

Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta
Ústav životního prostředí

Studijní program: Ekologie a ochrana prostředí
Studijní obor: Ochrana a tvorba životního prostředí



Milada Karasová

Hodnocení kvality bioodpadu
Quality assessment of biowaste

Bakalářská práce

Praha 2012

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Libuše Benešová, CSc.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Hodnocení kvality bioodpadu vypracovala samostatně pod vedením Ing. Libuše Benešové CSc. a uvedla jsem veškeré použité podklady a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

Přiložená tištěná verze bakalářské práce je totožná s elektronickou verzí vloženou do SIS.

V Praze dne: 20.8. 2012

Podpis:

Poděkování:

Tímto bych ráda poděkovala paní Ing. Libuši Benešové CSc. za pomoc při výběru tématu, cenné rady a vstřícnost při tvorbě této práce.

Abstrakt:

V poslední době vzrostl zájem o správné a šetrné nakládání s odpadem. To se týká též bioodpadu, který, ač přírodního původu, je neustále z části ukládán na skládky, kde při jeho rozkladu dochází k uvolňování skleníkových plynů a tím i k zatěžování životního prostředí.

Tato práce se zabývá množstvím a kvalitou produkovaného bioodpadu a nakládáním s ním. Zároveň prezentuje i současné technologie a pilotní projekty, jež mohou být inspirací do budoucna.

Klíčová slova: bioodpad, množství bioodpadu, nakládání s bioodpadem

Abstract:

Biowaste has recently been the main problem of waste management. The problem lies in biowaste landfill. During its decomposition leads to air pollution and potentially are at risk ground water.

This work deals with the quantity and quality of the produced biowaste and biowaste management.

Contemporary technologies and pilot projects are also presented.

Keys words: biowaste, quantity of biowaste, biowaste treatment

Obsah:

Úvod	7
Cíl práce	7
1. Pojmy a definice	8
2. Legislativa a právní předpisy	10
2.1. Legislativa a právní předpisy v České republice	10
2.2. Legislativa a právní předpisy v Evropské Unii	11
3. Produkce bioodpadů	12
3.1. Produkce bioodpadů v České republice	12
3.2. Další odpady spadající do BRO	17
3.4. Produkce bioodpadů v Evropské Unii	19
3.5. Projekty ze zahraničí	22
3.5.1. Itálie	22
3.5.2. Španělsko	23
4. Nakládání s bioodpadem	24
5. Technologie zpracování bioodpadu	29
5.1. Aerobní technologie	29
5.1.1. Kompostování	29
5.1.2. Technologie Bricolare	29
5.2. Anaerobní technologie	30
5.3. Technologie mechanicko-biologické úpravy	31
5.4. Termická technologie	33
5.5. Termochemické technologie	33
5.6. Kvasné technologie	34
6. Závěr	35

7. Přílohy	36
7.1. Pilotní projekty nakládání s bioodpadem v České republice.....	36
7.2. Obrazová příloha	42
8. Použitá literatura	44

Úvod

Biologicky rozložitelné odpady jsou objemově a hmotnostně významnou skupinou odpadů. V současné době tvoří až 40 % směsného komunálního odpadu. Při uložení na skládky a jeho smícháním s ostatními druhy odpadů ohrožuje složky životního prostředí skleníkovými plyny a škodlivými průsaky. V případě nesprávného nakládání, působí ekologickou a ekonomickou zátěž obcím a občanům. To jsou důvody pro hledání nových a šetrnějších metod při nakládání s tímto odpadem.

Díky Směrnici Rady EU 1999/31/ES, která ukládá členským státům omezit a v daném časovém horizontu procentuálně snížit množství biodegradabilního odpadu ukládaného na skládky, dojde k určitým změnám i v naší legislativě, týkající se odpadů. Legislativním prostředkem pro snižování množství skládkovaného biodegradabilního odpadu se stává Zákon o odpadech a jeho prováděcí předpis - Vyhláška ministerstva životního prostředí č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a o změně vyhlášky č. 383/2001Sb, o podrobnostech nakládání s odpady.

Cíle pro biologicky rozložitelný komunální odpad v Plánu odpadového hospodářství České republiky (nařízení vlády č. 197/2003 Sb.) jsou takové: v roce 2010 podíl této složky ukládané na skládky měl činit nejvíce 75 % hmotnostních, v roce 2013 bude činit nejvíce 50 % hmotnostních a v roce 2020 nejvíce 35 % hmotnostních z celkového množství BRKO vzniklého v roce 1995.

Cíl práce

Cílem práce je zhodnotit rozdíl v kvalitě bioodpadu odděleně sbíraného a odstraňovaného ve směsi s odpadem komunálním, zhodnotit množství bioodpadu, vyprodukované v ČR, plnění cílů Plánů odpadového hospodářství a možnosti, jak recyklovat odděleně sbíraný bioodpad formou kompostování nebo anaerobní digesce.

Práce se také zabývá výhodami odděleného sběru bioodpadu a výhodami systémového přístupu k němu. Je vedena formou podrobné a kritické literární rešerše.

1. Pojmy a definice

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.

Komunální odpad (dále jen KO) - 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.

Biologicky rozložitelný odpad (dále jen BRO) - jakýkoli odpad, který podléhá aerobnímu nebo anaerobnímu rozkladu.

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.

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.

Skládka - zařízení zřízené v souladu se zvláštním právním předpisem (§ 21 Zvláštní ustanovení pro skládkování odpadů) 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 podle písmene h).

Komunitní kompostování - systém sběru a shromažďování rostlinných zbytků z údržby zeleně a zahrad na území obce, jejich úprava a následné zpracování na zelený kompost.

Zelený kompost - substrát vzniklý kompostováním rostlinných zbytků.

Recyklace odpadů - 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.

Odstranění odpadů - činnost, která není využitím odpadů, a to i v případě, že tato činnost má jako druhotný důsledek znovuzískání látek nebo energie; v příloze č. 4 k tomuto zákonu je uveden příkladný výčet způsobů odstranění odpadů.

Zpracování odpadů - využití nebo odstranění odpadů zahrnující i přípravu před využitím nebo odstraněním odpadů. (zákon č. 185/2001 Sb.)

2. Legislativa a právní předpisy

2.1. Legislativa a právní předpisy v České republice

Praxe v ČR po vstupu do EU nespĺňuje podmínky s tříděním a recyklací komunálního odpadu. Nařzení vlády 197/2003 Sb. o Plánu odpadového hospodářství ČR a krajů ČR podporují vznik kompostáren jako nosného řešení materiálového zpracování bioodpadu. Legislativní rámec není pro řešení bioodpadu v rámci odpadového hospodářství dořešen. (<http://www.zeraagency.eu>)

Přehled platné právní úpravy:

Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech

Zákon č. 156/1998Sb. o hnojivech

Vyhláška č. 341/2008 Sb. o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady

Vyhláška č. 381/2001 Sb. Katalog odpadů

Vyhláška č. 383/2001 Sb. o podrobnostech nakládání s odpady

Nařzení vlády č. 197/2003 Sb. o plánu odpadového hospodářství ČR

Přehled platných norem:

ČSN 83 8001 Názvosloví odpadů

ČSN 83 8030 Skládkování odpadů – Základní podmínky pro navrhování a výstavbu

ČSN 83 8032 Skládkování odpadů – Těsnění skládek

ČSN 83 8033 Skládkování odpadů – Nakládání s průsakovými vodami

ČSN 83 8034 Skládkování odpadů – Odplynění skládek

ČSN 46 5735 Průmyslové komposty

ČSN 77 0052 Obaly a obalové odpady

ČSN EN 13432 Obaly – Požadavky na obaly využitelné ke kompostování a biodegradaci

(<http://www.mzp.cz>)

Plán odpadového hospodářství ČR – z nařzení vlády č. 197/2003Sb. vyplývá závazek:

- Snížení měrné produkce odpadů nezávisle na ekonomickém růstu

- Snížení odpadů na skládce o 20% do roku 2010 oproti roku 2000
- Snížení produkce BRKO – na 35% v časovém období 2003 - 2013
(Hejátková, 2009)

Od roku 2002 dochází ke snížení produkce BRO, nicméně se zvyšuje jeho podíl ukládaný na skládky.

