	733,90	183,54	917,44	12,20
2	PET	směs	490,60	148,60	639,20	8,50
3	PVC		155,40	47,64	203,04	2,70
4	TetraPack		59,60	12,59	72,19	0,96
5	Tvrký plast		200,40	63,55	263,95	3,51
6	Polystyren		18,20	7,36	25,56	0,34

7	Dřevo		140,40	40,08	180,48	2,40
8	Karton		490,80	125,84	616,64	8,20
9	Ostatní papír		379,00	94,76	473,76	6,30
10	Sklo	směs	276,00	69,92	345,92	4,60
11	Textil, kůže,...		390,40	98,40	488,80	6,50
12	Elektro		12,80	2,99	15,79	0,21
13	Fe, neFe		94,40	24,41	118,81	1,58
14	bio		0,00		2.368,8	31,50
15	drobná frakce 0-4 mm + inert		0,00		789,6	10,50
	CELKEM				7.520	100,00

Fotodokumentace:



navezený odpad



separované frakce - fólie



separované frakce - PET



separované frakce - PVC



separované frakce - tvrdý plast



separované frakce



separované frakce - sklo





separované frakce - textil



separované frakce - karton



separované frakce - kovy



separované frakce - dřevo



směs převážně plastů



těleso skládky

## 6.3 Charakteristiky skladeb odpadů

a) odpady, ukládané na skládky v ČR jako komunální odpady, mají cca stejné složení. Nebudeme brát v úvahu skládky nebezpečných odpadů, přestože u těchto je možné jejich energetické využití. Ostatní odpady, ukládané jako průmyslové, nemají na průměrný obsah a vlastnosti podstatný vliv

b) vždy můžeme odpad vzít jako celek a směřovat jej do jednoho využití, bez ohledu na jeho složení

c) co se však týká energetického využití, bude vždy výhodnější komunální odpady dělit/separovat tak, abychom získaly jednotlivé frakce a tyto pak efektivně využili s ohledem na jejich "přednosti", kterými především míníme:

- výhřevnost
- přímá využitelnost jako druhotné suroviny
- obsah biosložek
- jedno druhové odpady zpracovávat samostatně
- důsledně oddělit inertní materiály

d) je potřeba myslet na jednu důležitou skutečnost, že se snahy o energetické využití odpadů dostanou do přímého rozporu se zájmy provozovatelů skládek - zde je potřebné najít společné řešení takové, aby využití odpadů a tím prodloužení životnosti skládky bylo společným zájmem - to ale bez legislativní podpory patrně nebude možné

## 7. Komunální odpad jako zdroj energie

### 7.1 Obecně

V kapitole 3. 2. jsou vyjmenovány vhodné technologie k energetickému využití pro jednotlivé druhy odpadů. Zcela záměrně uvádíme ty základní technologie - bioplynová stanice, kompostárna, depolymerizace, výroba paliva - zabýváním se větším množstvím technologií není nyní přínosné.

### 7.2 Alternativní palivo

V současnosti je převažující využití komunálního odpadu jako alternativního paliva do cementáren či vápenek. Výrobě paliva se věnují odborné firmy nebo přímo provozovatelé technologií, které je spalují. V kapitole o statistických údajích jsou uvedeny příklady alternativních paliv.

Předmětem této práce není zabývat se stávajícím využitím odpadu jako alternativního paliva a jelikož jsou do tohoto aspektu zpracování/využití společně zahrnuty jak spalovny, tak technologie, využívající speciálně vyrobeného alternativního paliva, jsou veškeré informace pouze informativní a neodrážejí skutečnou podstatu věci.

#### **Základní informace ze "Statistika MPO - 2017" (zdroj EnviWeb):**

Energetickým využitím odpadů se rozumí spalování tuhých komunálních, nemocničních a průmyslových odpadů, jakožto i využívání tzv. alternativních paliv, která v mají v odpadech svůj původ, a to pouze v těch případech, kdy je vyrobená energie využívána a spalovaný odpad má pro její výrobu energetický přínos. Statistické zjišťování slouží pro účely bilancování energetiky v ČR a nemůže odrážet všechny aspekty problematiky spalování odpadů (certifikace paliv, podíl biologicky rozložitelných složek atd.). Základním zdrojem aktuálních informací o zařízeních využívajících odpady je databáze ČHMÚ, Seznam spaloven odpadů v ČR" v členění: zařízení pro tepelné zpracování odpadu; zařízení pro

tepelné zpracování průmyslového a nemocničního odpadu; zdroje znečištění ovzduší povolené pro spolu-spalování odpadu. Provozovatelé těchto zařízení a další subjekty jsou obesíláni výkazy energetické statistiky MPO. Vzhledem k tomu, že tyto výkazy neumožňují plně zjišťovat energetické informace za jednotlivé dílčí kategorie spalovaných odpadů, či jednotlivé druhy alternativních paliv, bylo nutno přijmout určitá zjednodušení.

Jednotlivá zařízení jsou dle logiky rozdělena do těchto dílčích kategorií podle převažující vsázky, či technologie:

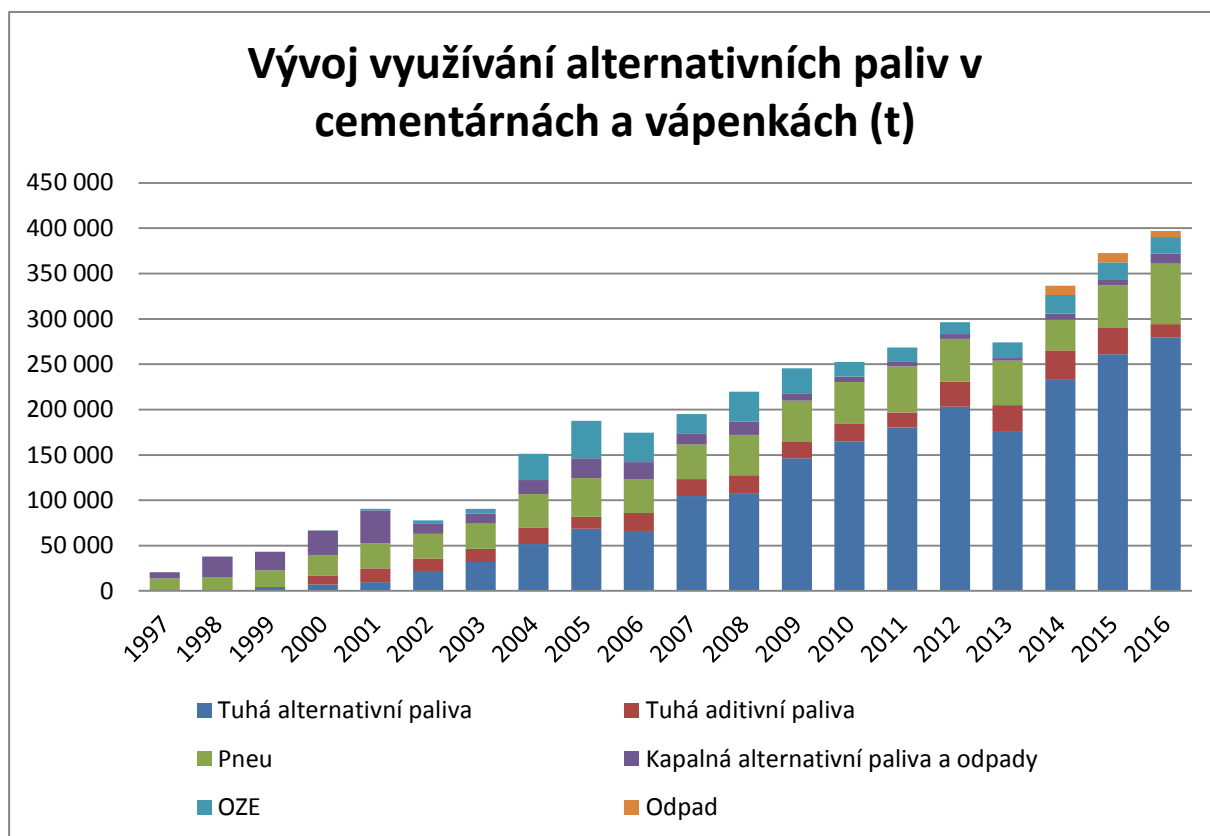
- 1/ Spalovny tuhého komunálního odpadu (ZEVO)
- 2/ Spalovny průmyslového a nemocničního odpadu
- 3/ Využívání odpadů a alternativních paliv v cementárnách a vápenkách
- 4/ Využívání odpadů a alternativních paliv v energetickém sektoru

Vzhledem k tomu, že je v této statistice sledováno pouze spalování odpadu, které slouží k výrobě energie, liší se výsledné hodnoty o hmotnosti takto využitého odpadu se souhrnnými hmotnostmi veškerého spáleného odpadu v ČR. Proto nejsou data publikovaná v této statistice srovnatelná s daty odpadového hospodářství ČSÚ a MŽP.

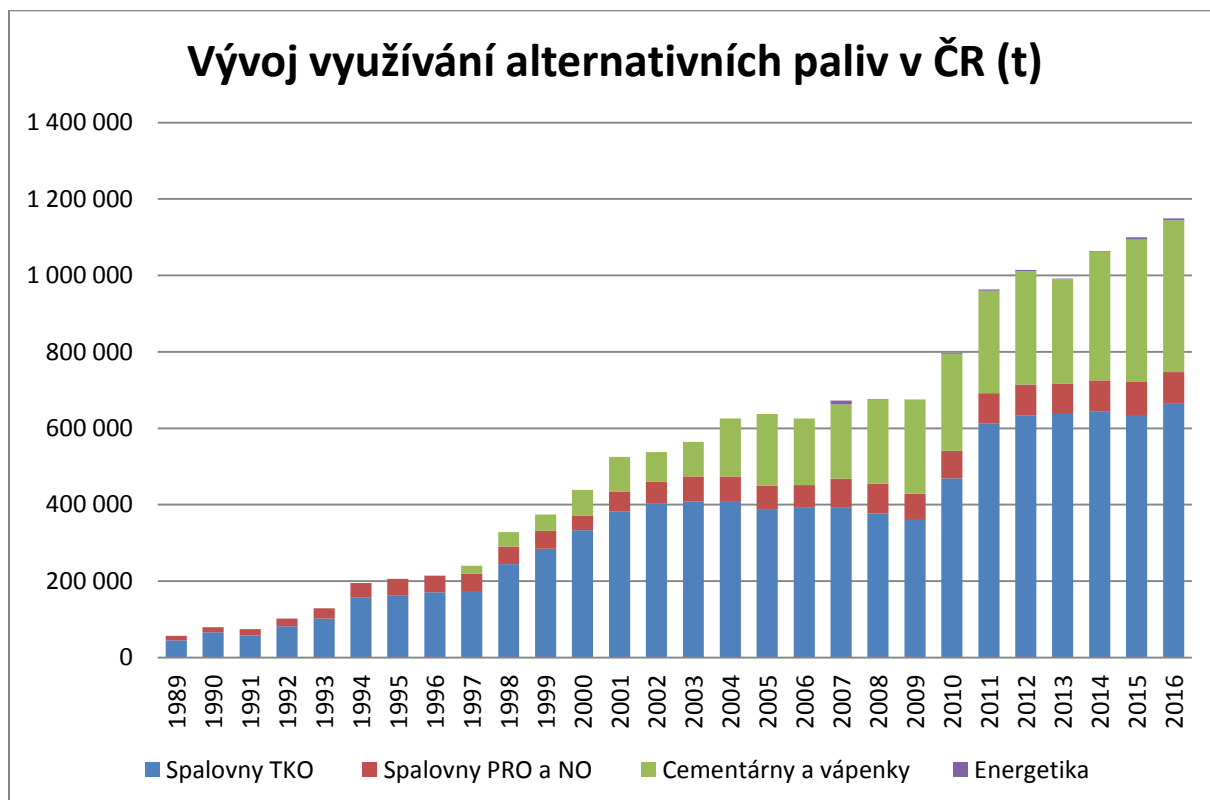
Uvažovány jsou jen ty spalovny průmyslového a nemocničního odpadu, které ho skutečně energeticky využívaly a to včetně vlastní technologické spotřeby, přičemž spalovny průmyslového odpadu mohou spalovat též komunální odpad a naopak.

- Pro data od roku 2003 byly upřednostněny statistické výkazy MPO a ERÚ.
- Pro léta 1996–2002 bylo přednostně využito dat ČHMÚ, resp. starších databází spaloven odpadu.
- Pro léta 1988–1999 bylo možno použít jen přibližných odhadů o provozu jednotlivých spaloven.
- U řady spaloven nebezpečného a průmyslového odpadu nejsou exaktně známy hodnoty výhřevností spalovaného odpadu ani vyrobeného a využitého tepla, problematický je odpočet podpůrného paliva.
- Vlastní spotřeba tepla na čištění spalin může být u některých spaloven velmi významná a může tak zkreslovat informace o možném využití odpadního tepla.
- Publikovaná data v národní metodice se mohou, vzhledem k odlišné metodice výpočtu tepelné energie a rozdělení paliv, lišit od dat dosud publikovaných v databázích Eurostatu, nicméně výchozí databáze pro zpracování obou statistik jsou stejné. Není-li u tabulek a grafů uvedeno jinak, zdroj dat je MPO.

Obrázek 9 Vývoj využívání ATP v cementárnách a vápenkách v ČR



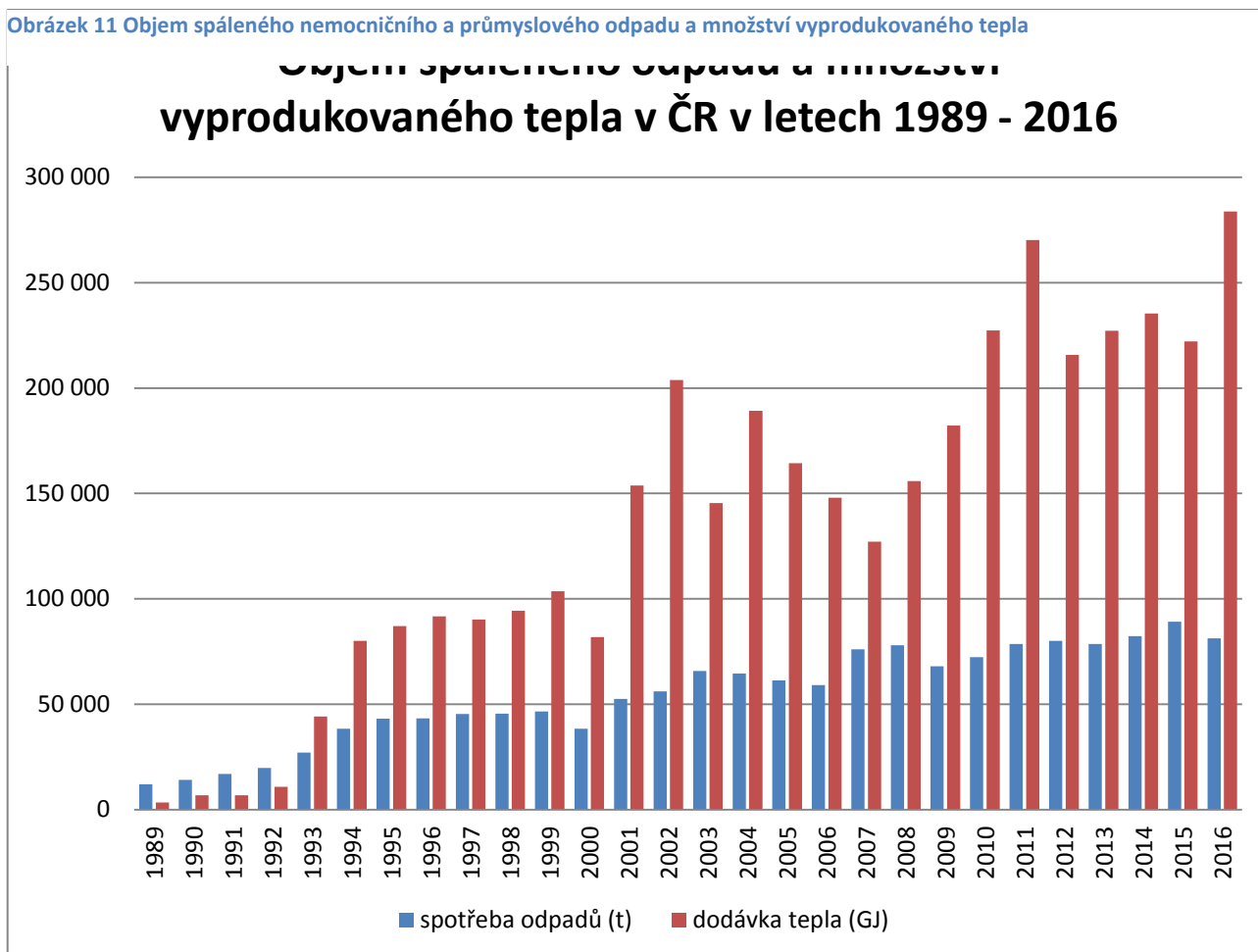
Obrázek 10 Vývoj využívání ATP v ČR v letech 1989 - 2016



Tabulka 20 Energeticky využitě odpady a alternativní paliva – souhrnná data

	Spalovny TKO	Spalovny PRO a NO	Cementárny a vápenky	Energetika	Množství spáleného odpadu celkem	Energie ve spáleném odpadu a ATP
rok	tuny	tuny	tuny	tuny	tuny	GJ
1989	44 685	12 050	0	0	56 735	688 550
1990	65 550	14 100	0	0	79 650	938 700
1991	57 710	16 880	0	0	74 590	914 020
1992	82 200	19 810	0	0	102 010	1 204 075
1993	101 800	27 050	0	0	128 850	1 531 864
1994	156 425	38 355	0	0	194 780	2 266 111
1995	163 115	43 065	0	0	206 180	2 386 593
1996	171 000	43 290	0	0	214 290	2 456 393
1997	174 127	45 371	20 594	0	240 092	3 085 501
1998	244 535	45 588	37 824	0	327 947	4 150 493
1999	284 646	46 572	43 112	0	374 330	4 625 892
2000	333 572	38 396	66 497	0	438 465	5 561 421
2001	382 025	52 461	90 486	0	524 972	6 865 857
2002	403 178	56 144	77 980	0	537 302	6 727 959
2003	407 820	65 835	90 534	0	564 189	7 318 852
2004	409 288	64 553	151 368	0	625 209	8 832 778
2005	388 303	61 347	187 504	0	637 154	9 545 248
2006	391 930	59 038	174 708	0	625 676	9 039 837
2007	391 620	76 086	194 904	9 745	672 355	10 308 320
2008	376 381	78 025	219 764	2 002	676 172	10 376 719
2009	360 399	68 029	245 543	1 228	675 199	10 475 555
2010	469 003	72 341	252 708	2 420	796 472	11 033 230
2011	613 082	78 547	268 552	3 189	963 370	12 552 627
2012	634 280	80 130	296 476	3 875	1 014 761	12 981 617
2013	637 627	78 551	274 142	1 807	992 127	12 617 584
2014	642 806	82 333	336 658	1 978	1 063 775	14 038 061
2015	631 908	89 130	372 506	6 567	1 100 111	14 950 786
2016	666 018	81 313	396 769	4 765	1 148 865	16 330 153

Obrázek 11 Objem spáleného nemocničního a průmyslového odpadu a množství vyprodukovaného tepla



Tabulka 21 vývoj využívání průmyslového a nemocničního odpadu ve spalovnách

	Tuhá alternativní paliva	Tuhá aditivní paliva	Pneu	Kapalná alternativní paliva a odpady	OZE	Odpad	Celkem tuny	Celkem energie v palivu
rok	tuny	tuny	tuny	tuny	tuny	tuny	tuny	TJ
1997	70	0	13 709	6 815	0	0	20 594	561 618
1998	75	0	15 316	22 433	0	0	37 824	1 036 236
1999	3 489	1 069	18 242	20 312	0	0	43 112	1 148 205
2000	7 191	9 829	22 517	26 939	21	0	66 497	1 721 110
2001	9 856	15 029	27 640	36 387	1 574	0	90 486	2 345 216
2002	22 211	13 579	27 101	10 979	4 110	0	77 980	1 901 382
2003	31 850	14 521	27 918	11 101	5 144	0	90 534	2 201 627
2004	51 537	18 562	36 796	15 458	29 015	0	151 368	3 535 648
2005	68 704	12 923	42 893	21 703	41 283	0	187 504	4 445 136
2006	66 111	19 780	37 319	18 842	32 657	0	174 708	4 199 668
2007	104 510	18 711	38 127	12 512	21 045	0	194 904	4 556 955
2008	107 131	20 620	44 411	14 870	32 732	0	219 764	5 025 604



<b>2009</b>	146 142	18 844	44 902	8 128	27 528	0	245 543	5 597 459
-------------	---------	--------	--------	-------	--------	---	---------	-----------

**Tabulka 21** vývoj využívání průmyslového a nemocničního odpadu ve spalovnách - POKRAČOVÁNÍ

<b>2010</b>	165 010	19 680	45 537	6 130	16 351	0	252 708	5 531 634
<b>2011</b>	180 307	16 406	50 756	5 837	15 246	0	268 552	5 662 907
<b>2012</b>	203 198	27 447	47 252	5 247	13 332	0	296 476	5 885 365
<b>2013</b>	176 260	28 655	49 064	2 678	17 485	0	274 142	5 575 666
<b>2014</b>	232 674	32 479	34 134	6 713	20 273	10 385	336 658	6 975 079
<b>2015</b>	261 021	29 044	46 892	5 791	19 422	10 336	372 506	7 781 882

## 8. Nové technologie pro výrobu energie z komunálních odpadů

Níže uvedené technologie nejsou zcela novými, jsou však stále ve vývoji a na území ČR jsou zatím zastoupeny jen velmi málo.

### 8.1 Zplyňování

Termické zpracování odpadů je ověřený způsob jejich minimalizace. Tradičně bývaly odpady termicky redukovány (na popel) bez využití jejich vázané energie za účelem zmenšení objemu materiálu ke skládkování. V současnosti je ale valná většina termicky zpracovaného odpadu využita pro výrobu elektřiny či pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla ve spalovnách, respektive v zařízeních na energetické využití odpadu. Spalovací technologie jsou velmi vyspělé, spolehlivé a významně převažující v rámci termických procesů zpracování odpadů, zejména pak spalování na roštu. [1, 2] Ovšem, jak bude uvedeno v následující kapitole, mají klasické spalovny limity v dosažitelné účinnosti a ve zmenšování měřítka, tak aby množství zpracovávaného odpadu odpovídalo reálné aglomeraci menšího města. Tyto limity lze obejít použitím inovativních technologií [3], mezi něž lze zařadit i technologie využívající zplyňování.

Zplyňováním je myšlena termochemická konverze paliva na výhřevný plyn. Tato přeměna je umožněna působením zplyňovacího média a vysoké teploty. Jako zplyňovací médium bývá použit standardně vzduch, ale ve speciálních případech může být použita i vodní pára nebo směs kyslíku, vodní páry nebo oxidu uhličitého. Produktem je plyn obsahující výhřevné složky ( $H_2$ ,  $CO$ ,  $CH_4$  a další organické minoritní sloučeniny), doprovodné složky ( $N_2$ ,  $CO_2$  a  $H_2O$ ) a znečišťující složky (dehet, prach, sloučeniny síry, chlóru, alkálie a další). Dle stupně zplynění je pevným zbytkem procesu popel či uhlíkatý porézní zbytek. Vyrobený výhřevný plyn může být použit pro různé aplikace, přičemž „nejjednodušší“ je jeho spálení v kotli za účelem výroby energetické páry. Mezi více komplikované způsoby využití patří např. pohon plynového motoru či turbíny nebo dokonce syntéza chemikálií (především alternativních paliv), přičemž zásadní je ve všech těchto aplikacích správné čištění plynu především (ale nejenom) od dehtových sloučenin, což činí tuto technologii komplikovanou. [4–9]

Konceptů a demonstračních jednotek pro zplyňování odpadů je mnoho a jsou detailně popsány v souhrnných člancích [10, 11]. Ačkoli se jedná o zajímavé a technologicky schůdné procesy, je nutné podotknout, že v porovnání s běžnými spalovnami nejsou dostatečně ověřené. Přesto ale existují příklady úspěšných, ekonomicky rentabilních a odzkoušených technologií pro využití odpadů pro výrobu elektřiny a tepla, které využívají technologii zplyňování. Dva úspěšné koncepty budou popsány v kapitole 8.1.2. a 8.1.3. V kapitole 8.1.4. bude nastíněno, jakým směrem by se mohly dále vyvíjet technologie využívající zplyňování k energetickému využití odpadů.

