



ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA ENVIRONMENTÁLNÍHO INŽENÝRSTVÍ A  
OCHRANY PROSTŘEDÍ

**Specifikace vzniku, shromažďování, recyklace, odstranění  
biologicky rozložitelného odpadu**

**Specifics, collection, recycling and disposal of biodegradable waste**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: prof. RNDr. Ing. Ivan Landa, DrSc.

Bakalant: Lukáš Hrobský

2011

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením prof. RNDr. Ing. Ivana Landy, DrSc. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Praze 25. 4. 2011

.....

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu své bakalářské práce prof. RNDr. Ing. Ivanu Landovi, DrSc., za odborné vedení, veškerou pomoc a čas, který mi věnoval během konzultací a v průběhu zpracování této bakalářské práce.

V Praze 25. 4. 2011

## **Abstrakt**

Hlavní náplní předkládané práce je na základě údajů a informací získaných z databází CeHO a ISOH zhodnotit vybrané informace, které se vztahují ke vzniku, shromažďování, recyklaci a odstraňování biologicky rozložitelného komunálního odpadu.

První část bakalářské práce je věnována kategorizaci, způsobům sběru, svozu a možnostem zpracování nebo využití biologicky rozložitelného komunálního odpadu. V této části je uvedena tabulka znázorňující množství vyprodukovaného biologicky rozložitelného komunálního odpadu v České republice v letech 1999 až 2009. Ve druhé části bakalářské práce jsou podrobně popsány možnosti likvidace a využití bioodpadu, a to spalováním, kompostováním a zpracováním odpadu v bioplynových stanicích. Je zde uvedeno množství zpracovaného biologicky rozložitelného komunálního odpadu a z něho získaného kompostu ve větších kompostárnách, množství spáleného odpadu ve spalovnách a celkový výkon v kW bioplynových stanic na zpracování biologicky rozložitelných komunálních odpadů. V práci je také uveden popis a schémata těchto zařízení.

## **Klíčová slova:**

odpad, nakládání s odpady, biomasa, bioodpad, kompostování, fermentace, aerobní a anaerobní digesce

## **Abstract**

Main purpose of presented thesis which is based on dates and information obtained from databases CeHO and ISOH is to evaluate chosen information, which relates to foundation, collection, recycling and removing of biodegradable municipal waste.

First part of bachelor's thesis is devoted to categorization, form of collection, carting and possibilities of processing or usage of biodegradable municipal waste. In this part there is a table indicating amount of produced biodegradable municipal waste in Czech republic in years 1999 to 2009. In second part of bachelor's thesis there are closely described possibilities of liquidation and usage of biodegradable waste with the help combustion, composting and biogas plants. There is described amount of processed biodegradable municipal waste and compost gained from it in bigger composting stations, amount of burnt waste in incinerators and total power of biogas plants for processing of biodegradable municipal waste. In thesis is also description and schematics of given mechanisms.

## **Keywords:**

waste, waste management, biomass, biodegradable waste, composting, fermentation, aerobic and anaerobic digestion

## **Obsah práce:**

<b>1. Úvod.....</b>	<b>8</b>
<b>2. Cíle práce .....</b>	<b>8</b>
<b>3. Kategorizace odpadů .....</b>	<b>9</b>
3.1 Biologicky rozložitelné odpady .....	9
3.2 Biologicky rozložitelné komunální odpady .....	9
3.3 Kategorizace BRKO.....	10
<b>4. Systém sběru .....</b>	<b>13</b>
4.1. Rozlišení dle organizačního hlediska.....	13
4.2 Rozlišení dle technického hlediska .....	13
4.3 Sběr v domácnostech.....	14
4.4 Sběr do sběrných nádob v blízkosti domácností .....	15
4.5 Sběrný dvůr .....	15
4.6 Systém svozu.....	16
4.6.1 Svozové prostředky .....	16
4.7 Zkušební projekt sběru komunálního bioodpadu.....	16
<b>5. Způsoby využití BRO a BRKO .....</b>	<b>17</b>
5.1 Kompostování .....	17
5.1.1 Průběh procesu kompostování .....	18
5.1.2 Princip kompostování.....	18
5.1.3 Způsoby kompostování .....	20
5.1.4 Vermikompostování.....	21
5.1.5 Odpady vhodné ke kompostování .....	22
5.1.6 Využití kompostu .....	24
5.1.7 Kompostárna Malešice.....	24
5.2 Bioplynové stanice .....	25
5.2.1 Zpracování BRO v bioplynových stanicích .....	26
5.2.2 Složení bioplynové stanice.....	26
5.2.3 Princip fungování bioplynové stanice.....	26
5.3 Zkrmování .....	27
5.4 Kaly z ČOV .....	27
5.5 Spalování.....	28
<b>6. BRO v zahraničí.....</b>	<b>32</b>
<b>7. Legislativní podmínky .....</b>	<b>35</b>
<b>8. Bilanční výpočty .....</b>	<b>37</b>

<b>9. Doporučení.....</b>	<b>43</b>
<b>10. Závěr .....</b>	<b>45</b>
<b>Seznam použité literatury a informačních zdrojů .....</b>	<b>46</b>
<b>Seznam zkratk .....</b>	<b>50</b>
<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>50</b>
<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>51</b>
<b>Obsah příloh .....</b>	<b>51</b>

## 1. Úvod

Předmětem mé bakalářské práce je na základě literární rešerše zhodnotit současný stav nakládání s biologicky rozložitelnými odpady (dále BRO), s využitím údajů z informačních databází CeHO a ISOH. Zaměřím se především na biologicky rozložitelné komunální odpady (dále BRKO), neboť jde o odpad, který lze ve většině případů dále zpracovat a využít. Práce je vypracována v souladu s platnou legislativou České republiky i Evropské unie.

Pro nakládání s BRO a BRKO existuje několik metod. Podrobně se budu zabývat například kompostováním, spalováním nebo zpracováním metodou anaerobní digesce v bioplynových stanicích. Také uvedu produkci a složení BRO v zahraničí a zejména možnosti využití BRO v Německu, v Anglii a v Irsku.

Dále budu na základě vlastních bilančních výpočtů počítat množství vyprodukovaného BRKO v České republice v letech 1999 až 2009. Pro výpočty kapacity kompostáren na zpracování BRO a BRKO využiji údaje z databáze ZERA, výkon kW bioplynových stanic komunálního typu v roce 2009 vypočítám z údajů získaných na internetových stránkách Biom.cz a kapacitu spaloven v České republice v roce 2010 vypočítám dle údajů z vypracované zprávy dostupné na CeHO.

## 2. Cíle práce

Cílem mé práce je na základě rešerše odborné literatury, legislativních podmínek, učebnic a publikovaných informací zhodnotit současný stav vzniku, shromažďování, recyklace, využití a odstranění BRKO. Dále pak provedení bilance vzniku tohoto typu odpadu v České republice za posledních 10 let, provedení analýzy legislativních podmínek platných v České republice a Evropské unii a zaměření se také na hygienická specifika sběru a zpracování BRKO a jejich využití jako alternativního zdroje energie.



### **3. Kategorizace odpadů**

Biologicky rozložitelný odpad má zkrácený název bioodpad. Bioodpadem respektive biologicky rozložitelným odpadem se dle Zákona č.185/2001 Sb., o odpadech (dále jen zákon o odpadech) v § 33a rozumí takový odpad, který podléhá aerobnímu nebo anaerobnímu rozkladu. Odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit a přísluší do některé ze skupin odpadů uvedených v příloze č. 1 k tomuto zákonu. [1]

Bioodpady či též tzv. kompostovatelné odpady se mohou rozdělit na dvě hlavní skupiny: biologicky rozložitelné odpady zkráceně (BRO) a biologicky rozložitelné komunální odpady (BRKO)

#### **3.1 Biologicky rozložitelné odpady**

Biologicky rozložitelné odpady (BRO) jsou veškeré odpady, které lze kompostovat. Jsou to odpady z prvovýroby v zemědělství, zahradnictví, z výroby a zpracování potravin. Do této skupiny také patří odpady, které vznikají při zpracování dřeva, odpady z kožedělného, kožešnického a textilního průmyslu, papírové a lepenkové obaly, odpady z čištění odpadních vod, stavební a demoliční odpady. [3] (To jsou odpady, které vznikají při stavbách, opravách, rekonstrukcích a odstraňování staveb). Jejich nejdůležitější částí jsou hlavně různé druhy zemin, hornin a stavební výrobky. [2]

#### **3.2 Biologicky rozložitelné komunální odpady**

Biologicky rozložitelné komunální odpady (BRKO) jsou odpady, které vznikají v domácnostech a jim podobné odpady ze živností, úřadů a průmyslu. K těmto odpadům lze rovněž zařadit: separovaný odpad ze zahrad a domácností, dále odpady z veřejné zeleně, z tržišť a odpady ze stravoven a kuchyní. Podle původu a také složení je možné bioodpad rozdělit na dvě základní skupiny a) z domácností, b) ze zahrad. Tento pojem však není přesně popsán a vymezen v legislativě odpadového hospodářství. [3]

Pro pojem biologicky rozložitelný komunální odpad (BRKO) v současné době neexistuje jakákoliv specifická definice, předmět cílů obsažených v článku 5 Směrnice Rady 1999/31/ES o skládkách. Spojením uvedených definicí je možné BRKO definovat následující definicí:

Biologicky rozložitelným komunálním odpadem (BRKO) se chápe biologicky rozložitelný odpad z domácností, ale také jiný biologicky rozložitelný odpad, jenž z příčiny svých vlastností a složení je blízký biologicky rozložitelnému odpadu. [4]

### 3.3 Kategorizace BRKO

Druhy BRKO jsou značně pestré, protože jsou za tyto odpady považovány následující druhy odpadů podle katalogu odpadů a to přesně skupiny 20 ((Komunální odpady, (odpady z domácností, dále podobné živnostenské, průmyslové odpady a odpady z úřadů) a zároveň složky odpadů z odděleného sběru)):

- 20 01 01 Papír a lepenka
- 20 01 08 Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven
- 20 01 10 Oděvy
- 20 01 11 Textilní materiály
- 20 01 25 Jedlý olej a tuk
- 20 01 38 Dřevo neuvedené pod číslem 20 01 37 (zároveň neobsahující nebezpečné látky)
- 20 02 01 Biologicky rozložitelný odpad (z parků a zahrad)
- 20 03 01 Směsný komunální odpad
- 20 03 02 Odpad z tržišť
- 20 03 03 Uliční smetky
- 20 03 07 Objemný odpad [5]

<b>20 01 01</b>  <b>Papír a lepenka</b>	<p>Jedná se o karton a papír. I když je možné takový odpad kompostovat, lepší metodou jak ho zpracovávat je recyklace. Papír a také lepenka tvoří z hlediska hmotnosti této komodity jednu z nejvýznamnějších složek směsného komunálního odpadu v podstatě ve veškerých lokalitách.</p> <p>Tento vysoký podíl je však z části dán metodou sběru, podle které se postupuje, při třídění se důsledně oddělují veškeré nalezené papírové části odpadu včetně těch, které se nemohou v praxi dále zpracovávat. Papír má velkou nevýhodu, že rychle v kontejnerech vlhne a tím jeho hmotnost roste. [12]</p>
<b>20 01 08</b>  <b>Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven</b>	<p>Tento druh odpadu je zařazen mezi organický kompostovatelný odpad. Platí povinnost s ním nakládat v souladu se Zákonem o odpadech a podle Směrnice Rady 2002/1774/ES o veterinárních a hygienických pravidlech pro vedlejší výrobky živočišného původu. Tato uvedená směrnice rozděluje organické materiály do tří kategorií a to podle hygienických rizik. <b>1. kategorie:</b> Obsahuje kuchyňský odpad z dopravních prostředků v mezinárodní dopravě. Odpady této kategorie je nutné likvidovat pod úředním dohledem. Zároveň pro ně není povolena ani jedna technologie pro následující využití. <b>2. kategorie:</b> Tuto kategorii tvoří hnůj a obsah trávicího traktu. Některé odpady této kategorie lze využít při anaerobní digesti či kompostování. <b>3. kategorie:</b> Je tvořena z vedlejších živočišných produktů, které vznikají výrobou produktů určených pro lidskou potřebu. Což jsou například odtučněné škvarky a kosti. Dále do této skupiny spadají zmetkové potraviny živočišného původu. Zmetkové potraviny nelze dále prodávat a to z důvodů závady při výrobě, balení či jiné závady, které sice nepředstavují nebezpečí pro lidi nebo zvířata, ale zároveň už nejsou určeny k lidské spotřebě. Dále sem patří kuchyňský odpad s výjimkou odpadu z dopravních prostředků v mezinárodní dopravě. Všechny odpady 3. kategorie lze použít ke kompostování nebo anaerobní digesti. [13]</p>

Tabulka č. 1. Kategorizace BRKO

<p><b>20 02 01</b> <b>Biologicky</b> <b>rozložitelný odpad ze</b> <b>zeleně (ze zahrad a</b> <b>parků)</b></p>	<p>Odpad ze zeleně je komunální odpad rostlinného původu, který vzniká při údržbě parků, sadů, veřejné a uliční zeleně, fotbalových hřišť, hřbitovů a také zahrad fyzických osob. Jde hlavně o větve a kmeny stromů, také keře, odřezky dřeva, piliny, trávu, listí, (avšak s výjimkou uličních smetků), rostliny, ovoce nebo zelenina eventuálně jejich zbytky. Může ho tvořit také odpadní dřevo, které však nesmí být ošetřeno látkami obsahující těžké kovy. [23]</p> <p>Zároveň nelze veškeré odpady ze zahrad a parků kompostovat bez toho, aby byl brán ohled na hygienické předpisy, protože mohou být nějak znečištěny například zvířecími výkaly.</p> <p>Způsob využití a následná likvidace zahradních odpadů (zejména pokosené trávy) řeší v dnešní době velký počet obcí. Hlavním důvodem je přeměňování užitkových zahrad na okrasné. Z tohoto důvodu nezakládají majitelé zahrad vlastní komposty a starost s likvidací tohoto odpadu přenechávají obcím. [6]</p>
<p><b>20 01 25</b> <b>Jedlý olej a tuk</b></p>	<p>Jedná se o zbytkový jedlý olej nebo tuk. Dále také o směs tuků a olejů z odlučovačů tuků, které obsahují jen jedlé oleje a jedlé tuky. Využitím takového odpadu se zabývá již řada firem, které zpracovávají rostlinné oleje nebo ztužené tuky. Použitý olej se následně zpracovává a upravuje tak, aby sloužil jako počáteční surovina k výrobě technických mazadel nebo olejů. Výrobky obsahují 98% biologické rozložitelnosti, tudíž mohou být umístěny do skupiny ekologických výrobků. [20]</p>
<p><b>20 01 38</b> <b>Dřevo neuvedené pod</b> <b>číslem 20 01 37</b> (zároveň neobsahující nebezpečné látky)</p>	<p>Odpad, který vzniká při zpracování dřeva, je možné použít pro výrobu briket na topení. Proces probíhá tak, že se odpadní dřevo štěpkuje štěpkovačem, který má diskový tvar. Po vyschnutí se štěpka lisuje pomocí hydraulického lisu, který má pevnou lisovací komoru a to do formy válcových briket. Tímto způsobem lze také zpracovávat štěpku původem z vinic. Dříve bylo nejčastější metodou likvidace odpadu po řezu vinic jeho vyhrnutí z meziřadí a spálení. Takový druh likvidace není možný. Je v rozporu se zákonem o odpadech a zároveň také znečišťuje ovzduší. V dnešní době se nejvíce drtí réva přímo v meziřadí a poté je zde ponechána, aby se mohla rozložit. Mezi další možnosti patří využití réví jako suroviny k výrobě pevných biopaliv či jako suroviny ke kompostování. Byl také proveden rozbor briket z réví v laboratoři VŠCHT Praha a též spalovací zkouška ve spalovacím zařízení, které je v laboratoři VÚZT Praha. Provedená zkouška zjistila, že brikety z réví mají podobnou energetickou a mechanickou povahu, jako brikety vyrobené ze dřevin podobnou metodou. [21]</p>