Ze základního právního předpisu 185/2001 Sb., vyplývá, že je upřednostňováno využití bioodpadu před jeho odstraněním. (Kuraš, 2008)

2.2. Legislativa a právní předpisy v Evropské Unii

Směrnice č. 1999/31/ES o skládkách odpadu (<http://www.mzp.cz>)

Nové nařízení 142/2011/ES s účinností od 4. 3. 2011 shrnuje do jednoho celku prováděcí předpisy k rámcovému nařízení 1069/2009/ES. Nařízením 142/2011/ES kvůli přehlednosti a srozumitelnosti zrušuje a nahrazuje následující předpisy, kterými se provádělo nařízení 1774/2002 a shrnuje je do jednoho celku. (<http://www.bezpecnostpotravin.cz>)

Dle směrnice č. 1999/31/ES o skládkách odpadu je povinností omezit ukládání BRO z komunálního odpadu 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%.

Do roku 2010 platila Rámcová směrnice 75/442/EHS pro sjednocení pojmosloví a principu integrované ochrany životního prostředí, jež byla přijata roku 1975 a která nyní neodpovídá současným potřebám.

V roce 2008 byla přijata Evropským parlamentem a Radou nová směrnice o odpadech 98/2008/ES o recyklaci a hospodárnosti s využíváním zdrojů, která zahrnovala tříděný sběr. (<http://www.mzp.cz>)

Tematická strategie KOM (2005) 666 stanovuje kritéria pro využitelnost a výrobní normy pro druhotné suroviny, jakou je kompost a jeho možnost využití na trhu.

Tematická strategie pro ochranu půdy KOM (2006) 231, podle které by mělo dojít k revizi Směrnice 86/278/EEC, o využití čistírenských kalů. (Kuraš, 2008)

3. Produkce bioodpadů

3.1. Produkce bioodpadů v České republice

Dopad biologicky rozložitelných komunálních odpadů (dále jen BRKO) na životní prostředí je značně negativní, jelikož při jejich rozkladu dochází k produkci skleníkových plynů a kyselých výluhů do hydrologického cyklu. Případně může dojít k ohrožení zdraví občanů díky patogenním organismům.

Do BRO náleží odpady, u kterých při jejich odstraňování a manipulaci s nimi, je nezbytné dodržovat z důvodu infekčnosti zvláštní požadavky. BRO obsahuje mikroorganismy, jejich toxiny a další infekční agens v takových koncentracích, že dokáží způsobit onemocnění člověka. Patří mezi ně čistírenské kaly s obsahem nebezpečných látek, veterinární bioodpady, fekálie a podestýlky z živočišné výroby, jateční odpady, kafilerní odpady, kuchyňské odpady a za určitých okolností i hnůj a kejda.

Dále se jedná o odpady zemědělské, lesnické, potravinářské, papírensko-celulózké, ze zpracování dřeva, kůží, textilního průmyslu, patří sem i biologicky rozložitelné komunální odpady (BRKO) včetně odpadů ze zeleně, dále čistírenské a vodárenské kaly a biologicky rozložitelný obalový odpad.

Stálý podíl BRKO v produkci odpadu je 10 – 15% a tvoří 30 až 40% z produkce komunálních odpadů. (<http://svt.pi.gin.cz>). Podle některých zjištění jeho nejvyšší podíl činil v roce 2006 73,4 hmotnostních% z celkové hmotnosti směsného komunálního odpadu. (<http://www.smocr.cz>)

Podle evidence je současná hodnota produkce BRKO 1,8 mil tun za rok. (<http://www.odpadovyhospodar.cz>) Dle odhadů však může být produkce až okolo 7 mil. tun BRKO ročně. (<http://biom.cz>)

To jsou důvody, proč skládkování BRO a BRKO je nutno značně omezit. (Hřebíček, 2007)

V roce 1995 vzniklo na území České republiky 3,4 mil. tun tuhých komunálních odpadů z toho 41% hmotnosti tvořilo BRO (Tabulka č. 1).

Tabulka č. 1: Produkce komunálních odpadů v roce 1995; (údaje v mil. tun)

rok: 1995	
produkce KO	3,4
z toho BRO	1,394
skládkováno	1,116

(<http://biom.cz>)

Prognóza využití BRO počítá s poměrem kompostování a spalování 2:3 (Tabulka č. 2). Avšak kompostování je limitováno nezájmem ze strany odběratelů konečného produktu - kompostu. (<http://biom.cz>)

Tabulka č. 2: Kapacity potřebné pro využívání BRO; (údaje v mil. tun)

	rok: 2013	rok: 2020
prognóza produkce tuhých komunálních odpadů	5,291	5,673
z toho BRO	3,174	3,403
na skládky je možno uložit (BRO)	0,697 (50% r. 1995)	0,488 (35% r. 1995)
jinak nutno odstranit	2,477	2915
Předpokládaný vývoj kapacit pro nakládání s odpady		
kompostování BRO (nárůst)	+ 0,458	+ 0,434

(<http://biom.cz>; podklady EKOKOM)

V Informačním systému odpadového hospodářství (ISOH) jsou každoročně soustředována data o produkci a nakládání s odpady podle § 20 zákona č. 125/1997 Sb., vyhlášek MŽP č. 337/1997 Sb. a č. 338/1997 Sb. a o zařízení pro úpravu, využívání a zneškodňování odpadů dle zákona č. 125/1997 Sb. (Tabulka č. 3). (<http://zeus.cenia.cz>)

Tabulka č. 3: Produkce TKO za rok 2009; (údaje v mil. tun)

	rok: 2009
produkce tuhých komunálních odpadů	4,6
z toho BRO	2,1
na skládky uloženo (BRO)	1,5 (71% z celkového BRO)

(<http://isoh.cenia.cz>)

Faktory, které ovlivňují produkci bioodpadů v jednotlivých regionech:

- Typ zástavby
- Druh vytápění
- Sociální návyky a životní styl

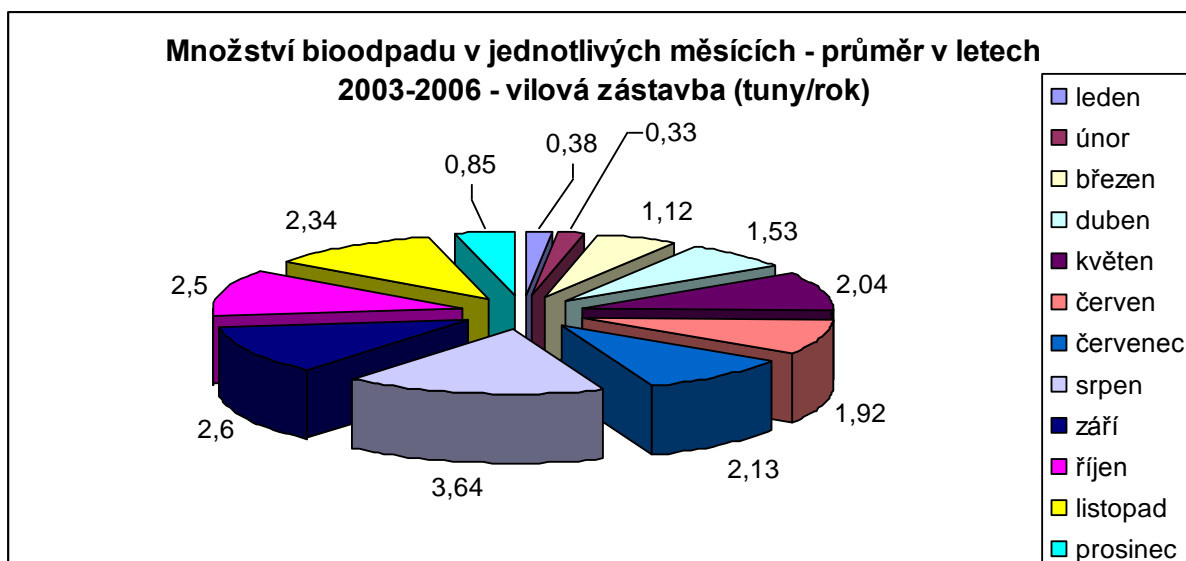
Typ zástavby

V sídlištní zástavbě lze předpokládat vyšší produkci BRKO než u zástavby vilové a to z důvodů centralizovaného zásobování teplem a nemožnosti využití odpadu v místě jeho vzniku. V případě vilové zástavby lze předpokládat lokální vytápění plynem či elektřinou a zanedbatelné vytápění tuhými palivy. Navíc se zde naskýtá možnost využití odpadu formou kompostování.