#### 8.1.1 Možnosti spaloven odpadů

Pro potřeby tohoto textu je potřeba shrnout několik faktů o spalovnách odpadů. Spalovny jsou v porovnání s klasickými elektrárnami a teplárnami relativně malé (37,5 % spaloven zpracovává <100 000 tun/rok odpadu, 39,5 % 100–250 tisíc tun za rok a 39,5 % spaloven zpracovává ročně více než 250 tisíc tun odpadu). Průměrné evropské hodnoty elektrické účinnosti byly v roce 2009 20,7 % pro zařízení pracující v kondenzačním režimu a 14,2 % pro zařízení pracující v režimu kombinované výroby elektřiny a tepla [12, 13]. Tyto hodnoty účinnosti výroby elektřiny jsou relativně malé v porovnání s klasickými elektrárnami spalujícími uhlí. Hlavním důvodem je kromě menšího měřítka nutnost předcházet významné vysokoteplotní kyselou korozi způsobené chloridy kovů v popílku a vysokými koncentracemi chlorovodíku ( $HCl$ ) ve spalinách [14–16]. Míra vysokoteplotní

korozí je závislá především na teplotě povrchu kovu, tedy pro předcházení vysokoteplotní korozí musí být limitována teplota povrchu výparníků a přehříváků omezením výparného tlaku a přehřívací teploty. Navíc je nutné předcházet riziku kondenzace při expanzi páry v parních turbínách, což v důsledku znamená další omezení pro zvolený výparný tlak [1]. Z těchto důvodů bývají voleny konzervativní parametry páry (běžně je maximální přehřívací teplota kolem 400 °C) spolu s omezením teploty spalin v přehříváku pod 650 °C [16], což má za následek i nižší účinnost výroby elektřiny. V moderních spalovnách bývají někdy použity vyšší parametry páry (např. 60 bar a 500 °C nebo i vyšší), to ale vede k nutnosti použít korozně odolné materiály (např. Inconel 625) k ochraně výměníků, což má za následek i zvýšení investičních nákladů, což se ale vyplatí spíše u větších zařízení. [1] Možností pro zvýšení elektrické účinnosti je přehřívání páry, které je ale opět finančně schůdné pouze u velkých zařízení. [17]

Druhou příčinou snížení elektrické účinnosti je vysoká komínová ztráta. Ta bývá v rozmezí 7–25 % energie paliva (odpadu) v závislosti na výstupní teplotě spalin a na přebytku vzduchu při spalování. [17] Spaliny na výstupu bývají ochlazené výměňikovým systémem na teplotu 150–380 °C [18]. Přebytek vzduchu bývá běžně v rozmezí 1,75–1,9, ale optimalizací spalovací komory je možné jej snížit i na 1,39 [1, 19]. Další možností, jak (omezeně) snížit komínovou ztrátu, je použití recirkulace spalin pro kontrolu teploty spalovací komory a dosažení koncentrace kyslíku ve spalinách co neblíže 6 %. [1]

Příkladem moderní velké spalovny s vysokou elektrickou účinností je spalovna v Amsterdamu, která byla zprovozněna v roce 2007. Toto zařízení s horizontálním roštem spaluje 530 tisíc tun odpadu ročně o průměrné výhřevnosti 10 MJ kg<sup>-1</sup>. Vysoké elektrické účinnosti (nad 30 %) je dosaženo vysokými parametry páry (440 °C a 130 bar) a jejím dohříváním za prvním stupněm turbíny při tlaku 14 bar na 320 °C saturovanou párou. Tlak v kondenzátoru je udržován na 0,03 baru chlazením mořskou vodou. Provozní fond zařízení byl v roce 2011 přibližně 93%. Přebytek vzduchu při spalování se pohyboval okolo 1,4 a přibližně 25 % spalin se recirkulovalo. [20]

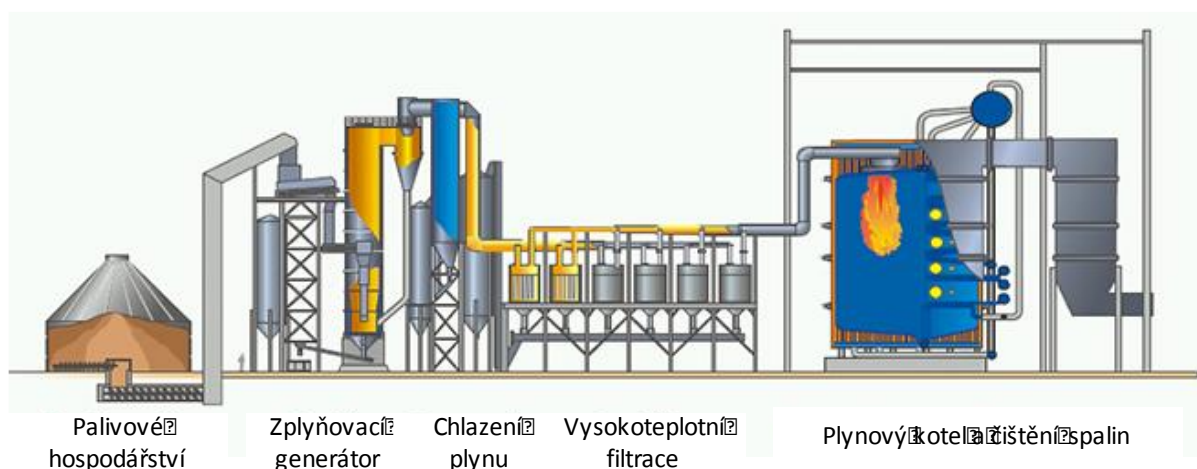
### **8.1.2 Zplynění odpadu, čištění vyrobeného plynu a jeho spálení pro výrobu páry s vysokými parametry, tj. koncept dvoustupňového spalování**

Jak vyplývá z výše uvedeného textu, jsou hlavními příčinami nižší účinnosti výroby elektřiny ve spalovnách odpadů (1) vysokoteplotní korozí způsobená převážně sloučeninami chloru ve spalinách a související nutnost udržovat parametry páry spíše v konzervativních hodnotách a (2) vysoká komínová ztráta způsobená hlavně vysokým přebytkem vzduchu nutným k dostatečnému spálení odpadu. Tyto dvě příčiny je možné obejít rozdělením procesu spalování odpadů na 1. zplyňovací krok, 2. relativně jednoduché čištění vzniklého plynu a 3. jeho spálení s minimálním přebytkem vzduchu.

Tento koncept je úspěšně demonstrován na zařízení Kymijärvi II v Lahti (Finsko). Toto zařízení je v provozu od konce roku 2011, zpracovává 250 tisíc tun paliva RDF ročně a produkuje v kogeneračním režimu 50 MW elektrické energie a 90 MW tepla ze 160 MW příkonu v palivu. To odpovídá elektrické účinnosti 31 % a celkové účinnosti 87,5 %. [21]. RDF palivem se v tomto případě rozumí směs odpadu z průmyslu, maloobchodů, stavebnictví a domácností, který není vhodný na recyklaci. Tento odpad je svážen z okruhu 200 km v čemž je zahrnuto i město Helsinky, které je vzdálené 100 km. Nákup paliva je zajištěn dlouhodobými smlouvami a jeho kvalita je pečlivě ověřována. [22] Palivo je dále před-upraveno namletím a odstraněním kovů v magnetických separátorech a na separátorech s vířivým proudem. Výhřevnost paliva se pohybuje v rozmezí 8–15 MJ/kg. [21] Zařízení má za sebou úspěšný provoz čítající více než 26 000 hodin s 20 000 hodinami v provozu s RDF palivem a s 6 000 hodinami se směsí RDF a odpadního stavebního dřeva. Stavba zařízení začala na jaře 2010 a na konci roku 2011 již bylo zařízení ve zkušebním provozu. Na jaře 2012 bylo zařízení předáno ke komerčnímu provozu. Celkové náklady na toto zařízení byly přibližně 160 miliónů EUR. Průměrná využitelnost jednotky během prvního roku provozu byla 80 % z celkového časového fondu a po následném vylepšení funkce keramických

filtrů se zvýšila na 90 %. Palivo je zplyněno ve dvou fluidních generátorech, každý o příkonu 80 MW v palivu, a surový vyrobený plyn (850–900 °C) je schlazen na 400 °C při využití tepla pro predehřev kotelní vody. [21] Fluidní lože generátorů je tvořeno směsí písku a vápence. [22] Když je plyn ochlazen na tuto teplotu, alkalické korozivní sloučeniny chloru vykondenzují na pevných částicích v plynu, které jsou za této teploty odfiltrovány na keramických filtrech. Při teplotě 400 °C zůstanou přítomné dehty v plynné (nezkondenzované) formě. Takto vyčištěný plyn (obsahující páry dehtů) je následně spálen v kotli s velmi mírným přebytkem vzduchu za produkce páry o tlaku 121 bar a teplotě 540 °C. Takto vysoké parametry páry ve srovnání s běžnou spalovnou (40 bar a 400 °C) umožňují dosáhnout výše zmíněné vysoké elektrické účinnosti 31 % vztažené k příkonu v palivu. [21] Spaliny z kotle procházejí víceúrovňovým čištěním (denitrifikace, odprášení, přístřík hydrogenuhličitanu sodného a také vápence s aktivním uhlím), díky čemuž jsou emise škodlivin ve spalinách minimální [23].

Obrázek 12 Technologie zplynění



Zdroj: BionicFuel, 2017

Technologie zplynění RDF v cirkulujícím fluidním loži s následnou vysokoteplotní filtrací a vysokoúčinném spálení plynu v kotli za produkce páry o vysokých parametrech (121 bar, 540 °C). [23]

Samozřejmě je nutné dodat, že toto zařízení v Lahti je světovou výjimkou a několik podobných pokusů zplyňovat odpad v minulosti skončilo neúspěchem. Například obdobné zařízení v Greve in Chianti v Itálii pro zpracování 200 tun RDF denně ve formě peletek bylo po třech periodách provozu během pěti let odstaveno. [1, 24, 25]

### 8.1.3 Využití zplyňovací technologie pro zpracování odpadu v menším měřítku

Dalším důvodem pro využití zplyňování při zpracování odpadů může být snaha o zajištění minimálních emisí zařízení i v menší velikosti vhodné pro kapacitu menší městské aglomerace. Tím se dá předejít nutnosti svážet odpad z velkých vzdáleností do velkého zařízení a tím i emisím spojeným s jeho přepravou. Taktéž teplo produkované termickým využitím odpadů je snadněji uplatnitelné v rámci lokální tepelné distribuční sítě.

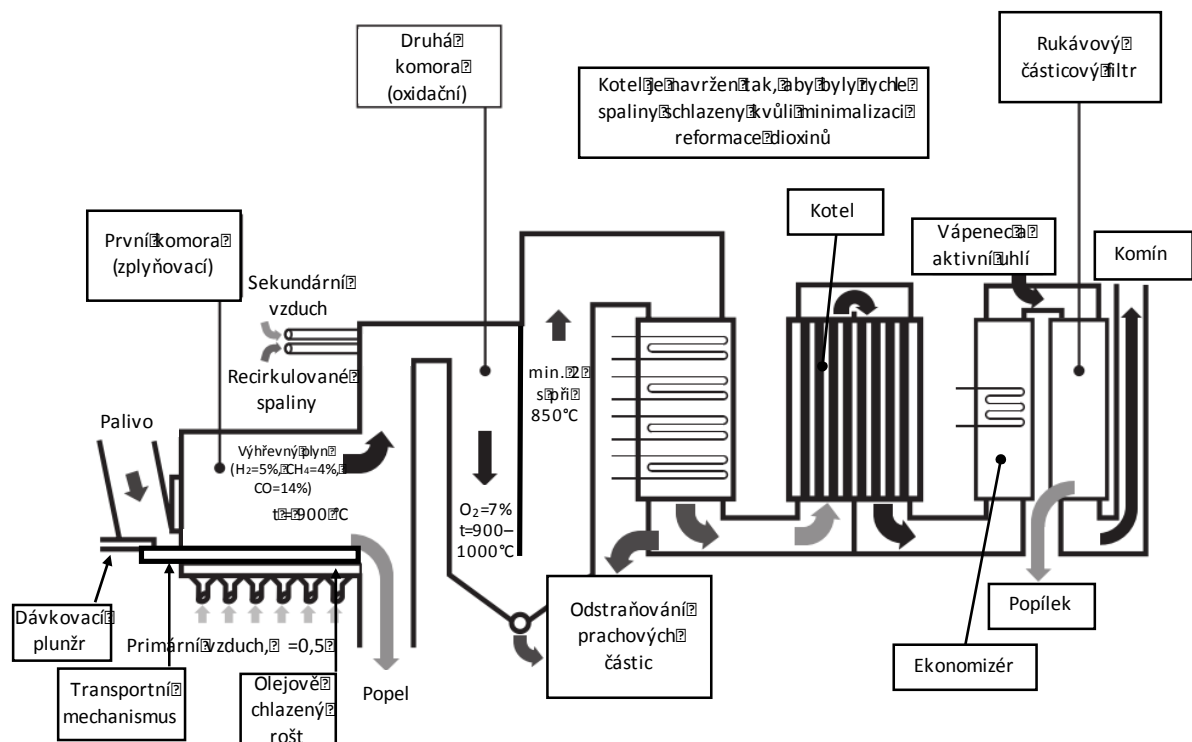
Z této logiky vychází zařízení Energos [26, 27]. Uvádí se, že tato technologie dosahuje nízkých emisí oxidu uhelnatého (CO), oxidů dusíku (NO<sub>x</sub>) a dioxinů bez použití standardních technologií čištění plynu používaných v tradičních spalovnách. Taktéž obsah uhlíku (nedopalů) v popelu je pod 3% TOC a jeho vyluhovatelnost se pohybuje na úrovni 10 % oproti běžným zařízením pro energetické využití odpadu. [26, 28]

Technologie Energos byla vyvinuta na institutu SINTEF v Trondheimu v Norsku v letech 1990–1997 a v průběhu následujících 5 let bylo postaveno šest tepláren, které jsou stále v provozu (pět

v Norsku a jedna v Německu) každá zpracovávající 39 000 t/rok zbytkového nerecyklovatelného komunálního a průmyslového odpadu. V roce 2004 energetická společnost EnerG získala technologii Norské společnosti Energos ASA a přivedla technologii též na trh Velké Británie, kde byla postavena jednotka na Isle of Wight v roce 2009 (30 000 t/rok) [28]. Od té doby byla zprovozněna ještě jedna jednotka Norsku v roce 2010 (78 000 t/rok) a další tři jsou v současnosti ve stavbě ve Velké Británii (144 000, 96 000 a 144 000 t/rok). [26]

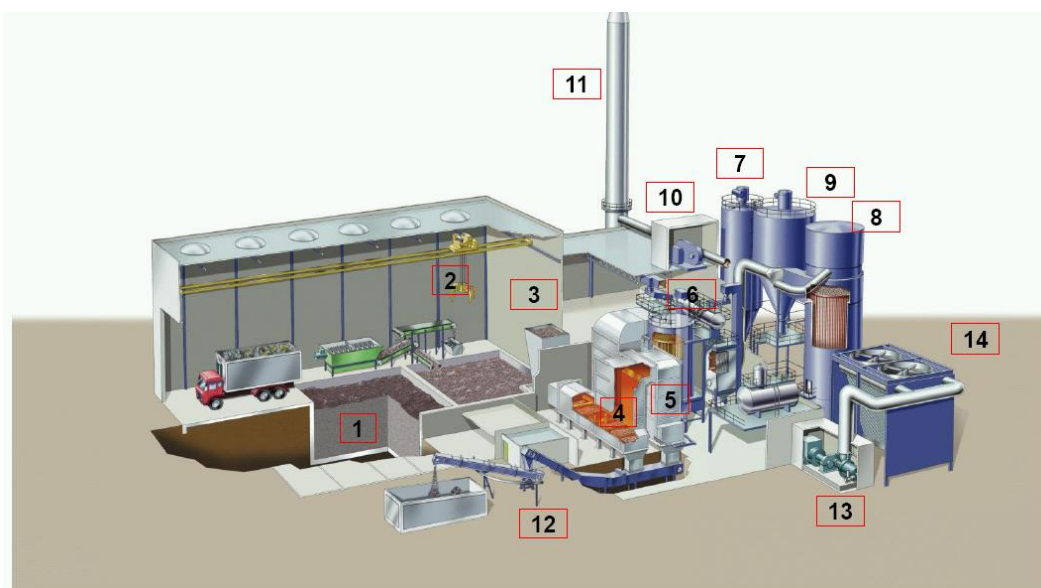
Technologie Energos (obrázek 13 a obrázek 14) je určena na energetické využití zbytkového nerecyklovatelného komunálního a průmyslového odpadu a její hlavní předností jsou velmi nízké emise zejména oxidů dusíku a dioxinů, aniž by byla k tomu nutná sekundární opatření (v případě emisí  $\text{NO}_x$  se daří dosahovat hodnot na úrovni cca 20 % zákonných limitů, u dioxinů je to dokonce i 1 %). Výše uvedené je umožněno uplatněním principu zplyňování na roštu. Před zplyněním je palivo namleto a na magnetickém separátoru jsou vyseparovány kovy. Rošt je koncipován jako horizontální, pohyblivý a zplyňování probíhá za nedostatku kyslíku při teplotách okolo 900 °C. Průměrný stechiometrický koeficient přebytku vzduchu v této komoře je kolem 0,5 a vzduch je distribuován do roštu tak, aby bylo dosaženo minimální koncentrace uhlíku v popelu. Výhřevný plyn (obsahující  $\text{CO}$  14 %,  $\text{H}_2$  5 % a  $\text{CH}_4$  4 %) poté prochází oxidační komorou (za přídavku sekundárního vzduchu a recirkulovaných spaliny), odprášením a je posléze energeticky využit pro výrobu tepla v parním kotli (23 bar, 380 °C) a elektřiny v závislosti na poptávce po teple, což je v případě této technologie primární produkt. Spaliny jsou v kotli díky jeho konstrukci rychle vychlazené pod teploty, které vylučují rekombinaci dioxinů a poté za přídavku mletého vápence a aktivního uhlí zbaveny ostatních monitorovaných škodlivin v tkaninovém filtru. [26–31]

Obrázek 13 Schématické znázornění technologie Energos



Zdroj: RODRIGUEZ et al., 2007

Obrázek 14 Schéma kompletního zařízení Energos



Zdroj 1 MALKOW , 2004

vysvětlivky:

1 – bunkr, 2 – jeřáb, 3 – zásobník, 4 – zplyňovací rošt (primární komora), 5 – oxidační komora (sekundární komora), 6 – parní vyvíječ (kotel), 7 – silo na aktivní uhlí a vápenec, 8 – tkaninový odlučovač, 9 – sklad odloučených zbytků, 10 – spalinový ventilátor, 11 – komín, 12 – popelové hospodářství, 13 – parní turbína, 14 – vzduchem chlazený kondenzátor [27]

#### 8.1.4 Další možný vývoj technologií využívajících zplyňování odpadů

Předpokládáme, že zplyňovací technologie odpadů mají budoucnost spíše v aplikacích s co nejvyšší mírou jednoduchosti a v reaktorech s fluidním ložem, které umožňuje zpracování paliva s mírně proměnlivou strukturou, a kde je možnost použití levného přírodního katalyzátoru, jako je např. vápenec nebo dolomit (v kalcinovaných formách). [32, 33] Zajímavou možností zůstává použití zplyňování odpadů ve fluidním loži s následným čištěním plynu od korozivních sloučenin a těžkých kovů s následným spálením tohoto plynu v existujících kotlích na fosilní paliva (s možností produkce páry s vysokými parametry) nebo v cementářských pecích a pecích pro výrobu páleného vápna. Takto by se teoreticky dala nahradit část fosilního paliva v kotli horkým plynem vyrobeným z odpadu. Spolu-spalování plynu by pravděpodobně mělo minimální vliv na provoz stávajícího zařízení, korozi, popeloviny a emise. Naopak, ze zkušeností s obdobným konceptem ze zařízení Vaasa (Finsko), lze dovodit, že je takto možné dosáhnout zlepšení emisních charakteristik kotle. Investice nastíněného konceptu by byly výrazně nižší než při stavbě celého nového zařízení pro energetické využití odpadů. [21] Při zachování tohoto jednoduchého konceptu je nadějně zkoumat možnosti vysokoteplotního čištění plynu [34]. Dalšími progresivními výzkumnými úkoly je hledání ideální předúpravy reálného odpadu pro zplyňování a otestování možnosti synergického spolu-zplyňování jiného paliva (např. odpadní dřevní biomasy) spolu s odpadem [35, 36] a dále ověření možnosti využití vzniklého plynu pro náročnější aplikace (např. plynový motor s generátorem pro produkci elektřiny) a využití jiných zplyňovacích médií než je vzduch, např.  $H_2O$  a  $CO_2$  spolu s kyslíkem (se stechiometrickým koeficientem vzduchu kolem 0,3), čímž by se zajímavě zvýšila i využitelnost vyrobeného plynu [8, 9] např. pro výrobu biopaliv druhé generace [4, 37, 38].

## 8.2 Fermentace

### 8.2.1 Obecně

Stoupající spotřeba lidské společnosti je spojena s rostoucí produkcí odpadů. Ačkoli prioritou odpadového hospodářství je zamezení vzniku odpadů, případně minimalizace množství vznikajících odpadů, přesto v celé řadě oborů lidské činnosti vznik odpadů nelze ani do budoucna zcela vyloučit. V tomto případě je nezbytné zajistit využití vznikajícího odpadu způsobem, který zabezpečí trvalé zamezení škodlivých vlivů odpadu na jednotlivé složky životního prostředí. Tvorba a ochrana životního prostředí se v dnešní době stává jednou z klíčových otázek životní úrovně obyvatelstva. Stále větší důraz se klade na ochranu životního prostředí, do popředí se dostávají technologie méně energeticky náročné. Jednou z těchto technologií je i anaerobní digesce bioodpadů, která prochází značným vývojem. V současné době v celosvětovém měřítku značně stoupá zájem o výrobu bioplynu anaerobní digescí. K tomuto způsobu získávání energeticky vysoce hodnotného biopaliva je využívána celá řada surovin. Patří mezi ně především zemědělské odpady, záměrně pěstovaná energetická biomasa, biologicky rozložitelné průmyslové odpady a biodegradabilní frakce tuhého komunálního odpadu.

U průmyslného odpadu jde o materiál, který je specifický pro každý závod. Průmyslové odpady zpracováváné anaerobní digescí představují zejména bioodpady z potravinářského či agropotravinářského průmyslu. Výše uvedené odpady tvoří výrazný podíl na celkové produkci odpadů a spolu s komunálním odpadem způsobují největší problémy při dalším nakládání. Průmyslové odpady jsou poměrně specifické a navzájem se liší jak v množství, tak i kvalitou resp. jeho složením. Jeden a tentýž druh průmyslového odpadu se v závislosti na producentovi výrazně liší, což je způsobené různými vstupními surovinami, použitými technologiemi apod.

Rovněž v potravinářském průmyslu vzniká široká škála odpadů, které mají charakter biologicky rozložitelných odpadů. Tyto biologicky rozložitelné odpady jsou objemově a hmotnostně významnou skupinou odpadů, která v případě uložení na skládky ohrožuje složky životního prostředí skleníkovými plyny a výluhy.

Směrnice č. 1999/31/ES skládkování odpadů [39], ukládá členským státům povinnost, aby množství biologicky rozložitelných odpadů ukládaných na skládky bylo sníženo do roku 2010 na 75 % hmotnosti tohoto druhu odpadu vzniklého v roce 1995, do roku 2013 na 50 % hmotnosti a nejpozději do roku 2020 na 35 %. Přestože Česká republika může ve splnění těchto limitů využít čtyřletý odklad, nevyhne se v budoucnu stále větším problémům, jak s těmito odpady naložit. Bioodpady z potravinářské výroby jsou dosud z největší části odstraňovány skládkováním, pouze malá část je využívána ke krmivářským účelům případně k výrobě bioplynu či kompostu. Tyto odpady byly dlouho považovány jen za materiál k likvidaci, nikoliv jako potenciál pro vysoce hodnotné vedlejší suroviny. Část odpadů z potravinářských výrob (např. odpadní těsto, odpadní oplatková hmota, odpadní čokoládový zlom, odpadní mláto, odpadní kvasnice, zbytky z pekárenské výroby, suché pečivo atd.) jsou přepracovávány například na biskvitovou moučku, která je využívána ke zkrmování hospodářskými zvířaty. V posledních letech však došlo k poklesu zájmu zemědělských podniků o využití biskvitové moučky pro krmivářské účely v souvislosti se snížením stavu polygastrických zvířat.

Vzhledem k tomu, že anaerobní digesce je proces, který umožňuje potravinářské bioodpady (zejména suroviny z výroby cukrovinek, instantních a dalších produktů nevhodné k lidské spotřebě nebo zpracování) energeticky využít prostřednictvím produkce spalitelného bioplynu s vysokým tepelným obsahem, je perspektivním způsobem jejich ekologického zpracování. Zákon o odpadech 185/2001 Sb. [40] přinesl velmi silný nástroj pro snižování množství biologických rozložitelných

odpadů ukládaných na skládky a ze zákona plyne, že materiálové využití odpadů má vždy přednost před jiným využitím, například energetickým.

Odstraňovat lze odpad, pro který využití nalezeno nebylo. Skládkování je pak až posledním způsobem odstranění odpadu. V případě anaerobní kofermentační výroby bioplynu se jedná o materiálově-energetické využití bioodpadu, přičemž není zcela vždy dopředu zřejmé, zda je metoda pro daný bioodpad výhodnější, než materiálové využití formou kompostu. Přesto je v současné době značná část bioodpadů z potravinářských výrob, distribuce a prodeje (zmetkové potraviny a potraviny s prošlou lhůtou spotřeby) ukládána na skládky komunálních odpadů (SOO-3 – pro odpady kategorie ostatní s vysokým obsahem organických biologicky rozložitelných látek). Na těchto skládkách je sice jímán skládkový bioplyn, ovšem rychlost produkce a účinnost zachycení jsou relativně nízké. Je nutno rozšířit míru využívání zmíněných bioodpadů z potravinářského průmyslu.

Jedním z materiálových způsobů využití biologicky rozložitelných odpadů je jejich transformace na plyný produkt. K důvodům, proč se věnovat otázce materiálově-energetického využití potravinářských bioodpadů, lze uvést následující skutečnosti: omezení skládkování a výhodné vlastnosti pro anaerobní zpracování (vysoká teoretická výtěžnost metanu plynoucí z obsahu lipidů, sacharidů, nízký obsah vlákniny). S přijímáním nových legislativních opatření se stává nevyhnutelným i způsob zpracování biologicky rozložitelných odpadů rozšířením decentralizovaných zdrojů tepla a elektrické energie.