Tabulka č. 2. Kategorizace BRKO

<p><b>20 01 10</b> <b>Oděvy</b> <b>20 01 11</b> <b>Textilní materiály</b></p>	<p>Tuto skupinu obsahují staré, obnošené, bavlněné, kožené a hlavně lněné oděvy či textil. V dnešní době se řeší otázka, zda je výhodné starý textil dál recyklovat, anebo je lepší ho spálit, protože náklady na recyklaci textilu neustále rostou. Sběr a následná přeprava starého textilu je příliš drahá. K dalším možnostem využití starého textilu patří také prodej v second handech nebo na aukcích po internetu. V současné době se také objevují myšlenky pro zavedení tzv. odpovědnosti výrobce za výrobek. To znamená, že bude muset výrobce a prodejce vzít opotřebovaný prodaný výrobek zpět, což už dnes je u některých výrobků zavedeno (například zářivky, autobaterie atd.). [17]</p>
<p><b>20 03 01</b> <b>Směsný komunální odpad (zbytkový komunální odpad)</b></p>	<p>Touto skupinou se rozumí směs druhů komunálního odpadu, který zůstává po vyřídění použitelných i nebezpečných složek tohoto odpadu. Komunálním odpadem se rozumí dle §4 Zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech, takový odpad, který vzniká na území obcí činností fyzických osob, kromě odpadů, které vznikají v organizacích nebo při podnikání fyzických osob. [18]</p>
<p><b>20 03 02</b> <b>Odpad z tržišť</b></p>	<p>Obsahuje biologicky rozložitelný odpad z tržišť, obchodů, maloobchodů a velkoobchodů. Jeho skladba je podobná jako u kuchyňského odpadu. Je vhodný k využití při procesu anaerobní digesce. Také u těchto odpadů je nutné se řídit podle nařízení EU a to Směrnici Rady 2002/1774/ES, jenž požaduje vysokou úroveň hygienizace takových odpadů a zároveň zmenšení rizik, která mohou vzniknout při využívání těchto odpadů. [6]</p>
<p><b>20 03 03</b> <b>Uliční smetky</b></p>	<p>Tento odpad se tvoří při blokovému čištění komunikací. Odpad je možné dále zpracovávat na třídící lince. Na lince se separuje na větší množství jednotlivých komponentů. Po takovém rozdělení je možné ho dále využívat. [19]</p>
<p><b>20 03 07</b> <b>Objemný odpad</b></p>	<p>Poslední skupinou BRO, podle katalogu odpadů je objemný odpad, za který se pokládá takový komunální odpad, který v důsledku velkých rozměrů či hmotnosti nelze odkládat do nádob nebo pytlů určených ke sběru. Takové nádoby a pytle jsou určeny pro obvyklý sběr směsného komunálního odpadu. Objemný odpad se proto musí odkládat do velkoobjemových kontejnerů nebo do sběrných dvorů. [18]</p>

Tabulka č. 3. Kategorizace BRKO

## 4. Systém sběru

Veškeré v dnešní době používané způsoby sběru BRO upřednostňují oddělený sběr BRO, jelikož je nutné zajistit, aby byla čistota sebraného odpadu co možná nejvyšší. Hlavním důvodem je, aby se postupně vyplňovaly záměry obsažené ve směrnici o nakládání s odpady. Je proto nutné zahrnout oddělení zdrojů i oddělený sběr BRO do národních strategií a cílů. Sběr BRO je ovlivňován velkým množstvím faktorů. Mezi nejdůležitější spadá především metoda odděleného sběru BRO, který se dělí podle technického a organizačního hlediska. [4]

### 4.1. Rozlišení dle organizačního hlediska

**Donáškový způsob** – se využívá především při sběru odpadu, který pochází ze zeleně. Odpad se přemísťuje přímo do kompostáren nebo do sběrných dvorů, nebo na různá k tomu určená místa, kde se poté ukládá do velkokapacitních kontejnerů. Odpad je přebírán obsluhou, aby byla jeho kvalita lehce kontrolovatelná.

Takový odpad nesmí obsahovat – kameny, papír, plasty, kovy a jejich části, dále také autobaterie, zářivky, sklo, plechovky a víčka od barev nebo zbytky drátů.

**Odvozový způsob** – má využití při sběru bioodpadu z domácností. Vedle sběru ze zástavby může být také kolektivně sbírán kuchyňský bioodpad i odpad původem ze zeleně. Odpad se sbírá do sběrných nádob, které mají objem 120 a 240 litrů. Nádoby se umísťují v blízkosti vstupů do budov. Tato metoda sběru má nejvyšší efektivnost. Nevýhodou jsou však vysoké náklady.

**Mobilní sběr** – má uplatnění a hlavní využití především při sběru bioodpadu z objektů veřejného stravování.

### 4.2 Rozlišení dle technického hlediska

- Pytle
- Velkoobjemové kontejnery
- Sběrné nádoby změněné pro sběr bioodpadu (např. COMPOSTAINER)
- Sběrné nádoby na odpad (objem 120l, 240l),
- Sběrné dvory [18]

Rozdělení dle technického hlediska je vlastně rozdělení podle druhu nádoby, do které se odpad ukládá. Sběrné nádoby na biologicko rozložitelný odpad se obvykle

vyrábějí z plastu, kovu či sklolaminátového materiálu a mají nestejně tvary a objemy. Nádoby se dále upravují a to dle odpadu, na který budou používány.

**Popelnicové nádoby** o objemu 120 l nebo 240 l - slouží k ukládání domovního odpadu v městské zástavbě.

**Kontejnery** – mají objem okolo 1,1 až 3,2 m<sup>3</sup> a jsou umísťovány v sídlištní zástavbě.

**Klecové (pletivové) kontejnery** – jsou vyráběny do objemu 1,0 m<sup>3</sup> a slouží ke sběru odpadu z údržby veřejné zeleně a ze zahrad.

**Velkoobjemové kontejnery** – vyrábějí se z plechu a mají objem od 8 až 12 m<sup>3</sup>. Používají se ve sběrných dvorech a kompostárnách.

**Kompostejnery** – k jejich výrobě se používá odolný plast a mají objem mezi 120 až 240 l. Mají otvory, které zabezpečují přístup vzduchu a zároveň umožňují odpařování vody a tím odvracejí vznik anaerobního procesu a následný zápach.

**Sběrné pytle, vaky a tašky** – vyrábějí se hlavně z papíru, plastu či textilie o objemu 16 až 240 l. Pytlový sběr je využíván na úřadech, v obchodech nebo ve zdravotnictví. Výhodou papírových pytlů je, že odpad obsažený v těchto pytlích brzy vysychá a nezapáchá. Zároveň odpadá kondenzace vody a tím dochází ke snížení výskytu bakterií a hmyzu. Tyto nádoby je možné využít jako část zakládky kompostu. Nevýhodou je kratší trvanlivost a malá odolnost vůči povětrnostním vlivům. [14]

#### **4.3 Sběr v domácnostech**

V tomto systému sběru se rozlišují tři odlišné sběrné nádoby, které se využívají ke sběru biologicky rozložitelného komunálního odpadu z domácností:

**Popelnice na BRO a BRKO** - vyrábějí se z plastových materiálů a umísťují se společně se sběrnými nádobami využívanými k uložení směsného odpadu. Tyto popelnice mají objem v rozhraní od 40 do 120 litrů.

**Papírové pytle** - slouží k ukládání BRKO. K výhodám patří, že papírové pytle není potřeba před kompostováním odstraňovat, jelikož se v průběhu kompostovacího procesu rozkládají. Z tohoto důvodu se pytle před začátkem kompostovacího procesu upraví drtícím zařízením. V dnešní době se stále více využívají biologicky rozložitelné pytle ke sběru BRKO. Tyto pytle je možné rovnou kompostovat, následující výhodou je také, že vydrží déle než papírové pytle, které se po zvlhnutí

mohou rozpadat. K nevýhodám patří, že cena biologicky rozložitelných pytlů je vyšší než u plastových a papírových pytlů.

#### **4.4 Sběr do sběrných nádob v blízkosti domácností**

Tento druh sběru spočívá v tom, že se BRO odkládá do kontejnerů, které se rozmísťují blízko domácností. Kontejnery se označují pro různé druhy BRO barevně. Takto se provádí sběr papíru, lepenky, textilu, ale i odpadů z potravin a ze zahrad. Pro kuchyňský odpad se do domácností dávají většinou plastové a papírové pytle. Do nich obyvatelé ukládají vlastní odpad a pak tento odpad dopraví k místům sběru. Odvoz odpadů se v obcích provádí po uplynutí různé doby. Záleží na potřebě, která je závislá především na velikosti osídlení a množství obyvatelstva. V některých státech se odpady vyvážejí i 2 krát týdně a v letních měsících je odvoz častokrát kvůli zápachu častější. [4]

#### **4.5 Sběrný dvůr**

Sběrný dvůr je zařízení, které slouží k ukládání odpadu. Odkládají se zde lepenka, papír, textilie atd. Toto zařízení má hlavně význam pro sběr BRO v hustě obydlených oblastech.

V současné době je na území Prahy v činnosti dvanáct stálých sběrných dvorů hlavního města Prahy. Jejich fungování je obstaráváno přímo smluvně s provozující firmou eventuálně prostřednictvím městské části, které Hlavní město Praha dává na chod sběrného dvora jednorázově roční neinvestiční podporu. Hlavní město Praha provozuje osm sběrných dvorů v oblasti hlavního města Prahy a dva sběrné dvory spravují Městské obvody Prahy 4 a Prahy 6.

Ve sběrných dvorech je možné zanechávat bezplatně níže uvedené druhy bioodpadů:

- Objemný odpad
- Dřevěný odpad
- Odpad z údržby zeleně
- Papír a lepenka
- Organické složky komunálního odpadu [16]

## **4.6 Systém svozu**

Okolnosti, dle kterých se odvíjí sběr bioodpadu, jsou zejména druh sbíraného odpadu, klimatické podmínky či četnost svozu. Četnost svozu se v jednotlivých obcích liší, uskutečňuje se jedenkrát týdně nebo jednou za čtrnáct dní. Záleží na počtu obyvatelstva a množství vzniklého odpadu. [4]

Východisko problematiky sběru a následného svozu odpadů je podmíněno výběrem vhodných sběrných nádob, dále závisí na jejich objemech a rozmístění v dané oblasti. Volba svozových prostředků je ovlivňována jednak druhem a množstvím použitých sběrných nádob, ale také svozovými trasami a jejich vzdálenostmi. [14]

### **4.6.1 Svozové prostředky**

Pro přepravu BRO a BRKO je možné využívat jednak dopravní prostředky, které jsou s uzavřenou korbou s přidavným mechanismem k vyprazdňování sběrných nádob anebo s otevřenou korbou s hydraulickým mechanismem, které umožňuje nakládat i přesypávat sběrné nádoby. Nejmodernější svozové prostředky mají také zásobník odpadu opatřený lisovacím mechanismem, který nejen umožňuje vyšší využití nosnosti vozidla, ale také zároveň z části uspořádává odpad do kompostové zakládky. [14]

## **4.7 Zkušební projekt sběru komunálního bioodpadu**

V roce 2004 byl odborem infrastruktury MHMP v oblasti městské části Praha Dolní Chabry zahájen zkušební projekt sběru BRKO. Sběr byl zaměřen hlavně na bioodpad ze zahrad (tráva, listí, zbytky rostlin a zeleniny, kousky větví a spadané ovoce) a z části na bioodpad kuchyňský (ovoce, zbytky zeleniny, čajové sáčky, kávová sedlina a skořápky z vajec). Ke zkušebnímu projektu bylo k dispozici asi 800 kusů specifických hnědých nádob z plastu, tzv. Compostainerů, které mají objem 120 nebo 240 litrů. Tyto nádoby byly postaveny u vybraných objektů. Svoz bioodpadu se prováděl pokaždé jednou za 14 dní svozovým vozidlem s lineárním stlačováním (během svozu se však bioodpad ve vozidle nestlačuje) a se zvláštní záchytnou vanou. Provozovatelem byla akciová společnost Pražské služby, která odvážela bioodpad k dalšímu využití (hlavně kompostování) do kompostárny společnosti JENA v Úholičkách u Velkých Přílep. Projekt tříděného sběru bioodpadu vykazoval velice



slušné výsledky. Během probíhajícího projektu bylo provedeno 19 svozů a shromáždilo se asi 184 tun bioodpadu. Zkušební projekt byl pro zúčastněné občany Dolních Chaběr samozřejmě bezplatný a ukončen byl v srpnu 2006. Souhrnné výdaje na tento projekt, který trval dva roky, byly asi 1,873 mil. Kč.

Také tento projekt ukázal, že třídění využitelných složek z komunálního odpadu má rostoucí směr. Přispělo k tomu nejen zvolení vhodných míst pro sběr, ale také zvláště používání sběrných dvorů, jejichž množství má město v úmyslu nadále zvyšovat, a také další projekty, které mají u občanů velice pozitivní ohlas. Informovanost obyvatel se stále zvedá prostřednictvím letáků a článků v tisku, mimo to jsou veškeré informace o možnostech nakládání s bioodpady v Praze také uvedeny na webových stránkách Hlavního města Prahy [17]

## **5. Způsoby využití BRO a BRKO**

V České republice je v dnešní době okolo 60% komunálních bioodpadů ukládáno na skládky. Nevýhodou takového procesu je, že při rozkladu tohoto odpadu dochází k tvorbě skleníkových plynů, které záporně působí na životní prostředí. Z tohoto důvodu je v současnosti upřednostňována aerobní metoda ke zpracování bioodpadu též nazývaná kompostování, která rovněž také vytváří nebezpečné látky, zejména oxid uhličitý, ale tento oxid uhličitý je v koncentraci 21 krát menší než při skládkování. Další možností je využití bioodpadu pomocí anaerobní metody v bioplynových stanicích, při které vznikne bioplyn, který je využitelný jako alternativní zdroj energie. Dalšími možnostmi využití je spalování a zkrmování. Podle současných právních předpisů se nedovoluje umísťovat na skládky vytríděný kompostovatelný odpad. Vzhledem ke značné ceně je v západoevropských zemích skládkování bioodpadu omezováno. Místo toho jsou rozvíjeny a využívány následující technologie, kterými jsou aerobní rozklad a anaerobní digesce. [18]

### **5.1 Kompostování**

Kompostování patří k nejvýznamnějším možnostem zpracování BRO. Tato metoda využití BRO pomáhá jednak k ochraně ŽP, ale je také možné ji zužitkovat v zemědělství. Mezi hlavní výhody patří především velice nízké náklady a nízké nároky na technickou výbavu. Kompostování také redukuje náklady na provoz skládek, jelikož dochází k omezení množství uložených odpadů na skládky. Aby

mohl proces kompostování správně probíhat, je nutné, aby odpad měl nepřetržitý přístup vzduchu a byl také homogenizován. Výsledkem tohoto procesu je substrát tzv. kompost, který je možno umístit do půdy ke hnojení. Kompostování zároveň také snižuje produkci nebezpečného methanu a to omezuje vznik skleníkových plynů a snižuje nebezpečí vzniku průsaku nebezpečných látek do vody a půdy. Kompost taktéž vylepšuje jakost orné půdy, jelikož má obsah velkého počtu humusoidních látek. Kompostem je také možné nahradit v zahradnickém průmyslu nejen rašelinu, ale i průmyslově vyráběná hnojiva, která se dnes značně používají v zemědělství. [4]

### **5.1.1 Průběh procesu kompostování**

Kompostování je transformace prvotní organické hmoty v tomto případně např. bioodpadů na humusoidní látky většinou za působení mikroorganismů, jak už jsem v předchozím odstavci uvedl. Je to analogický vývoj jako přeměna organické hmoty např. listů či trávy, které se rozkládají samovolně v půdě. Obdobný proces probíhá i v kompostárně, kde se navíc značně vystupňuje jednak přípravou vstupních surovin (jako je např. proces drcení a mletí), ale také optimalizací podmínek, mezi které patří zajištění vhodné vlhkosti, teploty a zabezpečení aerace, což je vlastně provzdušňování. Proces optimalizace kompostovacího postupu je dost důležitý, jelikož špatně založený kompost může způsobit řadu obtíží.