Větší množství odpadu je produkováno ve vilové zástavbě. Dominantní podíl má odpad ze zeleně na rozdíl od kuchyňského odpadu. V sídlištní zástavbě naopak značně převažuje odpad kuchyňský.

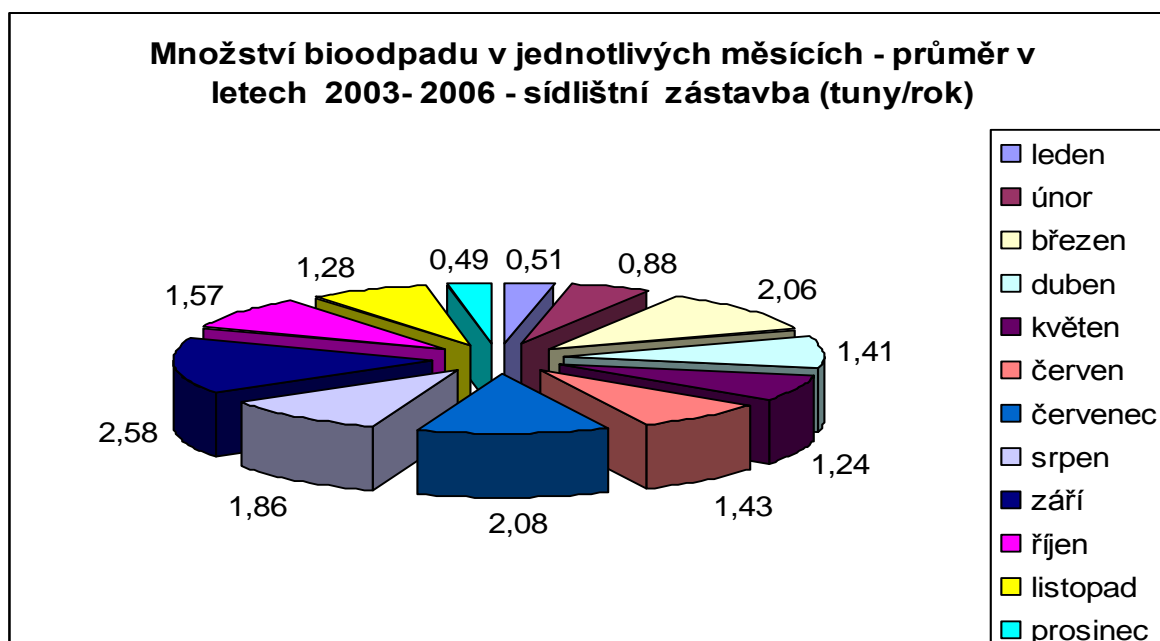
Množství produkovaného bioodpadu v závislosti na typu zástavby a průběhu roku (Graf č. 1 a Graf č. 2).

Graf č. 1: Množství bioodpadu ve vilové zástavbě



(Haghi, 2010)

Graf č. 2: Množství bioodpadu v sídlištní zástavbě



(Haghi, 2010)

Následující tabulky uvádějí data o podílu bioodpadu (Tabulka č. 4) a prognózy zastoupení bioodpadu v roce 2015 (Tabulka č. 5) v jednotlivých typech zástavby.

Tabulka č. 4: Podíl bioodpadů ve směsných komunálních odpadech z domácností

Podíl bioodpadů		
	hmotnostní %	objemová %
ČR celkově	17,6	6,7
sídlištní zástavba	19,2	6,7
smíšená zástavba	23,9	8,3
vesnice	6,4	4,4

(Benešová, 2009)

Tabulka č. 5: Vývoj zastoupení bioodpadu v daném typu zástavby v roce 2015

Vývoj zastoupení bioodpadu (v hmotnostních %)							
sídlištní zástavba				venkovská zástavba			
r. 2010	r. 2015			r. 2010	r. 2015		
2% HDP	2% HDP	5% HDP	8% HDP	2% HDP	2% HDP	5% HDP	8% HDP
17,0	16,2	15,4	14,5	24,4	22,9	26,9	30,1

Při předpokládaném meziročním růstu HDP

(Benešová, 2011)

Druh vytápění

Větší produkce BRKO je zpravidla v oblastech s centrálním vytápěním, jelikož zde nedochází ke spalování BRKO v topeništích.

Sociální návyky a životní styl obyvatel

V oblastech, kde dochází ke kompostování, je možné předpokládat nižší produkci BRKO. To je též ovlivněno sociálním zařazením obyvatel a jejich stravovacím stylem. (Benešová, 2011)

3.2. Další odpady spadající do BRO

Odpady z trvalých travních porostů

Vznikají z důvodu tvorby kulturní krajiny a produkce plodin. Frekvence sečení porostu je jeden až dvakrát za rok a odpad není využíván – mulčování.

V ČR je podíl trvalých travních porostů na zemědělské půdě 22,7%. Nejvhodnějším využitím odpadů z travních porostů je přeměna na humusové zeminy. (Kollárová, 2006)

Hřbitovní odpad

Je biologicky rozložitelný, ale nekompostovatelný z důvodu heterogenity. Při studii, která proběhla v Brně v roce 2009, celkové množství analyzovaného odpadu bylo 3107 kg. Biologicky rozložitelných bylo 77%, zbylých 23% příměsí nebylo možné kompostovat.

V tomto případě je zde možnost stabilizace hřbitovního odpadu pomocí suché fermentace, avšak ta naráží na problém spočívající v nedostatečném počtu suchých bioplynových stanic.

Biologická frakce je 100% spalitelná a z nerozložitelné je možné spálit plasty a parafín, což činí 73%. Nerozložitelné a nespalitelné jsou kovy a sklo. Tedy celkově je spalitelných 94% tohoto odpadu. Ovšem zde se naráží na další problém a tím je nízký počet spaloven v ČR. Jako řešení pro hřbitovní odpady se nabízí zavedení oddělených kontejnerů na biologicky rozložitelné a nerozložitelné odpady.

Prognóza uvádí, že snížení ukládání hřbitovního odpadu na skládky bude možné za situace, kdy se zvýší ceny za skládkování. (Stejskal, 2011)

Odpady z hromadného stravování

Nakládání s ním upravuje ES 1069/2009, vyhláška č. 341/2008 Sb. Zákaz zkrmování těchto odpadů hospodářskými zvířaty od 1. 1. 2001 platí pro zvířata, která jsou využívána jako potrava pro člověka. (Zimová, 2006)

Separace shromažďování vychází z ES 825/2004. Jsou zde definovány hygienické podmínky, které se nevztahují na soukromé domácí použití. Sběr se provádí do těsnících, řádně označených kontejnerů, které je nutné po použití vždy vyčistit a dezinfikovat. Jejich odvoz

se uskuteční vždy po naplnění nebo po pracovní směně. Je možné ho kompostovat v bioreaktorových kompostárnách.

Při nakládání s těmito odpady se uplatňuje princip předběžné opatrnosti. V ČR se vyprodukuje přibližně 1,46 kg/obyv./rok. Je zde snaha o zabránění kontaminace potravního řetězce.

Pro porovnání:

V Německu se vyprodukuje 6,52 kg/obyvatele/rok z čehož je 99% materiálově nebo energeticky využito a pouze 1% odstraněno.

V České republice je odstraněno 11,1% roční produkce dle odhadů to činí 70 000 t.

Řada původců je mimo zákonnou ohlašovací povinnost, tudíž evidence odpadů je vedena u většiny subjektů s ohlašovací povinností a u školních jídelen. (Váňa, 2011)

Vedlejší živočišné produkty (ABP – Animal By-Products)

Nakládání s bioodpady je jedním z klíčových principů zajišťování bezpečnosti potravin jak z hlediska chemických kontaminantů, tak i z hlediska šíření patogenních mikroorganismů.