### **8.2.2 Průmyslová bioplynová stanice – bioodpad z KO**

Pod pojmem průmyslová bioplynová stanice většinou rozumíme zařízení na výrobu a zpracování bioplynu řízenou anaerobní digescí (anaerobní fermentací či dekompozicí) v rámci průmyslového podniku či průmyslové zóny [41]. Toto zařízení bývá začleněno do podnikové čistírny odpadních vod (ČOV). Klíčovým prvkem zařízení jsou anaerobní bioreaktory – fermentory. Pokud jsou součástí ČOV, říká se jim také vyhnívací nádrže [42]. Čistírna po gravitačním a mechanickém oddělení hrubých nečistot čistí průmyslovou odpadní vodu v jednom nebo více aerobních (provzdušňovaných) stupních. Hrubé nečistoty (primární kal) a přebytečná hmota aerobních mikroorganismů narostlých z živin čištěné vody (přebytečný aktivovaný kal) jsou problematickými produkty – bioodpady. V některých průmyslech, jako je např. farmaceutický, jde i o odpad nebezpečný. Tento kal proto bývá u větších čistíren anaerobně redukován (stabilizován) – odplyněn ve vyhnívacích nádržích. Bioplyn s obsahem CH<sub>4</sub> 60-80 % je nejčastěji spalován v pístových motorech nebo turbínách kogeneračních jednotek a produkované teplo a elektrická energie slouží pro zlepšení energetické bilance čistírny [43]. V případě, že z průmyslového podniku či zóny jsou do čistírny sváženy i koncentrované tekuté nebo tuhé bioodpady, mluvíme o jejich kofermentaci s čistírenským kalem. Tímto způsobem je razantně navýšena výroba bioplynu, čistírna se může stát ziskovou a v některých případech lze uvažovat i o čištění bioplynu na úroveň zemního plynu a distribuci „bioCNG“ do průmyslové zóny či do širšího okolí například pro pohon automobilů, autobusů apod. [44].

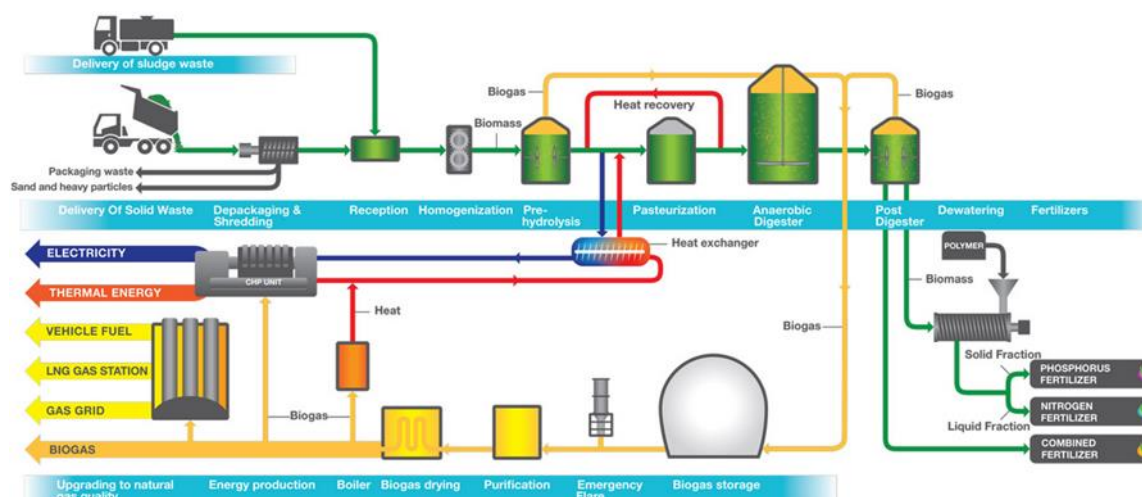


Obrázek 15 Průmyslová bioplynová stanice



Zdroj: Krieg & Fischer, 2017

Obrázek 16 Schéma bioplynové stanice



Zdroj: Watrec Ltd., 2017

Pokud je průmyslový podnik či zóna situován ve vhodné dojezdové vzdálenosti od obytné zástavby – velkoměsta, města či svazu obcí, bývá výhodné v průmyslové oblasti vybudovat závod na mechanickou separaci biologicky rozložitelné frakce tuhého komunálního odpadu (anglicky MS-OFMSW) od recyklovatelných složek a tuto frakci spolu s původně ručně vytříděnými bioodpady (anglicky SS-OFMSW) zpracovávat na bioplyn spolu s průmyslovými bioodpady a odpadními vodami [47]. Biologicky rozložitelné frakce je v komunálním odpadu přítomno 40-50 % a v globálním měřítku její množství rychle narůstá. Stále častěji se tedy budeme setkávat s pojmem „komunální bioplynová stanice“. Závod na mechanickou separaci recyklovatelných složek a biologicky rozložitelné frakce TKO může být integrován s aerobní předúpravou, anaerobní digescí a aerobní post-úpravou (závěrečným kompostováním). V tom případě mluvíme o „závodu mechanicko-biologické úpravy – MBÚ“ [48]. Ať jsou umístění, seznam odpadů a technologie závodu zpracovávajícího odpadní biomasu jakékoliv, cílem je vždy řádná stabilizace hmoty energetickou a nákladově efektivní cestou. Tím se zajistí minimalizace

vlivů na životní prostředí. Anaerobní digesce zároveň umožňuje část odpadní biomasy převést na využitelnou energii, a přitom udržet neutrální nebo i kladnou bilanci oxidu uhličitého [49]. Z chemické a biologické podstaty je výhodné provádět kofermentaci odpadní biomasy s exkrementy statkových zvířat, čímž dochází k hlubšímu provázání průmyslu se zemědělstvím. Příkladem průmyslové bioplynové stanice mohou být pivovary, lihovary, jatka, potravinářské závody a mnoho dalších.

Pro proces anaerobní digesce mohou být použity restaurační odpady tzv. gastroodpady, které patří mezi „biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven“ (k. č. 20 01 08). Gastroodpady je možné definovat jako kuchyňské odpady nepocházející z domácností. V České republice se jich ročně vyprodukuje cca 15 tis. kg, což odpovídá 1,46 kg/obyv./rok. I když se toto množství v porovnání s celkovou produkcí odpadů u nás zdá zanedbatelné, tak pro zdraví lidí a zvířat představuje možné riziko. Riziko vyplývá zejména z hmoty živočišného původu, které gastroodpady obsahují. V těchto odpadech se mohou vyskytovat patogenní mikroorganismy, jejich toxiny a další infekční agens. Proto je nezbytné omezovat rizika spojená s nakládáním s těmito odpady na nejnižší míru, zabránit kontaminaci potravního řetězce a snižovat riziko pro pracovníky, kteří s těmito odpady přicházejí do styku. Gastroodpady mohou být zdrojem zápachu a výskytu hmyzu a hlodavců. Nařízení rady 1069/2009 ES [50] je základním předpisem pro nakládání s gastroodpady a rozděluje organické materiály do tří kategorií dle míry rizikovosti. Pro odpady 1. *Kategorie* (kuchyňský odpad z dopravních prostředků v mezinárodní přepravě) nejsou povoleny žádné recyklační technologie a musí být zneškodněny/odstraněny. Odpady 2. *Kategorie* (hnůj a obsah trávicího traktu) mohou být zpracovány procesem anaerobní digesce nebo kompostovány. 3. *Kategorie* tvoří mimo jiné vedlejší živočišné produkty vznikající při výrobě produktů určených k lidské spotřebě včetně odtučněných kostí a škvarků; zmetkové potraviny živočišného původu nebo zmetkové potraviny obsahující produkty živočišného původu s výjimkou kuchyňského odpadu, které z obchodních důvodů, z důvodu závady při výrobě nebo balení nebo jiné závady nepředstavující nebezpečí pro lidi nebo zvířata, již nejsou určeny k lidské spotřebě; kuchyňský odpad vyjma odpadů z dopravních prostředků v mezinárodní dopravě. Nařízení Rady 1069/2009 ES [50] stanoví hygienická a veterinární pravidla pro vedlejší produkty živočišného původu.

Při zpracování v bioplynové stanici nebo pomocí kompostování musí být podle Nařízení Evropské unie splněny tyto následující podmínky:

- Odpad musí být nadrcen na částice s maximálním rozměrem 12 mm.
- Musí být provedena hygienizace po dobu 60 minut s teplotou 70 °C
- Při hygienizaci musí být průběžně zaznamenávána teplota a záznamy musí být uschovány pro případ, že by přišla kontrola.
- Kompost a vyhnílý kal musí být analyzován na patogenní organismy
- Dále z požadavků uvedených již ve výše uvedeném nařízení vyplývají další informace:
- Kompostování kuchyňských odpadů nebo odpadů ze stravovacích zařízení lze provádět pouze v bioreaktorech, které jsou vybaveny automatickým měřením teploty.
- Zpracování odpadu pomocí digesce je možné jen na bioplynových stanicích, které jsou vybaveny hygienizačním stupněm.
- Producenti odpadu, kteří využívali své kuchyňské zbytky na zkrmování hospodářských zvířat, jsou povinni v následujícím období hledat nové způsoby zpracování těchto odpadů.
- Všechny požadavky nařízení budou muset splnit i kompostárny, které využívají oddělený sběr komunálních bioodpadů, které obsahují i kuchyňské odpady.
- Zvýšené náklady, které vzniknou výše uvedeným využíváním, budou povinni platit producenti těchto odpadů.

Pro veterinární odpady neexistuje jednotná a ucelená legislativa. V ČR doposud neexistuje právní úprava, která by byla zaměřena výslovně na odpady ve veterinárních zařízeních. Na tyto odpady (mimo kadavéry a vedlejší živočišné produkty) se vztahuje stejná právní úprava jako na odpady ze zdravotnických zařízení.

Jedním z úkolů Nařízení vlády č. 352/2014 Sb. [51], o Plánu odpadového hospodářství České republiky pro období 2015-2024, je vypracování aktualizované metodiky. V části 1.3.1.9 se zabývá odpady ze

zdravotnické a veterinární péče se stanoveným hlavním cílem „Minimalizovat negativní účinky při nakládání s odpady ze zdravotnické a veterinární péče na lidské zdraví a životní prostředí“. Pro nový zákon o odpadech upravující nakládání s odpady ze zdravotnictví a veterinární péče byla vypracována v rámci projektu TBO50MZP010 „Metodika pro nakládání s odpady ze zdravotnických, veterinárních a jim podobných zařízení“ [52]. Metodika je členěna na dvě samostatné části. V první části se metodika týká odpadů zařazených do podskupiny 18 01 „Odpady z porodnické péče, z diagnostiky, z léčení nebo prevence nemocí lidí“. Druhá část metodiky se týká odpadu uvedeného ve skupině 18 podskupině 18 02 Katalogu odpadů „Odpady z výzkumu, z diagnostiky, z léčení nebo prevence nemocí zvířat“. Předkládaná metodika je prvním uceleným návodem v ČR k řešení prevence vzniku a řízení rizik při nakládání s odpady z veterinární péče od jejich vzniku až po jejich odstranění.

### 8.2.3 Halová kompostárna – bioodpad z KO

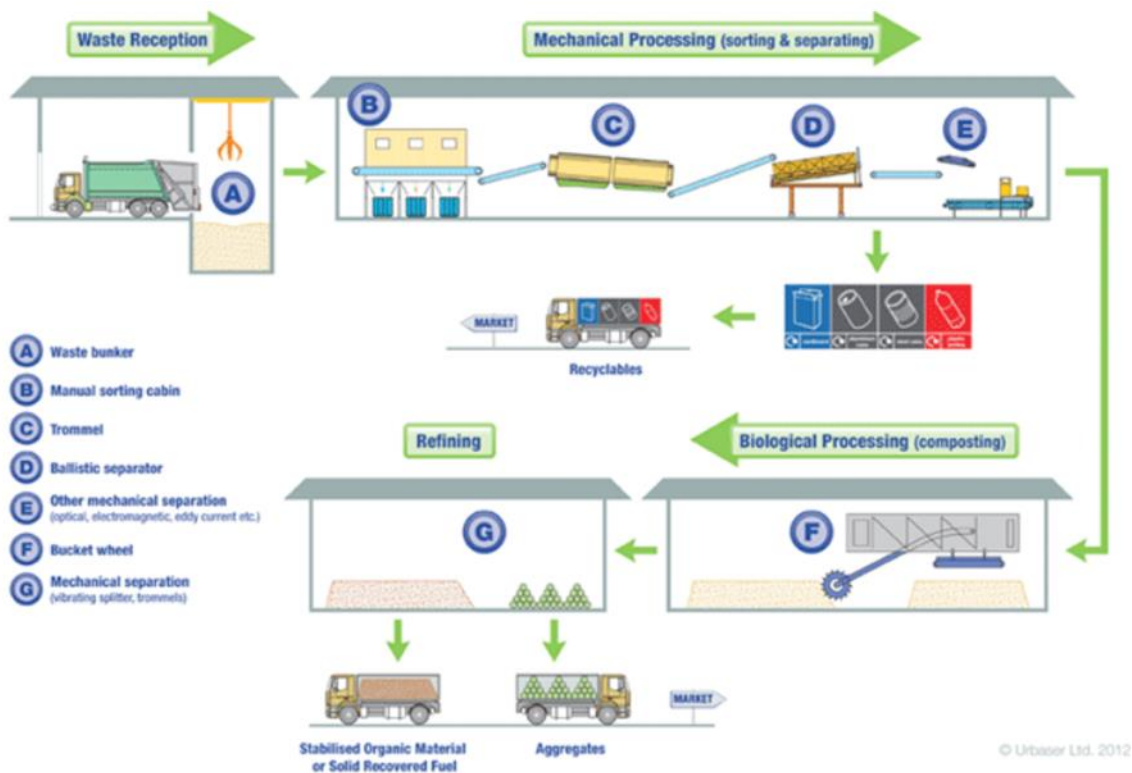
Halová kompostárna slouží pro úpravu bioodpadů ze sběrových a svozových systémů a od smluvních partnerů. Kompostárna je vybavená technologií pro intenzivní aerobní fermentaci tuhých substrátů, která je rozdělena většinou do tří částí se samostatnými kompostovacími boxy umístěnými na vodohospodářsky zabezpečené ploše. Boxy dosahují až ke spodní části střechy haly tak, aby zde byly oddělené vzduchové prostory nad povrchem kompostových zakládek [53].

Obrázek 17 Halová kompostárna



Zdroj: New Earth Solutions, 2017

Obrázek 18 Integrace kompostárny do závodu mechanicko-biologické úpravy odpadů



Zdroj: Urbaser Balfour Beatty Essex, 2017

Surovinovou skladbu tvoří zejména směsné rostlinné bioodpady z údržby zeleně (tráva, listí, ořezy větví apod.), u kterých nelze přesně stanovit složení. Tato fytomasa tvoří obvykle většinu kompostové zakládky. Obsahuje jak strukturální složku, tak i rychle rozložitelnou hmotu. Do optimálně 5 % hm. mohou být přidávány, například i značně odvodněné kaly z čistíren odpadních vod (sušina 25-35 % hm.), nebo různé polotekuté či tuhé bioodpady o nízkém obsahu sušiny. Hmotnostní podíl kalů v zakládce je možné v případě potřeby zvýšit, maximálně však na 30 % hm. Kaly z ČOV nejsou na kompostárně dlouhodobě skladovány, po příjmu jsou zapraveny přímo do zakládky (boxu) kompostu. Totéž obecně platí pro separát digestátu z bioplynové stanice. Do zakládky mohou být pro úpravu struktury přidávány zeminy v malém množství. V případě zaměření kompostárny na komunální odpad jsou ke strukturální biomase přidávány frakce KO z mechanické separace [56].

Halová kompostárna má k dispozici následující vybavení: zařízení pro provzdušňování kompostovaných bioodpadů včetně biofiltru (ventilátory pro vhánění vzduchu do kompostu zespodu, z boku či z čela zakládky + biofiltr s podtlakovým ventilátorem + vzduchotechnická potrubí), kolový nakladač pro manipulaci s biomasou a kompostem, systém měření a regulace (teplotní čidla, vlhkoměry, sonda pH pro výluh) a cisternu pro rozstřík vody ke zvlhčení vsázky.

Technologie kompostování vyžaduje dodávky vody pro přípravu zakládky. Veškerá voda je vázána v kompostované vsázce a postupně se odpařuje a spotřebovává v rámci biochemického procesu. Malé množství vody ze zakládky postupně vytéká do zemní jámky a je rozstříkována zpět na zakládku tak, aby byla udržována vlhkost okolo 50-60 %. Surovinová základna je proměnná především dle ročního období. Průběžně shromažďované bioodpady jsou dočasně skladovány na shromažďovací ploše, dokud není zajištěn dostatečný objem pro celou zakládku do 1 boxu (výška 2-3 metry). Bioodpady jsou po přijetí do zařízení dle potřeby drceny. Zejména objemné bioodpady z ořezů zeleně jsou upravovány drcením na štěpku. Někdy bývá použito i rotační bubnové síto (Trommelscreen) pro oddělení hrubší frakce. Jednotlivé materiály jsou následně pro zakládku míchány tak, aby bylo dosaženo počátečního poměru uhlíku k dusíku (C:N) optimálně 30-33:1. Poměr je regulován dle známých obsahů prvků v databázi či dle aktuálních rozborů. Travní hmota nebo například separát hovězí kejdy mají relativně

vysoký obsah dusíku. Pro dodání uhlíku může být použita například sláma, dřevní štěpka nebo i kukuřičná siláž. Promíchání materiálů a naskladnění do boxu zajišťuje kolový nakládač. Zahájen je řízený (kontinuální nebo přerušovaný) přívod relativně malého proudu vzduchu ventilátory. Rozvodné potrubí vzduchu je zaústěno do podlahových štěrbin boxu, případně bývá i vyvedeno do tělesa zakládky. Během kompostování bývá zakládka převrstvována pro zintenzivnění aerobní přeměny a zabránění vzniku příliš vlhkých míst, ve kterých snadno převládne proces anaerobní digesce.

Překopávací stroj materiál provzdušní a zrovnoměří vlhkost a složení. Překopávacích strojů existuje mnoho druhů. Nejčastěji jde o zařízení s jedním horizontálním šnekem (frézou) opatřeným noži. Nože jsou schopny zkracovat delší částice. Četnost překopávání se liší závod od závodu, ale minimálně proběhne jedenkrát týdně. Intenzivnější závody zpracují zakládku během několika dnů. Zpracovaný materiál vyskladněný z kompostovacího boxu kolovým nakládačem lze nazývat fermentát. Nejedná se ještě o kompost, neboť tento materiál obsahuje značnou koncentraci organických kyselin a amoniakálního dusíku a je nutné ho nechat několik týdnů dozrát. Dozrávání s tvorbou huminových látek může probíhat na hromadách na volné či zastřešené ploše, ale někdy bývá také intenzifikováno překopáváním. Hotový kompost je aerobně stabilizovaná biomasa bez výrazného zápachu (spíše voní po rašelině), kterou je dle potřeby možno třídít bubnovými síty na patřičnou zrnitostní frakci dle účelu použití (hnojivo, půdní substrát či aditivum, nebo biopalivo v případě spoluzpracování komunálního odpadu apod.).

Odplyn z halové kompostárny je charakteristický zvýšeným obsahem CO<sub>2</sub> a zápachem připomínajícím tlející dřevo. V některých případech bývá zápach i amoniakální. Všechny odplyny prochází biofiltrem naplněným porézní biomasou – jde zejména o směs kompostované a nekompostované stromové kůry a plastových elementů zvyšujících poréznost. Mikroorganismy na povrchu vlhké náplně biofiltru rozkládají zápachové látky. Vystupující vzduch je bez zápachu.

## 8.3 Depolymerizace

### 8.3.1 Stav do současnosti

Rozvoj depolymerizačních technologie souvisí zejména s tlakem na zvyšování využití materiálového i energetického potenciálu produkovaných odpadů. Postupy depolymerizace byly studovány již v minulosti z důvodu získávání řady surovin z odpadu. Depolymerizace se osvědčila kromě laboratorních aplikací v organických analýzách (např. plynová chromatografie) také v petrochemickém průmyslu, pyrolýze uhlí (technologie Lurgi), biomasy a různých druhů odpadů [57].

Kromě zpracování komunálních odpadů a kalů z čistíren odpadních vod lze depolymerizaci uplatnit i při dekontaminaci půd, zpracování použitých pneumatik, plastových, kovových materiálů, olejů, biomasy nebo nebezpečných odpadů. Je však nutné si uvědomit, že každý druh materiálu vykazuje rozdílné chemické složení i stupeň homogenity, což vyžaduje různý způsob jeho zpracování. Homogenní materiál s dobře známým chemickým složením (plasty) lze považovat za optimální vstup pro depolymerizační proces. Naopak nehomogenní materiály (komunální odpady) s rozdílným složením značně stěžují uplatnění takovýchto zařízení v praxi [58].

Během procesu materiál prochází několika teplotními fázemi. Teploty do 150 °C zajišťují odpařování vody a dochází k desorbci absorbovaných látek a k uvolňování páry těkavých uhlovodíků. Při teplotě 250 °C probíhá desulfurace, deoxidace, depolymerace, počátek odštěpování H<sub>2</sub>S. V rozmezí teplot od 300 do 500 °C se uvolňuje značné množství dehtových par a ze zpracovávaného materiálu odchází vodní pára spolu s CO<sub>2</sub> vzniklého odštěpením hydroxylových a karboxylových skupin. Teploty nad 500 °C pak způsobují zpomalování tvorby dehtových par a v reaktoru se tvoří pevný zbytek. Následně při teplotách vyšších než 600 °C vznikají již pouze plynné produkty [59].

Mezi typy depolymerizačních metod můžeme zařadit *pomalou (konvenční) pyrolýzu*. Jak už z názvu vyplývá, jde o technologii využívající pomalého ohřevu materiálu za nepřítomnosti kyslíku. Z ekonomického hlediska jde o zařízení v zásadě levnější než ostatní technologie, a které je schopno zpracovat různé druhy vstupních surovin. Typickým příkladem mohou být technologie, kde je nutná dodávka menšího množství tepla či elektrické energie [58]. Dalším typem s ohledem na rychlost ohřevu je tzv. *rychlá pyrolýza*, jejímž primárním energetickým produktem je olej, který lze snadno skladovat a přepravovat. Rychlé depolymerizační procesy si kladou nároky na vlhkost ve vstupní surovině, která by neměla překročit 10 %. Oproti tomu pomalé depolymerizační procesy jsou k obsahu vlhkosti v surovině více tolerantní (15-20 %). Při nízké rychlosti ohřevu opouští uvolněná vodní pára z materiálu reakční komoru příliš brzy, a tedy nemá výrazný vliv na probíhající rozkladné reakce. Opačně je tomu při vyšších rychlostech ohřevu, kdy dochází k četným interakcím mezi vodní párou a vznikajícími produkty pyrolýzy. Rychlá (mžiková) depolymerizace biomasy s rychlostí ohřevu  $103-105\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{s}^{-1}$  produkuje maximální podíl (75-80 hm. %) kapalné fáze tzv. bio-olej s výhřevností mezi  $14-18\text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$  při teplotě cca  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$  s dobou zdržení plynné fáze menší než 2 s při zajištění rychlého ochlazení a kondenzace par z důvodu zamezení průběhu sekundárních reakcí [60]. Depolymerizaci je možné uplatnit také s využitím fluidního reaktoru se stacionární fluidní nebo cirkulující vrstvou. Konstrukce tohoto reaktoru je ve své podstatě jednoduchá a po technické stránce dobře zvládnutá. Společnost BTG - Biomass Technology Group v Holandsku vyvinula technologii rotačního kuželového reaktoru, jejíž princip fungování je podobný fluidnímu reaktoru s cirkulující vrstvou [61].

Mezi dalšími metodami můžeme jmenovat *hydrotermální tlakovou depolymerizaci* (HTC), což je chemický proces s použitím katalyzátoru za vysokého tlaku. *Vakuová depol.* představuje technologii rychlé depolymerizace bez ohledu na rychlost ohřevu, ale z hlediska doby zdržení v reaktoru, jenž je srovnatelná s výše uvedenými technologiemi. Vakuum zajišťuje rychlejší těkání a snižuje parciální tlak těkavých podílů. Principem *ablační* tzv. „*pánvové*“ depolymerizace je přenos tepelné energie pomocí stěn reaktoru [58]. *Mikrovlnná* depolymerizace jako poslední představitel rychlé pyrolýzy je technologie na bázi mikrovlnného ohřevu, v současnosti však více méně na bázi základního výzkumu. Principem je ohřev materiálu zevnitř směrem ven na jeho povrch, což se diametrálně liší od klasického ohřevu a předchozích technologií. Jedním z prvních příkladů komerčního zařízení mikrovlnné depolymerizace je reaktor BionicFuel [62].

Technologie pracující na principu přímého působení plazmy na odpad (*plazmová pyrolýza*) umožňuje likvidovat kromě nebezpečného odpadu také zdravotní, biomedicínský či směsný komunální odpad a to spolehlivým a bezpečným způsobem. V některých případech však pouze upravuje vznikající depol. plyn při klasické depolymerizace - tzv. nízkoteplotní plazma. Plazma je schopná převádět organické materiály na plyn při současném vzniku jednoduchých plynů, jako jsou  $\text{H}_2$  nebo  $\text{CO}$ . Tohoto se uplatňuje především při likvidaci vysoce nebezpečného odpadu. Nicméně, stále se jedná o vysoce energeticky náročný proces, který je zatím málo používán, avšak do budoucna své uplatnění nepochybně najde [63].

Uplatnění depol. technologií při zpracování komunálních odpadů vzbuzuje nejen u laické veřejnosti stále velké rozpaky z důvodu nedostatečné osvěty o této problematice i samotné nejednoznačnosti v legislativě. Většina obyvatel je toho názoru, že výstavba zařízení pro energetické využití odpadu by byla určitě přínosem z mnoha pohledů, ale nechťejí ho ve svém okolí. Tento jev bývá označován jako NIMBY efekt.