Kompostováním se vytvoří kompost, což je hnojivo, které obsahuje základní živiny. Obsahuje prvky jako: hořčík, dusík, uhlík, vápník, draslík a fosfor. Zároveň také může obsahovat různorodý počet stopových prvků, které jsou závislé na biologicky rozložitelných surovinách, které se kompostovali. [23]

### **5.1.2 Princip kompostování**

Technologie má za úkol zajistit příhodné předpoklady k rozvoji aerobních organismů. Životnost těchto organismů závisí na dostatečném přístupu kyslíku a zároveň také odvodu CO<sub>2</sub>, který produkují. Zároveň není vhodné, aby se kompost převlhčoval. Surovina, která se kompostuje, má být kyprá i porézní a to z důvodu vystřídání plynů mezi prostředím a hromadou suroviny. Promíchání tohoto materiálu a následná homogenizace působí na vývoj v průběhu kompostování v hromadách. V těchto hromadách dochází k nárůstu teploty a tak dochází ke vzniku příhodných podmínek, které jsou zapotřebí pro život mikroorganismů. Tyto organismy zahajují

celý proces. Kompostování je nepřetržitý proces, u kterého však nelze úplně přesně stanovit jednotlivá stadia. V odborných publikacích se uvádějí 3 fáze.

### **Fáze rozkladu**

Jako první fáze je proces rozkladu, který probíhá asi 3 týdny a dochází při něm k provzdušňování materiálu. U méně dokonalých technologií se může stát, že se toto období protáhne až o 5 týdnů. Přitom dojde také k nárůstu teploty, ale i ke snížení objemu množství surovin. Teplota se pohybuje přibližně na 50°C až 70°C. Působením mikroorganismů se mohou také rozkládat lehce rozložitelné sloučeniny, jako jsou cukry, škrob a také bílkoviny.

### **Fáze přeměny**

Po předchozí výše uvedené fázi nastává proces přeměny. Ten probíhá mezi 4. až 8. týdnem, a teplota při něm klesne na 40° až 45°C. Také dojde ke změně zabarvení a skladbě materiálu. Kompost pak má hnědou barvu a drobkovité složení. Na konci této fáze však není zatím ještě kompost určen k použití.

### **Fáze zrání**

Konečným stádiem je zrání. Dochází při něm k vysokému poklesu teploty v hromadě, která se nyní pohybuje na hodnotě, jako je teplota okolí. Struktura kompostu má ještě větší zrnitost. To je velká výhoda, protože to nejen zlepšuje pevnější vázání živin v kompostu, ale také umožňuje pozvolné uvolňování živin do prostředí.

## **Rozklad a přeměna organické hmoty v kompostech a půdě se dělí na 4 stupně:**

### **Tlení**

Je to proces, při kterém za přítomnosti vzduchu a za působení aerobních mikroorganismů dojde k rozkladu organické hmoty neboli k oxidačnímu procesu. Působením ovzduší a mikroorganismů se tlející hmota rozloží na plyny jako je oxid uhličitý, minerální látky, ale také na vodu. Popeloviny, které se pomocí tohoto procesu uvolňují, se nakonec dostanou do půdy, kde tyto živiny mohou přejímat rostliny

## Kvašení (fermentace)

Tato fáze vzniká tak, že mikroorganismy bez přístupu vzduchu (anaerobní proces) rozloží bezdusíkaté látky, (za takové látky se považuje škrob, cukry, celulóza) na kvasné produkty a na CO<sub>2</sub>.

## Hnití

Třetím procesem dojde ke hnití a poté k rozkladu organických dusíkatých látek. Celé to probíhá za omezeného přístupu vzduchu. Proces se vyvolá pomocí hnilobných bakterií, které rozloží hnijící materiál na ještě více jednoduché látky. Během procesu se také uvolňuje CO<sub>2</sub>, ale i vodík, amoniak a sirovodík.

## Humifikace

Konečnou fází je proces humifikace, který je komplexní a také přitom nejdůležitější fází. Dochází k přeměně organické hmoty, která vzniká pomocí enzymatických a mikrobiálních procesů. Pomocí humifikace se organické hmoty změni na tmavé látky, které mají koloidní vlastnosti. Tyto koloidní vlastnosti pomohou přeměně na původní látky.

### 5.1.3 Způsoby kompostování

V dnešní době se využívají tyto typy kompostovacích zařízení.

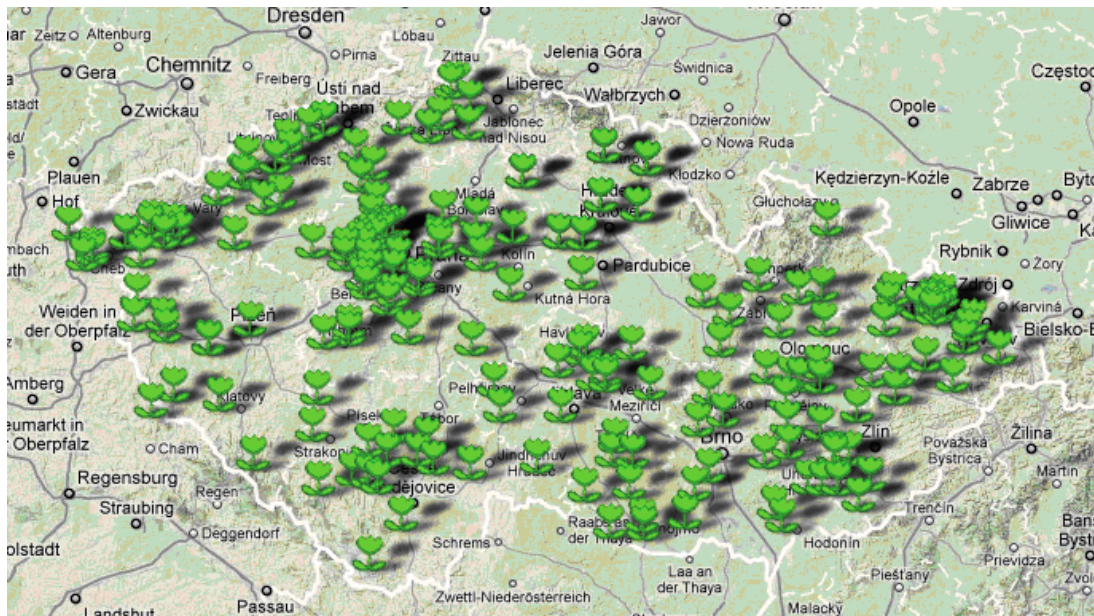
<b>Domácí kompostování</b>	Domácí kompostování se zejména využívá na venkově a na zahradách. K výhodám lze přiřadit hlavně nízké prvotní náklady. Nevýhodou je, že může dojít ke vzniku nekvalitního produktu. Také nelze dokázat snížení vytváření bioodpadu z komunálního prostředí podle směrnice EU.
<b>Mobilní kompostárny</b>	V ČR se využívají jen minimálně, neboť lze využít jen omezený počet biogenních kompostovatelných odpadů.
<b>Komunitní kompostování</b>	Tento způsob je zejména vhodný pro zahrádkářské kolonie, příměstské aglomerace a rekreační oblasti. Výhody a nevýhody jsou srovnatelné s domácím kompostováním.
<b>Městské kompostárny</b>	Tento druh je nejvyužívanější a také nejrozšířenější. V současné době jich vzniká nejvíce. Tvoří je překopávače, drtiče, prosévače a také manipulační technika, (což jsou různé nakladače) a skladovací plocha.
<b>Velkokapacitní kompostárny</b>	Jak už z názvu vyplývá, jedná se o kompostárny, které slouží k úpravě velkého množství odpadů a také jsou schopné zpracovávat vyjma běžného BRKO i některé rizikové odpady, kterými jsou čistírenské kaly.

Tabulka č. 4 Způsoby kompostování [9]

## Mapa kompostovacích zařízení v České republice

V současné době je v provozu okolo 190 kompostáren a další jsou ve výstavbě, nebo vznikají projekty na jejich realizaci.

Počet kompostáren je získaný z databáze CeHO.



Obrázek č. 1: Mapa kompostovacích zařízení [47]

### 5.1.4 Vermikompostování

Jedná se o velice zvláštní metodu kompostování, při které se používají kalifornské žížaly. Žížaly vytvářejí organické hnojivo z rostlinných zbytků. [44]

Vermikompost má obdobné rysy jako humus. Je to jemně granulovaný a drolivý materiál, jenž má využití jako hnojivo v zemědělství. [34] Tento popsaný způsob kompostování je vhodný zejména pro lidi, kteří nemají vlastní zahradu, na které by měli kompost. Výhodou je, že se vermikompostér může umístit na balkon, do garáže, na chodbu, do kuchyně, ale i do veřejných budov, jako jsou školy nebo kanceláře. Hlavním požadavkem je, aby teplota nepřesáhla 25°C. Další významnou výhodou je, že pokud se dodržují správné podmínky, tak nedochází k zápachu. Jakost vzniklého vermikompostu je na vyšší úrovni než u klasického kompostu. Tento kompost zahrnuje i enzymy, poněvadž biologické odpady při tomto procesu procházejí trávicí soustavou žížal. Vermikompost se proto daleko lépe zpracuje než normální kompost. Další výhodou je, že se biologický odpad může zpracovávat a následně vytvářet kompost těmito žížalami po celý rok i v období zimy. Rychlost zpracování

vermikompostu je závislá na hmotnosti vstupních surovin a poměru váhy a výchozího množství žížal, které se dále v kompostu samovolně rozmnožují. [44]

### **5.1.5 Odpady vhodné ke kompostování**

#### **Odpady z rostlinné výroby**

K těmto odpadům lze přiřadit seno, listí, řepný chrást, siláže, slámu, silážní trávy, bramborovou nať, větve z prořezávek, zeleninovou nať, ale také řepku, jeteloviny, olejninu, luskoviny a mnoho dalších. Tyto výše uvedené odpady jsou velice důležitým zdrojem organických látek i minerálních živin. K nejobvyklejším metodám použití zmíněných odpadů patří kompostování, zkrmování, hnojení zemědělské půdy a silážování.

#### **Sláma**

Její produkce se v naší republice pohybuje kolem 7,5 mil. tun. Největší část tvoří sláma z obilnin a to kolem 6,5 mil. tun, zbytek se skládá ze slámy luskovin a řepky. Důležité je také, že v místě kde sláma vznikne, se nepovažuje za odpad.

#### **Řepný chrást**

Řepný chrást vznikne při sklizni řepných bulev, krmné řepy anebo cukrovky. Chrást se ke kompostování využívá jen ojediněle a to pouze, když je znečištěn hlínou, protože pak již není vhodný ke zkrmování hospodářskými zvířaty.

#### **Odpady z lesnictví**

Tato skupina je značně důležitá. Je možné sem zařadit dřevní štěpku, jehličí, kůru, hobliny, piliny, klestí a i listí. Tento odpad se může použít nejen ke kompostování, ale i pro výrobu energie a zkrmování.

#### **Odpady z potravinářského průmyslu**

Je velice rozsáhlá skupina. Tvoří ji odpad ze sladovnického, mlékárenského, masného, mlynářského, pivovarského, cukrovarnického, škrobárenského, vinařského, lihovarnického, droždářského a tukového průmyslu atd. [9]

### **5.1.6 Výhody a nevýhody zpracování kompostováním**

Kompostování bioodpadů je značně flexibilní proces. Jde v podstatě o dost jednoduchou proceduru. Kompostováním se zpracovávají suroviny, které jsou rostlinného původu s obsahem sušiny kolem 40 až 60 %.

Možné potíže mohou nastat, pokud se zpracovává větší část surovin s menším podílem sušiny. Pak je třeba odpad před procesem kompostování smísit s nějakým suchým porézním materiálem. Kompostování se dá provozovat jak v zařízení s hodně malou kapacitou, tak i ve velké kompostárně, která má kapacitu až desetitisíců tun surovin ročně. Kompostárny běžně mají příjmy jen za zpracování BRO, pokud však vhodně obchodují, jsou schopné prodat i kompost. Pokud bychom porovnali zpracování bioodpadu kompostováním s jeho využitím v BS, tak zjistíme, že je sice proces zpracování bioodpadu v BS provozně náročnější a dražší, ale zase přináší vyšší finanční prostředky z prodeje elektrické energie nebo tepla.[30]

#### **Výhody kompostování z pohledu životního prostředí**

- snížení pH
- ochrana podzemních vod
- ochrana půdy i vody
- snížení eroze půdy
- snížení využívání průmyslových hnojiv a pesticidů
- využití zemědělských odpadů při výrobě kompostu

#### **Výhody kompostování z pohledu zemědělství**

- snížení používání průmyslových hnojiv
- dodání humusu k obnově půdy
- úbytek chorob rostlin a parazitů na živočiších
- postupné uvolňování živin do půdy
- snížení zápachu v zemědělských oblastech
- zvýšení množství živin v půdě
- navýšení schopnosti zadržet vodu v písčinných půdách [4]

## Využití kompostu

Kvalitní kompost, který splňuje přísná kritéria uvedená v Zákoně č. 308/2000Sb., se využívá jako hnojivo v zemědělství.

V současné době je připravován předpis, který rozšiřuje možnosti využití méně kvalitního kompostu. V úvahu přicházejí tyto možnosti využití.