Legislativa odpadů nezabezpečuje komplexní přístup, jelikož jsou špatně definovaná pravidla a ze strany EU je dána pouze rámcová směrnice.

V ČR je platné nařízení ES č. 1774/2002, které umožňuje při nakládání s některými ABP na kompostárnách a bioplynových stanicích použití národních pravidel za předpokladu dodržování požadavku na redukci patogenů. (Váňa, 2006)

3.3. Problematika bioodpadů

Ani přehled kompostovatelných odpadů, které vydalo MŽP neřeší, zda složení kompostovaného odpadu zajistí kvalitní kompost, jelikož doposud neexistují ani parametry pro daný odpad.

Základní problémy při nakládání s bioodpadem:

- Původ bioodpadů můžeme rozdělit na vytríděné (tzv. čisté), kam spadá odpad ze zeleně a kuchyňské odpady a netříděné, jejichž původ je ze směsného komunálního odpadu. Pro něj je typická vysoká znečištěnost např.: PAU, PCB, léčiva aj.

- Biologická rozložitelnost je problematickou oblastí zejména u odpadů ze zeleně, kde záleží na množství kůry. Ta obsahuje ligniny a ligninosulfáty, jež výrazně zpomalují rozklad hmoty a také obsah vody, který se mění v závislosti na ročním období a vyschnutí dřeva.
- Kontaminace těžkými kovy jako rtuť (Hg), olovo (Pb), zinek (Zn), chrom (Cr), při rozkladu způsobuje vyšší produkce metanu. Pro porovnání jsou uvedeny hodnoty těžkých kovů naměřené v kompostu z Německa a hodnoty z ČR (Tabulka č. 6).

Tabulka č. 6: Porovnání obsahů těžkých kovů v kompostech; (mg/kg sušiny)

Těžký kov	Kompost ze zelených odpadů	Kompost ze směsného komunálního odpadu	Zahradní kompost	ČR	Limitní hodnoty dle vyhlášky č. 474/2000 Sb.
zinek (Zn)	150 – 350	1 300	250	300	300
olovo (Pb)	50 – 100	400	250	100	100
chrom (Cr)	25 - 60	70	40	100	100
měď (Cu)	30 - 50	270	30	100	100
nikl (Ni)	10 - 30	50	20	50	50
kadmium (Cd)	0,1 - 1,0	4,0	0,5	2	2
rtuť (Hg)	0,1 - 0,5	2,5	0,2	1,0	1

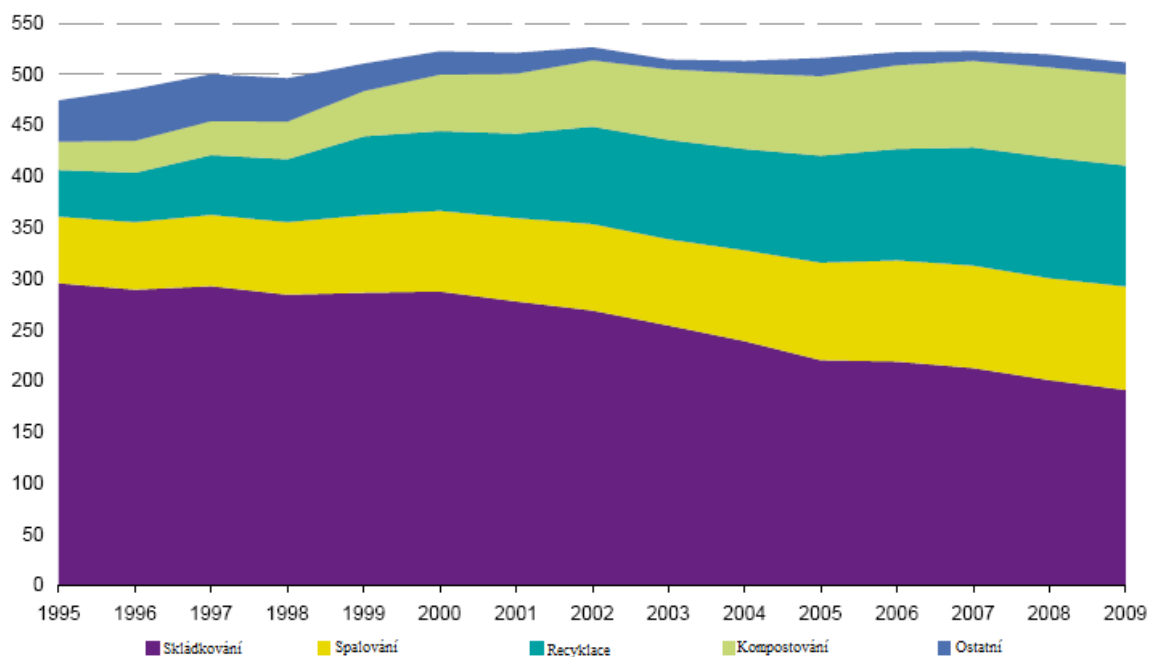
(<http://biom.cz>)

3.4. Produkce bioodpadů v Evropské Unii

Celkové množství biologického odpadu se odhaduje na 76,5 – 102 milionů tun. (<http://ec.europa.eu>)

Od roku 1995 do roku 2009 došlo v EU k trojnásobnému nárůstu kompostování komunálního odpadu na obyvatele, což činí přibližně 20%. Spalováno bylo 20% a stejně tak recyklováno. Neustále však nejvíce převažuje ukládání na skládky a to ze 40%. (Graf č. 3). Tato hodnota značí vysoké riziko pro poškození životního prostředí. (<http://epp.eurostat.ec.europa.eu>)

Graf č. 3: Nakládání s odpadem v EU v průběhu let 1995 - 2009



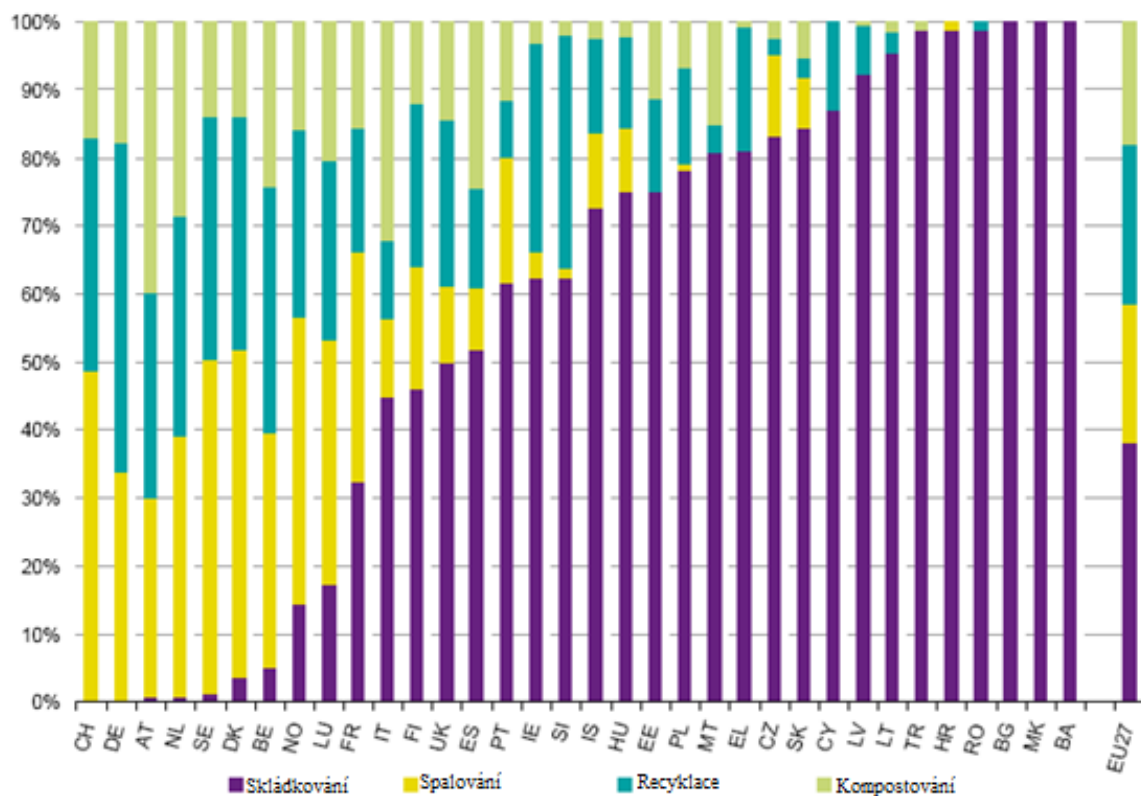
(<http://epp.eurostat.ec.europa.eu>)

Pro porovnání:

Irsko skládkuje 61%, recykluje 31%, spaluje 4% a kompostuje 4%.