Mezi depol. technologie určené k likvidaci komunálních odpadů pracující v současnosti můžeme zahrnout technologii *Thermoselect*, která je prioritně využívána pro depolymerizaci směsných komunálních odpadů, přičemž samotná jednotka o kapacitě 720 t odpadu za den byla postavena společností Thermoselect v Německu, další zařízení jsou pak provozovány v Japonsku. O efektivnosti procesu není sporu, avšak vysoké investiční i provozní náklady této technologie jsou zřejmě hlavními důvody, proč její průmyslové využití v Evropě zatím není komerčně úspěšné. Směsné komunální odpady, čistírenské kaly apod. jsou také vstupním materiálem do depol. technologie *Babcock*. Momentálně jsou provozu schopné 3 jednotky a jedna je ve zkušebním režimu. Dalšími německými technologiemi zpracovávajícími tuhé komunální odpady jsou

technologie RCP (*Recycled clean products*) o tepelném výkonu 17,5 MW s účinností 6 tun odpadu za hodinu a technologie S-B-V (*Schwel-Brenn-Verfahren*). Výkonnost posledního zmíněného zařízení výrobce deklaruje na 100 000 tun odpadu za rok [58], [59].

V Japonsku (Yokohama, Aomori) je provozována technologie *Ebara* - dvě fluidní jednotky, jedna oxidační pro zpracování SKO, odpadních plastů a odpadních kovů. Tento japonský proces depolymerizace odpadů je nejpoužívanějším postupem pro průmyslové využití. Proces je založen na dvou starších, ale v dobře funkčních technologiích a to na fluidní vrstvě s vnitřní cirkulací (v Evropě označována jako Rowitec) a na tavení popílků (Meltox) [64]. Proces *Compact power* využívá depolymerizaci, zplyňování a vysokoteplotní spalování k zpracování různých druhů odpadů. Zařízení s kapacitou 500 kg·h<sup>-1</sup> je využíváno ke zpracování tuhého komunálního odpadu a nemocničního odpadu v anglickém městě Bristol. Technologie *PYROPLEQ* francouzské firmy TECHNIP byla rovněž konstruována pro zpracování tuhého komunálního odpadu. Několik těchto zařízení bylo vystavěno během let 1987 až 1996 pro zpracování kontaminovaných půd, plastů, rafinérských a čistírenských kalů. Firmou RWE Energie AG je provozována technologie *ConTherm*, která byla vyvíjena pro depol. zpracování odpadů z drtiče automobilů, tuhého komunálního odpadu a odpadního plastu v rozmezí teplot 500-550 °C. Pyrolýza v rotační peci je uplatněna v procesu *EDDITH*, komunální odpad je nejprve dávkován do rotační sušárny a následně dávkován pomocí pístu do prostoru rotační pyrolýzní pece, kde probíhá pyrolýza v rozsahu teplot od 450 do 550 °C. Spaliny slouží k ohřevu rotační pece a k předehřevu vzduchu před jeho využitím v rekuperaci tepla parního generátoru. Pilotní zařízení s kapacitou 500 kg·h<sup>-1</sup> bylo instalováno ve francouzském městě Vernouillet. V Japonsku byla tato technologie licencována firmou Hitachi a následně uvedena do provozu v japonských městech Nakaminato (1,25 t·h<sup>-1</sup>) a Itoigawa (20 kt·rok<sup>-1</sup>). V roce 2003 byla s kapacitou 3 t·h<sup>-1</sup> tato technologie instalována v městě Arras ve Francii [65].

Pro zpracování toxických a netoxických organických odpadů je možné uvést zařízení *Bal-Pac* systém. Vzniklé plyny jsou vedeny potrubím do tepelného oxidačního činidla o teplotách od 900 do 1450 °C z důvodu odstranění zbylých toxických látek. Koncem roku 2010 byla v Česku instalována demonstrační jednotka vakuové depolymerizace. Instalaci provedla společnost Agmeco LT, s. r. o. Jednotka má kapacitu 250 kg vsázky (odpadu) za hodinu. Linka je provozována ve Velké Dobré u Kladna Společností ELIAV a. s. Tato společnost se zabývá ekologickou likvidací vyřazených vozidel a zařízení je určeno k odstraňování a energetickému využití odpadů vznikajících při této činnosti, zejména plastů a pneumatik. Dalším procesem pro zpracování pneumatik, starých kabelů a pryskyřice z regenerace olejů můžeme jmenovat technologii *MVU – ROTOPYR* (USA, CA, Moreno Valley). Při pyrolýze pneumatik se uvádí obsah uhlíku v koksu nejvyšší (více než 80 %), na rozdíl od ostatních materiálů (50-60 %). K realizaci v průmyslovém měřítku nedošlo vzhledem k nedostatečnému materiálnímu uplatnění produktů procesu [64].

Technologie umožňující zpracovávat pneumatiky a plasty tvoří celá řada fyzikálně-chemických postupů. Kromě depolymerizace a zplyňování, to jsou procesy chemické depolymerace, solvolýza či technologie štěpící uhlovodíky podobné těm, které se využívají při zpracování ropy (termické a katalytické krakování nebo hydrokrakování). Každoročně stoupá množství opotřebovaných pneumatik z důvodu obnovy vozového parku a nízké životnosti pneumatik. Ročně je vyprodukováno okolo 6,5 miliónů tun odpadních pneumatik, z toho 85 % jsou pneumatiky z osobních automobilů, zbytek tvoří pneumatiky z nákladní a silniční dopravy. Největší podíl pneumatik je uložen na skládkách odpadů [66]. Pouze 20 % z celkové produkce je recyklováno různými technikami (např. jako palivo v cementářských pecích, aditiva do asfaltů používaných na vozovky, ve spalovnách nebo společným spalováním s uhlím, surovina v gumárenském průmyslu). Depolymerizace pneumatik vyvolává obavy ve společnosti, zejména pokud hovoříme o hlavních složkách obsažených v pneumatikách, kterými jsou pryž, saze, vláknité materiály a další anorganické příměsi. Rozklad některých zmíněných látek může probíhat nestandardně. Pryž (guma) se skládá z různých elastomerů jednak syntetických (poly-butadien, styren-butadien, poly-isopren), tak i přírodních. Saze slouží jako zpevňovací plnidlo. Nelze opomenout ani na síru, oxidy zinku, uhlovodíkové oleje, stabilizátory či antioxidanty.

S cílem využívání vlastností některých polymerů, které při vysokých teplotách podléhají degradaci, se využívá *tepelná depolymerace* (tepelná depolymerizace), což je thermochemický rozklad podporovaný teplem a tlakem bez použití katalyzátoru. Jde o takřka identický proces pyrolýzy, jenž může být prováděn za přítomnosti páry. Při depolymeraci je materiál zahříván na teploty 200 až 350 °C i více, při tlaku od 100 do 170 bar. Doba zdržení v reaktoru se pohybuje od 15 do 30 minut v závislosti na druhu zpracovávaného materiálu. Vysoké teploty způsobují odštěpování monomerních jednotek z konců polymerních řetězců - tzv. zipový mechanismus. Takto získané polymery lze opět polymerovat na výchozí polymer s původní kvalitou. V konečném důsledku tedy mluvíme o procesu, během kterého jsou dlouhé molekulární řetězce plastů rozkládány na krátké řetězce ropných uhlovodíků [67]. Pokud bychom touto metodou zpracovávali čisté polymery, s největší pravděpodobností by nám vznikaly pouze základní uhlovodíky. Problém celé této technologie je v tom, že žádné syntetické polymery, které se dnes používají, nejsou čisté. Obsahují celou řadu příměsí, jako jsou urychlovače vulkanizace, stabilizátory, antioxidanty, plastifikátory, retardéry hoření, barviva aj. Tyto příměsí jsou z větší části velmi toxické látky. Při ochlazování depol. plynu vzniká nemalé množství perzistentních organických látek, jako jsou dioxiny a jim podobné látky. Pevný uhlíkový zbytek taktéž obsahuje celou řadu nebezpečných látek, zejména těžké kovy. V současnosti tato technologie není v Evropské unii ve větší míře komerčně využívána.

### 8.3.2 Stav v ČR a EU

V současnosti je v ČR v provozu, či v "údajném" provozu několik zařízení, která jsou koncipována na bázi depolymerizační technologie. Jedná se o zařízení, která jsou v drtivé většině řešena jako laboratorní a nejsou určena k průmyslovému využití.

Realizované a plánované technologie depolymerizace jsou dvojího charakteru, jedná se o technologie kontinuální a diskontinuální. Kontinuální technologie řeší celý proces v jednom nepřerušovaném technologickém toku, kdy plnění i výstup vyprodukovaných surovin je kontinuální. Technologie diskontinuální pracuje s postupným plněním kontejnerů se vstupním materiálem jejich postupným vkládáním do depolymerizační komory, tzn., že se stále opakuje proces zahřívání a vychládání.

Jasným problémem je stávající legislativní prostředí, které až do této doby považuje depolymerizační technologie za spalování, což je pochopitelně zcela mylné - v dohledné době by se i toto mělo změnit. Další překážkou rozvoje těchto technologií je skutečnost, že mnozí úředníci na orgánech státní správy mají jen velmi povrchní informace a nemohou se tedy relevantně k záměrům postavit.

V současnosti je v ČR realizována v průmyslovém provedení depolymerizační jednotka ve Svatém Jáně nad Malší od americké firmy ARTI. Jednotka je stavebním povolením určena k využití dřevěných pelet. Svým provedením je však schopna zpracovávat celou škálu uhlíkatých materiálů. Je realizována v kompletním provedení technologického toku, tzn. obsahuje příjem vstupní suroviny, depolymerizační jednotku, plynové hospodářství (čištění a skladování plynu, startovací plyn, bezpečnostní fléra), výrobu el. a tepelné energie v kogenerační jednotce, čistírna primární vody, chlazení a manipulace s odpadním uhlíkem. Prakticky totožná jednotka byla realizována na Slovensku ve Filakovu, je zde pouze jinak řešeno plynové hospodářství.

Depolymerizační zařízení průmyslového provedení má také k dispozici firma ENRESS, jedná se starší jednotku instalovanou v areálu Dubenec. Je zde k dispozici i laboratorní depolymerizační jednotka a dvě jednotky jsou v současnosti ve výstavbě. Co lze zdůraznit je skutečnost, že jednotky jsou realizovány jako mobilní v kontejnerech 20 a 40 ft.

Co se týká využití depolymerizačních technologií v EU, lze konstatovat, že neúspěchy německých firem s velkými zařízení vedly k celkovému odklonu od těchto. V současné době se jedná, jako u nás, o zkušební technologie, které zatím čekají na průmyslové využití. Jedná se o instalaci v Německu (německá technologie), Francii (běloruská technologie) apod. Výjimkou vy mohla být



realizace depolymerizační technologie na zpracování pneumatik české firmy Hedwiga, která byla realizována v tomto roce v Londýně.

V současnosti se připravuje velká realizace depolymerizační technologie pneumatik v Anglii od americké firmy Cobal. Bude se jednat o 21 reaktorů kontinuální depolymerizace.

## 8.4 Produkty technologií

### 8.4.1 Bioplyn

Bioplyn obsahuje v závislosti na chemickém složení biomasy a na podmínkách procesu 45-85 % obj. methanu. Skládkový bioplyn může vzhledem k zavzdušnění obsahovat i méně než 30 % CH<sub>4</sub>. Bioplyn v kalových hospodářstvích čistíren odpadních vod obsahuje nejčastěji 60-80 % CH<sub>4</sub>. V zemědělských nebo komunálních bioplynových stanicích je obsah CH<sub>4</sub> nejčastěji mezi 50-65 % obj. Hlavní balastní složkou je vždy oxid uhlíčitý. Mezi minoritními složkami nezavzdušněného bioplynu, které spolu tvoří běžně méně než 1 % obj., je nejvíce zastoupen sulfan H<sub>2</sub>S do 10000 ppm (běžně do 1000 ppm) a amoniak NH<sub>3</sub> do 5000 ppm (běžně do 500 ppm). Oxid dusný N<sub>2</sub>O a oxid uhelnatý CO jsou zastoupeny stopově. Zvýšený obsah vodíku H<sub>2</sub> (běžně nad cca 200 ppm) svědčí o narušené rovnováze v procesu digesce, pokud nejde o cílenou výrobu biovodíku [68]. Ve stopových množstvích jsou přítomny těkavé organické látky C<sub>2</sub> - C<sub>6</sub>, zejména kyseliny, alkoholy, aldehydy, ketony apod. a další sloučeniny. Halogenované uhlovodíky nepřesahují 50 ppm (běžně do 5 ppm). Sloučeniny na bázi křemíku (tzv. siloxany) většinou nepřestoupí 2000 ppb, ale běžně se vyskytují spíše jen do 100 ppb, a to u skládkového plynu. Surový bioplyn je vlhký (>0,25g H<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup>). Při 55 °C nasycený bioplyn obsahuje 15,6 % obj. vodní páry a při 20 °C stále ještě 2,3 % obj. [69]. V případě zavzdušnění je přítomen i N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> a argon.

Tabulka 22 Složení nezavzdušněného bioplynu

Zdroj bioplynu	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	NH <sub>3</sub>	merka ptany	halogen ované uhlovodí ky	siloxan y
	% obj.	% obj.	ppmv	ppmv	ppmv	ppmv	ppmv	ppbv
skládka odpadů	45-65	35-55	>100	>10000	>1000	>100	>50	>1000
čistírna odpadních vod	55-80	20-45	>100	>2000	>500	>100	> 10	>1000
zemědělská bioplynová stanice	48-70	30-52	>1000	>5000	>1000	>1000	>1	>2000
komunální bioplynová stanice	45-70	30-55	>1000	>10000	>5000	>2000	>200	>10000

### 8.4.2 Depolymerizační plyn

Využití depolymerizačního plynu je limitováno vedle jeho složení také přítomností znečišťujících látek, jako jsou tuhé částice, alkálie, sloučeniny síry, dusíku a chlóru. Součástí technologie musí být čištění, které nevhodné látky odstraní - skrápění, vymražení, aktivní uhlí atd. Významnou nežádoucí složkou přítomnou v depol. plynu je také dehet, který při nižších teplotách kondenzuje a následně působí abrazivně na částech technologií. Klíčovým parametrem pro využití depol. plynu v technologii kogenerace tepla a elektrické energie je jeho složení, výhřevnost a stanovený obsah výše uvedených znečišťujících látek, především pak dehtu. Vznik dehtu je výrazně eliminován použitím kontinuální technologie depolymerizace. Mezi mechanické způsoby čištění depol. plynu je možné uvést: cyklóny, filtry, mokré vypírky (skrubry), filtry (keramické, textilní), případně elektrostatické filtry. K odstranění dehtu je možné využít termické krakování probíhající při teplotách okolo 1250 °C s dobou zdržení spalin 0,5 s.

Pro využití plynových hořáků ke spálení vzniklého depol. plynu a využití vzniklého tepla například k ohřevu retorty není stanoveno kritické omezení. V souladu s požadavky pro aplikaci depol. plynu ve spalovacích motorech je nutné dodržet množství dehtu v plynu pod 100 mg·m<sup>-3</sup>. Ještě vyšší nároky na kvalitu depol. plynu vyžadují plynové turbíny [70]. S ohledem na složení depol. plynu je možné jeho využití jako syntézního plynu k produkci plyných a kapalných paliv za předpokladu odstranění nežádoucích složek.

Při úpravě složení směsi H<sub>2</sub> a CO na molární poměr okolo 2:1 lze využít Fischer-Tropschovu syntézu katalyzovanou kobaltem nebo železem a následně zpracovat získané produkty (alkany, alkeny, primární alkoholy) pomocí konvenčních rafinerských technologií na motorová paliva. Upravená směs H<sub>2</sub> a CO je dále využitelná ve výrobě některých chemických látek, jako jsou methanol, dimethylether, methyl-terc-butylether, vodík, amoniak apod.

### **8.4.3 Kogenerační jednotka - elektrická a tepelná energie**

Kogenerace znamená současnou výrobu tepelné a elektrické energie. Motory kogeneračních jednotek na bioplyn jsou téměř vždy pístové a jsou buď zážehové (SI-engines, spark ignition), nebo vznětové, kterým se též říká dvoupalivové (dual fuel engines). Vznětové jsou velmi populární i v malém měřítku, neboť poskytují dobrou a garantovanou elektrickou účinnost až do 43 %. Bioplyn je před spalováním sušen a obsah sulfanu je snížen nejčastěji pod 400 ppmv. Tlak bioplynu je zvýšen (turbo-charged) a poté je plyn ochlazen (after-cooled) a je spalován při vysokém kompresním poměru. Teplo můžeme jímat ze spalin, z chlazení motoru nebo z povrchu motoru. Elektrickou energii produkuje generátor, většinou asynchronního typu, roztáčený hřídelí motoru. Místo pístového spalovacího motoru může generátor pohánět spalínová či spalovací turbína, což je řešení uplatňované zejména nad 500 kW<sub>el</sub>, ale aktuálně jsou k dispozici řešení i pod 25 kW<sub>el</sub>. Mikroturbíny lze na bioplynových stanicích využít i pro zdroje zbytkového tepla ve formě mokré páry, kdy generátor vyrobí desítky kW<sub>el</sub> elektrické energie [71].

### **8.4.4 Odpadní uhlík**

Vzniklý tuhý produkt při pyrolýze v prostředí inertní atmosféry (N<sub>2</sub>) je natolik čistý, jak čistý je vstupní materiál. Nejvyšší uhlík je ze dřeva nebo z pneumatik. Jeho využití je velmi široké, vždy je však nutné brát v úvahu jeho složení a obsah cizorodých látek, uhlík z komunálního odpadu bude vždy jen těžko použitelný. Lze z něj speciálními technologiemi vyrobit aktivní uhlí, které se užívá jako adsorbentů k odstraňování různých plyných škodlivin ze spalin a jiných odpadních plynů a čištění odpadních vod. Neupravený uhlík je možné využít jako palivo nebo jako hnojivo, či jako katalyzátor v bioplynových stanicích.

Odpaní uhlík lze využít i jako nauhličovací vsázka v ocelárnách, slévárnách nebo vysokých pecích. Díky vysokým teplotám dochází k roztavení paliva a anorganické látky obsažené v tuhém zbytku přecházejí do strusky. Struska je ochlazována a odlučována ve spodní části reaktoru. V některých případech je použita ve stavebnictví, častěji však končí jako inertní materiál uložený na skládkách.

#### **8.4.5 Depolymerizační olej**

Depolymerizační olej (střední uhlovodíková frakce) je směs mnoha látek, nicméně značnou složku tvoří především organické kyseliny, v případě zpracování biomasy fenolové sloučeniny, furfural a jeho deriváty. Olej může být využíván v kogeneračních jednotkách pro výrobu tepla, resp. elektrické energie - zde je však nutno brát zřetel na možnosti motoru KGJ, který musí mít vstup oleje s konzistentním složením. V klasických dieselových motorech jej nelze spalovat z důvodu vysoké kyselosti, viskozity i nestability. Přesto při hydrogenační a rafinační modifikaci lze docílit produkce látek podobných klasickým pohonným hmotám vyráběným z ropy. Někteří výrobci depolymerizačních technologií přímo nabízejí technologii rafinace. V USA je pyrolýzní olej používán pro spoluspalování s hnědým uhlím. Lehká frakce dehtu a středního oleje obsahuje asi 70 % uhlovodíků a 28 % fenolů. Pro získání vyššího podílu uhlovodíkových frakcí je vhodnější realizovat depolymerizaci při teplotách okolo 450 °C s kratší dobou zdržení. Možností je také postupné jímání různých frakcí oleje přímo z retorty (ENRESS).

#### **8.4.6 Nevyužitelné odpadní látky z procesů anaerobní digesce**

Při provozu bioplynových stanic vznikají tuhé odpady z použitých materiálů a tekuté odpady. Jedná se o tekutý produkt digesce – digestát. Pokud suroviny nebyly v žádném parametru závadné (zemědělské bioplynové stanice) a pokud anaerobní degradace proběhla v dostatečné míře, je digestát možné v legislativou omezeném období a v evidovaném množství aplikovat jako hnojivo na zemědělskou nebo i lesní půdu. V případě, že byl digestát vyroben z komunálních odpadů (průmyslová bioplynová stanice), je pravděpodobné, že nesplní požadavky na hnojivo, a to často ani po přepracování kompostováním. Materiál lze pak využít jako průmyslový kompost pro tvorbu překryvných vrstev na skládkách odpadů a odkalištích nebo jako rekultivační substrát v legislativně vyjmenovaných případech včetně povrchu terénu nebo zeleně sportovních a rekreačních ploch i v obytných zónách s výjimkou venkovních hracích ploch, městské zeleně, parků, lesoparků, průmyslových zón.

#### **8.4.7 Nevyužitelné odpadní látky z depolymerizačního procesu**

Vedlejšími produkty jsou např. chlor, kyslíkaté a dusíkaté sloučeniny, síra, které přecházejí na základě redukční atmosféry při depolymerizaci na odpovídající sloučeniny s vodíkem. Tímto je podstatně redukována tvorba dioxinů a furanů. Depolymerizace má v porovnání se spalováním výhodu v redukci objemu štěpného plynu. To umožňuje použití menšího zařízení při vypírce pyrolýzního plynu než u vypírky spalin, který je několikanásobný.

## 9. Doporučení k možnostem financování vývoje moderních technologií na energetické využití odpadů

Inovativní technologie na energetické využití odpadů mohou najít široké uplatnění ve zpracování komunálního i průmyslového odpadu. Cesta inovativních řešení k praktickému uplatnění na trhu je komplikovaná a může nékolika směry:

- vlastním vývojem v podniku, který je budoucím výrobcem technologie
- vývojem v úzké spolupráci mezi podnikem a výzkumnou organizací
- nákupem know-how nebo licence z výzkumné organizace
- nákupem ověřené technologie ze zahraničí.

Budeme se zde zabývat současným stavem aplikovaného výzkumu v ČR, specificky ve výzkumu a vývoji technologií na zpracování odpadů, možnostmi podpory VaV, jednak ve formě finanční, jednak organizační.

Zásadním směrem vstupu inovací na trh je transfer technologií, který může být zajištěn nákupem know-how z výzkumné organizace nebo transferem ověřené technologie ze zahraničí.

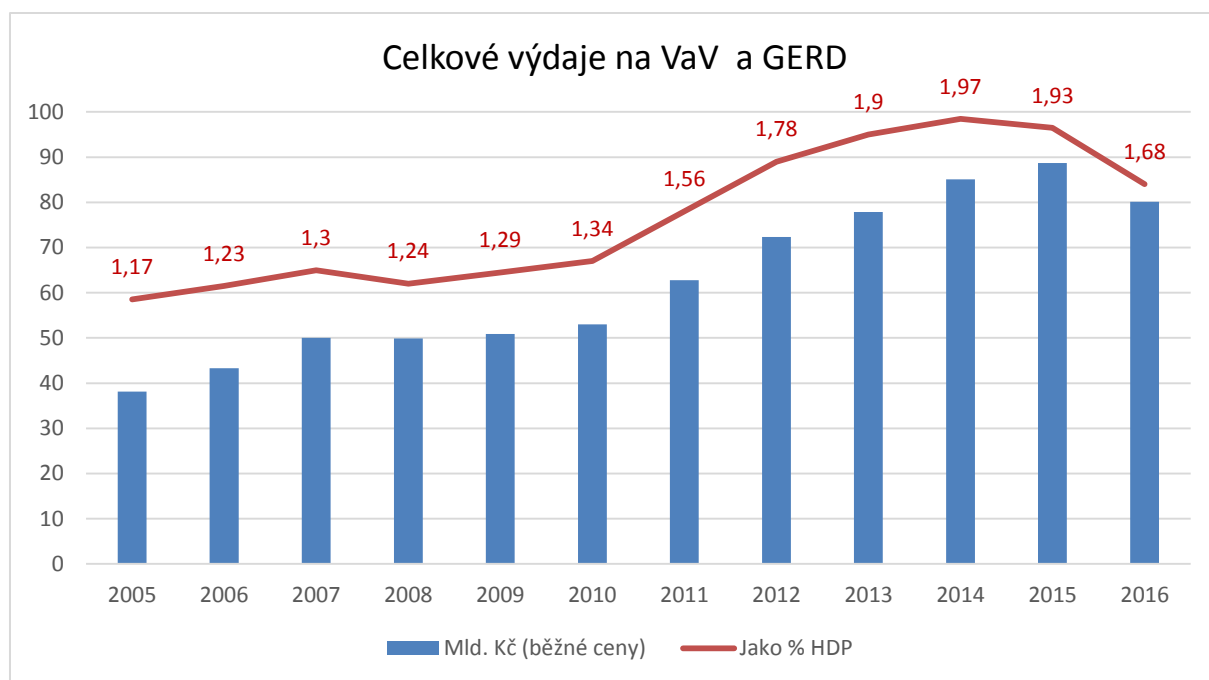
### 9.1 Aktuální stav aplikovaného výzkumu v ČR

Úroveň výzkumného systému jako celku se postupně přibližuje evropské úrovni, ovšem oblast aplikovaného výzkumu, transferu znalostí a využití nových poznatků v inovacích zůstává výraznou slabinou.

Jednou z příčin tohoto neutěšeného stavu je nízký objem finančních prostředků vynakládaných na průmyslový výzkum v poměru k základnímu výzkumu.

Náklady na výzkum a vývoj postupně rostou, v roce 2015 činily 88.663 mld. Kč, což je 1,93% HDP, v roce 2016 se, doufejme, že přechodně, snížily na 80.109 mld. Kč, což činí 1.68% HDP.