- pro plochy, které nejsou a v budoucnu ani nebudou využívány k pěstování potravin a krmiv pro zvířata
- pro plochy, které budou využívány jen pro pěstování energetických rostlin
- pro plochy, které jsou určeny pro pěstování technických a okrasných rostlin, sazenic lesních stromků, kultur vánočních stromků a dendrokultur
- pro údržbu městské zeleně, parků, lesů, lesoparků, rekreačních a sportovních zařízení
- k terénním úpravám a rekultivaci krajiny (např. po těžbě surovin) a na nezemědělských plochách
- při stavebních úpravách a výstavbách (silnic, železnic) a v průmyslových zónách
- k tvorbě rekultivačních vrstev při povrchovém těsnění skládek podle ČSN 83 8032
- použití jako suroviny pro výrobu rekultivačního substrátu pro nezemědělské účely
- pro filtrační náplň biofiltrů [4]

### 5.1.7 Kompostárna Malešice

V roce 2004 byl zahájen na 15 měsíců zkušební provoz kompostárny v Praze 10 Malešicích. Celá akce byla provedena pod dohledem Hlavního města Prahy. Kompostárna sloužila k ukládání odpadu z údržby zeleně. Občané mohli tento bioodpad do kompostárny ukládat bezplatně, živnostníci či organizace museli zaplatit poplatek. Kompostárnu provozovala organizace JENA.



Samotné zpracování bioodpadu se zde provádělo metodou aerobního kompostování. Kompostárna by mohla každý rok přijmout okolo 5,8 tis. tun bioodpadu. Při takovém množství je produkce kompostu okolo 4,6 tis. tun ročně.

Do 31. 5. 2005 se shromáždilo skoro 780 tun bioodpadu. Celkové náklady na projekt se pohybovaly kolem 645 tis. Kč. [22]

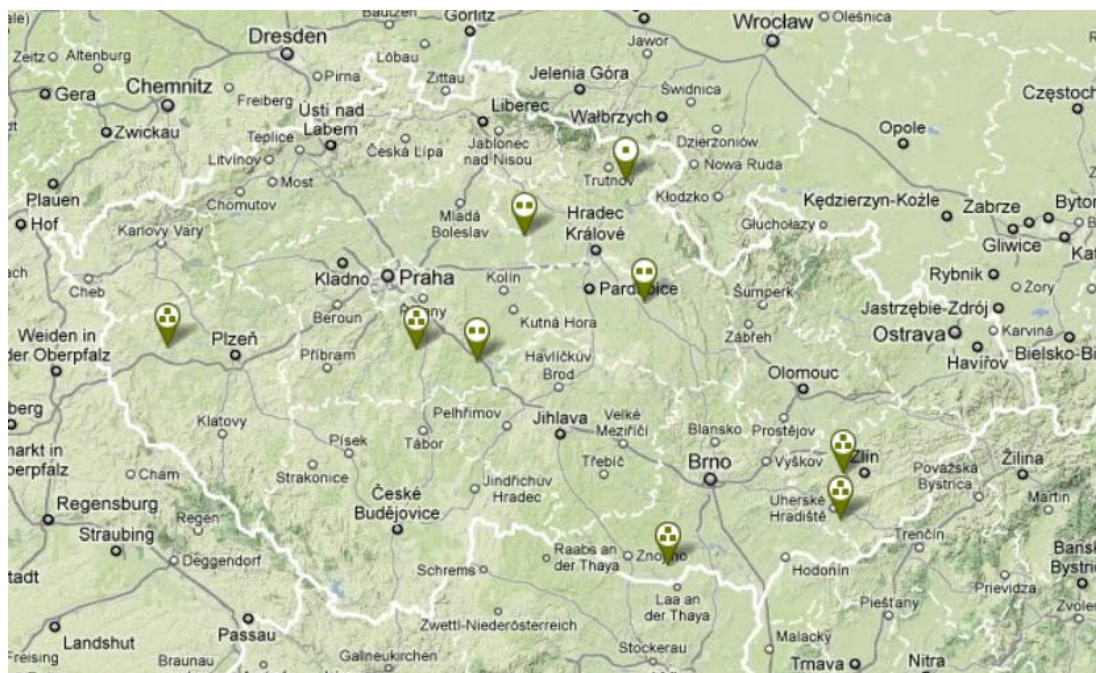
## 5.2 Bioplynové stanice

Bioplynové stanice je možno podle jejich vlastností rozdělit na zemědělské, které mohou zpracovávat vstupy ze zemědělství, jako jsou hnůj, močůvka a kejda, respektive plodiny, které se pro využití v BS pěstují, což jsou hlavně řepka olejná a kukuřice. Tento druh surovin se z velké části skladuje nedaleko zemědělských objektů, protože z nich vychází zápach. Zápach často obtěžuje obyvatele nedalekých obcí a ti jsou potom proti stavbám takových objektů.

Druhou možností provedení BS je kofermentační bioplynová stanice, která může zpracovávat i nebezpečnější materiály oproti zemědělské bioplynové stanici, jakými jsou třeba tuky, masokostní moučky, kaly z čističky odpadních vod či krev z jatek.

Za třetí skupinu lze označit komunální BS. V těch je možné zpracovávat také vytríděné komunální odpady původem z jídelen, restaurací nebo domácností. [25]

### Mapa komunálních bioplynových stanic



Obrázek č. 2: Mapa komunálních bioplynových stanic

V roce 2010 bylo na území ČR v provozu 9 komunálních bioplynových stanic. Z další skupiny zemědělských BS bylo v provozu okolo 85 stanic a dalších 32 je ve výstavbě. [48] Tento počet je uveden na stránkách Biom.cz oproti tomu na stránkách CeHO je uvedeno pouze 9 BS a nejsou ani rozdělené podle druhů zpracovávaných komodit. Myslím si, že seznam není ani na jedněch těchto internetových stránkách úplně kompletní, protože zde nejsou uvedeny malé BS například v zemědělských družstvech (např. ZD Jetřichovec).

### **5.2.1 Zpracování BRO v bioplynových stanicích**

BS se považuje technologické zařízení, kde se používá proces anaerobní digesce pro zpracování bioodpadu. Anaerobní digescí vznikne následně bioplyn, jenž je možný využít jako alternativní zdroj energie. Bioplyn je bezbarvý a tvoří ho především methan (asi 60%) a oxid uhličitý (asi 40%). Dále také může obsahovat malé množství  $H_2O$ ,  $NH_3$ ,  $N_2$ ,  $H_2S$ ,  $N$ , a ethanu. Současně s bioplynem vzniká také anaerobní materiál, jakým je digestát a fermentační zbytek.

Ke zpracování do bioplynových stanic se také dávají odpady, které se nemohou kompostovat. Jde především o prošlé potraviny, také BRKO, kuchyňský odpad, čistírenské kaly a kaly ze septiků. [23]

V současné době existují 3 ověřené metody, jak zjistit biologickou rozložitelnost bioodpadu v anaerobním fermentoru. Mezi tyto metody patří: dlouhodobá studie vyhnívání, metoda měření obsahu ligninu a chemostatová studie. [41]

### **5.2.2 Složení bioplynové stanice**

BS se skládá ze zásobníků materiálu, odkud se pak materiál přesunuje většinou za pomoci dávkovacího zařízení popřípadě manipulační techniky do anaerobního fermentoru. V anaerobním fermentoru dochází k procesu anaerobní digesce a vzniká zde bioplyn. Dalšími částmi jsou skladovací, přechodová a skladovací nádrž na substrát a kogenerační motor. Kogenerační motor má zásadní význam, jelikož vyrábí elektrickou energii i teplo. [26]

### **5.2.3 Princip fungování bioplynové stanice**

BS pracuje na principu anaerobní digesce neboli anaerobní fermentace. Při tomto procesu se mikroorganismy rozloží na organický materiál, to probíhá bez přítomnosti vzduchu. Celý proces tvoří čtyři základní části:

**hydrolýza** - při ní dochází ke štěpení makromolekulární organické látky za pomoci hydrolytických mikroorganismů. Štěpení se děje na menší molekuly, které jsou způsobilé pro transport do buňky. Potom nastává další fáze.

**acidogeneze** - při této fázi se produkty hydrolýzy štěpí na ještě jednodušší látky, kterými jsou alkoholy, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> a kyseliny.

**acetogeneze** - je proces tvorby H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> a kyseliny octové.

**methanogeneze** - dochází při ní ke vzniku methanu a to ze směsi CO<sub>2</sub> a H<sub>2</sub> či z kyseliny octové.

#### 5.2.4 Podmínky anaerobního procesu

Proces AD vyžaduje několik předpokladů, aby mohl správně pracovat. Musí být zajištěny příhodné životní podmínky pro fungování mikroorganismů.

Podmínkami jsou:

- optimální pH
- vhodná skladba substrátu
- stálá teplota
- striktně anaerobní prostředí [24]

#### 5.3 Zkrmování

Poslední možností využití BRO je zkrmování, které je však na základě legislativy EU postupně omezováno. Zkrmování kuchyňských zbytků i prošlých potravin hospodářskými zvířaty je zakázané a to od vstupu našeho státu do EU. Vstupem nabyla platnost Směrnice Rady 2002/1774/ES. Toto nařízení ES je vztaženo na níže uvedené kuchyňské odpady:

- odpad určený ke krmení zvířat
- odpad vhodný ke kompostování a AD
- odpad pocházející z mezinárodní přepravy [13]

#### 5.4 Kaly z ČOV

Znečišťování podzemních a nadzemních vod se neustále zvyšuje. Hlavní vliv na to má narůstající počet obyvatel a rovněž navyšující se průmysl. Příroda měla vytvořené samočisticí procesy, které už ale nestačí likvidovat rychle rostoucí znečištění, a z tohoto důvodu je nutné odpadní vody čistit. Při čištění vzniká kal,

který je třeba upravit, zahustit a uskladnit a poté ho lze dále využít či zlikvidovat. Kal je závislý na struktuře odpadních vod a také na činnosti ČOV. Podle odborné literatury lze říci, že 1 m<sup>3</sup> kalu se vytvoří z asi 100 m<sup>3</sup> znečištěné splaškové vody, nebo spotřebou 500 obyvateli.

Čištění odpadních vod lze rozdělit následovně:

- mechanické čištění (česle, lapače písků, olejů, síťové filtry, ropné látky, septik)
- biologické čištění (aerobní, anaerobní)
- fyzikální

### **Možnosti likvidace kalu**

Po odstranění kalu z vody je jeho další použití závislé na struktuře odpadních vod. Hlavním cílem ČOV je vznikající kal zadržet a současně odstranit z vody maximálně dosažitelný podíl škodlivých látek. Kaly z ČOV z komunální sféry se považují za velice dobré hnojivo. Takové kaly se mohou použít i ke kompostování. Vlastní sušinu kalu tvoří 40 až 60 organických látek. Průměrně obsahují 1% fosforu, 6% vápníku, 3% dusíku, a 0,5% draslíku. Nevhodné kaly, které není možné využít ke hnojení a nedají se využít ani jiným způsobem, se odkládají na odkladištích. Mohou se také odvodňovat a ukládat do zvláštních nádob.

Další možností využití je také spalování. Spalování se provádí v tzv. fluidních pecích. Spalování se provádí ve spalovnách komunálního odpadu nebo také v cementárenských pecích bez dodatečného předchozího dosoušení nebo sušení. [10]

### **5.5 Spalování**

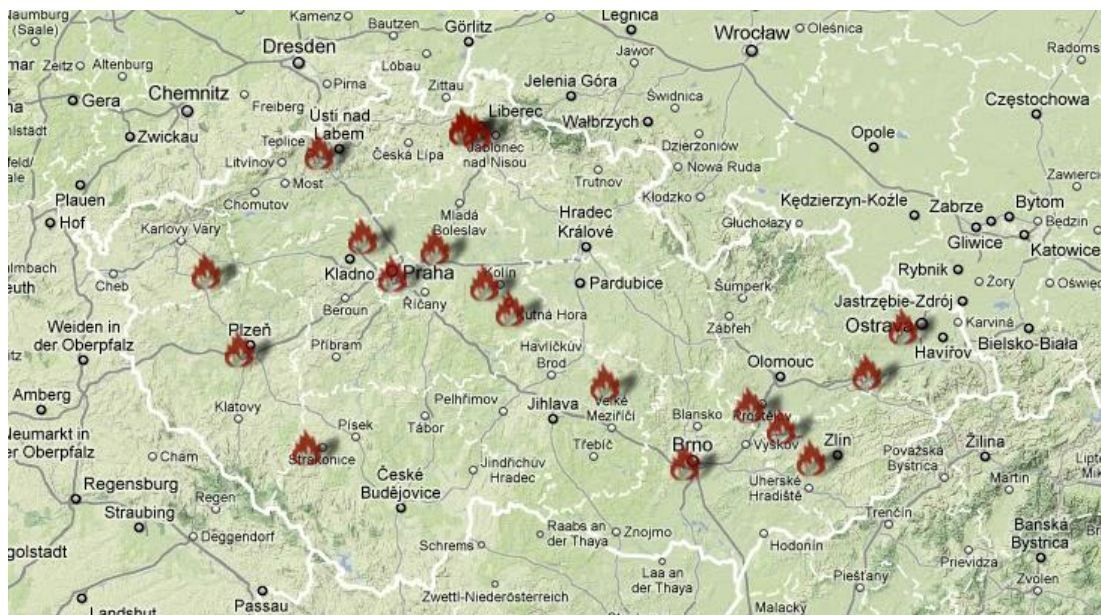
Proces spalování je vhodný, jestliže se spalují jenom takové materiály, u kterých je vysoký obsah sušiny a zároveň také nízký obsah škodlivin. Proto je vhodný na spalování takový BRO, který má obsah sušiny mezi 70 % až 100 %. Při spalování se však tvoří nejen skleníkové plyny a to hlavně CO<sub>2</sub> a oxidy dusíku, ale také popel. Během spalování bioodpadu se poškozují živiny, ze kterých se odpad skládá a také mohou vznikat toxické exhalace. [13]

## Některé metody spalování

<p><b>Regranulace</b></p>	<p>Tato metoda se používá u některých vyříděných umělých hmot. Pokud zároveň dojde k dodržení vysoké druhové čistoty zpracovávaného materiálu, může dojít jenom k minimálním ztrátám kvality. K třídění a následnému opětovnému zpracování směsi starých plastových hmot je také možné využít organická rozpouštědla.</p>
<p><b>Pyrolýza</b></p>	<p>Pyrolýza umělých hmot je proces, při kterém vznikají plynné, tekuté i pevné produkty. Tento druh využití je však dnes již na ústupu, protože při něm také vzniknou produkty, které obsahují arómaty a další nevhodné sloučeniny.</p>
<p><b>Solidifikace</b></p>	<p>Vznikají při ní tuhé produkty. K výhodám této metody patří, že je schopná změnit různé formy odpadů na pevnou a zároveň nepropustnou hmotu. Poté je možné je jednoduše odložit na skládku.</p>
<p><b>Hydratace</b></p>	<p>Touto metodou vznikají tekuté produkty. Používají se jako paliva. Nevýhodou této metody je, že je proveditelná výlučně při vysokém tlaku až několik stovek barů, takže má vysoké technologické a tím i finanční nároky.</p>

Tabulka č. 5 Metody spalování [10]

## Mapa spaloven v České republice



Obrázek č. 3: Mapa spaloven

V roce 2010 bylo na území ČR v provozu 18 spaloven komunálního odpadu. [47]

## **Spalovna SAKO Brno**

Spalovna byla zřízena pro využití ve formě paliva komunálního odpadu a tím i jednotlivých složek BRKO a odpadů z průmyslu a zároveň pro výrobu tepelné energie.