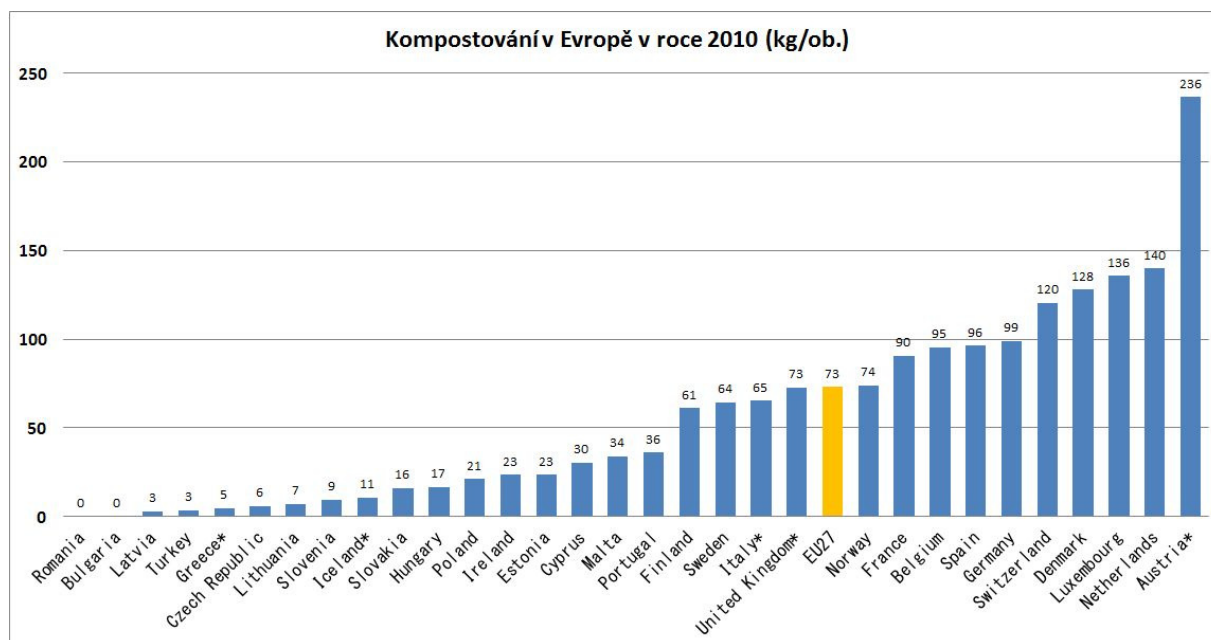
ČR skládkuje 81%, 3% recykluje, spaluje 14% a 3% kompostuje. Můžeme pozorovat diametrální rozdíl v množství recyklovaného (Graf č. 4) a kompostovaného (Graf č. 5) odpadu.

Graf č. 4: Nakládání s odpadem v EU v roce 2009



(<http://epp.eurostat.ec.europa.eu>)

Graf č. 5: Kompostování v EU



(<http://arnika.org/soubory>)

Země Evropské Unie mohou být rozděleny do tří skupin:

- ty, které ukládají na skládku méně než 35% BRKO (Dánsko, Rakousko, Nizozemí a vlámská oblast Belgie). V těchto zemích existuje vysoká podpora odděleného sběru a významný odklon od skládkování a podpora spalování, jakožto zdroje energie.
- ty, které ukládají na skládku mezi 35 % a 75 % BRKO (Francie, Finsko, Norsko, Německo a Itálie).
- ty, které ukládají na skládku více než 75 % BRKO (Španělsko, Spojené království, Irsko, Řecko a Portugalsko). (<http://biom.cz>)

3.5. Projekty ze zahraničí

3.5.1. Itálie

V Itálii byly recyklační cíle stanoveny na 25% do roku 2001 a 35% do roku 2003. V roce 1999 byl oddělený sběr bioodpadu zrušen a zachován byl pouze z významných zdrojů (jidelny apod.).

V okrese Milano východ vznikl v roce 1973 svaz odpadového hospodářství. Ten se staral o vybudovanou skládku až do roku 1994, kdy došlo k naplnění skládky. V této oblasti byl zaveden oddělený sběr biologických odpadů v roce 1993. V obci Belluscu výsledek v roce 2002 činil 82% odděleného sběru z komunálního odpadu. V obci Carugate dosáhli 63% odděleného sběru z komunálního odpadu.

Každá rodina zde dostávala kalendář svozu odpadu, 6,5 až 30 litrový kbelík, za jehož čistotu byla odpovědná a 75 až 150 biodegradabilních pytlíků na rok (dle počtu členů). Kuchyňský odpad se svážel dvakrát týdně.

Byla zde snaha o to, aby zahradní odpad zůstal v místě vzniku, proto se nesvážel, jako kuchyňský odpad. To byl důvod pro podporu kompostování. V případě, že nebyla možnost kompostovat, vyvážel se odpad na sběrný dvůr. Pro podporu domovního kompostování sloužil kompostovací manuál a školení se zahradníky. Oddělené nakládání se zahradními a kuchyňskými odpady podmiňuje zvýšení výtěžnosti bioplynu (kuchyňský odpad).

Kompost je využíván zejména v zahradnictví, kde se používá jako levnější náhrada rašeliny. (<http://biom.cz>)

3.5.2. Španělsko

V Barceloně je v provozu spalovna tuhých komunálních odpadů (dále jen TKO) s kapacitou 380 tis tun/rok. Společně s ní zde funguje i zařízení mechanicko-biologické úpravy, které nese označení Ekopark. V zařízení je zpracováváno 35 tis. tun bioodpadů získaných odděleným sběrem, ze kterých se vyrábí kompost. Ten se následně využívá v zemědělství. Roční zisk bioplynu je 14 000 000 Nm³ (normativní m³), z čehož 65% tvoří metan.

Sběr odpadů je prováděn více způsoby: pneumatickým a pomocí dvoukomorových kontejnerů. Pneumatický se dále dělí na stacionární a mobilní.

Stacionární systém pracuje na principu potrubní pošty, kde vyříděný odpad je přepravován v taškách odlišných barev pomocí vzduchu do separačního centra. Tam dochází ke třídění.

Mobilní systém je založen na hromadění odpadu v podzemním prostoru pod schránkami. Několikrát za týden jsou schránky vyváženy svozovými vozy. Nevýhodou je odpad velkých rozměrů, který způsobuje ucpání potrubí.

Dvoukomorové kontejnery jsou uvnitř rozdělené na dvě části. Větší část je určena zbytkovým odpadům a menší bioodpadům. Nevýhodou je nízká čistota sbíraných bioodpadů. Znečištění vzniká při vyprazdňování nádob.

Komunitní kompostárny fungují u většiny parků a u některých sběrných dvorů. K odkládání bioodpadu je mohou využívat i obyvatelé z okolí.

Odpadové hospodářství Barcelony se zlepšuje hlavní díky spolupráci městské rady a soukromých subjektů. (<http://biom.cz>)

4. Nakládání s bioodpadem

Dle Katalogu odpadů náleží do biologicky rozložitelného komunálního odpadu odděleně sebrané odpady papíru a lepenky, biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven, biologicky rozložitelný odpad ze zahrad a parků, dřevo, ale také rozložitelná část směsného (zbytkového) komunálního odpadu, odpadu z tržišť, objemného odpadu, odpadu oděvů a textilních materiálů. (<http://www.odpadovyhospodar.cz>).