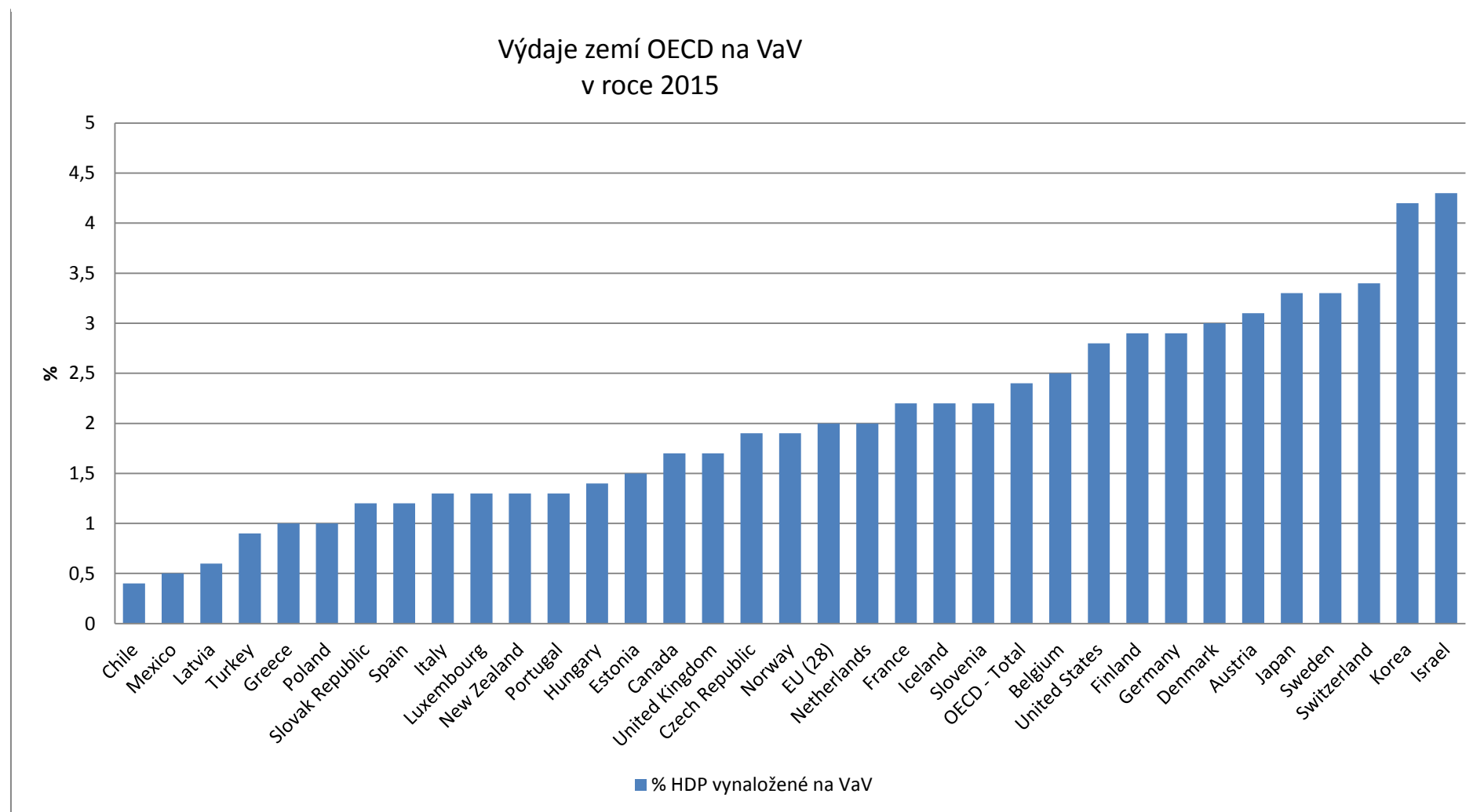
Obrázek 19 Celkové výdaje na VaV (GERD)



Zdroj: ČSÚ

Celkové náklady na výzkum a vývoj, vyjádřené v % HDP, jsou v rámci zemí EU průměrné. Země, které se řadí k inovačním lídrům (Izrael, Korea, Japonsko) vynakládají na výzkum a vývoj kolem 4% svého HDP, evropské země na špičce inovačního pelotonu – Německo, Rakousko nebo Dánsko – více než 3% HDP.

Obrázek 20 Porovnání výdajů na VaV v zemí OECD



Zdroj: Upraveno dle OECD, 2017

V mezinárodním porovnání zaostává ČR v podílu výdajů na průmyslový výzkum v porovnání se základním výzkumem. ČR vydává v posledních letech na průmyslový výzkum stabilně 69% celkových výdajů na VaV a 31% na základní výzkum. V mezinárodním srovnání je podíl průmyslového výzkumu na celkových výdajích na VaV výrazně podprůměrný.

Pro ilustraci uvádíme podíl průmyslového výzkumu na celkových výdajích na VaV u vybraných zemí, které patří k inovačním lídrům:

Německo – 81%

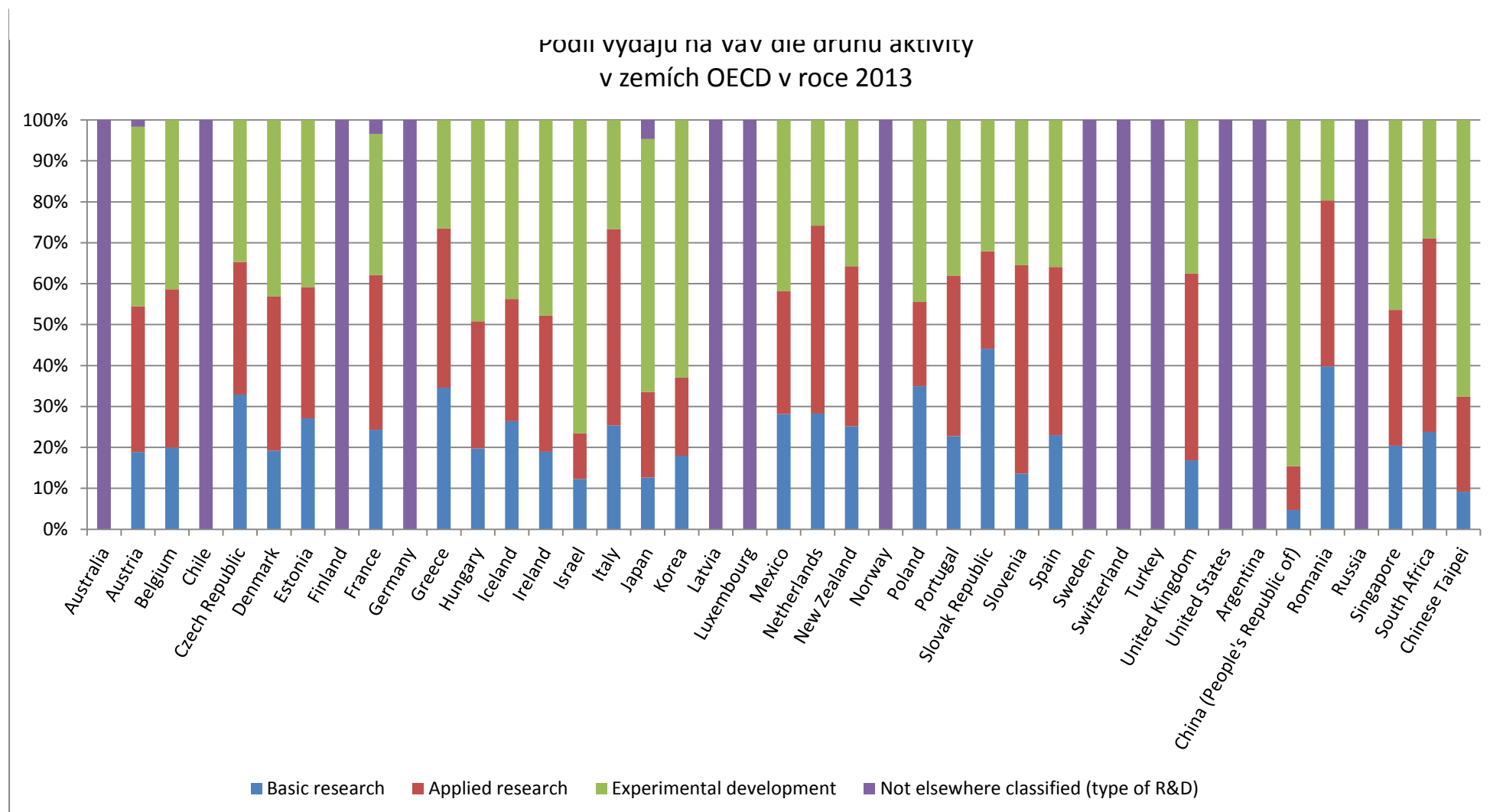
Dánsko – 82%

USA - 82%

V. Británie - 84%

Izrael - 87%

Obrázek 21 Podíl výdajů na průmyslový výzkum na celkových výdajích na VaV



Zdroj: upraveno dle OECD, 2017



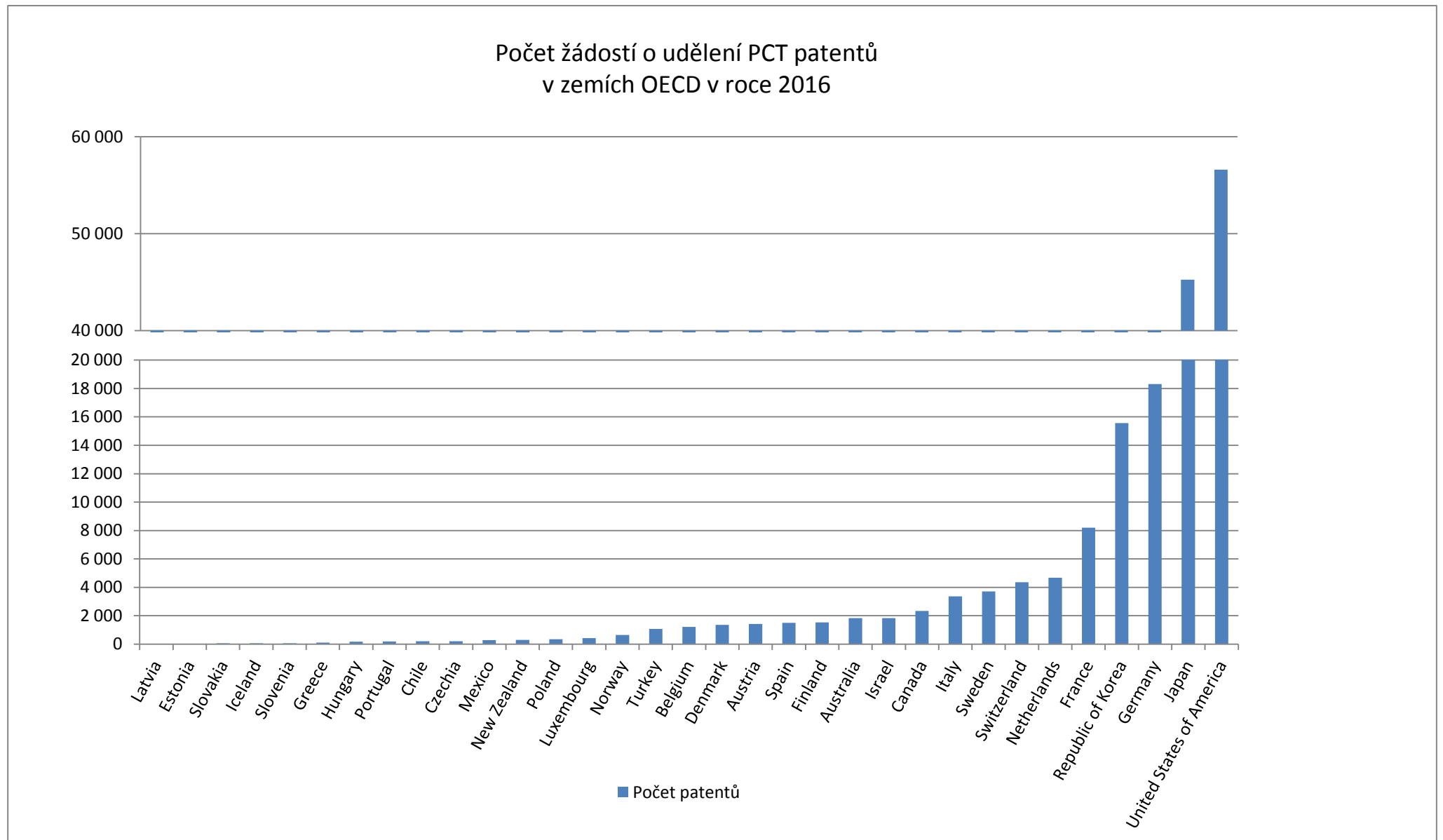
V ČR zatím chybí větší počet výzkumných pracovišť a týmů, kde by vznikaly špičkové výsledky ve světovém měřítku, především široce citované vědecké práce s významným dopadem.

Z hlediska průmyslu a podniků je mnohem závažnější, že zde nevznikají ve větší míře poznatky, které jsou z technologického hlediska významné a je možné je uplatnit v inovacích.

Zavedená metodika hodnocení VaV organizací motivuje k tvorbě poznatků, které nemají velký komerční potenciál a nemá ani ekonomický smysl zajišťovat ochranu duševního vlastnictví. Hodnocení VaV organizací nestimuluje výzkumné týmy k realizaci náročného a špičkového výzkumu a nezohledňuje kritéria prestiže v mezinárodním výzkumném prostředí. Stejně tak současný systém rozdělování institucionální podpory motivuje VaV organizace k orientaci na krátkodobé cíle a upřednostňování publikační činnosti před tvorbou skutečně zásadních aplikovatelných výsledků.

Přestože počet mezinárodních patentových přihlášek mírně roste, v přepočtu na mil. obyvatel bylo v ČR podáno v roce 2016 pouze 18 PCT6 přihlášek.

Nízký počet mezinárodních patentových přihlášek znamená, že v ČR velmi omezený počet významných poznatků aplikovaného výzkumu, který má smysl patentově chránit na mezinárodní úrovni.



Zdroj: upraveno dle WIPO, 2016

Nízký počet patentově chráněných výsledků VaV je navíc doprovázen omezeným využitím těchto výsledků v inovacích. Přenos poznatků výzkumu a vývoje do praxe je velkou slabinou českého výzkumného sektoru a výrazným omezením pro uplatnění inovací.

Výdaje na výzkumné aktivity domácích podniků, především malých a středních, jsou ve srovnání s technologicky vyspělými zeměmi poměrně nízké, domácí podniky investují do výzkumu a vývoje nižší podíl hrubé přidané hodnoty než zahraniční podniky.

V celkových výdajích na inovace převažují výdaje na zařízení nad podílem výdajů na vlastní nebo nakupovaný výzkum, což znamená, že VaV dosud není zdrojem konkurenceschopnosti domácích podniků.

Ve výdajích podnikatelského sektoru na VaV převažují veřejné prostředky nad vlastními, což znamená, že podniky využívají podporu pouze na dílčí aktivity a výzkumnou činnost dále nerozvíjejí.

Vazby mezi inovačními podniky a výzkumnými organizacemi jsou málo rozvinuté. Chybějí především dlouhodobá strategická partnerství.

Nedostatečná tvorba aplikovaných poznatků a slabé vazby mezi výzkumnými organizacemi a aplikačním sektorem souvisejí na straně výzkumného sektoru se současnou metodikou hodnocení výsledků VaV, která nedostatečně zohledňuje spolupráci výzkumných organizací s podniky.

Na straně podniků je jednou z příčin nízká absorpční kapacita podniků pro výsledky VaV veřejného sektoru, což souvisí s málo rozvinutými aktivitami VaV v domácích podnicích. Podniky vyžadují od výzkumných organizací výsledky až ve stavu blízko tržnímu uplatnění.

Cílem by měla být podpora uplatnění výsledků VaV v nových produktech, které zvýší konkurenční schopnosti podniků a umožní jim uplatnění na stávajících nebo nových trzích.

Zároveň se touto podporou zvýší absorpční kapacita podniků pro výsledky výzkumu a vývoje, které vznikají ve veřejném výzkumu.

#### Jaké jsou tedy zásadní problémy s uvedením nových poznatků VaV do praxe?

- V mezinárodním srovnání **nízký podíl finančních prostředků** vynakládaných na **průmyslový výzkum** ve srovnání s financováním základního výzkumu
- **Velmi malý počet výsledků VaV**, které se podařilo uvést na trh
- **Slabá provázanost výzkumných kapacit veřejného sektoru a podniků**

Všechny výše uvedené problémy se stejnou měrou promítají také do oblasti výzkumu a vývoje v *oblasti energetického využití odpadů*. Klíčovým úkolem je podpora rozvoje transferu nadějných technologií z akademického sektoru do pilotních projektů a po důkladném otestování do plného provozu. Alternativní cestou zavádění moderních inovačních výrobků a metod je transfer ověřených technologií ze zahraničí.

#### Navrhovaná opatření na podporu transferu technologií v sektoru energetického využití odpadů:

- 1) Vytvořit několik (2-3) mezisektorových a mezioborových výzkumných pracovišť se zaměřením na problematiku zpracování odpadů, kde budou vznikat poznatky s vysokým potenciálem uplatnění v inovacích a pro které bude spolupráce s podnikatelským sektorem významným zdrojem příjmů. Hodnocení výsledků těchto pracovišť by mělo klást

důraz na uplatnění výsledků jejich výzkumu v praxi (počet patentů, počet PCT přihlášek, příjmy z licencí).

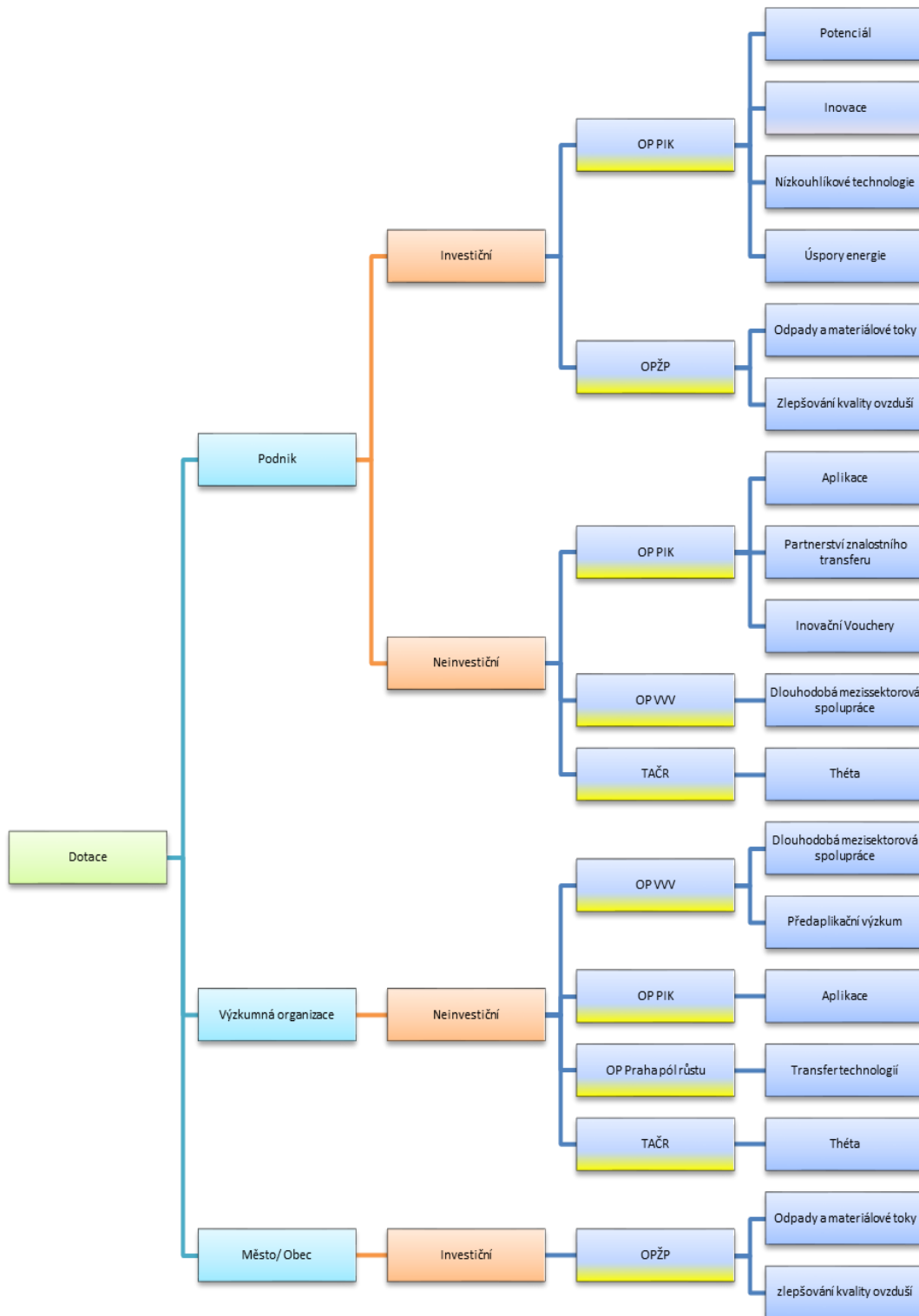
- 2) Vybudování několika experimentálních poloprovozů, které budou sloužit k vývoji a testování základních myšlenek a výsledků VaV v podmínkách, které se blíží reálným podmínkám. Využití těchto poloprovozů umožní přístup pro malé a střední firmy ke špičkovým výsledkům výzkumu a vývoje bez potřeby financovat nákladné investice do VaV. Budou poskytovat výzkumnou infrastrukturu podnikům, pilotní studie a nástroje k posílení jejich konkurenceschopnosti. Standardní řešení, která se osvědčí u výrobců v ČR, by se mohla stát produktem nabízeným dodavatelům a zpracovatelům odpadů v zahraničí.
- 3) Výzkumná pracoviště se zaměřením na aplikace v oblasti energetického využití odpadů by měla vytvořit metodickou podporu pro rozvoj technologií a uplatnění přípravy transferu technologií do praxe.

Očekávanými výstupy této metodické podpory mohou být následující:

- Průběžně upřesňované **přehledové zprávy o stavu technologií** uplatnitelných v praxi - v ČR i mezinárodní srovnání
  - **Případové studie** – možnosti uplatnění konkrétních výsledků VaV v praxi nebo transferu technologie nebo znalostí
  - **Metodické návody pro implementaci výsledků VaV** do praxe
- 4) Podpora přenosu informací o zahraničních trzích (podpora inovační infrastruktury – inovační centra, technologická platformy, klastry) v sektoru zpracování odpadů a zavádění moderních technologií

## 9.2 Podpora projektů na VaV v oblasti energetického využití odpadů

Projekty týkající se energetického zpracování odpadu lze podpořit z následujících operačních programů:



## **Operační program podnikání a inovace pro konkurenceschopnost**

Poskytovatelem podpory z OP PIK je Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR. Projekty zaměřené na energetické zpracování odpadu lze v rámci OP PIK podpořit z níže uvedených programů.

### **Aplikace**

#### *Cíl programu*

Cílem programu a je získávání nových znalostí potřebných pro vývoj nových produktů, materiálů, technologií a služeb prostřednictvím realizace projektů průmyslového výzkumu a experimentálního vývoje. Výsledky těchto činností povedou k zavádění inovací vyšších řádů a k tvorbě produktů konkurenceschopných na světových trzích.

Aktivity programu mají přímou vazbu na strategické cíle Národní výzkumné a inovační strategie pro inteligentní specializaci České republiky „Zvýšit inovační poptávku ve firmách (i ve veřejném sektoru)“ a „Zvýšit relevanci výzkumu“ a reagují na domény specializace identifikované v Kapitole 7 a Příloze 9.2 této strategie. Jde především o vzájemnou provázanost s typovými aktivitami/projekty/operacemi specifických cílů A1.1 „Posílit výzkumné a vývojové kapacity podniků“ a C1. 1 „Posílit spolupráci a interakci mezi VO (výzkumnými organizacemi) a aplikační sférou“ Národní výzkumné a inovační strategie pro inteligentní specializaci České republiky.

#### *Podporované aktivity*

Realizace průmyslového výzkumu a experimentálního vývoje ve smyslu Článku 25 Nařízení Komise (EU) č. 651/2014 ze dne 17. června 2014 (dále jen „Nařízení Komise č. 651/2014“), kterým se v souladu s články 107 a 108 Smlouvy o ES prohlašují určité kategorie podpory za slučitelné s vnitřním trhem.

#### *Míra podpory a její režim*

Podpora je poskytována ve formě dotace a v režimu ex-post. Dotace na projekt je poskytována minimálně ve výši 1 mil. Kč a maximálně do výše 50 mil. Kč.

Podíl aktivit podnikatelských subjektů na celkových aktivitách projektu (způsobilých výdajích) musí být minimálně 50%.

- Maximální míra veřejné podpory je dána následující tabulkou, kde jsou uvedeny rozhodující kategorie podporovaných aktivit a velikost podniku:

**Tabulka 23 Míra podpory**

kategorie činnosti	malý podnik	střední podnik	velký podnik
průmyslový výzkum	70 %	60 %	50 %
experimentální vývoj	45 %	35 %	25 %

- V případě realizace projektu, který zahrnuje účinnou spolupráci mezi členy konsorcia, je maximální míra veřejné podpory podle kategorie podporovaných aktivit a velikosti podniku následující:

**Tabulka 24 Míra podpory**

kategorie činnosti	malý podnik	střední podnik	velký podnik
průmyslový výzkum	80 %	75 %	65 %
experimentální vývoj	60 %	50 %	40 %

- V režimu nezakládajícím veřejnou podporu je podpora poskytována v souladu s Rámcem a to pro subjekty, které splňují definici organizace pro výzkum a šíření znalostí. Maximální intenzita podpory zde nesmí přesáhnout 75 % z celkových způsobilých výdajů výzkumné organizace bez ohledu na velikost výzkumné organizace či místa realizace.

**Tabulka 25 Míra podpory**

kategorie činnosti	podpora nezakládající veřejnou podporu
	organizace pro výzkum a šíření znalostí
průmyslový výzkum	75 %
experimentální vývoj	75 %

Maximální míra podpory za celý projekt je omezena na 70 %.