Výhody spalování:

- výroba tepelné energie
- dokonalé odstranění odpadu
- jednoduchý proces a jeho realizace
- úspora jiných zdrojů energie
- po vyhoření zůstane škvára a kovy, které se dají dále využít
- menší produkce CO<sub>2</sub> než na skládkách

## **Technologický proces**

Samotný proces spalování je rozdělen na 2 stupně čištění. V prvním stupni čištění spalin se odlučuje pevný úlet od spalin pomocí elektrostatických odlučovačů. Kotelnu tvoří tři kotle. V kotelně jsou umístěny tři kotle třetí generace, které mají válcové rošty. Mají schopnost co nejvíce zmenšit průchod spalin ve výhřevných plochách. Kotle mají jeden společný kotel o výšce 125 m. Po spálení zůstane škvára, která se uloží na skládku a kov, který se dále recykluje a využije. Celý proces spalování se řídí z řídicího střediska spalovny.

Ve druhém stupni čištění se spaliny z kotlů odvádí pomocí kouřovodů na dvě linky, kde probíhá čištění pomocí vápenné metody. Při této metodě dochází k chemickým reakcím. Jsou to reakce plynných, kyselých, horkých částí spalin až 260 °C a aerosolů vápenného mléka. K této reakci dochází za plynulého odpařování vody. Reakcí vznikne jemný prášek, který se odstraní ze spalin pomocí tkaninových filtrů. Další způsob jak odstranit látky ze spalin je, že se do kouřovodu mezi tkaninové filtry a kouřovody vžene aktivní uhlí okolo 8 kg/hod. Touto metodou se odstraní látky s obsahem těžkých kovů a organické polutanty. Spaliny, které vycházejí z komínu do ovzduší, se ještě zkoumají a musí mít obsah škodlivin alespoň 2 krát nižší než jsou stanovené limity emisí. Ve druhém stupni čištění vzniká popílek, který obsahuje sůl a těžké kovy. Je zde nebezpečí, že by se z něj vyluhovaly při

srážkách tyto v něm obsažené látky. Proto existuje objekt solidifikace, aby se vyluhování zabránilo. V tomto objektu se smísí popílek a odpadní produkt. Tyto dva smíšené produkty mají formu kaše, která se musí odvézt na skládku, kde pak ztuhne. Spalovna je rovněž vybavena zařízením, které dokáže zjistit přítomnost radiace. Emisní limity, které musí spalovna dodržovat, jsou stanovené na úrovni zařízení v západní Evropě.

V roce 2006 bylo ve spalovně SAKO Brno a. s. spálením 88.976 tun odpadu vyprodukováno 711.844 GJ tepla a bylo spočítáno, že se tím uspořilo 21.287 tun topného oleje do 0,2% síry, nebo 24,631.280 21 m<sup>3</sup> zemního plynu nebo 31.221 tun černého koksovateľného uhlí. Přepočty jsou provedeny na základě podkladů Ministerstva průmyslu a obchodu ČR z roku 2006.

#### **Druhy odpadů energeticky využívané ve spalovnách:**

Odpady ze zemědělství, zahradnictví, rybářství, lesnictví, z výroby a zpracování potravin, ze zpracování dřeva, nábytku, papíru, lepenky, z textilního a oděvního průmyslu, z organických chemických procesů, z fotografického průmyslu, odpadní obaly, čisticí tkaniny, filtrační materiály, ochranné oděvy, stavební a demoliční odpady, odpady ze zařízení na zpracování odpadu, komunální odpady, odpady z domácností, živnostenské a průmyslové odpady, odpady z úřadů a odpady z odděleného sběru.[38]

## **6. BRO v zahraničí**

V západní Evropě je už dnes ukládání BRO na skládky značně omezeno. Tento proces je ovlivněn jak vysokou cenou za skládkování, tak možností zpracovat BRO pomocí aerobního rozkladu či anaerobní digesce. V Německu bylo k roku 1998 v provozu už 535 zařízení, která každý rok mohou zpracovat až 8,5 mil. tun BRO. Z tohoto čísla bylo zpracováno aerobní metodou v kompostárnách kolem 7,1 mil. tun. Anaerobní technologií pak bylo ve 44 zařízeních dále zpracováno 1 mil. tun BRO. Zbytek kolem 0,4 mil. tun se zpracovalo v malých zařízeních. Podobná situace je také v ostatních státech jako třeba ve Velké Británii, Nizozemsku, Rakousku, Švýcarsku a dalších státech. Ve Švýcarsku, Rakousku a Německu se už od roku 2001 ukončuje činnost reaktivních skládek komunálního odpadu a také už žádné nové skládky takového druhu nevznikají. Nejdále jsou v Nizozemsku, kde už dnes na skládky žádný bioodpad nedávají. Toho docílili tím, že zavedli separovaný sběr komunálního odpadu. [18]

### **BRO ve Velké Británii**

Ve Velké Británii byly vytvořeny legislativní podmínky požadující snížení množství BRO ukládaného na skládky. [28]

Z tohoto důvodu byly ve Velké Británii provedeny u obyvatel průzkumy, aby se zjistilo co nejvíce informací o problémech, které nastávají při sběru BRO, a aby se zjistili podmínky pro zajištění lepšího sběru a tím splnění podmínek EU. [42]

V oblasti West Sussex byl proveden průzkum, jak zdejší obyvatelé s tímto odpadem nakládají a zda si počínají tak, aby docházelo ke snižování domácího odpadu z potravin. Tímto průzkumem se zabývá studie: Minimalizace odpadu ve Spojeném království – metoda Zelené potravin. Průzkum byl proveden pomocí dotazníku, který byl distribuován poštou do 1000 domácností. Od 433 čtenářů byly přijaty kladné odpovědi a tato část obyvatel si zakoupila Zelený kužel. Zelený kužel je digestoř kuželovitého tvaru vhodná pro zahradní použití. Nejvhodnějším odpadem pro ukládání do fermentoru kužele byly zbytky jídla (okolo 91%), ovoce, kosti, hmoty rostlinného původu a maso. Určitá část respondentů používala odpad živočišného původu od domácích zvířat. Velká část uživatelů shledalo výsledky domácího kompostéru za uspokojivé. Okolo 60% respondentů zaznamenalo během tohoto pokusu snížení množství odpadu v rozmezí 25-50% oproti běžnému sběru.



## **Domácí kompostér**

Má tvar a vzhled zeleného kužele. Je vhodný pro montáž na zahradě, tak aby sluneční energie zvýšila mikrobiální aktivitu a tím se urychlil proces rozkladu biologicky rozložitelných domácích kuchyňských odpadů. Tento produkt se vyrábí z plastu a skládá se ze tří hlavních částí: vnitřní kužel, vnější kužel a koš. Koš se ukládá do půdy a slouží jako úložiště pro odpad, naopak kužel je umístěn nad zemí, aby absorboval významné množství slunečního záření a tím došlo ke zvýšení teploty odpadu. Odpad se ukládá na horní víko. Nejpoužívanějším domácím odpadem pro takové zpracování je hnilobný nebo biologicky rozložitelný materiál, kterým je například kuchyňský odpad, který podle studie provedené ve Velké Británii obsahuje okolo 18-23% hmotnosti domácího odpadu. Odpad může být tvořen ovocem, zeleninou a dále také například tepelně upravenými či jinak zpracovanými potravinami.[28]

## **BRO v Německu**

Německo má s odděleným sběrem biologicky rozložitelného odpadu a kompostováním nebo fermentací (anaerobní digescí) velké zkušenosti a zabývají se jím již několik let. Hlavním důvodem k takovému dynamickému vývoji, který začal asi před 20 lety, bylo snížení vzniku odpadů a jejich skládkování. Dále také bylo zjištěno, že kompost se dá prospěšně využít v zemědělství a zahradnictví. V současné době průmysl na zpracování tohoto druhu odpadu v Německu zaměstnává více než 200.000 lidí a má roční obrát více než 50 miliard EUR.

Během několika let existence tohoto průmyslu nebylo třeba zakládat nové skládky. Vývoj měl opačnou cestu, docházelo k postupnému uzavírání skládek. V současné době mají téměř všichni obyvatelé Německa možnost účastnit se odděleného sběru organického odpadu. K tomu jim slouží centrální kompostovací nebo centrální sběrná místa, kam mohou obyvatelé přinést odpad ze svých zahrad a domácností. [27]

Platí zde také zákon, že pokud denní produkce kuchyňského bioodpadu je větší než 10 kg, tak je nezbytná ohlašovací povinnost. Producent odpadu musí také prokázat, jakým hygienickým způsobem s tímto bioodpadem naložil. [18]

## **BRO v Severním Irsku, Irsku a Brazílii**

Také v Severním Irsku byly provedeny výzkumy, které potvrzují, že je třeba snížit stávající hlubokou závislost na skládkách a naopak využívat kapacity recyklace odpadů v obecních, obchodních a průmyslových odvětvích. Mezi opatření, která mají snížit množství biologicky rozložitelných odpadů ukládaných na skládky, patří: oddělený sběr, vybavenost hustě obydlených míst sběrnými nádobami, sběr bioodpadů v obydlené zástavbě, vývoj zařízení na kompostování, zpracování a přepravu odpadu a rozvoj zařízení na anaerobní digesci (fermentaci). [32]

Také v Irsku byla provedena studie, která má za úkol zlepšit systém nakládání s odpady, aby bylo možno splnit požadavky Evropské unie. Tato studie se zaměřuje především na komunální odpad, který vzniká z velké části v domácnostech a obchodech. Hlavní 'biologicky rozložitelnou' složkou komunálního odpadu jsou papír a lepenky, potravinářské odpady a zahradní odpad. 65% komunálního odpadu je biologicky odbouratelných. [33]

Například v Brazílii bylo průzkumem zjištěno, že 70 % odpadu z domácností tvoří bioodpady. Ve třídění jsou velké rezervy, což představuje problém v neustálém přibývání skládek. Tomuto stavu napomáhá velký populační růst v této největší a nejlidnatější Latinskoamerické zemi. [35]

Z průzkumu také vyplynulo, že velkou část organické hmoty z těchto bioodpadů, jako jsou zbytky masa, ovoce a zeleniny je možné využít jako krmivo pro hospodářská zvířata. [43]

## 7. Legislativní podmínky

Odpadovým hospodářstvím se v ČR zabývá Centrum pro hospodaření s odpady (CeHO), které bylo založeno po rozhodnutí MŽP ze dne 1. 9. 2001 jako součást VÚV T.G.M. Hlavní náplní tohoto subjektu je všechna aktivita, která se týká nakládání s odpady. Tento subjekt vydal Metodický návod o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady dle stávajících právních předpisů, které detailně popisují současnou legislativu v oblasti bioodpadů.

Metodický pokyn vznikl proto, aby posloužil potřebám orgánů veřejné správy, krajským úřadům, organizacím zaměřeným na produkci kompostu a provozovatelům zařízení ke zpracování BRO a BRKO. V roce 2011 se nadále pokračuje v shromažďování stále nových informací o použitelných metodách a nástrojích, které by umožnily snížit množství BRKO ukládaných na skládky a zároveň posoudit získané informace vhodné k aplikování v ČR. Zaměřuje se zejména na oddělený sběr BRKO v členských zemích EU, dále také na sledování kvality kompostů, certifikaci, na poplatkový systém a na finanční nástroje, které podporují třídění. Zároveň nařizuje odklon od ukládání BRKO na skládky.

Ještě v roce 2006 se odpady také zabýval VÚV T. G. Masaryka v.v.i. činnost BIP (informační centrum pro bioodpady) spolu s vedením databáze kalů, které se využívají v zemědělství. Od roku 2007 se touto činností VÚV T.G. Masaryka už nezabývá a tato evidence byla převedena do agendy Cenia, což je agentura pro životní prostředí. [15]

Česká republika se při vstupu do EU musela zavázat, že svoji legislativu, která se týká nakládání s bioodpady, upraví podle stávajících směrnic EU. [8]

Biologicko rozložitelnými odpady se zabývá Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech. Tento zákon měl několik změn, z nichž se problematiky biologicky rozložitelných odpadů týká Zákon č. 9/2009 Sb., o hnojivech, Zákon č. 227/2009 Sb. a Zákon 154/2010 Sb. [39] Dále se také biologicky rozložitelných odpadů týká Zákon č. 156/1988 Sb., o hnojivech a Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech. [39] Dále Zákon č. 106/2005 Sb. o odpadech. Tento zákon upravuje základní právní normu, podle které se v ČR řídí problematika odpadového hospodářství. Zákon jasně upřednostňuje využití odpadů před jejím odstraněním. [8] Také Vyhláška č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady, Vyhláška č. 381/2001

Sb., Katalog odpadů a Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. Nařízení vlády 197/2003 Sb., o Plánu odpadového hospodářství ČR a v Nařízení Evropského Parlamentu a Směrnici Rady 2002/1774/ES, kterými se stanoví hygienická pravidla týkající se vedlejších živočišných produktů, které nejsou určeny k lidské spotřebě. [39] Směrnice Rady 2002/1774/ES rovněž zakazuje zkrmování kuchyňských odpadů. Bioodpad s obsahem kuchyňských odpadů je nutné od vstupu do EU kompostovat v bioreaktorových kompostárnách nebo využívat v bioplynových stanicích s hygienizačním stupněm. [13] Dále také Směrnice Rady 1999/31/ES o skládkách odpadů na snížení množství biologicky rozložitelného odpadu putujícího na skládky a to 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%. [36]

Přehled platných norem v oblasti biologicky rozložitelných odpadů:

ČSN 83 8001 Názvosloví odpadů, ČSN 83 8030 Skládání odpadů – Základní podmínky pro navrhování a výstavbu, ČSN 83 8032 Skládání odpadů – Těsnění skládek, ČSN 83 8033 Skládání odpadů – Nakládání s průsakovými vodami, ČSN 83 8034 Skládání odpadů – Odplynění skládek, ČSN EN 12255-8 Čistírný odpadních vod – Část 8: Kalové hospodářství. ČSN 46 5735, Průmyslové komposty ČSN 77 0052 Obaly. Obalové odpady. ČSN EN 13432 Obaly – Požadavky na obaly využitelné ke kompostování a biodegradaci – Zkušební schéma a kritéria hodnocení pro konečné přijetí obalu., ČSN CR 13714 Charakterizace kalů – Nakládání s kaly ve vztahu k jejich využití nebo ukládání, ČSN EN 643 Seznam evropských standardních druhů sběrového papíru [49]

## 8. Bilanční výpočty

### Produkce BRO v tunách v období od roku 1999 až do 2009

Tuto tabulku znázorňující produkci BRO podle jednotlivých kategorií, které tvoří skupinu BRKO a následný graf jsem vytvořil, údaje jsem čerpal z databáze ISOH.