Na základě hodnotících zpráv o plnění Plánu odpadového hospodářství ČR, má strategie ve zpracování BRKO nízkou účinnost.

Strategie se zakládá na rozvoji odděleného sběru bioodpadu v obcích a jeho zpracování na kompost nebo v bioplynových stanicích, jejichž provoz se potýká s řadou problémů. Mezi ně spadá jak nedostatečná nabídka bioodpadů, tak nedostatečná poptávka po jejich produktech. Pro naplnění cílů je též nutné zaměřit se na rozvoj technologií. Pro dokreslení situace je uvedena tabulka č. 7.

Tabulka č. 7: Nakládání s biologicky rozložitelným odpadem v letech 2005-2006

Kód odpadu	Název odpadu	Rok	Materiálové využití (%)	Energetické využití (%)	Odstranění skládkováním (%)	Skladování, úprava, ostatní (%)
200101	Papír a lepenka	2005	91,4	0,9	0,6	7,1
		2006	91,0	1,0	0,5	7,5
200108	BRO ze stravoven	2005	68,4	5,8	8,1	17,7
		2006	68,6	13,6	8,3	9,5
200110 200111	Oděvy a textilní materiály	2005	74,5	0,0	7,6	17,9
		2006	67,2	0,8	2,1	29,9
200138	Dřevo	2005	14,2	25,4	49,7	10,7
		2006	30,7	11,8	38,1	19,4
200201	BRO ze zahrad	2005	62,2	0,1	7,6	30,1
		2006	74,5	1,2	8,1	16,2
200301	Směsný KO	2005	0,2	11,4	81,1	7,3
		2006	0,1	12,0	87,1	0,8
200302	Odpad z tržišť	2005	32,8	1,1	61,3	4,8
		2006	35,3	0,5	57,4	6,8
200307	Objemný odpad	2005	3,4	1,9	88,3	6,4
		2006	4,3	0,6	93,4	1,7

(VÚV T.G.M. – CeHo, tabulkové zpracování SLEEKO)

Množství komunálních odpadů má vzrůstající tendenci a vzrůstá také množství biologicky rozložitelných komunálních odpadů.

Zkušenosti se zavedením odděleného sběru bioodpadu v obcích ukazují na to, že zde vzniká nový odpadový tok v podobě odpadu rostlinného původu z údržby městské zeleně a zahrad ve vlastnictví občanů, který se dosud realizoval mimo režim odpadů. Zahradnické firmy a občané upouští od kompostování bioodpadu a předávají ho do systému odpadového hospodářství obcí. Při implementaci Směrnice Rady 1999/31/ES o skládkách odpadů v podmínkách ČR nebyla tato změna způsobů nakládání se zbytky rostlinného materiálu zohledněna. S ohledem na to bude nutno původní data revidovat. (<http://www.mzp.cz>)

Předcházení vzniku odpadů

Z dlouhodobého pohledu je prevence nejdůležitější nástroj při snižování množství BRKO. Opatření pro prevenci vzniku odpadů:

- přijetí legislativních úprav definujících obecní a komunitní kompostování,
- zintenzivnění podpory zavádění domácího a komunitního kompostování tam, kde jsou pro tyto aktivity podmínky (např. podpora výroby levných kompostérů a zvýšení environmentální výchovy),
- změna klasifikace bezproblémových zemědělských odpadů (např.: sláma, hnůj, apod.) na zbytkovou biomasu a nevykazovat je jako odpady. (<http://biom.cz>)

Domovní kompostování patří k tradičním a nejvhodnějším způsobům nakládání s bioodpadem, jelikož materiál se vůbec nedostane do systému odpadového hospodářství. Jeho hlavní nevýhoda spočívá v řešení nakládání s bioodpadem pouze lokálně nikoliv komplexně, protože se nikdy nezapojí 100% obyvatel ať už z důvodu nemožnosti nebo neochoty kompostovat. K dalším problémům patří nevhodnost některých odpadů ze zeleně ke kompostování. Pro kombinaci s jiným systémem je velmi vhodný.

Komunitní kompostování je též prevencí vzniku bioodpadů. Zbytky z údržby obecní zeleně se kompostují v místě vzniku a konečný produkt je následně využíván ke hnojení obecních ploch. Tento typ kompostování může být uplatňován v jednotlivých částech obce, či pro celou obec. V tomto případě se jedná o kompostárnu, kam se sváží a kde se zpracovává veškerý materiál z údržby zeleně a zahrad občanů. Vztahují se na ni mnohem mírnější požadavky než na klasické kompostárny, jelikož není zařízením pro nakládání s odpady. Tento typ kompostování je možné stanovit obecní vyhláškou.

Pro malé obce, kde je třeba odstraňovat odpad ze zeleně a od jiných původců je vhodná kompostárna (tzv.: malé zařízení) o roční kapacitě do 150 tun bioodpadu. Vyhláška upravuje, jaké odpady je zde možné zpracovávat.

Nejlepší dostupnou technologii přizpůsobenou potřebám regionu zajišťuje centrální kompostárna. Mezi hlavní přednosti patří zpracování poměrně široké škály bioodpadů na kvalitní produkt i z problémových druhů odpadů. Pro dimenzování takovýchto zařízení se vychází z Plánů odpadového hospodářství ČR (viz. Obrazová příloha; Obrázek č. 1: Mapa kompostáren v ČR) a krajů a sladění toků jednotlivých druhů odpadů. (<http://www.tretiruka.cz>)

Environmentální přínos kompostování

Na základě normy ČSN 465735 "Průmyslové komposty", lze charakterizovat kompost jako hnědou, šedočernou až černou homogenní hmotu, drobtovité až hrudkovité struktury bez nerozpojitelných částic. Nesmí vykazovat pachy svědčící o přítomnosti nežádoucích látek. Požadavky na jakost kompostu jsou uvedeny v následující tabulce (Tabulka č. 8).

Tabulka č. 8: Požadavky na jakost kompostu dle ČSN 465735

Znak jakosti	Hodnota
vlhkost v %	min. 40,0 a max. 65,0
spalitelné látky ve vysušeném vzorku v %	min. 25,0
celkový dusík (N) přepočtený na vysušený vzorek v %	min. 0,60
poměr C : N	max. 30 : 1
hodnota pH	od 6,0 do 8,5
nerozložitelné příměsi v %	max. 2,0
homogenita celku v % relativních	+ 30

(<http://biom.cz>)

Humus obsažený v kompostu má vysokou výměnnou kapacitu pro živiny (dusík, vápník, hořčík, draslík) a zlepšuje výživu rostlin stopovými prvky, zvyšuje biologickou aktivitu, která

umožňuje rozklad některých znečišťujících látek (například ropné produkty), čímž se zvyšuje samočisticí schopnost půdy. Dále zlepšuje strukturu půdy a jímavost půdy pro vodu, dodává půdě tmavou barvu, která zvyšuje záhřevnost půdy a zvyšuje odolnost půdy proti okyselení.

Výchozí situace v roce 2003 byla zpracována v Realizačním programu pro BRO, který zadalo v roce 2004 Ministerstvo životního prostředí a zpracovatelem bylo České sdružení pro biomasu.

- V oblasti ochrany půdy je cílem zastavit nadměrný přísun živin a znečišťujících látek do půdního horizontu, zajistit ochranu půdy před vodní a větrnou erozí a před zbytečnými zábory pro nezemědělské a nelesní účely.
- V oblasti zemědělství je jedním z cílů snižovat podíl orné půdy ve prospěch trvalých travních porostů. Dalšími cíli je prosazovat extenzivní principy ekologického zemědělství s rovnováhou mezi produkčními a mimoprodukčními funkcemi zemědělství a zajišťovat tvorbu kulturní krajiny.
- V oblasti péče o krajinu je cílem podpořit environmentální a estetické funkce krajiny a ekosystémů s důrazem na zajištění retenční schopnosti krajiny. (Kollárová, 2006)

Výhody kompostování v zemědělství:

Kompost je kvalitní organické hnojivo a jeho používání vede k úsporám nákladů na herbicidy, pesticidy, hnojiva, zavlažování, snížení eroze půdy.