#### *Podmínky*

- žádat mohou podnikatelské subjekty, organizace pro výzkum a šíření znalostí
- projekt musí být realizován na území ČR mimo hlavního města Prahy
- shoda projektu s Národní výzkumnou a inovační strategií pro inteligentní specializaci České republiky bude ověřena v rámci hodnocení projektu, a to z hlediska naplňování výběrových kritérií definovaných v této Výzvě
- pokud je žadatel/partner velkým podnikem, je v této Výzvě oprávněn předložit pouze jeden projekt (tj. jednu aktivní Žádost o podporu, ve kterých vystupuje jako žadatel nebo partner), MSP pak maximálně dva projekty (tzn. dvě aktivní Žádosti, ve kterých vystupuje jako žadatel nebo partner); tato podmínka se nevztahuje na výzkumné organizace vystupující v roli partnera projektu

**Výstupem projektu** musí být minimálně jeden z těchto výsledků: poloprovoz, ověřená technologie, užitečný vzor, průmyslový vzor, prototyp, funkční vzorek, certifikovaná metodika nebo software. Podporovány jsou projekty, jejichž výstupy se projeví v odvětvích vymezených oddíly CZ NACE C 10 – 11, 13 – 18, 20 - 33; D 35, E 38; F 41 – 43, J 58, 59, 61 - 63, M 69 – 72, 74, 75, N 78, S 95.

#### *Způsobilé výdaje*

- osobní náklady: mzdy a pojistné výzkumných pracovníků, techniků a ostatního podpůrného personálu v rozsahu nezbytném pro účely projektu
- náklady na nástroje, přístroje a vybavení v podobě odpisů dlouhodobého hmotného movitého majetku, v rozsahu a po dobu, kdy jsou využívány pro účely projektu
- náklady na smluvní výzkum
- neinvestiční náklady na licence zakoupené nebo pořízené od třetích stran po dobu realizace projektu
- náklady na poradenské služby využité výlučně pro účely projektu
- dodatečné režijní a ostatní provozní náklady včetně nákladů na materiál a dodávky, které vznikly bezprostředně v důsledku projektu

## **Potenciál**

### *Cíl programu*

Cílem programu je podpora zavádění a zvyšování počtu společností s infrastrukturou pro vlastní výzkum, vývoj a inovační aktivity. Program si dále klade za cíl prohloubení spolupráce společností s výzkumnými a vývojovými organizacemi, tvorbu kvalifikovaných pracovních míst a tím rozvoj znalostní ekonomiky, zlepšení podmínek pro zapojení společností do národních i evropských programů výzkumu a vývoje a trvalé zvyšování konkurenceschopnosti české ekonomiky.

Aktivity programu mají přímou vazbu na strategický cíl Národní výzkumné a inovační strategie pro inteligentní specializaci České republiky „Zvýšit inovační poptávku ve firmách (i ve veřejném sektoru)“. Jde především o vzájemnou provázanost s typovými aktivitami) projekty/operacemi specifického cíle A1.1 „Posílit výzkumné a vývojové kapacity podniků“ Národní výzkumné a inovační strategie pro inteligentní specializaci České republiky.

### *Podporované aktivity*

Založení nebo rozvoj center průmyslového výzkumu, vývoje a inovací spočívající v pořízení pozemků, budov, strojů/zařízení a jiného vybavení centra nezbytného pro zajištění aktivit tohoto centra

### *Míra podpory a její režim*

Podpora je poskytována ve formě dotace a v režimu ex-post.

Dotace bude poskytována ve výši 50 % celkových způsobilých výdajů bez ohledu na velikost podniku a místo realizace. Dotace na projekt je poskytována minimálně ve výši 2 mil. Kč a maximálně do výše 50 mil. Kč.

### *Podmínky*

- žadat mohou malé a střední podniky
- projekt musí být realizován na území ČR mimo hlavního města Prahy
- shoda projektu s Národní výzkumnou a inovační strategií pro inteligentní specializaci České republiky bude ověřena v rámci hodnocení projektu; pro ověření bude žadatel používat přílohu výzvy s názvem „Podkladový materiál pro implementaci Národní RIS3 strategie“
- každý žadatel (1 IČ) je v této Výzvě oprávněn předložit maximálně jeden projekt (tzn. jednu aktivní žádosti o podporu, ve které vystupuje jako příjemce)



- minimální výše investice do dlouhodobého majetku, využívaného pro účely zajištění aktivit projektu, činí pro MSP 4 mil. Kč
- příjemce je povinen umožnit přístup k výzkumné infrastruktuře více uživatelům za transparentních a nediskriminačních podmínek

#### *Způsobilé výdaje*

- výdaje na pořízení pro činnost VaV nezbytného dlouhodobého hmotného majetku, nákup pozemků, budov, strojů a jiného zařízení nezbytného pro vybavení výzkumné infrastruktury za podmínky, že se jedná o odepisovatelná aktiva (mimo pozemek)
- dlouhodobý hmotný majetek (nákup pozemků, budov, novostavby či technické zhodnocení budov, nákup strojů a jiného zařízení nezbytného pro vybavení centra pro VaV)
- dlouhodobý nehmotný majetek za předpokladu, že tento majetek splní podmínky stanovené Výzvou
- náklady na povinnou publicitu projektu jsou způsobilé pouze tehdy, pokud naplňují znaky povinné publicity uvedené v pravidlech určených správcem programu

### **Inovační vouchery**

#### *Cíl programu*

Cílem programu podpory a Výzvy je rozvoj komunikace a sdílení poznatků a know-how mezi podnikovou a výzkumnou sférou, které mohou podnikatelské subjekty využít pro zahájení či zintenzivnění vlastních inovačních aktivit. Nárůst interakcí mezi podniky a organizacemi pro výzkum a šíření znalostí bude mít přímý dopad na posílení konkurenceschopnosti malých a středních podniků.

Aktivity programu mají přímou vazbu na strategický cíl Národní výzkumné a inovační strategie pro inteligentní specializaci České republiky „Zvýšit relevanci výzkumu“ a reagují na domény specializace identifikované v Kapitole 7 a Příloze 9.2 této strategie. Jde především o vzájemnou provázanost s typovými aktivitami/projekty/operacemi specifického cíle C 1.1 „Posílit spolupráci a interakci mezi výzkumnými organizacemi (VO) a aplikační sférou“ Národní výzkumné a inovační strategie pro inteligentní specializaci České republiky.

#### *Podporované aktivity*

Nákup poradenských, expertních a podpůrných služeb v oblasti inovací od organizací pro výzkum a šíření znalostí nebo akreditovaných laboratoří s cílem zahájení či zintenzivnění inovačních aktivit MSP.

#### *Míra podpory a její režim*

Podpora je poskytována ve formě dotace a v režimu ex-post.

Podpora je poskytována do maximální výše 75 % z prokázaných způsobilých výdajů. Dotace na projekt je poskytována minimálně ve výši 50 000 Kč a maximálně do výše 299 999 Kč. Příjemce je povinen poskytnout finanční příspěvek ve výši minimálně 25 % způsobilých výdajů, buď z vlastních zdrojů, nebo prostřednictvím externího financování, a to ve formě, která neobsahuje žádnou veřejnou podporu ve smyslu čl. 107 odst. 1 Smlouvy o fungování EU

#### *Podmínky*

- žádat mohou malé a střední podniky
- projekt musí být realizován na území ČR mimo hl. města Prahy

- rozhodující pro posouzení místní přijatelnosti není sídlo žadatele (příjemce), ale skutečné místo realizace projektu, tzn. realizace výdajů, resp. skutečné místo dopadu realizovaného projektu z hlediska jeho přínosů do příslušného regionu
- každý žadatel je v této Výzvě oprávněn předložit maximálně 3 projekty (tzn. tři aktivní žádosti o podporu) na jedno IČ; žadatel může předložit v rámci této Výzvy maximálně 3 projekty, nicméně každý projekt musí tvořit samostatný ucelený celek; projekty na sebe nemohou navazovat; v případě, že bude zjištěno, že byl jeden projekt rozdělen do více žádostí o podporu, nicméně měl být podán pouze v jedné žádosti o podporu, má API právo žadatele vyzvat ke sloučení žádostí o podporu do jedné a od ostatních požadovat odstoupení
- žadatel musí náklady napříč podanými projekty sčítat; sčítají se předpokládané hodnoty obdobných, spolu souvisejících dodávek či služeb, které hodlá příjemce pořídit v průběhu podávaných projektů; shodné i obdobné činnosti či nerozdělitelné služby realizované v rámci podaných projektů musí vždy být chápány jako jedna zakázka („princip účelu“); realizuje-li jeden poskytovatel služby/dodavatel více zakázek, je na ně zpravidla pohlíženo jako na jednu zakázku
- žadatel je podle svého čestného prohlášení registrován jako poplatník daně z příjmu v některém z členských států EU, a to nepřetržitě nejméně po dobu dvou uzavřených daňových období předcházejících datu podání žádosti o podporu; žadatel bere na vědomí, že v okamžiku vyplacení podpory bude muset mít v České republice založenou provozovnu nebo pobočku

#### *Způsobilé výdaje*

- Poradenské, expertní a podpůrné služby v oblasti inovací, tj. zejména měření, diagnostika, testování, zkoušky, rozborů, analýzy, ověřování, certifikace výrobku, výpočty, návrhy nových systémů, technologických postupů, unikátních konstrukčních řešení, modelování, vývoj softwaru, hardwaru, materiálu, zařízení, prvků systému, prototypu, funkčního vzorku v souvislosti s vývojem nebo zaváděním nového produktu (výrobku, služby nebo procesu), optimalizace procesů, vlastností výrobků, služeb, metod, parametrů apod.

#### **Partnerství znalostního transferu**

##### *Cíl programu*

Cílem programu je posílení mobility a rozvoj transferu znalostí mezi podnikovou a akademickou sférou s cílem podpořit a urychlit inovační procesy v podnicích a sblížení výzkumných témat prováděných ve veřejném sektoru s potřebami podniků. Obecným cílem programu je nárůst interakcí mezi podniky a organizacemi pro výzkum a šíření znalostí a větší otevření vysokých škol ke spolupráci s podnikatelskou sférou.

Aktivity programu mají přímou vazbu na strategický cíl Národní výzkumné a inovační strategie pro inteligentní specializaci České republiky „Zvýšit relevanci výzkumu“ a reagují na domény specializace identifikované v Kapitole 7 a Příloze 9.2 této strategie. Jde především o vzájemnou provázanost s typovými aktivitami/projekty/operacemi specifického cíle C 1.1 „Posílit spolupráci a interakci mezi výzkumnými organizacemi (VO) a aplikační sférou“ Národní výzkumné a inovační strategie pro inteligentní specializaci České republiky.

##### *Podporované aktivity*

- vytvoření partnerství mezi malým a středním podnikem a organizací pro výzkum a šíření znalostí za účelem transferu znalostí, souvisejících technologií a dovedností, ke kterým podnik nemá přístup; znalostní transfer je realizován za účasti absolventa magisterského či doktorského studia přímo v provozovně podniku za dohledu vybraného expertního pracoviště
- projekt musí být zaměřen na minimálně jednu z následujících aktivit a musí mít strategický význam pro další rozvoj podniku:
  - zlepšení výrobních procesů
  - vývoj/inovace nových produktů a služeb nebo inovace procesu při vývoji a zavádění nových produktů a služeb
  - zlepšení podnikových procesů včetně procesu produktové certifikace

### *Míra podpory a její režim*

- podpora je poskytována ve formě dotace a v režimu ex-post.
- dotace 0,5 mil. – 5 mil. Kč
- max. míra podpory: 70 % ZV pro všechny typy žadatelů; podnik dále musí Znalostní organizaci poskytnout finanční příspěvek: 30 % z jejích ZV
- v případě MSP bude poskytována dotace pouze v režimu de minimis

### *Podmínky*

- žádat mohou malé a střední podniky, výzkumné organizace
- projekt musí být realizován na území ČR mimo hlavního města Prahy, rozhodné je umístění provozovny podniku, ve které je projekt realizován
- shoda projektu s Národní výzkumnou a inovační strategií pro inteligentní specializaci České republiky bude ověřena v rámci hodnocení projektu
- veškerý zisk z transferu znalostí prováděného organizací pro výzkum a šíření znalostí musí být znovu investován do primární činnosti této organizace
- každý žadatel (1 IČ) je v této Výzvě oprávněn předložit maximálně 2 projekty (tzn. 2 aktivní žádosti o podporu, ve kterých vystupuje jako příjemce); Znalostní organizace se může účastnit více partnerství dle vlastních kapacit.

### *Způsobilé výdaje*

- pro MSP: hardware a sítě, stroje a zařízení, software a data, mzdy a pojistné, cestovné, materiál
- pro Znalostní organizaci: mzdy a pojistné, cestovné, semináře, workshopy, služby expertů, přístup k informacím, databázím
- Znalostní organizace může dále uplatnit nepřímé (režijní) výdaje paušální sazbou ve výši až 15 % rozpočtové položky Mzdy a pojistné (nezahrnuje mzdy a pojistné MSP); způsobilé výdaje pro nepřímé

výdaje jsou: osobní náklady administrativních pracovníků, náklady na využití univerzitních zařízení, účetnictví, telefonní poplatky, síťové dodávky, spotřební materiál, náklady na pořádání pracovních setkání, povinná publicita

### **OP Výzkum, vývoj a vzdělávání**

Poskytovatelem podpory z OP VVV je Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy. Projekty zaměřené na energetické zpracování odpadu lze v rámci OP VVV podpořit z níže uvedených programů.

#### **Dlouhodobá mezisektorová spolupráce**

##### *Cíl programu*

Cílem programu je podpořit zintenzivnění dlouhodobé mezisektorové spolupráce prostřednictvím podpory vzniku nebo rozvoje partnerství a spolupráce výzkumných organizací s aplikační sférou v rámci společně realizovaného výzkumu.

Součástí spoluprací může být rovněž vznik a vybavení společného výzkumného pracoviště. Záměrem výzvy je především podpora:

- obousměrného přenosu jedinečných znalostí a zkušeností zapojených subjektů
- propojení výzkumně aplikačních problémů s možnostmi, které poskytují poslední výzkumné poznatky
- přenosu společných znalostí a zkušeností k cílovým skupinám.

##### *Podporované aktivity*

###### **Povinné**

- řízení projektu
- vytvoření, realizace, či prohloubení spolupráce v rámci partnerství VO a aplikační sféry
- příprava a vznik strategie dlouhodobé spolupráce
- realizace společného výzkumu

###### **Povinně volitelné**

- aktivity vedoucí k navázání mezinárodní spolupráce se zahraničními subjekty
- prohloubení spolupráce v mezioborovém partnerství
- příprava společně zpracovaných mezinárodních projektových žádostí

###### **Volitelné**

- vznik nebo rozvoj společného výzkumného pracoviště
- aktivity vedoucí k šíření výsledků společné výzkumné činnosti
- odborné vzdělávání výzkumných pracovníků
- členství v odborných organizacích/platformách
- zapojení zástupců aplikační sféry do výuky

##### *Míra podpory a její režim*

Podpora je poskytována formou dotace. Dotace je vyplácena v režimu Ex ante a ex post (ex post financování bude uplatněno pouze u žadatelů OSS nebo PO OSS).

Minimální výše výdajů činí 30 000 000 Kč. Maximální výše výdajů je 100 000 000 Kč. U způsobu financování ex ante bude výše první zálohové platby maximálně 45 % celkových způsobilých výdajů

projektu. Konkrétní výše první zálohové platby bude pro každý projekt stanovena individuálně, s přihlédnutím k finančnímu plánu uvedenému v žádosti o podporu, a bude uvedena v právním aktu o poskytnutí/převodu podpory. Poměr pro rata (poměr rozdělení finančních prostředků mezi programové oblasti OP VVV) schválený Monitorovacím výborem OP VVV / schválený v textu OP VVV je 74 % (méně rozvinuté regiony) a 26 % (více rozvinuté regiony).

### *Podmínky*

Žádat mohou:

- organizační složky státu a příspěvkové organizace organizačních složek státu
- výzkumné organizace (veřejné vysoké školy, veřejné výzkumné instituce...)
- soukromoprávní subjekty vykonávající veřejně prospěšnou činnost
- Partnerství je povinně vyžadováno. Partneři žadatele se podílejí na přípravě a realizaci projektu
  
- oprávnění partneři:
  - povinný partner: Obchodní korporace, (tj. subjekt dle zákona č. 90/2012 Sb., o obchodních společnostech a družstvech, ve znění pozdějších předpisů) nebo státní podnik (tj. subjekt dle § 2 zákona č. 77/1997 Sb., o státním podniku, ve znění pozdějších předpisů), který je minimálně na úrovni středního podniku dle Přílohy I Nařízení Komise (EU) č. 651/2014
  - Partneři s finanční spoluúčastí:
    - Subjekty splňující definici organizace pro výzkum a šíření znalostí dle Rámce pro státní podporu výzkumu, vývoje a inovací (2014/3 198/01)
    - Obchodní korporace (tj. subjekty dle zákona č. 90/2012 Sb. o obchodních společnostech a družstvech ve znění pozdějších předpisů), bez omezení velikosti
    - Státní podnik (tj. subjekt dle § 2 zákona č. 77/1997 Sb., o státním podniku, ve znění pozdějších předpisů)
  - Partneři bez finanční spoluúčasti:
    - Organizační složky státu a příspěvkové organizace organizačních složek státu
    - Územní samosprávné celky a jejich příspěvkové organizace
    - Soukromoprávní subjekty vykonávající obecně prospěšnou činnost
    - Ostatní subjekty

Minimální varianta: společné partnerství musí minimálně zahrnovat dva nezávislé subjekty: výzkumnou organizaci žadatele a jednu obchodní korporaci dle definice povinného partnera. Partnerství ohledně společné dlouhodobé spolupráce může mimo výše uvedené základní nastavení obsahovat další subjekty, které výzva definuje jakožto oprávněné partnery.

Maximální varianta: celkem je povolen maximální počet 9 partnerů, tzn. v rámci projektového partnerství je povoleno celkem maximálně 10 subjektů (žadatel a 9 partnerů). Sídlo partnera může být i mimo území ČR (jen území EU).

### *Způsobilé výdaje*

Subjektům budou hrazeny způsobilé výdaje spojené s jejich zapojením do realizace těchto aktivit:

Povinné aktivity: b), c), d)

Povinně volitelné aktivity: e), f), g)

Volitelné aktivity: i), l)

Aktivita I) je způsobilá pouze na území ČR (tj. zástupce zahraničního partnera bude provádět výuku na území ČR).

### **Předaplikační výzkum**

#### *Cíl programu*

Cílem programu je podpora výzkumných projektů v předaplikační fázi. Výzva je zaměřena na výzkumné projekty, které mají potenciál přispět ke zvýšení kvality života a k řešení velkých společenských témat. Dále je cílem výzvy zvýšit potenciál pro využití výsledků v praxi a následné navázání spolupráce s aplikační sférou.

Předpokladem je, že výsledky projektu budou po ukončení realizace projektu dále dopracovány tak, aby mohly být uvedeny do praxe.

#### *Podporované aktivity*

##### Povinné aktivity

- Řízení projektu
- Realizace výzkumných záměrů s potenciálem k budoucímu využití výsledku v praxi
- Experimentální ověření možného praktického uplatnění výzkumných výsledků včetně ošetření duševního vlastnictví

##### Povinně volitelné aktivity

V případě partnerství v projektu si žadatel musí zvolit následující aktivitu:

- Realizace společných aktivit partnerů vedoucí k posílení aplikovatelnosti výzkumných výsledků v dlouhodobém horizontu.

Žadatel si musí zvolit minimálně jednu z následujících povinně volitelných aktivit:

- Navázání a rozvoj spolupráce mezi výzkumnými týmy a aplikační sférou (včetně zahraničních subjektů) za účelem získání podnětů pro další rozvoj a experimentální ověření výzkumných záměrů
- Příprava mezinárodních projektových žádostí
- souvisejících s aktivitami a se zaměřením projektu
- Analýza potenciálu praktického uplatnění výzkumných výsledků

##### Volitelné aktivity

- Žadatel si může vybrat z následujících volitelných aktivit:
- Pořízení infrastruktury nezbytné pro projektové výzkumné záměry a jejich experimentální ověřování
- Odborné vzdělávání nezbytné pro realizaci výzkumných aktivit projektu
- Aktivity vedoucí k šíření výsledků společné výzkumné činnosti a jejich výstupů

#### *Míra podpory a její režim*

Podpora je poskytována formou dotace. Dotace je vyplácena v režimu Ex ante a ex post (ex post financování v případě organizační složky státu (OSS)).

Minimální výše celkových způsobilých výdajů projektu je 10 000 000 Kč. Maximální výše výdajů je 150 000 000 Kč.

U způsobu financování ex ante bude výše první zálohové platby maximálně 25 % celkových způsobilých výdajů projektu. Konkrétní výše první zálohové platby bude pro každý projekt stanovena individuálně, s přihlédnutím k finančnímu plánu uvedenému v žádosti o podporu, a bude uvedena v právním aktu o poskytnutí/převodu podpory.

Poměr pro rata (poměr rozdělení finančních prostředků mezi programové oblasti OP VVV) schválený Monitorovacím výborem OP VVV je 74 % (méně rozvinuté regiony – MRR) a 26 % (více rozvinuté regiony – VRR).

### *Podmínky*

Žadatelem může být:

- organizační složky státu a příspěvkové organizace organizačních složek státu,
- veřejné vysoké školy, výzkumné organizace,
- soukromoprávní subjekty vykonávající veřejně prospěšnou činnost.

Žadatel může podat projektovou žádost samostatně nebo ve spolupráci s partnerem (partnerem mohou být subjekty splňující definici organizace pro výzkum a šíření znalostí dle Rámce pro státní podporu VaVal)

### *Způsobilé výdaje*

Mezi způsobilé výdaje patří investiční i neinvestiční náklady projektu. Podrobné informace o způsobilosti výdajů jsou uvedeny v Pravidlech pro žadatele a příjemce – obecná a specifická část, dostupných na webu MŠMT: <http://www.msmt.cz/strukturalni-fondy-1/vyzva-c-02-16-025-predaplikacni-vyzkum-1>

### **OP Praha pól růstu**

Poskytovatelem podpory z OP PPR je Magistrát hlavního města Praha.

### **Transfer technologií**

#### *Cíl programu a podporované aktivity*

Cílem programu je podpořit vyšší míru mezisektorové spolupráce. V rámci programu budou podpořeny aktivity vedoucích ke komercializaci výsledků výzkumu pomocí ověření proveditelnosti a komerčního potenciálu a příprava jejich zavedení do praxe. Výzva podpoří přípravu transferu technologií a znalostí z organizací pro výzkum a šíření znalostí do praxe v níže uvedených oblastech, oborech a tématech řešených samosprávou hlavního města Prahy v jí zajišťovaných provozech a službách. Podporovány budou aktivity směřující k ověření aplikačního potenciálu nových výsledků výzkumu a vývoje před jejich možným uplatněním v praxi.

#### *Míra podpory a její režim*

Podpora je poskytována ve formě dotace, v režimu ex ante. Minimální výše podpory je 2 000 000 Kč. Maximální výše je 40 000 000 Kč.

Příjemce se na spolufinancování projektu podílí 10 %.

### *Podmínky*

Příjemcem podpory může být organizace pro výzkum a šíření znalostí (podle definice Rámce Společenství pro státní podporu výzkumu, vývoje a inovací).

Cílové skupiny, které jsou přímo nebo nepřímo dotčeny realizovaným projektem nebo z jeho realizovaných efektů mají užitek (i přesto, že se zásadně na jeho realizaci nepodílí):

- Městská samospráva (hlavní město Praha, městské části hl. m. Prahy, organizace zřízené a založené hl. m. Prahou či městskými částmi)
- Organizace pro výzkum a šíření znalostí (podle definice Rámce Společenství pro státní podporu výzkumu, vývoje a inovací)
- Podnikatelské subjekty

Primární cílovou skupinou výzvy je městská samospráva zahrnující subjekty, v rámci kterých se předpokládá uplatnění výstupních řešení.

V souvislosti s požadavkem na tematické zacílení výzvy (tzv. vertikalizací = zaměření na domény specializace) musí ověřované produkty spadat do některé z národních nebo pražských domén specializace. Zároveň je cílem výzvy, aby se tyto priority, resp. z nich vzešlé a v projektu ověřené produkty uplatnily v níže uvedených tématech hl. m. Prahy. Ta je nutno chápat jako oblasti příležitostí pro praktické uplatnění poznatků a technologií spadajících do RIS3 strategie, tj. např. uplatnění IT technologií v sociálních službách, školství apod.

Témata hl. m. Prahy:

- dopravní infrastruktura, řízení dopravy, dopravní prostředky ve veřejné dopravě, energetické a nákladové úspory ve veřejné dopravě,
- technická infrastruktura, veřejné osvětlení a energetická bezpečnost,
- nakládání s vodou a její kvalita,
- správa a rozvoj městských ekosystémů, protipovodňová a protihluková opatření, snižování znečištění ovzduší, nakládání s odpady,
- energetické úspory ve veřejných budovách a v technické infrastruktuře, úsporné stavební technologie pro výstavbu veřejných budov,
- úsporné stavební technologie pro výstavbu startovacích, sociálních bytů, domovů pro seniory a hendikepované apod.,
- památková péče, obnova a ochrana památkově chráněných objektů,
- péče o veřejná prostranství,
- ICT řešení pro e-government, informování občanů, propagaci a cestovní ruch,
- ICT řešení pro zefektivnění a zprůhlednění činností a financování samosprávy,
- výchova a vzdělávání,
- sociální služby, zdravotnické služby a nástroje pro jejich poskytování,
- civilní ochrana, bezpečnost občanů, ochrana veřejného pořádku,
- technologie pro pohyb osob se sníženou schopností pohybu a orientace ve městě.