Kod odpadu	1999	2000	2001	2002	2003	2004
20 01 01	1 250 987,0	1 422 319,0	1 598 342,0	155790,9	196 181,2	177 852,5
20 01 08	236 034,6	186 550,3	157 210,4	11 622,3	6 989,2	30 870,9
20 01 10	26 554,6	22 788,4	20 437,4	2 851,9	704,6	893,1
20 01 11	122 925,4	45 189,7	26 256,7	2 043,0	8 802,8	2 304,2
20 01 25	201 729,0	4 651,1	15 842,5	3 405,3	1 461,4	4 494,3
20 01 38	14 109,2	40 616,3	53 620,3	7 401,9	8 577,5	7 196,0
20 02 01	183 017,0	265 738,5	342 532,7	98 543,9	89 837,3	99 511,5
20 03 01	1 323 913,0	1 364 185,0	1 323 139,0	2 897 202,5	2 795 337,3	2 853 559,6
20 03 02	49 833,5	90 278,2	109 162,9	19 990,6	57 268,3	34 816,1
20 03 03	335 235,6	425 238,8	383 468,5	97 990,6	91 405,8	96 528,6
20 03 07	0,0	0,0	0,0	198 168,9	252 675,7	284 153,7
<b>Celkem tun</b>	<b>3 744 338,9</b>	<b>3 867 555,4</b>	<b>4 030 012,4</b>	<b>3 339 220,7</b>	<b>3 509 241,0</b>	<b>3 592 180,4</b>

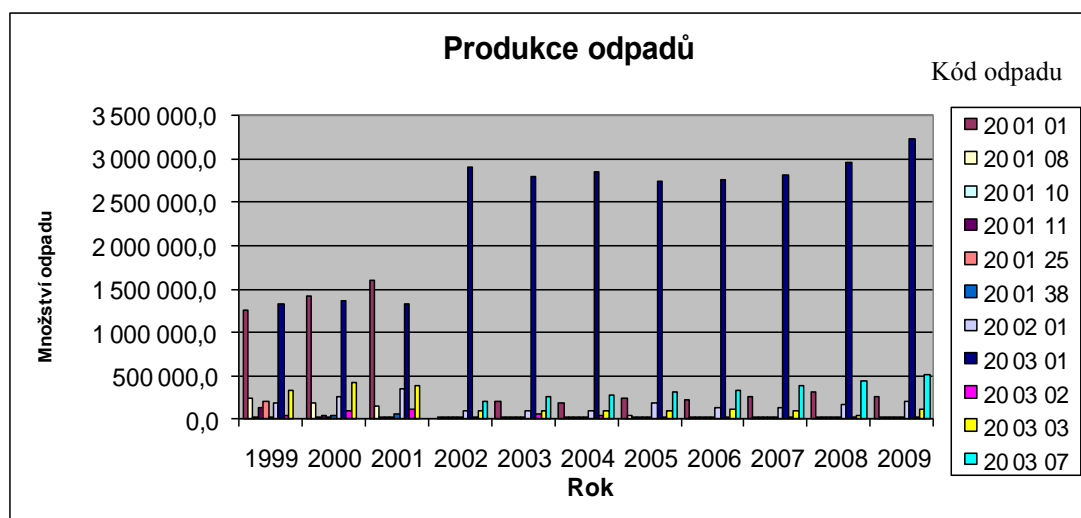
Kod odpadu	2005	2006	2007	2008	2009
20 01 01	239 725,1	222 570,4	259 046,4	310 248,5	254 566,2
20 01 08	39 638,8	9 527,5	14 417,7	14 555,9	18 854,9
20 01 10	1 077,6	926,3	948,1	980,0	1 580,6
20 01 11	2 325,6	2 635,6	5 247,7	3 222,6	5 844,8
20 01 25	1 592,5	1 358,0	2 780,3	2 978,4	4 498,5
20 01 38	6 342,4	10 429,3	12 139,7	13 458,9	20 346,0
20 02 01	194 610,7	122 832,6	130 354,4	161 809,5	198 080,6
20 03 01	2 741 399,1	2 758 054,9	2 812 334,9	2 954 090,3	3 236 161,2
20 03 02	30 448,8	18 954,7	14 676,8	14 294,5	11 229,2
20 03 03	90 571,6	119 332,6	93 119,8	42 516,0	110 137,9
20 03 07	315 762,2	326 048,0	383 713,5	434 608,0	506 478,1
<b>Celkem tun</b>	<b>3 663 494,4</b>	<b>3 592 670,0</b>	<b>3 728 779,2</b>	<b>3 952 762,5</b>	<b>4 367 777,9</b>

Tabulka č. 6 Produkce BRO v tunách v období od roku 1999 až do 2009

V tabulce jsou obsaženy všechny druhy BRKO podle katalogu odpadů od roku 1999 do roku 2009. Rok 2010 zatím není uveden

Z uvedené tabulky vyplývá, že nejméně odpadu se vyprodukovalo v roce 2002 a nejvíce v roce 2009. V roce 2006 množství vyprodukovaného odpadu kleslo, ale

v dalších letech produkce opět stoupala. V roce 2009 došlo ve většině kategorií BRKO k nárůstu vyprodukovaného množství, značný nárůst oproti roku 2008 byl především u směsného komunálního odpadu, kterého se v tomto roce vyprodukovalo nejvíce za sledované období a u uličních smetků, naopak množství kleslo u kategorie papír a lepenka a odpad z tržišť.



Tabulka č. 7: Graf produkce odpadů

[7]

### Kompostárny

V tabulce jsou uvedeny kompostárny, které mají kapacitu 5000 tun za rok a více. Údaje jsou z roku 2009.

Tabulku jsem vytvořil dle údajů, které jsem převzal z databáze Zemědělské ekologické regionální agentury (ZERA), kam provozovatelé těchto zařízení vkládají údaje o těchto svých zařízeních.

Místo	Provozovatel	Zpracováno tun/rok	Produkce tun/rok
Teplice	EKODENDRA	40000	35000
Česká Skalice	AGRO SZ	29000	20300
ZD Klecany	BREPA, s. r. o.	25000	15000
ZD Velké Přílepy	BREPA, s. r. o.	25000	15000
ZD Světice	farma VŠESTAR	25000	15000
ZD Kněživka Dolní Břežany	BREPA, s. r. o.	25000	15000
Dašice	SETRA, s. r. o.	25000	18000
Větrný Jeníkov	SETRA, s. r. o.	25000	18000
Opava	EKO-HUM, s. r. o.	25000	20000
Ústí nad Labem	P-EKO, s. r. o.	20000	15000
Veltrusy - St. Statek	SETRA, s. r. o.	20000	14000
Trstenice	ZD Rozvoj	15000	10000
Karlovy Vary	A. S. A.	13000	10000
Třebotov	UMWELT, s. r. o.	13000	10000
Sokolov	SOTES s. r. o.	12000	10000
Litoměřice	KOMAS a. s.	12000	8000
Kaplice	Technické služby	12000	10000
Hradec nad Moravicí	I.Hradecká zemědělská a. s.	12000	10000
Karlovy Vary	ZITAS-TKO s. r. o.	10000	8000
Nymburk	MITIS, s. r. o.	10000	7000
Nová Ves	SETRA, s. r. o.	10000	7000
Jikev Agroma	SETRA, s. r. o.	10000	7000
Psáry	Zemina komposty	10000	7000
Libeň	Zemina komposty	10000	7000
Hradec Králové	Technické služby	10000	7500
Pardubice	MikroChem LKT, s. r. o.	10000	7500
Drážkovice	AGROSERVIS	10000	7200
Vodňany	OK PROJEKT, s. r. o.	10000	8000
Brno Chrlice	SETRA, s. r. o.	10000	7000
Vlasatice	SETRA, s. r. o.	10000	7000
Louny	AGT Agrostav s. r. o.	9000	8000
Buchlovice	OTR, s. r. o.	6000	4000
Uherský Brod	RUMPOLD ÚHB, s. r. o.	6000	4500
Kočov u Bruntálu	RUMPOLD s. r. o.	6000	4500
Chomutov	Technické služby	5200	3000
Jenišov	Jenišov	5000	3000
Semily	Farma Hucul	5000	5000
Mochov	ZEMOS AGRos	5000	3500
Dobruška	M. Winter	5000	3000
Ostrava	Sadové úpravy a ekolog. Stavby	5000	4000
Karlovy Vary	SLP	4000	2500
<b>Celkem tun</b>		<b>554200</b>	<b>400500</b>

Tabulka č. 8 Produkce kompostáren

Z podkladů bylo zjištěno, že kompostárny s kapacitou nad 5.000 tun za rok mohou zpracovat 554.200 tun odpadu a vyprodukovat okolo 400.500 tun kompostu. Z uvedených údajů vyplývá, že ze zpracovaného odpadu vznikne asi 60% kompostu.[45]

### Spalovny odpadů a jejich kapacita v roce 2010

Tabulku jsem opět vytvořil, údaje jsou převzaty z publikace "**Spalovny odpadů**" vydané Výzkumným ústavem vodohospodářským T.G. Masaryka veřejná výzkumná instituce

Místo	Provozovatel	Kapacita v t/rok	V provozu od
Spalovna ZEVO Malešice Praha 10	Pražské služby a.s.	310 000	1998
Brno Židenice	SAKO Brno, a. s.	224 000	1989
Liberec	TERMIZO a. s.	96 000	1999
Ostrava	SITA CZ a. s.	18 400	2000
Ústí nad Labem - Trmice	SITA CZ a. s.	16 000	1993
Lobečok	A. V. KRALUPY, s. r. o.	10 500	1976
Krásno nad Bečvou	DEZA a. s.	10 000	2000
Zlín	SITA CZ, a. s.	4 500	1998
Prostějov	MEGA WASTE-EKOTERM	4 000	1993
Plzeň	SITA CZ T.O.P. EKO s. r. o.	2 800	1993
Jablonec nad Nisou	SPL Jnablonec n/N. s. r. o.	2 200	2000
Šenov u Nového Jičína	ArcelorMittal Frýdek Mstek a. s.	1 600	1996
Strakonice	RUMPOLD, s. r. o.	1 500	1990
Žlutice	Žlutická teplárenská a. s.	1 200	2002
Kolín	Purum, s. r. o.	1 200	1993
Nové Město na Moravě	SPORTEN a. s.	864	1997
Lysá nad Labem	BOW LINE s.r.o.	údaje nejsou k dispozici	údaje nejsou k dispozici
Čáslav	EKO PARTNERS, v. o. s.	údaje nejsou k dispozici	údaje nejsou k dispozici
<b>Celkem tun</b>		<b>704 764 t</b>	

Tabulka č. 9 Spalovny odpadů

V roce 2010 byla kapacita spaloven komunálního odpadu v ČR 704.764 tun odpadu.[46]



## Bioplynové stanice zpracovávající BRKO

Tabulku jsem vytvořil na základě údajů převzatých z databáze Biom.cz.

Provozovatel	Výkon kW	Využití tepla kW	Uspořené CO2 t	Elektřina kW	V provozu od
Velký Karlov ZEVO s. r. o.	2000	1300		1400	
IC-PARK ENERGO a. s.	1052	1000	1,231		2007
Příbyšice	850		neuveďeno		
Otrokovice	780		neuveďeno		
Nový Dvůr	537		neuveďeno		
Kněžice	330		neuveďeno		
Vysoké Mýto	320		neuveďeno		
Trhový Štěpánov RABBIT, a. s.	315		neuveďeno		
Úpice	150		neuveďeno		
<b>Celkem</b>	<b>6334</b>	<b>2300</b>	<b>1,231</b>	<b>1400</b>	

Tabulka č. 10 Výkon BS

BS komunálního typu, na zpracování BRKO měly v roce 2010 celkem výkon 6334 kW. [48]

### Porovnání cen

Cena vyrobené elektřiny z biomasy za 1 GJ (277,7 kWh) se pohybuje okolo 67 Kč, pokud je cena 1 t biomasy 1000 Kč. Cena za 1 t biomasy například slámy se dnes běžně pohybuje mezi 600 až 1000 Kč. [29] Výhřevnost suché biomasy se pohybuje okolo 18 MJ.kg<sup>-1</sup> a suché slámy je kolem 14,5 MJ.kg<sup>-1</sup>. [37]

Podobné ceny v rozmezí mezi 50 až 70 Kč za vyrobení 1 GJ elektřiny je možné dosáhnout při vytápění domků suchým dřívím v moderních dřevozplyňujících kotlích, které mají účinnost vyšší než 80 %.

Vezmu-li v úvahu, že cena 1 GJ elektřiny vyrobené ze zemního plynu pro velkoodběratele se pohybuje kolem 189 Kč a cena 1 GJ ze zemního plynu pro maloodběratele je přibližně 276 Kč, cena za 1 tunu standardizovaných biopaliv se zaručenou výhřevností 17 až 19,6 MJ / kg, kterými jsou například kůry stromů, dřevní štěpka, brikety, pelety či energetické rostliny se pohybuje okolo 3000 Kč, pak je cena za 1 GJ vyrobené elektřiny z biopaliv při jejich průměrné výhřevnosti 18,3 GJ / t přibližně 164 Kč a je skoro o 70 % nižší oproti ceně za zemní plyn pro maloodběratele. Dá se také předpokládat, že cena za biopaliva bude v budoucnu ještě výhodnější.

Takové rozdíly v cenách mohou přispět k většímu využití biomasy jako paliva. Biomasa jako palivo se dá použít, jak ve velkých městských kotelnách, tak i v malých kotlích rodinných domů, ve kterých se spaluje dřevo, brikety a pelety. [29]

Další výhodou je, že množství popele je z biopaliv v porovnání s pevnými fosilními palivy o dost nižší. U dřeva je to 0,5 až 1%, u stébelnatých rostlin je popelovin kolem 6%. Obsah síry je také skoro desetkrát nižší než u klasických fosilních paliv. Jednou z mála nevýhod je obsah vody, proto je nutné dosušování, jelikož výhřevnost čerstvého a vlhkého dřeva a kůry je jen mezi 6 až 8 MJ. kg<sup>-1</sup>. [37]

### **Výpočet vzniku metanu**

V roce 1990 činily emise skleníkových plynů, vzniklé odpadovým hospodářstvím v celé EU okolo 155 mil. tun oxidu uhličitého, což bylo asi 4% veškerých emisí skleníkových plynů v EU.

Při provozování skládky a při její výstavbě vznikají také emise, které mají negativní vliv na klimatické změny. Tyto jsou však podstatně nižší než při samotném skládkování. Množství emisí je závislé na složení a množství odpadu uloženého na skládce.

Na skládkách vzniká metan, jehož množství se vypočítá přes vzorec:

$$= \sum RC * MRC * e^{-kt},$$

RC je podíl rozložitelné uhlíkaté frakce

MRC je mineralizovatelný podíl RC

k je konstanta udávající dynamiku rozkladu v čase

t je čas [36]

Metan je nejjednodušší uhlovodík. Jeho sumární vzorec je CH<sub>4</sub>. Molekula metanu má tvar pravidelného čtyřstěnu, v jehož těžišti je uhlíkový atom a v jeho vrcholech se nacházejí vodíkové atomy. Mezi nejdůležitější vlastnosti metanu patří výbušnost (při vyšší koncentraci) a mimořádná schopnost pohlcovat infračervené záření. Metan proto patří mezi důležité skleníkové plyny. [40]

## 9. Doporučení

Po seznámení se s problematikou a prostudování údajů v předchozích částech mé práce jsem usoudil, že oddělený sběr odpadů a následné využívání BRO a BRKO má smysl, a to nejen z hlediska šetření přírodních zdrojů a životního prostředí, tak i z důvodů ekonomických, neboť ho lze využít jako alternativního zdroje energie (výroba bioplynu v bioplynových stanicích) a kompostárnách. Po zkušenostech v jiných zemích například v Německu či Nizozemsku se ukazuje, že odpadové hospodářství má budoucnost, neboť kromě výše uvedených výhod poskytuje velké množství nových pracovních míst a to zejména na venkově, který se u nás potýká s nezaměstnaností a v důsledku toho i neustálým úbytkem obyvatel.