Výhody kompostování v domácnostech:

Snížení množství směsného odpadu až o 40%, získání kvalitního kompostu, zbavení se zápachu z odpadkových košů, navrácení materiálu zpět do půdy.

Nádoby používané v ČR pro sběr biologického odpadu (Tabulka č. 9).

Tabulka č. 9: Nádoby určené pro sběr bioodpadu

	Výhody	Nevýhody
malé nádoby do domácností (do 30 l)	vysoká čistota odpadu vysoká zapojenost obyvatel	nezbytný týdenní svoz oddělené řešení zahradní odpad
velké nádoby do domácností (120 l, 240 l) (viz. Obrazová příloha; obrázek č. 2)	vysoká čistota svoz 1 x za 14 dní	proměnné množství bioodpadu
sběrné nádoby pro několik domácností (240 l, 770 l, 1100 l)	nižší náklady na svoz	nižší čistota
pytle	nízké pořizovací náklady	nutný týdenní svoz
velkoobjemové kontejnery (10 – 20 m ³)	nižší náklady na svoz	nízká čistota

(<http://www.kr-vysocina.cz>)

Faktory, které ovlivňují následné využití odpadu:

Čistota bioodpadu, pravidelná a dlouhodobá osvěta, optimální frekvence svozu nádob.
(<http://www.kompostuj.cz>)

Od čistoty potažmo kvality vstupní suroviny se odvíjí následný způsob zpracování.

Pro zpracování v kompostárnách nebo bioplynových stanicích se využívají výhradně odděleně sbírané bioodpady, u nichž je míra znečištění nejnižší, na rozdíl od bioodpadu vytříděného ze směsného komunálního odpadu, kde je míra znečištění značná. Zpracování čisté vstupní suroviny následně zaručí i její bezproblémové využití.

Aktuální situace v ČR:

Z větší části je oddělený sběr zaměřen na odpady zelené – ze zahrad a parků. Sběr tříděného odpadu z domácností není v celoplošném měřítku. Jedná se spíše zatím o pilotní projekty (Bílina, Jindřichův Hradec, Plzeň, Praha – Dolní Chabry). Sběr na území celého města probíhá např.: v Kroměříži, Nové Pace, Písku, Plzni, Třeboni nebo v Uherském Hradišti.

5. Technologie zpracování bioodpadu

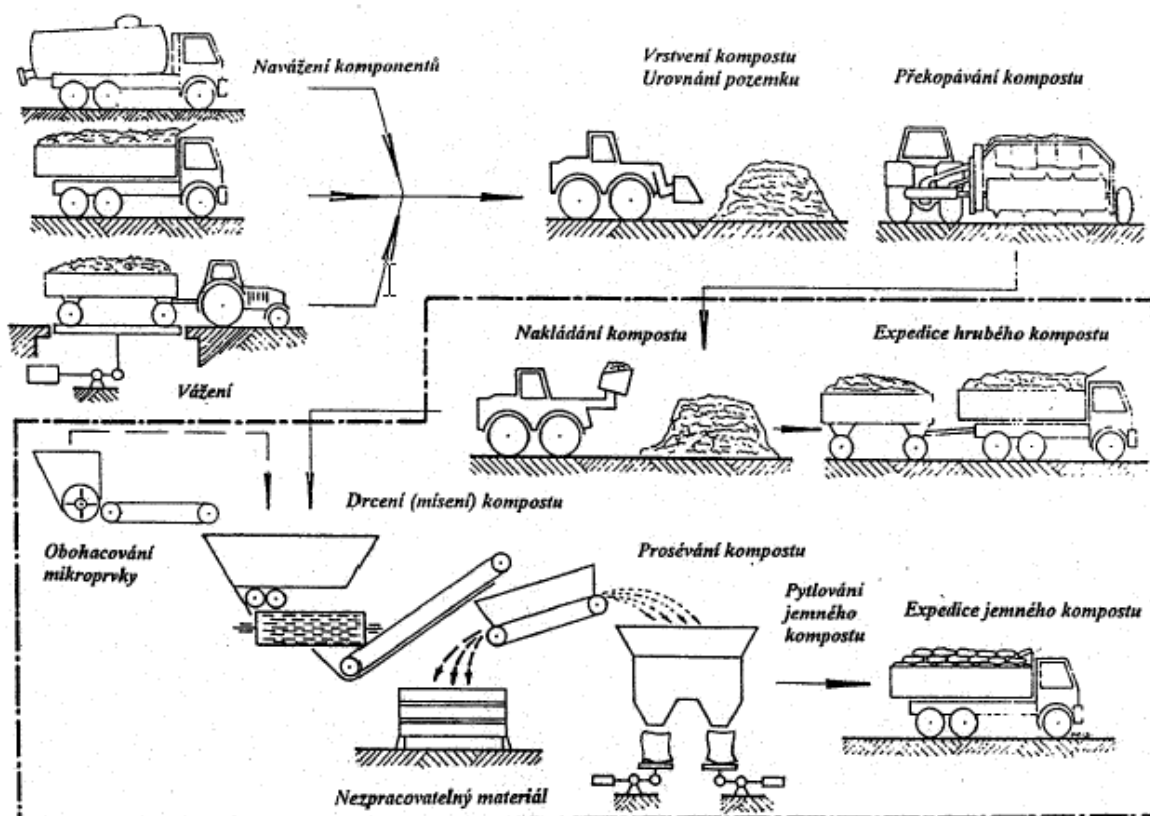
5.1. Aerobní technologie

V aerobních technologiích jsou využívány procesy rozkladu organického materiálu za přítomnosti vzduchu.

5.1.1. Kompostování

Kompostování neboli aerobní fermentace je biologická metoda využívání BRO, kterou se za kontrolovaných podmínek aerobních procesů a činností mikroorganismů (tlením) přeměňuje BRO na kompost. Průběh kompostování je dále popsán (Schéma č. 1).

Schéma č. 1: Průběh kompostování



(<http://biom.cz>)

5.1.2. Technologie Bricolare

Aerobní fermentace Bricolare je podobná kompostování, ale ve srovnání s kompostováním na zakládkách skládek je méně náročná na plochu. Celé zařízení včetně příjmů

a mechanického zpracování bioodpadů je zastřešeno a odvětrávání je vedeno přes biologický filtr. (<http://bioodpady.ecomanag.cz>).

Při této technologii se drcené odpady ze zeleně promíchávají s domovními bioodpady, prosévají se od nežádoucích příměsí, opakovaně se drtí a po přidání do substrátu se lisují do tvárníc. Ty mají dva aerovacích kanálky. Posléze se skládají na palety s dostatečnými mezerami tak, aby byla umožněna výměna plynů. Samotná fermentace probíhá ve fermentační hale po dobu 5 – 6 týdnů, zprvu při teplotě 70°C, později při teplotě 50°C. 60% vzniklého produktu je tvořeno z organických hnojiv, 25% tvoří ztráty (oxid uhličitý a voda), 10% je ukládáno na skládky a zbylých 5% je znovu využíváno (kovy, plasty). (<http://biom.cz>)

5.2. Anaerobní technologie

Anaerobní digesce (= fermentace) je biodegradační proces. Při něm je organická hmota rozkládána mikroorganismy za nepřístupu vzduchu v reaktorech, za optimálně řízených podmínek. Hlavním produktem této přeměny je energeticky využitelný bioplyn (obsahující okolo 55 – 70 % metanu) na straně jedné a na straně druhé kvalitní hnojivo – kompost. Proces anaerobní digesce je nejčastěji využíván v bioplynových stanicích.

Z technologického hlediska lze anaerobní procesy dále rozdělit následujícím způsobem podle obsahu sušiny:

- Mokrý fermentace (obsah sušiny max. 12 %)
- Suchá fermentace (obsah sušiny 20 % až 60 %)

Výsledným produktem anaerobní fermentace je digestát (substrát využitelný pro výrobu kompostu a hnojiv) a energeticky využitelný bioplyn.

Jistou nevýhodou ve srovnání s aerobní fermentací je vyšší investiční náročnost technologie a vyšší provozní náklady. (<http://bioodpady.ecomanag.cz>).