V rámci projektu není podporována produkce komercializovaného produktu, tzn. budoucí producent/dodavatel není územně omezen na hl. m. Prahu.

### *Způsobilé výdaje*

Obecně platí, že budou financovány náklady přímo související s realizací vymezených projektových aktivit. Poskytovatel dotace bude považovat za způsobilé pouze výdaje do úrovně cen/mezd obvyklých na trhu.



Je stanoven finanční limit max. 20 % celkových způsobilých výdajů projektu pro osobní náklady, služby a správní a jiné poplatky přímo související s přípravou a řízením projektu.

Nezpůsobilými výdaji jsou

- věcné příspěvky
- nákup pozemku
- pořízení stavby
- stavební úpravy, které jsou rekonstrukcí či modernizací

### **Technologická agentura České republiky**

TA ČR podporuje zintenzivnění a podporu spolupráce mezi výzkumnými organizacemi a podnikatelskou sférou. V rámci svých 12 programů vybírá a následně financuje projekty aplikovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací. Projekty zaměřené na energetické využití odpadu lze využít z programu Théta.

### **Théta**

#### *Cíl programu a podporované aktivity*

Zaměření programu vychází z aktualizované Státní energetické koncepce České republiky, která byla vládou České republiky schválena v květnu 2015. Program je zaměřen na podporu projektů jejichž výsledky mají vysoký potenciál pro uplatnění v řadě oblastí celospolečenského života obyvatel České republiky. Program přispěje k tomu, aby veřejné prostředky investované do aplikovaného výzkumu přinášely ekonomický či jiný společenský přínos z jejich realizace. Získané poznatky přispějí k definování faktorů a procesů, které určují a ovlivňují fungování a rozvoj české společnosti, v kontextu probíhající evropské integrace a světové globalizace v oblasti energetiky. Při realizaci tento program předpokládá především uplatnění projektů zaměřených na průmyslový výzkum (případně zahrnující nezbytné činnosti orientovaného základního výzkumu) a také podporu projektů s převahou experimentálního vývoje.

Cílem programu je prostřednictvím výstupů, výsledků a dopadů z podpořených projektů přispět ve střednědobém a dlouhodobém horizontu k naplnění vize transformace a modernizace energetického sektoru v souladu se schválenými strategickými materiály. Tohoto cíle bude dosaženo prostřednictvím podpory výzkumu, vývoje a inovací v oblasti energetiky se zaměřením na:

- podporu projektů ve veřejném zájmu,
- nové technologie a systémové prvky s vysokým potenciálem pro rychlé uplatnění v praxi,
- podporu dlouhodobých technologických perspektiv.

#### *Míra podpory a její režim*

Podpora je poskytována ve formě dotace, v režimu ex ante. Minimální a maximální výše podpory není specifikována. Předpokládaná průměrná výše dotace je dle programového dokumentu Théta 10 000 000 Kč.

Míra podpory pro průmyslový výzkum a experimentální vývoj dle kategorie žadatele je stanovena následující tabulkou.

**Tabulka 26 Míra podpory**

Kategorie činnosti	Malý podnik	Střední podnik	Velký podnik	Výzkumná organizace
Průmyslový výzkum	70 %	60%	50 %	100 %
Průmyslový výzkum v případě účinné spolupráce	80 %	75 %	65 %	100 %
Experimentální vývoj	45 %	35 %	25 %	100 %
Experimentální vývoj v případě účinné spolupráce	60 %	50 %	40 %	100 %
Inovace určená malým a středním podnikům	50 %	50 %	-	-
Inovace postupů a organizační inovace	50 %	50 %	15%	100 %

### *Podmínky*

Příjemcem podpory na projekt ve všech podprogramech podle zákona o podpoře výzkumu, experimentálního vývoje a inovací, Rámce a Nařízení mohou být:

- Podniky – právnické i fyzické osoby vykonávající hospodářskou činnost, bez ohledu na právní formu (příloha 1 Nařízení), které řeší projekt samostatně nebo ve spolupráci s dalšími účastníky a prokáží schopnost projekt spolufinancovat z neveřejných prostředků.
- Organizace pro výzkum a šíření znalostí (dále jen „výzkumné organizace“) – právnické osoby, které splňují definici výzkumné organizace podle čl. 2 odst. 83 Nařízení a dle zákona o podpoře výzkumu, experimentálního vývoje a inovací, a které řeší projekt samostatně nebo ve spolupráci s dalšími účastníky.

V rámci programu Théta jsou podpořeny projekty, u kterých se odůvodněně předpokládá dosažení využitelných výstupů, taktéž publikačních, jejichž aplikace přispěje k plnění stanovených cílů programu a k pozitivním společenským dopadům. Mezi očekávané výstupy programu patří:

- patent
- technicky realizované výsledky
- prototyp, funkční vzorek
- poloprovoz, ověřená technologie
- software
- průmyslový a užitný vzor

- výsledky promítnuté do právních předpisů a norem a výsledky promítnuté do směrnic a předpisů nelegislativní povahy závazných v rámci kompetence příslušného poskytovatele
- certifikované metodiky, postupy a specializované mapy s odborným obsahem

### *Způsobilé výdaje*

Uchazeč může jako způsobilé náklady navrhnout pouze náklady vymezené vždy v souladu se zákonem o podpoře výzkumu, experimentálního vývoje a inovací, a dále v případě podpory v režimu veřejné podpory podle kategorie podpory, tj. v souladu s Nařízením dle čl. 25, odst. 3, písm. a), b), d) e):

- Osobní náklady: výzkumní pracovníci, technici a ostatní podpůrný personál v rozsahu nezbytném pro účely projektu; jedná se o osobní náklady: - zaměstnanců uchazeče/příjemce alokovaných na projekt, tj. výzkumných pracovníků, techniků a ostatního podpůrného personálu, v rozsahu nezbytném pro účely výzkumného projektu; - pracovníků, s nimiž uchazeč/příjemce uzavřel dohodu o pracovní činnosti nebo dohodu o provedení práce, a to v přímé souvislosti s řešením projektu; - stipendia studentů, podílejících se na řešení projektu.
- Náklady na nástroje a vybavení v rozsahu a po dobu, kdy jsou využívány pro účely projektu. Jestliže nejsou tyto nástroje a vybavení používány v rámci projektu po celou dobu své životnosti, jsou za způsobilé náklady považovány pouze daňové odpisy za dobu trvání projektu.
- Náklady na smluvní výzkum, technické poznatky a patenty zakoupené nebo pořízené v rámci licence z vnějších zdrojů za obvyklých tržních podmínek a za předpokladu, že transakce proběhla v podmínkách volné hospodářské soutěže a nedošlo při ní k žádné nesrovnalosti, a rovněž náklady na poradenské a rovnocenné služby využité výlučně pro účely výzkumné činnosti v rámci daného výzkumného projektu.
- Dodatečné nepřímé a ostatní provozní náklady včetně nákladů na materiál, dodávky a podobné výrobky, které vznikly bezprostředně v důsledku projektu.
- náklady na získání, uznání a obranu patentů a dalších nehmotných aktiv;
- náklady na vyslání vysoce kvalifikovaných pracovníků z výzkumné organizace nebo velkého podniku, kteří u příjemce podpory pracují na činnostech v oblasti výzkumu, vývoje a inovací v nově vytvořené funkci, avšak nenahrazují jiné pracovníky;
- náklady na poradenské a podpůrné služby v oblasti inovací.
- osobní náklady;
- náklady na nástroje, vybavení, budovy a pozemky v rozsahu a za období, kdy jsou využívány pro projekt;
- náklady na smluvní výzkum, poznatky a patenty, které byly zakoupeny nebo na něž byla pořízena licence od vnějších zdrojů za obvyklých tržních podmínek;
- dodatečné režijní a ostatní provozní náklady včetně nákladů na materiál, dodávky a podobné výrobky, které vznikly přímo v důsledku provádění projektu.

## **OP PIK**

### **Inovace**

#### *Cíl programu*

Hlavním cílem programu je posílení inovační výkonnosti domácích firem a zvýšení jejich konkurenceschopnosti prostřednictvím zvýšení využívání unikátních know-how z větší či menší části vzniklých ve spolupráci s akademickým a výzkumným sektorem, rozšíření know-how firem pro vlastní inovace, zvýšení efektivnosti interních procesů v oblasti řízení inovací, tak aby došlo k nárůstu počtu firem především místního původu v pozici technologických lídrů, k tvorbě a zavádění nových konkurenceschopných produktů na globální trh a posílení schopností firem v oblasti high-tech výroby. Podporovány budou inovace vyšších řádů, konkrétně pak inovace V. řádu a vyšší.

Aktivity programu mají přímou vazbu na strategický cíl Národní výzkumné a inovační strategie pro inteligentní specializaci České republiky „Zvýšit inovační poptávku ve firmách (i ve veřejném sektoru)“ a reagují na domény specializace identifikované v Kapitole 7 a Příloze 9.2 této strategie. Jde především o vzájemnou provázanost s typovými aktivitami/projekty/operacemi specifických cílů A1.1 „Posílit výzkumné a vývojové kapacity podniků“ a A1.2 „Zlepšit strategické řízení v MSP“ Národní výzkumné a inovační strategie pro inteligentní specializaci České republiky

#### *Podporované aktivity*

- zvýšení technických a užitných hodnot výrobků, technologií a služeb (produktová inovace)
- zvýšení efektivnosti procesů výroby a poskytování služeb (procesní inovace)
- zavedení nových metod organizace firemních procesů prostřednictvím zavádění nových informačních systémů integrující a automatizující procesy uvnitř podniku zaměřené především na propojení výzkumných a vývojových (VaV) aktivit, inovací a výroby (organizační inovace)
- zvýšení prodeje výrobků a služeb prostřednictvím významné změny v designu produktu nebo balení nebo zavedení nových prodejních kanálů (marketingová inovace)

#### *Míra podpory a její režim*

Podpora je poskytována formou dotace, ve formě ex post. Dotace na projekt je poskytována minimálně ve výši 1 mil. Kč a maximálně do výše 50 mil. Kč.

Podpora je poskytována jako procento dle Regionální mapy intenzity veřejné podpory pro regiony ČR na období 2014 - 2020 ze způsobilých výdajů projektu, a to maximálně pro:

- Malý podnik 45 % z prokázaných způsobilých výdajů
- Střední podnik 35 % z prokázaných způsobilých výdajů
- Velký podnik 25 % z prokázaných způsobilých výdajů

## *Podmínky*

Podpora je určena pro podnikatelské subjekty, zejména a to zejména pro MSP.

- projekt musí být realizován na území ČR mimo hlavního města Prahy
- shoda projektu s Národní výzkumnou a inovační strategií pro inteligentní specializaci České republiky
- žadatel (1 IČ), pokud se jedná o velký podnik, je v této Výzvě oprávněn předložit pouze jeden projekt (tzn. jednu aktivní žádost o podporu); pro MSP toto omezení není relevantní

## *Způsobilé výdaje*

- projektová dokumentace včetně inženýrské činnosti
- stavby
- technologie
- software a data
- práva k užívání duševního vlastnictví
- certifikace produktů
- marketingová inovace

## **Úspory energie**

### *Cíl programu*

Cílem programu a Výzvy je podpora snížení energetické náročnosti podnikatelského sektoru. Účelem programu je podpora opatření přispívající k úspoře konečné spotřeby energie. Program bude přispívat k naplnění Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/27/EU o energetické účinnosti, která stanovuje zavedení orientačních vnitrostátních cílů energetické účinnosti do roku 2020. Vnitrostátní orientační cíl ČR je na základě současných analýz stanoven ve výši 50,67 PJ (14,075 TWh) úspor v konečné spotřebě energie.

### *Podporované aktivity*

- Modernizace a rekonstrukce rozvodů elektřiny, plynu a tepla v budovách a v energetických hospodářstvích výrobních závodů za účelem zvýšení účinnosti
- zavádění a modernizace systémů měření a regulace např. opatření hardware a sítě včetně příslušného softwaru související se zavedením systému managementu hospodaření s energií podle ČSN EN ISO 50001
- modernizace, rekonstrukce stávajících zařízení na výrobu energie pro vlastní spotřebu vedoucí ke zvýšení její účinnosti
- modernizace soustav osvětlení budov a průmyslových areálů (pouze v případě náhrady zastaralých technologií za nové efektivní osvětlovací systémy, např. světelných diod – LED)

- realizace opatření ke snižování energetické náročnosti budov v podnikatelském sektoru (zateplení obvodového pláště, výměna a renovace otvorových výplní, další stavební opatření mající prokazatelně vliv na energetickou náročnost budovy, instalace vzduchotechniky s rekuperací odpadního tepla)
- využití odpadní energie ve výrobních procesech
- snižování energetické náročnosti/zvyšování energetické účinnosti výrobních a technologických procesů, mimo opatření na zdrojích na výrobu energie pro distribuci, nikoliv vlastní spotřebu vedoucí ke zvýšení její účinnosti
- instalace OZE pro vlastní spotřebu podniku (využití biomasy, solární systémy, tepelná čerpadla a fotovoltaické systémy)
- instalace kogenerační jednotky s využitím elektrické a tepelné energie, nebo chladu pro vlastní spotřebu podniku s ohledem na jeho provozní podmínky
- instalace akumulace elektrické energie (akumulátor musí být provozován v energetickém hospodářství, které má vlastní zdroj elektrické energie z OZE (např. FVE), nebo z KVET (mimo uhlí, LTO, TTO)

#### *Míra podpory a její režim*

Podpora je poskytována formou dotace v režimu ex post. Dotace na projekt je poskytována minimálně ve výši 500 tis. Kč a maximálně do výše 400 mil. Kč a současně maximálně do výše 15 mil. EUR.

#### *Míra podpory u projektu*

- Je-li příjemcem dotace malý podnik, je podpora poskytována až do výše 50 % ZV.
- Je-li příjemcem dotace střední podnik, je podpora poskytována až do výše 40 % ZV.
- Je-li příjemcem dotace velký podnik, je podpora poskytována až do výše 30 % ZV.

#### *Míra podpory na náklady na energetický posudek a projektovou dokumentaci*

- Je-li příjemcem dotace malý podnik, je podpora poskytována až do výše 50 % ZV.
- Je-li příjemcem dotace střední podnik, je podpora poskytována až do výše 40 % ZV.
- Je-li příjemcem dotace velký podnik, je podpora poskytována až do výše 30 % ZV.

#### *Podmínky*

- Příjemcem dotace mohou být malé, střední podniky a velké podniky.
- projekt musí být realizován na území ČR mimo hlavního města Prahy; Žadatel musí jednoznačně prokázat vlastnická nebo jiná práva k nemovitostem a pozemkům, kde bude projekt realizován
- v rámci této výzvy lze na jeden ekonomický subjekt (jedno IČ) podat maximálně 15 žádostí o dotaci

#### *Způsobilé výdaje*

- dlouhodobý hmotný majetek
- dlouhodobý nehmotný majetek (pokud je nezbytný k řádnému provozování dlouhodobého hmotného majetku)
- energetický posudek

## Úspory energie v SZT

### *Cíl programu*

Cílem programu je podpora konkurenceschopnosti a udržitelnosti české ekonomiky prostřednictvím maximálního využití kombinované výroby elektřiny a tepla.

### *Podporované aktivity*

výstavba, rozvoj a propojování existujících soustav zásobování tepelnou energií včetně předávacích stanic za účelem vyššího využití vysokoúčinné kombinované výroby elektřiny a tepla s cílem dosažení úspor primární energie

- rekonstrukce stávajících soustav zásobování tepelnou energií včetně předávacích stanic s cílem maximálního dosažení úspor primární energie, případně využití tepla z vysokoúčinné kombinované výroby elektřiny a tepla nebo odpadního tepla z průmyslových procesů
- instalace a modernizace technologických zařízení související s distribucí včetně měření a regulace v soustavách zásobování tepelnou energií
- instalace a rekonstrukce vysokoúčinných plynových kogeneračních jednotek v soustavách zásobování tepelnou energií
- instalace solárních kolektorů a tepelných čerpadel pro přehřev TV, které budou součástí soustav zásobování tepelnou energií. Toto opatření bude způsobilé, pokud bude součástí jakékoliv kombinace výše podporovaných aktivit a); b); c); d) které budou v rámci způsobilých výdajů převažovat

### *Míra podpory a její režim*

Podpora je poskytována formou dotace v režimu ex post. Podpora na projekt je poskytována minimálně ve výši 0,5 mil. Kč a maximálně do výše 400 mil. Kč.

V případě opatření týkající se energeticky účinného dálkové vytápění a chlazení včetně instalace plynových KVET platí:

- Je-li příjemcem malý podnik, je podpora poskytována až do výše 50 % ZV.
- Je-li příjemcem střední podnik, je podpora poskytována až do výše 45 % ZV.
- Je-li příjemcem velký podnik, je podpora poskytována až do výše 40 % ZV.

Míra podpory na energetický posudek a projektovou dokumentaci:

- Je-li příjemcem malý podnik, je podpora poskytována až do výše 50 % ZV.
- Je-li příjemcem střední podnik, je podpora poskytována až do výše 45 % ZV. c) Je-li příjemcem velký podnik, je podpora poskytována až do výše 40 % ZV.

### *Podmínky*

Příjemci mohou být:

- fyzické či právnické osoby na základě licence na výrobu tepelné energie a/nebo elektrické energie a licence na rozvod tepelné energie, které uděluje Energetický regulační úřad (ERÚ) podle § 5 zákona č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon) ve znění pozdějších předpisů
- v případě, kdy žadatel není vlastníkem licence na výrobu tepelné energie a/nebo elektrické energie, předloží žadatel licenci na výrobu tepelné energie a/nebo elektrické energie a licenci na rozvod tepelné energie podle § 5 zákona č. 458/2000 Sb. nejpozději v době podání žádosti o platbu za poslední etapu
- typy podporovaných subjektů: Podnikatelské subjekty, včetně těch, které jsou až ze 100 % vlastněny státem

Další podmínky:

- projekt musí být realizován na území ČR mimo hlavního města Prahy; v rámci projektu lze uplatnit pouze jedno místo realizace
- v rámci projektu lze uplatnit pouze jednu soustavu účinného dálkového vytápění a chlazení
- v rámci této Výzvy lze na jeden ekonomický subjekt (jedno IČ) podat maximálně 8 Žádostí o podporu

*Způsobilé výdaje*

- výdaje na stavbu a technologická zařízení včetně měření a regulace v soustavách zásobování tepelnou energií nezbytná pro dosažení úspor primární energie
- dlouhodobý hmotný majetek
- dlouhodobý nehmotný majetek (pokud je nezbytný k řádnému provozování dlouhodobého hmotného majetku)

## **Nízkouhlíkové technologie**

*Cíl programu*

Cílem programu „Nízkouhlíkové technologie“ je podpora konkurenceschopnosti podniků a udržitelnosti české ekonomiky prostřednictvím zaváděním inovativních technologií v oblasti elektromobility, obnovitelných zdrojů energie, nakládání s energií a využití druhotných surovin. Zvýšení využití efektivnějších a spolehlivějších nízkouhlíkových technologií, které se zatím v ČR běžně neuplatňují. Výstupem projektů bude rozšiřování nabíjecí infrastruktury, počet pořízených elektromobilů, využití potenciálu pro zavádění moderních nízkouhlíkových technologií v oblasti nakládání energií a zvýšení soběstačnosti ČR v surovinových zdrojích substitucí primárních zdrojů druhotnými surovinami, čímž se zvyšuje vedle konkurenceschopnosti rovněž i celkový inovační potenciál ČR.

*Podporované aktivity*

Podporovány jsou inovativní projekty na zavádění technologií akumulace energie.

*Míra podpory a její režim*

*Podpora je poskytována prostřednictvím dotace, v režimu ex post. Minimální výše dotace 50 tis. Kč a maximální do výše dle pravidel veřejné podpory de minimis.*



Je-li příjemcem malý podnik, je podpora poskytována až do výše 80 % ZV. Střední podnik může být podpořen až do výše 70 % ZV. Podpora pro velký podnik je poskytována až do výše 60 % ZV.

### *Podmínky*

Žadatelem mohou být malé, střední, velké podniky; žadatelem mohou být i podniky vlastněné až ze 100 % veřejným sektorem.

Další podmínky:

- projekt musí být realizován na území ČR mimo hlavního města Prahy
- v rámci výzvy lze na jeden ekonomický subjekt (jedno IČ) podat maximálně 10 žádostí o podporu
- při hodnocení míry inovativnosti, respektive způsobilosti projektu do tohoto specifického cíle, bude aplikováno hodnocení Technology Readiness Level (TRL, Úroveň připravenosti technologie)
- Podpořeny budou projekty níže uvedených úrovní:
  - TRL 5 – technologie ověřena v relevantním prostředí (průmyslově významné prostředí v případě klíčových technologií)
  - TRL 6 – technologie demonstrována v daném prostředí (průmyslově významné prostředí v případě klíčových technologií)
  - TRL 7 – demonstrace systémového prototypu v provozním prostředí
  - TRL 8 – systém kompletní a kvalifikovaný
  - TRL 9 – existující systém byl ověřen v provozním prostředí
- nebude podporován nákup olověných a alkalických akumulátorů
- podpora je poskytována v režimu de minimis podle Nařízení Komise (EU) č. 1407/2013

### *Způsobilé výdaje*

dlouhodobý hmotný majetek

- dlouhodobý nehmotný majetek (pokud je nezbytný k řádnému provozování dlouhodobého hmotného majetku)
- podnikatelský záměr a projektová dokumentace

### **Operační program Životní prostředí**

Poskytovatelem podpory z OP ŽP je Ministerstvo životního prostředí. Projekty zaměřené na energetické zpracování odpadu lze v rámci OP ŽP podpořit z výzev vyhlašovaných v rámci Prioritní osy 3 Zpracování odpadu a dále rovněž z výzev spadajících pod PO 2 Kvalita ovzduší.

**PO 3 zahrnuje následující oblasti podpor:**

3.1 - Prevence vzniku odpadů

3.2 - Zvýšit podíl materiálového a energetického využití odpadů

3.3 - Rekultivace staré skládky

3.4 - Dokončit inventarizaci a odstranit staré ekologické zátěže

3.5 - Snížit environmentální rizika a rozvíjet systémy jejich řízení

Pro účely energetického zpracování odpadu lze využít například PO 3.2. Níže jsou uvedeny parametry 85. výzvy vyhlášené v této PO.

### *Cíl programu*

Mezi hlavní cíle patří podporovat způsoby nakládání s odpady, které využívají odpad jako zdroj druhotných surovin, podporovat příprav k recyklaci odpadu a nakládání s odpady, které vede ke zvýšení ekonomické hodnoty odpadu, podporovat oddělený sběr odpadů, systémy odděleně sbíraných specifických druhů odpadů a tzv. „door-to-door“ systém.

### *Podporované aktivity*

- systémy pro separaci/oddělený sběr a svoz komunálního odpadu,
- budování a modernizace sběrných dvorů,
- třídící a dotřídňovací linky zabezpečující kvalitní výstupní surovinu a linky s navazujícími technologiemi pro úpravu odpadů,
- výstavba a modernizace zařízení pro materiálové využití ostatních odpadů,
- výstavba bioplynových stanic pro zpracování bioodpadů.
- 

### *Míra podpory a její režim*

Podpora je poskytována formou dotace, v režimu ex post. Maximální výše podpory činní 450 000 000 Kč. Minimální výše dotace je 500 000 Kč. Výše podpory může být poskytnuta až do výše 85 % způsobilých nákladů.

### *Podmínky*

Příjemcem podpory mohou být:

- Kraje
- Obce a města
- Svazky obcí
- Městské části hl. m. Prahy
- Organizační složky státu
- Státní podniky
- Státní organizace
- Příspěvkové organizace
- Veřejné výzkumné instituce
- Veřejnoprávní instituce
- Vysoké školy a školská zařízení
- Nestátní neziskové organizace
- Círky a náboženské společnosti a jejich svazy
- Obchodní společnosti a družstva

- Podnikatelské subjekty
- Fyzické osoby – podnikající

### *Způsobilé výdaje*

Mezi způsobilé výdaje patří ty výdaje, které jsou vynaloženy v souladu s cíli výzvy. Detailní informace o věcné a časové způsobilosti výdajů jsou uvedeny v platné verzi Pravidel pro žadatele a příjemce podpory v OPŽP 2014 – 2020.

#### **PO 2 zahrnuje následující oblasti podpor:**

- 2.1 Snížit emise z lokálního vytápění domácností podílející se na expozici obyvatelstva koncentracím znečišťujících látek
- 2.2 Snížit emise stacionárních zdrojů podílející se na expozici obyvatelstva nadlimitním koncentracím znečišťujících látek
- 2.3 Zlepšit systém sledování, hodnocení a předpovídání vývoje kvality ovzduší a souvislých meteorologických aspektů

Pro účely energetického využití odpadu lze využít oblast podpory 2.2, ve které byla vyhlášena 89. výzva. Její parametry jsou uvedeny níže.

### *Cíl programu*

Cílem je snížit koncentrace znečišťujících látek v ovzduší prostřednictvím omezení resuspenze a emisí znečišťujících látek ze stacionárních zdrojů.

#### Podporované aktivity

Mezi podporované typy projektů patří například:

- Náhrada nebo rekonstrukce spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování za účelem snížení emisí TZL, NOX, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> a VOC.
- Náhrada nebo rekonstrukce ostatních stacionárních zdrojů znečišťování za účelem snížení emisí TZL, NOX, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> a VOC.
- Pořízení dodatečných technologií a změny technologických postupů vedoucí ke snížení emisí a úrovně znečištění TZL, NOX, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> a VOC u spalovacích stacionárních zdrojů.
- Pořízení dodatečných technologií a změny technologických postupů vedoucí ke snížení emisí a úrovně znečištění TZL, NOX, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> a VOC u ostatních stacionárních zdrojů.
- Pořízení technologií ke snižování emisí NH<sub>3</sub> z chovů hospodářských zvířat.
- Omezování prašnosti z plošných zdrojů (dle povahy procesu např. vodní clony, skrápění, odprašovací nebo mlžící zařízení).
- Rozšiřování a rekonstrukce soustav centralizovaného zásobování tepelnou energií, včetně realizace nových soustav.