Po prostudování dostupných údajů platných pro rok 2010 z databáze CeHO a z Biom.cz jsem dospěl k názoru, že množství vyprodukovaného odpadu v ČR není možné z kapacitních důvodů zlikvidovat pouze ve spalovnách, nýbrž že je nutné odpad třídít a využívat ho k dalšímu zpracování v kompostárnách anebo v bioplynových stanicích, aby došlo ke snížení odpadů ukládaných na skládky. Tímto bude plněna Směrnice Rady 1999/31/ES o skládkách odpadů.

Například Jan Malat'ák uvádí, že je výhodnější využívat bioodpady v BS anebo je kompostovat, než je likvidovat ve spalovnách. Uvádí, že kompostování je daleko ekonomicky výhodnější, než spálení bioodpadu ve spalovnách komunálního odpadu. Náklady na spálení jedné tuny bioodpadu byly v roce 1999 v rozmezí mezi 700 až 1900 Kč, oproti tomu náklady na kompostování byly jen mezi 150 až 350 Kč za tunu. [4]

Kompostárny v ČR zatím využívají z bioodpadů především odpady z údržby zeleně a čistírenské kaly, jak uvádí Antonín Slejška. Odděleně sbíraného bioodpadu vzniká v České republice zanedbatelné množství. Tento stav by se však pravděpodobně v dohledné době měl změnit v důsledku sílícího tlaku legislativy a lepšího využívání bioodpadů. Ovlivňovat ho také budou dotace z fondů EU, dále pak garantované výhodné výkupní ceny bioplynu, jako zdroje elektrické energie a samozřejmě také růst cen za skládkování. [36]

Hlavním důvodem zpracovávání bioodpadu je předcházet vzniku negativních jevů, které vznikají při ukládání biologicky rozložitelných odpadů na skládky. [23], tak jak uvádí J. Ylijoki ve své studii. Při skládkování nezpracovaného odpadu,

dochází ke vzniku skleníkových plynů, zejména metanu a oxidu uhličitého. Tyto plyny způsobují skleníkový efekt a také vedou k průsaku nebezpečných látek do podzemních a nadzemních vod. Z tohoto důvodu EU vytvořila legislativu, podle které se má postupně snižovat množství biologicky rozložitelných odpadů ukládaných na skládky. V důsledku toho by mělo dojít ke snížení účinků těchto jevů, které negativně působí na životní prostředí. [31]

Rovněž Zdeňka Kotoulová s Jaroslavem Váňou ve své práci uvádějí, že bioodpady mohou mít pozitivní i negativní účinky na životní prostředí. Negativním jevem je vznik skleníkových plynů při skládkování, které přispívají k oteplování klimatu. Naopak k výhodám patří možné energetické využití bioodpadu, kdy pomocí anaerobní digesce dochází k vytvoření bioplynu, který je možné dále energeticky využít anebo kompostování, při kterém vzniká kompost, který se využívá jako organické hnojivo. [18]

Jak jsem v předchozí části uvedl, takto nově vytvořená legislativa EU má výše uvedené negativní účinky omezit. Tato legislativa je pro ČR závazná, jelikož se ČR při vstupu do EU zavázala, že bude plnit povinnosti řádného členství a z tohoto důvodu se tedy musí řídit i platnou legislativou, kterou EU vydává. Postupné snižování podílu BRO a BRKO, které je ukládáno na skládkách, je povinností odpadové politiky. [23]

Výsledkem je Směrnice Rady 1999/31/ES. Tato směrnice předepisuje nutnost snížit množství biologicky rozložitelného odpadu, které je ukládáno na skládky a to na 75% celkové hmotnosti, uložené v roce 1995 do roku 2010. Dále na 50% do roku 2013 a 35% do roku 2020. Nakládání s bioodpady ovlivnil také vznik Kjótského protokolu o změnách klimatu, jelikož popisuje způsob obchodování s emisními povolenkami na skleníkové plyny.

Neplnění a nedodržování nařízení, které je uvedené v předchozím odstavci, může vést k pokutám a sankcím ze strany EU. ČR se snaží takovým dopadům předejít, a proto provádí průzkum, jestli množství bioodpadů na skládkách narůstá či ubývá. Bohužel průzkum ukázal, že množství odpadů ukládaných na skládky stále narůstá. Z tohoto důvodu je možné, že bude v ČR zaveden povinný sběr a zpracování některého komunálního odpadu a bioodpadu. Aby došlo k poklesu ukládání bioodpadů na skládky, je nutný jejich oddělený sběr a následné zpracování. [36]

## 10. Závěr

Při vytváření této bakalářské práce, zjišťování dostupných informací a výpočtech jsem dospěl k názoru, že sběr a třídění bioodpadu a jeho následné využívání kompostováním nebo v bioplynových stanicích má budoucnost, neboť nejen šetří životní prostředí, (snižuje vznik skleníkových plynů) ale je i výhodné z ekonomického hlediska (výroba kompostu, elektrické energie, tepla a v návaznosti s tím i vytváření nových pracovních míst).

Z uvedených výpočtů v tabulkách jsem zjistil, že množství vyprodukovaného BRKO se nesnižuje, naopak v roce 2009 bylo nejvyšší za sledované období od roku 1999. Nejvíce se vyprodukovalo směsného komunálního odpadu. Aby byla splněna Směrnice Rady 1999/31/ES, která nařizuje snížení množství ukládaného odpadu na skládky, je třeba zpracovávat biologicky rozložitelný odpad kompostováním, spalováním a v bioplynových stanicích. K tomu napomůže sběr a třídění odpadu.

Z tohoto důvodu je třeba zvýšit informovanost o výhodách sběru a třídění bioodpadu především mezi obyvatelstvem, neboť třídění a svoz bioodpadu v organizacích je celkem na dobré úrovni.

## Seznam použité literatury a informačních zdrojů

- [1] **Zákon č.185/2001 Sb.** o odpadech a o změně některých dalších zákonů. Sbírka zákonů České republiky, online:  
<http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?zdroj=sb01185&cd=76&typ=r,cit.21.11.2010>.
- [2] **Benešová L., Hnat'uková P. & Doležalová M.**, 2008: Vymezení pojmů souvisejících s odpadovým hospodářstvím v obcích. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Ústav pro životní prostředí, online:  
<http://www.komunalniodpad.eu/?str=pojmy>, cit. 21. 12. 2010.
- [3] **Ekodomov**, 2007: Co je bioodpad. online:  
[http://www.ekodomov.cz/index.php?id=co\\_je\\_bioodpad](http://www.ekodomov.cz/index.php?id=co_je_bioodpad), cit. 28. 11. 2010.
- [4] **Malat'ák J. & Vaculík P.**, 2008: Technologická zařízení staveb odpadového hospodářství Zpracování biologicky rozložitelných odpadů. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha: 180s.
- [5] **Altmann V.**, 2010: Nakládání s biologicky rozložitelnými odpady. online:  
<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/nakladani-s-biologicky-rozlozitelnymi-odpady>, cit. 5. 3. 2011.
- [6] **Habart J. & Popelková J.**, 2004: Využívání bioodpadů z domácností, ze zahrad, z údržby zeleně. Hnutí DUHA Olomouc ve spolupráci s CZ Biom, Olomouc: 36s.
- [7] **MŽP**, 2011: Informační systém odpadového hospodářství (ISOH). online:  
<http://isoh.cenia.cz/groupisoh/>, cit. 28. 3. 2011.
- [8] **Váňa J.**, 2008: Technologické možnosti využití bioodpadů. In: Nakládání s bioodpady v legislativě a praxi. Ekomonitor Chrudim, Chrudim: 88s.
- [9] **Filip J.**, 2002: Odpadové hospodářství. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno: 116s.
- [10] **Juchelková D.**, 2000: Likvidace a využití odpadů. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Ostrava: 76s.
- [11] **Koudelová K., Jodlovská J., Šarapatka B.**, 1999: Odpady. Univerzita Palackého, Olomouc: 186s.

- [12] **Kostkan V., Laciná J., Mazalová M., Hekera P., Voženílek V. & Heisig J.**, 2010: Struktura směsného komunálního odpadu v různých typech zástavby v olomoucké aglomeraci. Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Olomouc.
- [13] **Beňo Z., Boráň J., Houdková L., Peček J. & Sponar J.**, 2008: Nakládání s kuchyňským odpadem. Ústav procesního a ekologického inženýrství, Vysoké učení technické v Brně, Brno.
- [14] **Zemánek P., Burg P., Kollárova M., Marešová K. & Plíva P.**, 2010: Biologicky rozložitelné odpady a kompostování. VÚZT, v.v.i., Praha: 113s.
- [15] **CeHO**, 2009: Úvod. online: <http://www.ceho.cz/index.php?id=379>, cit. 15.2. 2011.
- [16] **Sběrné dvory**, 2011: Sběrné dvory. Pražské služby a.s., Praha, online: <http://www.psas.cz/index.cfm/sluzby-obcanum/sberne-dvory/>, cit. 12. 2. 2011.
- [17] **Vedralová A.**, 2005: Pilotní projekt sběru bioodpadu v Praze. Odpadové fórum 1: 41-43.
- [18] **Kotoulová Z. & Váňa J.**, 2001: Příručka pro nakládání s komunálním bioodpadem. MŽP ve spolupráci s českým ekologickým ústavem, Praha: 70s.
- [19] **Pod Řípem**, 2010: Uliční smetky. online: <http://podripem.cz/mobil/>, cit. 27.1. 2011.
- [20] **Hora I.**, 2005: Zpracování rostlinných olejů. online: <http://www.horaoil.cz/zpracovani-rostlinnych-oleju.html>, cit. 13. 2. 2011.
- [21] **Mužík O. & Souček J.**, 2010: Možnosti využití odpadního dřeva po řezu vinic formou výroby topných briket. online: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznosti-vyuziti-odpadniho-dreva-po-rezu-vinic-formou-vyroby-topnych-briket>, cit. 22.2 2011.
- [22] **Vedralová A.**, 2005: Zkušební provoz kompostárny Malešice. Odpadové fórum 7- 8: 55.
- [23] **ESKO-T s.r.o.**, 2008: Bioodpad v regionu svazku obcí „skládky TKO“. online: <http://www.esko-t.cz/files/contents/letak-bioodpady.pdf>, cit. 8. 2. 2011.
- [24] **EnviWeb**, 2010: Co je to bioplynová stanice?. online: [http://www.enviweb.cz/page/co\\_je\\_to\\_bioplynka](http://www.enviweb.cz/page/co_je_to_bioplynka), cit. 12. 2. 2011.

- [25] **Bačík O.**, 2008: Bioplynové stanice: technologie celonárodního významu. online: <http://www.biom.cz/cz/odborne-clanky/bioplynove-stanice-technologie-celonarodniho-vyznamu>, cit. 10. 12. 2010.
- [26] **Zevo, spol. s.r.o.**, 2007: Bioplynová stanice Velký Karlov, online: <http://www.zevo-jevisovice.cz/index.php?menu=bioplynova-stanice>, cit. 17.2. 2011.
- [27] **Gerhard Bergs C.**, 2005: Separate Collection of organic waste – how does it work in Germany?. BMU, Bonn: 12s.
- [28] **Bench M. L., Woodard R., Harder M. K. & Stantzios N.**, 2005: Waste minimisation: Home digestion trials of biodegradable waste. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com), online: <http://www.sciencedirect.com/science>, cit. 29.3. 2011.
- [29] **Kutil A.**, 2001: Ekonomické podmínky využívání energetické biomasy. online: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/ekonomicke-podminky-vyuzivani-energeticke-biomasy>, cit. 20. 3. 2011.
- [30] **Habart J., Hrčka M., Humplík M. & Marešová K.**, 2009: Příprava a výstavba kompostáren využívajících biologicky rozložitelné odpady z domácností a údržby zeleně. Státní fond životního prostředí, Praha: 20s.
- [31] **Ylijoki J. L., Syrjä J. J., & Wahlström M.**, 2004: Biodegradability testing of the municipal solid waste reject. Nordic Innovation Centre, Oslo: 23s.
- [32] **Environment and heritage service**, 2003: Biodegradable Waste Strategy for Northern Ireland. Department of the Environment for Northern Ireland: 81s.
- [33] **National Strategy for Biodegradable Waste**, 2004: National Strategy on Biodegradable Waste. Department of the environment, Heritage and local government Ireland: 45s.
- [34] **Garg V. K. & Gupta R.**, 2009: Vermicomposting of Agro-Industrial Processing Waste. online: <http://www.springerlink.com/content/k2pp62w550615429>, cit. 28. 2. 2011.
- [35] **Fehr M.**, 2007: Measuring the environmental impact of waste flow management in Brazilian apartment buildings. online: <http://www.springerlink.com/content/1270112505056586/>, cit. 1. 4. 2011.



- [36] **Slejška A.**, 2004: Možnosti snižování množství skládkovaných BRKO. online: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznosti-snizovani-mnozstvi-skladkovanych-brko>, cit. 20. 3. 2011.
- [37] **Sladký V.**, 2002: Úpravy kotlů pro spalování biopaliv. online: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/upravy-kotlu-pro-spalovani-biopaliv>, cit. 15. 3. 2011.
- [38] **SAKO Brno**, 2010: Technologický proces. online: <http://www.sako.cz>, cit. 23. 3. 2011.
- [39] **CeHO**, 2009: Metodický návod o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady podle stávajících právních předpisů. online: [http://www.ceho.cz/fileadmin/user\\_upload/CeHO/kaly/Metodicky\\_navod\\_BRO.pdf](http://www.ceho.cz/fileadmin/user_upload/CeHO/kaly/Metodicky_navod_BRO.pdf), cit. 15. 2. 2011.
- [40] **Věda a technika**, 2008: Metan - skleníkový plyn, o kterém se příliš nemluví. online: <http://veda-technika.blogspot.com/2008/03/metan-sklenikovy-plyn-o-kterem-se.html>, cit. 10. 3. 2011.
- [41] **Kayhanian M.**, 2004: Biodegradability of the organic fraction of municipal solid waste in a high-solids anaerobic digester. online: <http://www.sciencedirect.com/>, cit. 15. 3. 2011.
- [42] **Williams I. D. & Kelly J.**, 2002: Green waste collection and the public's recycling behaviour in the Borough of Wyre, England. online: <http://www.sciencedirect.com/>, cit. 12. 3. 2011.
- [43] **García A. J., Esteban M. B., Márquez M. C. & Ramos P.**, 2005: Biodegradable municipal solid waste Characterization and potential use as animal feedstuffs. online: <http://www.sciencedirect.com/>, cit. 15. 3. 2011.
- [44] **Jongepier J. W.**, 2010: Žížaly nám zpracují biomasu. Bílé Karpaty 1/10: 19.
- [45] **ZERA**, 2011: Databáze kompostáren. online: <http://www.zeraagency.eu/kompostarny/public/>, cit. 28. 3. 2011.
- [46] **Bartáčková L.**, 2010: Atlas zařízení pro nakládání s odpady. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce, Praha: 100s.

[47] **CeHO**, 2010: Přehled zařízení zpracovávajících biologicky rozložitelné odpady. online: [http://www.ceho.cz/fileadmin/user\\_upload/CeHO/BRO/index.html](http://www.ceho.cz/fileadmin/user_upload/CeHO/BRO/index.html), cit. 25.3. 2011.

[48] **Biom**, 2009: Mapa bioplynových stanic. online: <http://biom.cz/cz/produkty-a-sluzby/bioplynovy-stanice>, cit. 16. 3. 2011.

[49] **MZP**, 2011: Oblast biologicky rozložitelných odpadů. online: [http://mzp.cz/cz/oblast\\_rozlozitelne\\_odpady](http://mzp.cz/cz/oblast_rozlozitelne_odpady), cit. 24. 3. 2011.