### *Míra podpory a její režim*

Podpora je poskytována formou dotace, v režimu ex post. Minimální výše způsobilých realizačních výdajů činí 100 000 Kč. Maximální způsobilé výdaje jsou stanoveny na 500 000 000 Kč.

V rámci této výzvy bude ve většině případů poskytována dotace v režimu veřejné podpory podle GBER, případně v režimu podpory de minimis. Výše podpory se bude lišit podle aplikovaného typu/článku veřejné podpory. V případě projektů nespádajících pod veřejnou podporu může být podpora poskytnuta v maximální výši 85% ze způsobilých výdajů. Detailní informace, o výši podpory, jsou uvedeny v platné verzi Pravidel pro žadatele a příjemce podpory v OPŽP 2014–2020.

### *Podmínky*

Příjemci podpory mohou být:

- Kraje
- Obce a města
- Svazky obcí
- Městské části hl. m. Prahy
- Organizační složky státu
- Státní podniky
- Příspěvkové organizace
- Veřejné výzkumné instituce
- Veřejnoprávní instituce
- Vysoké školy a školská zařízení
- Nestátní neziskové organizace
- Círky a náboženské společnosti a jejich svazy
- Obchodní společnosti a družstva
- Podnikatelské subjekty

Fyzické osoby - podnikající

### *Způsobilé výdaje*

Mezi způsobilé výdaje patří ty výdaje, které jsou vynaloženy v souladu s cíli výzvy. Detailní informace o věcné a časové způsobilosti výdajů jsou uvedeny v platné verzi Pravidel pro žadatele a příjemce podpory v OPŽP 2014 – 2020.

## **9.3 Možnosti fiskální podpory zavádění inovací do sektoru energetického zpracování odpadů**

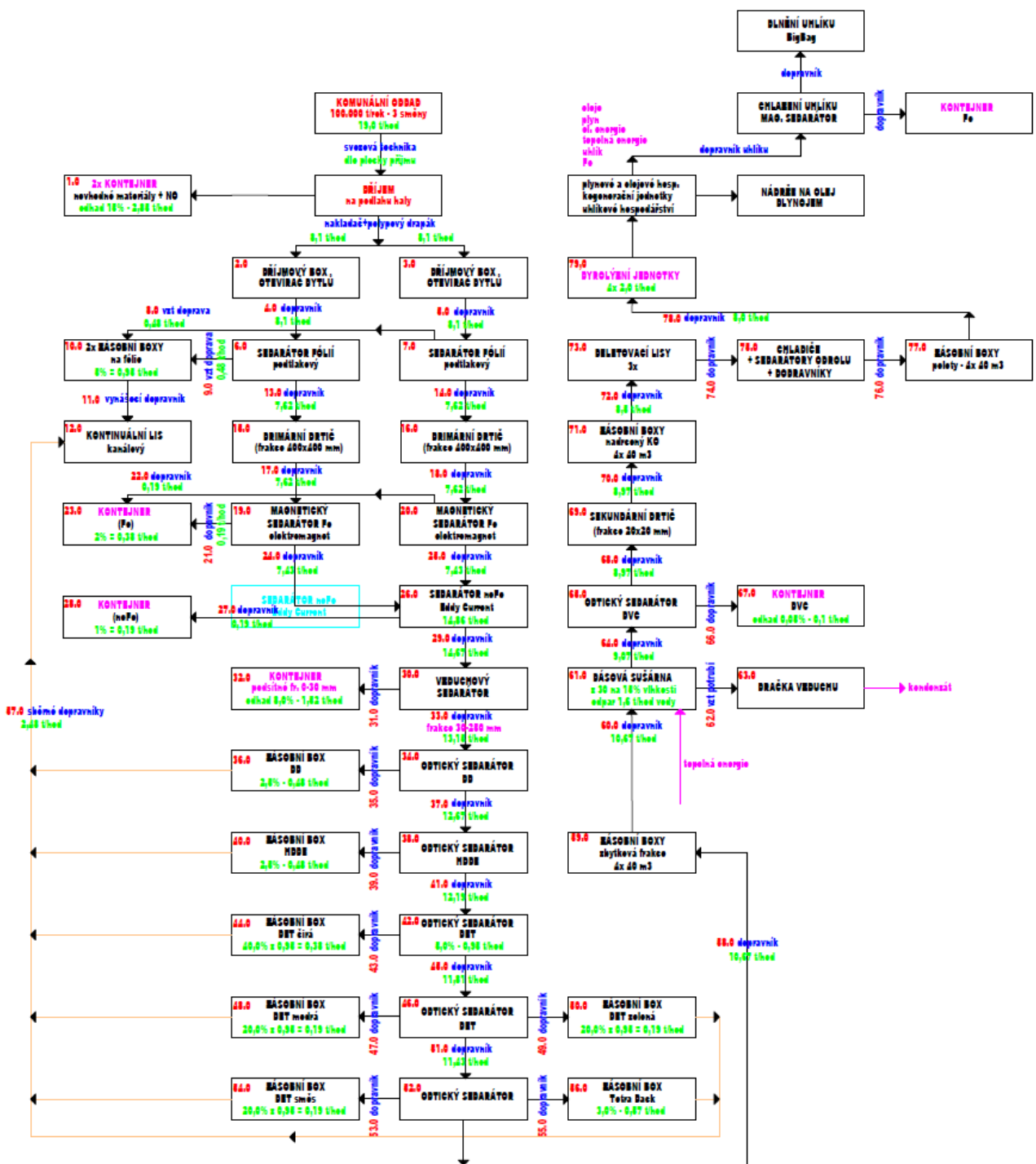
Systém podpory formou daňových úlev a dotací je v české energetice zaveden velice nevhodně a nepřehledně. Cílem by měla být podpora vybraných ekologických zdrojů energie. Vláda má celou řadu možností jak podpořit formu fiskálních opatření zavedení inovativních technologií do sektoru energetického zpracování odpadů. Opatření nemusí ani zdaleka být pouze přímou investiční podporou moderních technologií, na výběr je široká paleta dalších opatření:

- Snížení daní formou zrychlených odpisů vybraných technologií
- zavedení daňových kreditů na výzkum a vývoj v daném sektoru

- reverzní aukce na zadanou velikost instalovaného výkonu výroby energie
- Daňové prázdny pro podniky zavádějící inovativní technologii do praxe

Všechna uvedená opatření mohou výrazně urychlit zavádění moderních technologií na energetické zpracování odpadů do praxe. Bohužel však není jasně vymezená strategie vlády na podporu tohoto odvětví a proto nelze očekávat zavedení některého z těchto opatření v krátké době.

**Přílohy:**  
Příloha č. 1.





## Zdroje

- [1] L. Lombardi, E. Carnevale and A. Corti, "A review of technologies and performances of thermal treatment systems for energy recovery from waste", *Waste Manag.*, vol. 37, pp. 26–44, 2015.
- [2] B. Leckner, "Process aspects in combustion and gasification Waste-to-Energy (WtE) units", *Waste Manag.*, vol. 37, pp. 13–25, 2015.
- [3] F. Lamers, E. Fleck, L. Pelloni and B. Kamuk, "Alternative Waste Conversion Technologies", *ISWA - Int. Solid Waste Assoc.*, p. 35, 2013.
- [4] M. Pohořelý, M. Jeremiáš, P. Kameníková, S. Skoblja, K. Svoboda and M. Punčochář, "Biomass Gasification", *Chem. List.*, vol. 106, pp. 264–274, 2012.
- [5] "Česká asociace pro pyrolýzu a zplyňování (CPGA)". [Online]. Available: <http://cpga.cz>. [Accessed: 23-Nov-2017].
- [6] O. Bičáková, M. Jeremiáš, M. Pohořelý, P. Straka, K. Svoboda and M. Šyc, *Nontraditional sources of energy, clean fuels and the new combustion methods*, Strategie. Prague: Středisko společných činností AV ČR, 2016, ISBN 978-80-200-2665-1.
- [7] M. Jeremiáš, M. Pohořelý, K. Svoboda, V. Manović, E. J. Anthony, S. Skoblja, Z. Beňo and M. Šyc, "Gasification of biomass with CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O mixtures in a catalytic fluidised bed", *Fuel*, vol. 210, pp. 605–610, 2017.
- [8] M. Pohořelý, M. Jeremiáš, K. Svoboda, P. Kameníková, S. Skoblja and Z. Beňo, "CO<sub>2</sub> as moderator for biomass gasification", *Fuel*, vol. 117, pp. 198–205, 2014.
- [9] M. Jeremiáš, M. Pohořelý, P. Bode, S. Skoblja, Z. Beňo and K. Svoboda, "Ammonia yield from gasification of biomass and coal in fluidized bed reactor", *Fuel*, vol. 117, pp. 917–925, 2014.
- [10] T. Malkow, "Novel and innovative pyrolysis and gasification technologies for energy efficient and environmentally sound MSW disposal", *Waste Manag.*, vol. 24, no. 1, pp. 53–79, 2004.
- [11] U. Arena, "Process and technological aspects of municipal solid waste gasification A review", *Waste Manag.*, vol. 32, no. 4, pp. 625–639, 2012.
- [12] D. O. Reimann, "CEWEP Energy Report II (Status 2004-2007)", 2009.
- [13] D. O. Reimann, "CEWEP Energy Report III (Status 2007-2010)", 2013.
- [14] S. H. Lee, N. J. Themelis and M. J. Castaldi, "High-temperature corrosion in waste-to-energy boilers", *J. Therm. Spray Technol.*, vol. 16, no. 1, pp. 104–110, 2007.
- [15] K. Persson, M. Broström, J. Carlsson, A. Nordin and R. Backman, "High temperature corrosion in a 65 MW waste to energy plant", *Fuel Process. Technol.*, vol. 88, no. 11–12, pp. 1178–1182, 2007.
- [16] J. De Greef, K. Villani, J. Goethals, H. Van Belle, J. Van Caneghem and C. Vandecasteele, "Optimising energy recovery and use of chemicals, resources and materials in modern waste-to-energy plants", *Waste Manag.*, vol. 33, no. 11, pp. 2416–2424, 2013.
- [17] M. Pavlas, M. Touš, P. Klimek and L. Bébar, "Waste incineration with production of clean and reliable energy", *Clean Technol. Environ. Policy*, vol. 13, no. 4, pp. 595–605, 2011.
- [18] P. Stehlík, "Up-to-date technologies in waste to energy field", *Rev. Chem. Eng.*, vol. 28, no. 4–6, pp. 223–242, 2012.
- [19] O. Gohlke, "Efficiency of energy recovery from municipal solid waste and the resultant effect on the greenhouse gas balance", *Waste Manag. Res.*, vol. 27, no. 9, pp. 894–906, 2009.
- [20] M. J. Murer, H. Spliethoff, C. M. W. de Waal, S. Wilpshaar, B. Berkhout, M. A. J. van Berlo, O. Gohlke and J. J. E. Martin, "High efficient waste-to-energy in Amsterdam: getting ready for the next steps", *Waste Manag. Res.*, vol. 29, no. 10\_suppl, pp. S20–S29, 2011.
- [21] M. Bolhar-Nordenkampf and J. Isaksson, "Operating experiences of large scale CFB-gasification plants for the substitution of fossil fuels", in *European Biomass Conference and Exhibition*



- Proceedings, 2016, no. 24thEUBCE, pp. 375–381.
- [22] RICARDO-AEA, "Lahti Gasification Facility, Finland", 2013.
- [23] CPGA, "Technologie zplyňování METSO", 2017. [Online]. Available: <http://cpga.cz/aplikovane-technologie/metso>. [Accessed: 22-Nov-2017].
- [24] M. Morris and L. Waldheim, "Energy recovery from solid waste fuels using advanced gasification technology", *Waste Manag.*, vol. 18, no. 6–8, pp. 557–564, 1998.
- [25] V. Belgiorno, G. De Feo, C. Della Rocca and R. M. A. Napoli, "Energy from gasification of solid wastes", *Waste Manag.*, vol. 23, no. 1, pp. 1–15, 2003.
- [26] "Energos". [Online]. Available: <http://www.energus.com>. [Accessed: 23-Nov-2017].
- [27] CPGA, "Technologie zplyňování ENERGOS (pro energetické využití směsných komunálních odpadů)", 2017. [Online]. Available: <http://cpga.cz/aplikovane-technologie/energus>. [Accessed: 18-Nov-2017].
- [28] M. Pugh, A. Read and D. Mitchell, "The Energos gasification plant: early performance assessment", *Proc. Inst. Civ. Eng. - Waste Resour. Manag.*, vol. 164, no. 3, pp. 191–203, 2011.
- [29] G. del Alamo, A. Hart, A. Grimshaw and P. Lundstrøm, "Characterization of syngas produced from MSW gasification at commercial-scale ENERGOS Plants", *Waste Manag.*, vol. 32, no. 10, pp. 1835–1842, 2012.
- [30] C. Ellyin and N. J. Themelis, "Small scale waste-to-energy technologies", in 19th Annual North American Waste-to-Energy Conference, NAWTEC19, Lancaster, PA, United States, 2011, pp. 169–176.
- [31] C. Ellyin, "Small Scale Waste-To-Energy Technologies", doctoral thesis, Columbia University, 2012.
- [32] M. Pohořelý, M. Jeremiáš, S. Skoblja, Z. Beňo, M. Šyc and K. Svoboda, "Transient Catalytic Activity of Calcined Dolomitic Limestone in a Fluidized Bed during Gasification of Woody Biomass", *Energy & Fuels*, vol. 30, no. 5, pp. 4065–4071, 2016.
- [33] J. Corella, J. M. Toledo and G. Molina, "Performance of CaO and MgO for the hot gas clean up in gasification of a chlorine-containing (RDF) feedstock", *Bioresour. Technol.*, vol. 99, no. 16, pp. 7539–44, 2008.
- [34] K. Svoboda, J. Leitner, J. Havlica, M. Hartman, M. Pohořelý, J. Brynda, M. Šyc, Y.-P. Chyou and P.-C. Chen, "Thermodynamic aspects of gasification derived syngas desulfurization, removal of hydrogen halides and regeneration of spent sorbents based on La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/La<sub>2</sub>O<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> and cerium oxides", *Fuel*, vol. 197, pp. 277–289, 2017.
- [35] A. Ramos, E. Monteiro, V. Silva and A. Rouboa, "Co-gasification and recent developments on waste-to-energy conversion: A review", *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 81, no. March 2017, pp. 380–398, 2018.
- [36] M. Balas, M. Lisy, P. Kracik and J. Pospisil, "MUNICIPAL SOLID WASTE GASIFICATION WITHIN WASTE-TO-ENERGY PROCESSING", *MM Sci. J.*, vol. 2017, no. 2, pp. 1783–1788, 2017.
- [37] M. Fatih Demirbas, M. Balat and H. Balat, "Biowastes-to-biofuels", *Energy Convers. Manag.*, vol. 52, no. 4, pp. 1815–1828, 2011.
- [38] V. S. Sikarwar, M. Zhao, P. S. Fennell, N. Shah and E. J. Anthony, "Progress in biofuel production from gasification", *Prog. Energy Combust. Sci.*, vol. 61, pp. 189–248, 2017.
- [39] Směrnice Rady 1999/31/ES ze dne 26. dubna 1999 o skládkách odpadů.
- [40] Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů. Sbírka zákonů ČR, částka 71, roč. 2001.
- [41] STRAKA, F. a kol. Bioplyn - příručka pro výuku, projekci a provoz bioplynových systémů. Druhé rozšířené a doplněné vydání. GAS s.r.o., Praha, 2006.
- [42] DOHÁNYOS, M. Anaerobní čistírenské technologie. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, ISBN: 80-86020-19-3.

- [43] ŠUROVSKÝ, J. Spalovací turbíny - od mikroturbín k elektrárnám. 1. Vydání - červen 2013, 978-80-260-4106-1.
- [44] VLK, F. Alternativní pohony motorových vozidel. Zemní plyn CNG/Ropný plyn LPG/Biopaliza/Etanol a metanol/Elektřina/Vodík. 2004.
- [45] Krieg & Fischer Ingenieure GmbH. [online] [cit. 2017-10-30] Dostupné z: <http://www.kriegfisher.de>
- [46] Watrec Ltd. [online] [cit. 2017-10-30] Dostupné z: <http://www.watrec.com>
- [47] ZUPANČIČ, D., GRILC, V. (2012). Anaerobic Treatment and Biogas Production from Organic Waste, Management of Organic Waste, Dr. Sunil Kumar (Ed.) [online], ISBN: 978-953-307-925-7. [cit. 2017-10-05] Dostupné z: <http://www.intechopen.com/books/management-of-organic-waste/anaerobic-treatment-and-biogas-production-from-organic-wastes>
- [48] Výstavba komunálních bioplynových stanic s využitím BRKO. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ a STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR [online]. Praha, srpen 2009. [cit. 2017-10-10] Dostupné z: <http://biom.cz/upload/6e01d6d4c4835ec93cda508772f3bf6e/bioplynky.pdf>
- [49] BACHMAIER, J., EFFENBERGER, M., GRONAUER, A. Greenhouse gas balance and resource demand of biogas plants in agriculture. [online] Eng. Life Sci. 2010, 10, No. 6, 560–569. [cit. 2017-10-05] Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/elsc.201000073/pdf>
- [50] Nařízení rady Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 ze dne 21. října 2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě, a o zrušení nařízení (ES) č. 1774/2002 (nařízení o vedlejších produktech živočišného původu).
- [51] Nařízení vlády č. 352/2014 Sb. o Plánu odpadového hospodářství České republiky pro období 2015–2024.
- [52] Metodika pro nakládání s odpady ze zdravotnických, veterinárních a jim podobných zařízení. [online] MŽP 15. 12. 2016, Praha, 1-130. [cit. 2017-10-10] Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/nakladani\\_s\\_odpady\\_zdravotnictvi/\\$FILE/OODP-metodika\\_zdravotnicke\\_odpady-20170424.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/nakladani_s_odpady_zdravotnictvi/$FILE/OODP-metodika_zdravotnicke_odpady-20170424.pdf)
- [53] PLÍVA, P., LAURIK, S., ROY, A. KOMPOSTOVÁNÍ BIOMASY V MÍSTĚ JEJÍHO VZNIKU. METODICKÝ POSTUP. [online] Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. Říjen 2010. [cit. 2017-10-10] Dostupné z: <http://svt.pi.gin.cz/vuzt/metodiky/pliva2011.pdf?menuid=682>
- [54] New Earth Solutions [online] [cit. 2017-10-10] Dostupné z: <https://www.mrw.co.uk/new-earth-solutions-companies-taken-over/10007461.article>
- [55] Urbaser Balfour Beatty Essex [online] [cit. 2017-10-10] Dostupné z: <http://www.ubbessex.co.uk/>
- [56] United States Environmental Protection Agency. Composting Yard Trimmings And Municipal Solid Waste. [online] EPA530-R-94-003, May 1994. [cit. 2017-10-05] Dostupné z: <https://compostingcouncil.org/wpcontent/uploads/2016/11/CompostingYardTrimmingsAndMunicipalSolidWaste-May1994.pdf>
- [57] MOLDOVEANU, S. C. Pyrolysis of organic molecules with applications to health and environment. First edition, Oxford: Elsevier Science, 2010. vol. 28, 744 s. ISBN 978-0-444-53113-1.
- [58] TRÁVNÍČEK, P. Technologie zpracování biomasy za účelem energetického využití. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-206-9
- [59] JÍLKOVÁ, L., CIAHOTNÝ, K., ČERNÝ, R. Technologie pro pyrolýzu paliv a odpadů [online]. VŠCHT. 2012 [cit. 2017-10-12]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/technologie/pyrolyza-princip-historie-a-soucasnost/>
- [60] ZHANG, L., et al. Overview of recent advances in thermo-chemical conversion of biomass. Energy Conversion and Management. 2010, vol. 51, no. 5, s. 969-982. ISSN 0196-8904.
- [61] BTG – Biomass Technology Group. [online]. [cit. 2017-10-12]. Dostupné z: <http://btgworld.com/en/rtd/technologies/fast-pyrolysis>.

- [62] BionicFuel. [online]. [cit. 2017-10-12]. Dostupné z: <http://bionic-enterprises.com/bionic-fuel-technologies/>
- [63] HONSKUS, P. Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách u stacionárních zdrojů nespádajících pod BREF: Pyrolýza, výroba bioplynu [online]. In: MŽP ČR, 2015 [cit. 2017-10-14]. Dostupné z: [http://mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/techniky\\_u\\_stacionarnich\\_zdroju\\_vystup\\_projektu/\\$FILE/OOO-Pyrolyza\\_vyroba\\_bioplynu-20160222.pdf](http://mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/techniky_u_stacionarnich_zdroju_vystup_projektu/$FILE/OOO-Pyrolyza_vyroba_bioplynu-20160222.pdf)
- [64] Studie zařízení na pyrolytický rozklad odpadů. In: Www.opzp.cz [online]. Ostrava, 2010 [cit. 2017-09-09]. Dostupné z www: [http://www.opzp.cz/soubor-ke-stazeni/36/10821-003\\_pyrolyza\\_i.pdf](http://www.opzp.cz/soubor-ke-stazeni/36/10821-003_pyrolyza_i.pdf).
- [65] MALKOW, T. Novel and innovative pyrolysis and gasification technologies for energy efficient and environmentally sound MSW disposal. Waste Management. 2004, vol. 24, no. 1, s. 53-79. ISSN 0956-053X.
- [66] RODRIGUEZ, M. I, CABALLERO, B. M., CABRERO, M. A., LARESGOITI, M. F., TORRES, A., CHOMÓN, M. J. Recycling of automobile shredder residues by means of pyrolysis. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. 2007, vol. 79, no. 1-2, p. 403-408. ISSN 0165-2370. DOI:10.1016/j.jaap.2006.12.002.
- [67] LAPČÍK, V. Oznámení ve smyslu přílohy č. 3 k zákonu č. 100/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů, na záměr Depolymerizace Šternberk. Ostrava, únor 2017. 100 s. 12 příloh.
- [68] RUGGERI, B., TOMMASI, T., SANFILIPPO, S. BioH<sub>2</sub> & BioCH<sub>4</sub> Through Anaerobic Digestion. From Research to Full-scale Applications, 2015, ISBN 978-1-4471-6431-9.
- [69] SEADI T. et. al. Biogas handbook. University of Southern Denmark Esbjerg, 2008. ISBN 978-87-992962-0-0.
- [70] HOSSAIN, A. K. et al. Pyrolysis liquids and gases as alternative fuels in internal combustion engines-A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2013, vol. 21, s. 165-189. ISSN 1364-0321.
- [71] DVORSKÝ, E., HEJTMÁNKOVÁ, P. Kombinovaná výroba elektrické a tepelné energie. BEN - Technická literatura. ISBN 80-7300-118-7.
- [72] BILITEWSKI, B. et al. Podrecznik gospodarki odpadami. Warszawa: SeidelPrzywecki, 2003. 734 s. ISBN 83-910801-9-6.
- [73] BAEK, S. O., et al. A review of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons: sources, fate and behavior. Water, Air, and Soil Pollution. 1991, vol. 60, no. 3-4, s. 279-300. ISSN 0049-6979.
- [74] Ipolit, M., 2017. Galerie [online]. [cit. 2017-11-06]. Dostupné z: <http://ipolt.cz/galerie/>
- [75] CENIA, 2015. Produkce odpadů v krajích České republiky [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí [cit. 2017-11-06]. Dostupné z: [http://www1.cenia.cz/www/sites/default/files/Produkce\\_odpadu\\_kraje\\_skupiny\\_odpadu\\_2015.pdf](http://www1.cenia.cz/www/sites/default/files/Produkce_odpadu_kraje_skupiny_odpadu_2015.pdf)
- [76] OZO Ostrava, 2016. Odpady použitelné k energetickému využití. Ostrava: OZO Ostrava.
- [77] Odpadový hospodář, 2016. Zpracování odpadů textilních materiálů [online]. Cit. [13.12.2017]. Dostupné z: <http://odpadovy-hospodar.cz/komunalni-odpady/zpracovani-odpadu-textilnich-materialu>
- [78] Český statistický úřad, 2017. Patentová statistika [online]. Praha: ČSÚ. Cit. [13.12.2017]. Dostupné z: [https://www.czso.cz/csu/czso/patentova\\_statistika](https://www.czso.cz/csu/czso/patentova_statistika)
- [79] Český statistický úřad, 2017. Patentová statistika [online]. Praha: ČSÚ. Cit. [13.12.2017]. Dostupné z: [https://www.czso.cz/csu/czso/patentova\\_statistika](https://www.czso.cz/csu/czso/patentova_statistika)
- [80] Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj, 2017. Research and Development Statistics (RDS) [online]. Paříž: OECD. [13.12.2017]. Dostupné z: <http://www.oecd.org/innovation/inno/researchanddevelopmentstatisticsrds.htm>

- [81] Světová organizace duševního vlastnictví, 2015. World Intellectual Property Indicators [online]. Ženeva: WIPO. [13.12.2017]. Dostupné z: <http://www.wipo.int/ipstats/en/wipi/index.html>
- [82] MAŘÍK, Vladimír. Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-440-0
- [83] Český statistický úřad, 2017. Přímá veřejná podpora výzkumu a vývoje v České republice. [online]. Praha: ČSÚ. Cit. [13.12.2017]. Dostupné z: [https://www.czso.cz/documents/10180/23198142/gbard\\_211001\\_17.pdf/dacc6953-38f7-4b0c-8aa2-38303e055d03?version=1.1](https://www.czso.cz/documents/10180/23198142/gbard_211001_17.pdf/dacc6953-38f7-4b0c-8aa2-38303e055d03?version=1.1)