## **Seznam zkratek**

<b>BRO</b>	Biologicky rozložitelný odpad
<b>BRKO</b>	Biologicky rozložitelný komunální odpad
<b>MŽP</b>	Ministerstvo životního prostředí
<b>BS</b>	Bioplynová stanice
<b>ES</b>	Evropská směrnice
<b>EU</b>	Evropská Unie
<b>ČR</b>	Česká republika
<b>AD</b>	Anaerobní digesce
<b>ČOV</b>	Čištění odpadních vod
<b>TKO</b>	Tuhý komunální odpad

## **Seznam tabulek**

Tabulka č. 1: Kategorizace BRKO

Tabulka č. 2: Kategorizace BRKO

Tabulka č. 3: Kategorizace BRKO

Tabulka č. 4: Způsoby kompostování

Tabulka č. 5: Metody spalování

Tabulka č. 6: Produkce BRO v tunách v období od roku 1999 až do 2009

Tabulka č. 7: Graf produkce odpadů

Tabulka č. 8: Produkce kompostáren

Tabulka č. 9: Spalovny odpadů

Tabulka č. 10: Výkon BS

## **Seznam obrázků**

Obrázek č. 1: Mapa kompostovacích zařízení

Obrázek č. 2: Mapa komunálních bioplynových stanic

Obrázek č. 3: Mapa spaloven

## **Obsah příloh**

**Příloha č. 1:** Kompostování na volné ploše

**Příloha č. 2:** Schéma kompostovací linky

**Příloha č. 3:** Oblouková hala pro ukládání kompostu

**Příloha č. 4:** Sítování zralého kompostu - Centrální kompostárna Brno

**Příloha č. 5:** Kompostování v hromadách

**Příloha č. 6:** Vermikompostér

**Příloha č. 7:** Zahradní kompostér

**Příloha č. 8:** Schéma bioplynové stanice

**Příloha č. 9:** Fermentační stanice

**Příloha č. 10:** Reaktor bioplynové stanice

**Příloha č. 11:** Sběrná nádoba na BRKO

**Příloha č. 12:** Ústřední čistírna odpadních vod Praha 6

**Příloha č. 13:** Dřevní štěpka

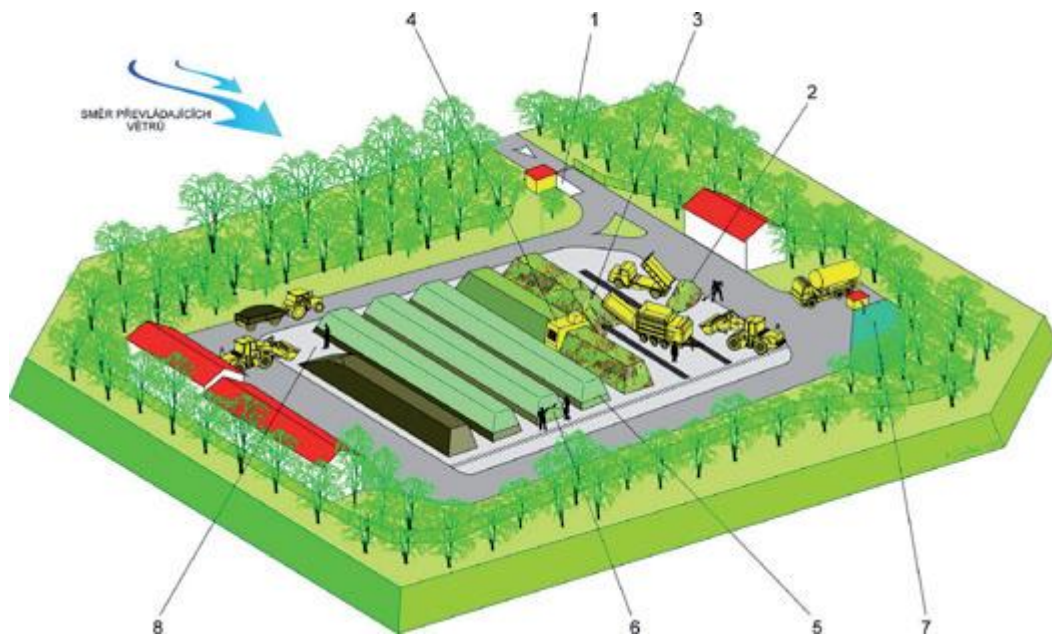
**Příloha č. 14:** Spalovna Malešice

**Příloha č. 15:** Spalovna SAKO Brno

**Příloha č. 16:** Manipulační zařízení na odpad

## Přílohy:

### Příloha č. 1: Kompostování na volné ploše

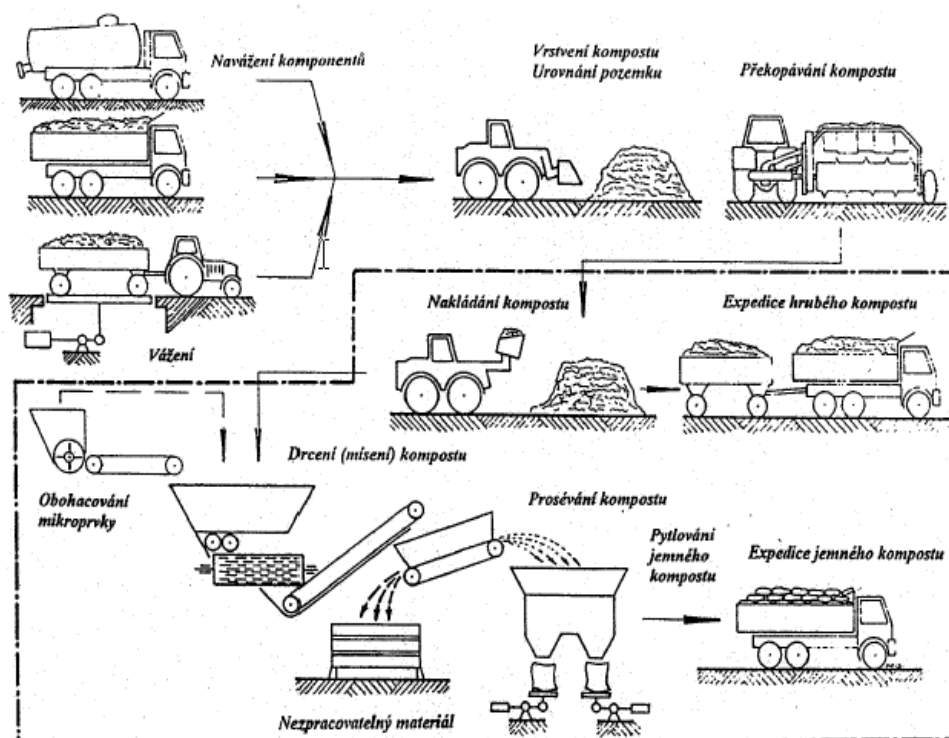


#### Kompostování na volné ploše

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| 1) Evidence surovin - mostová váha | 5) Zrání kompostu v přikryté hromadě   |
| 2) Příjem surovin                  | 6) Monitorování kompostovacího procesu |
| 3) Zakládání do pásových hromad    | 7) Jímka zapuštěná do terénu           |
| 4) Překopání kompostu              | 8) Expedice hotového kompostu          |

Zdroj: <http://www.esko-t.cz/files/contents/letak-bioodpady.pdf>, cit. 12. 3. 2011.

## Příloha č. 2: Schéma kompostovací linky



Zdroj: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kompostovani-zbytkove-biomasy>, cit. 13. 3. 2011.

## Příloha č. 3: Oblouková hala pro ukládání kompostu



Zdroj: <http://www.logismarket.cz/modular-hallensysteme/obloukove-haly-pro-ukladani-kompostu/1560153955-947644702-p.html>, cit. 23. 3. 2011.

**Příloha č. 4: Sítování zralého kompostu - Centrální kompostárna Brno**



Zdroj: <http://www.envic-sdruzeni.cz/opzp/opzp-aktuality/biologicky-rozlozitelne-odpady-dotace-z-operacniho-programu-zivotni-prostredi.htm>, cit. 20. 3. 2011.

**Příloha č. 5:** Kompostování v hromadách - kompostárna Slavkov u Brna



Zdroj: <http://www.envic-sdruzeni.cz/opzp/opzp-aktuality/biologicky-rozlozitelne-odpady-dotace-z-operacniho-programu-zivotni-prostredi.htm>, cit. 21. 3. 2011.

**Příloha č. 6:** Vermikompostér



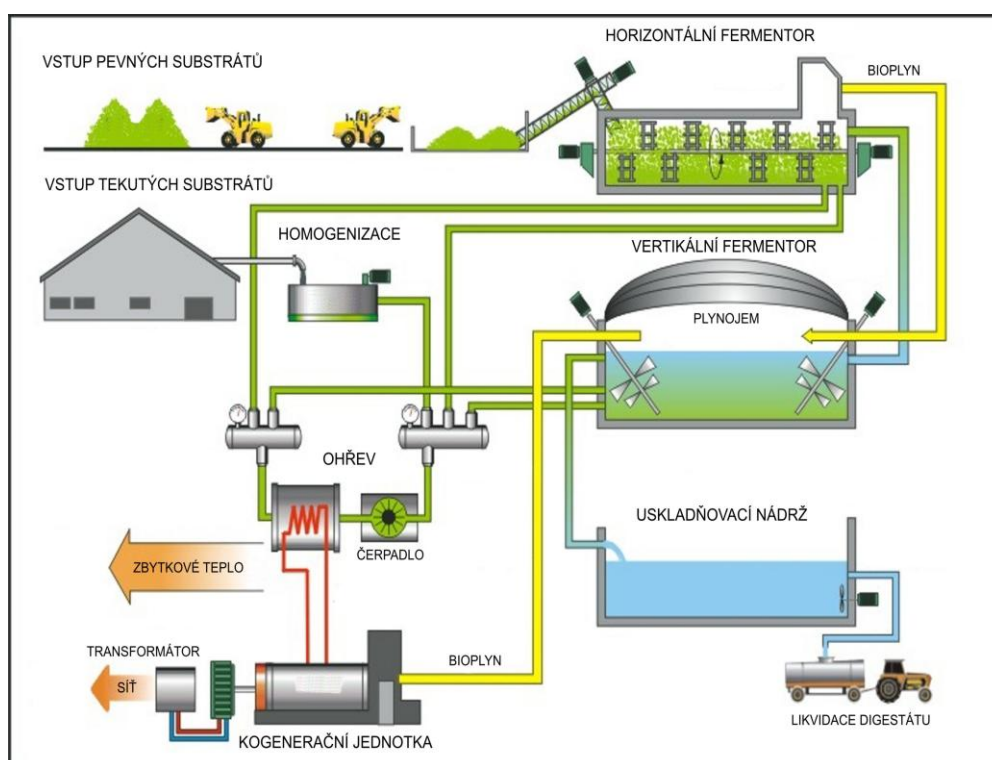
Zdroj: [http://www.envimarket.cz/?env=zbozi\\_\\_cdb/Vermikomposter\\_Worm\\_Factory\\_a\\_NASADA\\_ZIZAL.html](http://www.envimarket.cz/?env=zbozi__cdb/Vermikomposter_Worm_Factory_a_NASADA_ZIZAL.html), cit. 21. 3. 2011.

## Příloha č. 7: Zahradní kompostér



Zdroj: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/pilotni-projekty-oddeleno-sberu-biologicky-rozlozitelneho-komunalniho-odpadu-ve-meste-olomouci>, cit. 22. 3. 2011.

## Příloha č. 8: Schéma bioplynové stanice



Zdroj: <http://www.agromont.cz/cs/11/section-40/energetika-bioplynove-stance.htm>, cit. 22. 3. 2011.



**Příloha č. 9: Fermentační stanice**



Zdroj: <http://www.vodovody-vm.cz/fermentace.php>, cit. 24. 3. 2011.

**Příloha č. 10: Reaktor bioplynové stanice**



Zdroj: <http://www.esko-t.cz/files/contents/letak-bioodpady.pdf>, cit. 25. 3. 2011.

**Příloha č. 11: Sběrná nádoba na BRKO**



Zdroj: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/nakladani-s-biologicky-rozlozitelnymi-odpady>, cit. 25. 3. 2011.

**Příloha č. 12: Ústřední čistírna odpadních vod Praha 6**



Zdroj:[http://www.fs.cvut.cz/cz/U218/pedagog/predmety/5rocnik/tov/exkurse/ucov\\_paha.htm](http://www.fs.cvut.cz/cz/U218/pedagog/predmety/5rocnik/tov/exkurse/ucov_paha.htm), cit 30. 3. 2011.

**Příloha č. 13: Dřevní štěpka**



Zdroj: [http://www.energie21.cz/files/image/energie21.cz/3-biomasa\\_750x535.jpg](http://www.energie21.cz/files/image/energie21.cz/3-biomasa_750x535.jpg),  
cit. 30. 3. 2011.

**Příloha č. 14: Spalovna Malešice**



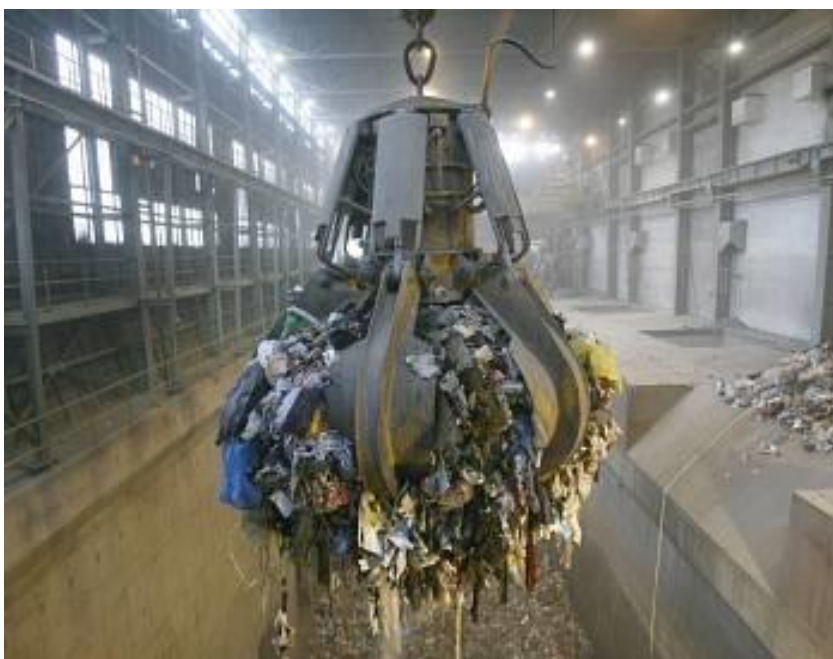
Zdroj: <http://foto.mapy.cz/13814-Spalovna-Malesice>, cit. 4. 4. 2011.

**Příloha č. 15: Spalovna SAKO Brno**



Zdroj: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:SAKO\\_Brno.JPG](http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:SAKO_Brno.JPG), cit 4. 4. 2011.

**Příloha č. 16: Manipulační zařízení na odpad**



Zdroj: [http://havirovsky.denik.cz/zpravy\\_region/20090116spalovna\\_karvina.html](http://havirovsky.denik.cz/zpravy_region/20090116spalovna_karvina.html), cit 4. 4. 2011.