Pro zpracování BRO je nezbytná jeho minimální kontaminace cizorodými látkami. Na to má vliv způsob skladování, doprava a zpracování.

Při jeho zpracování se používá mechanicko biologických úprav, jež jsou založeny na separaci lehké frakce, která se dá použít v uhelných elektrárnách a na aerobní nebo anaerobní stabilizaci zbývajících BRO, jež je poté možné bez omezení ukládat na skládky.

Nejběžnějšími technologiemi používaných v ČR při využívání BRO je zpracování na bioethanol a aerobní kompostování včetně sušení. (Benešová, 2011)

5.3. Technologie mechanicko-biologické úpravy

Technologie mechanicko-biologické úpravy (dále jen MBÚ), prošla poslední dobou řadou propracování a zlepšení po technické stránce. Zařadila se tak k osvědčeným technologiím při nakládání s biologickým odpadem.

Představuje propojení dotřídňování a zároveň zpracování jednotlivých složek odpadu na jednom místě. K dalším benefitům patří omezení tvorby skleníkových plynů, stabilizace zbylého odpadu a získání materiálně či energeticky hodnotných výstupů (bioplyn, kovy atd.) v souladu s legislativními požadavky. (<http://biom.cz>)

Avšak výsledek Hodnotící zprávy Odborné rady německé spolkové vlády z roku 2008 uvádí, že tato technologie neodpovídá legislativním požadavkům o hospodárnosti a bezpečnosti při nakládání s odpady. Tudíž ji s ohledem na budoucnost doporučuje pouze jako první krok pro země, které nyní skládkují většinu odpadů.

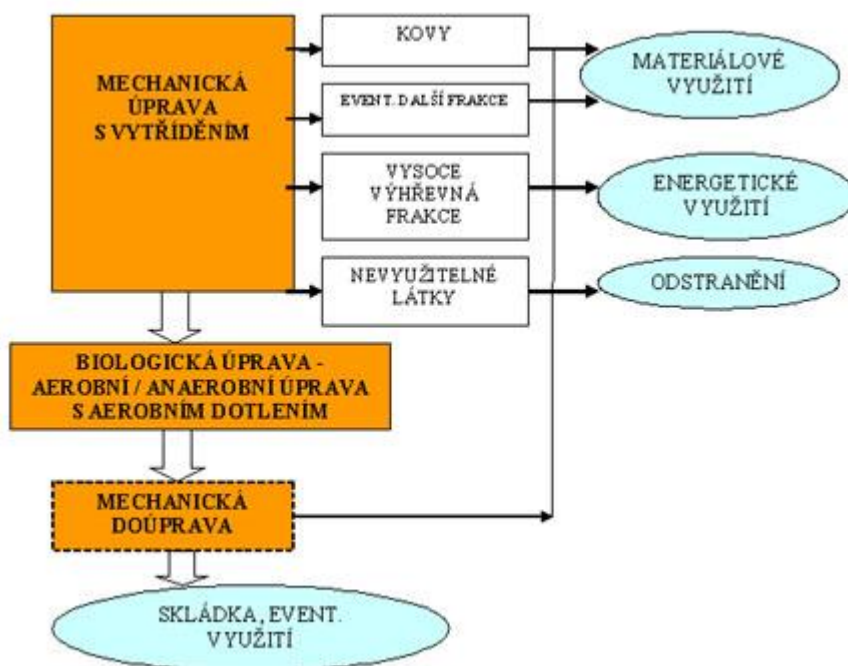
V letech 2005 – 2008 proběhl projekt VaV - Ověření použitelnosti metody mechanicko-biologické úpravy komunálních odpadů v ČR. Jeho výsledkem bylo zjištění, že tato metoda se v praxi neuplatní z důvodu nevyužitelnosti výstupních složek. (www.odpadjeenergie.cz)

Dělení dle technologického postupu:

- Mechanicko-biologická úprava; (Schéma č. 2)
- Mechanicko-biologická stabilizace (biosušení); (Schéma č. 3)
- Mechanicko-fyzikální úprava (fyzikální sušení); (Schéma č. 4)

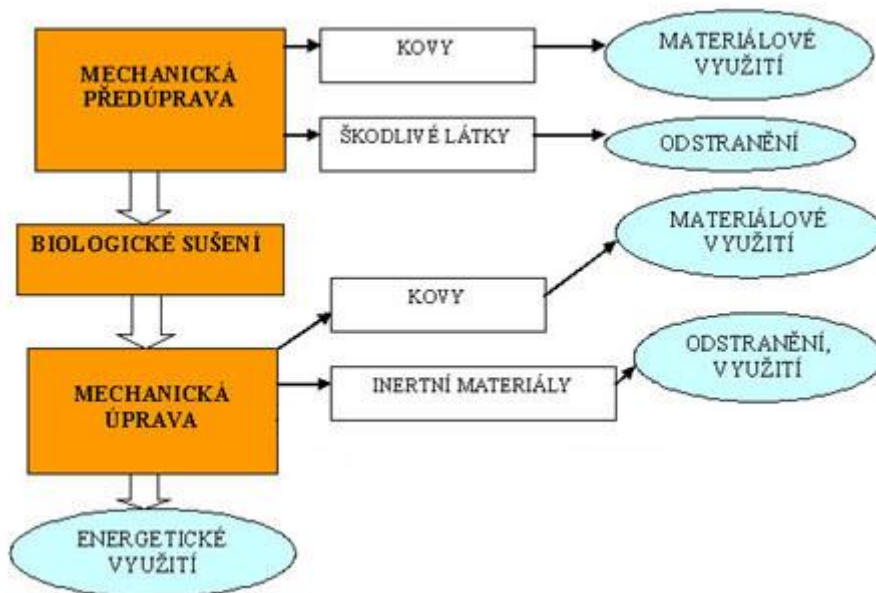
Technologie MBÚ je nejrozšířenější v Německu a Rakousku.

Schéma č. 2: Průběh mechanicko-biologická úpravy



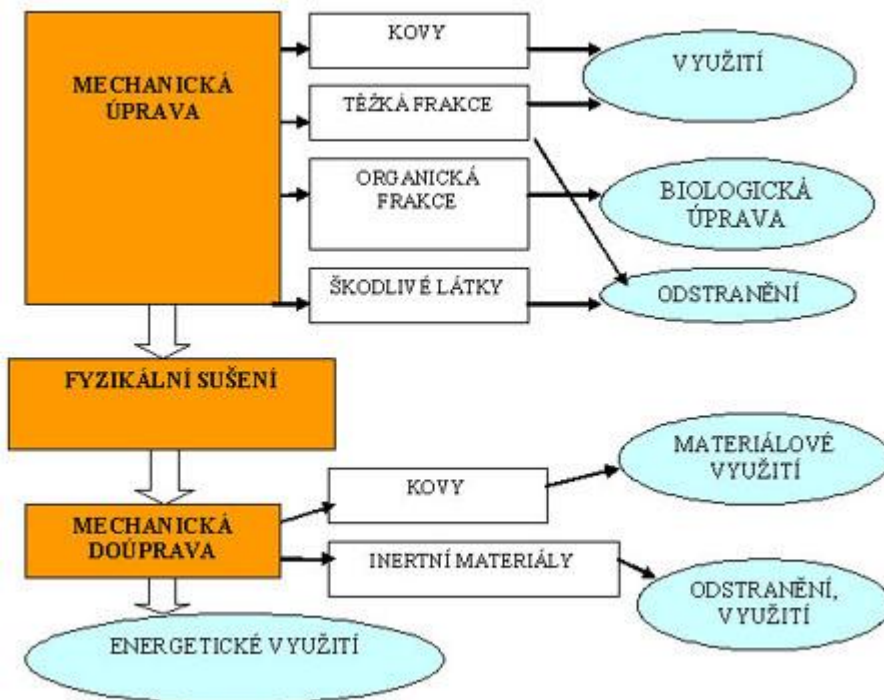
(<http://www.mbu.cz>)

Schéma č. 3: Průběh mechanicko-biologická stabilizace



(<http://www.mbu.cz>)

Schéma č. 4: Průběh mechanicko-fyzikální úpravy



(<http://www.mbu.cz>)

5.4. Termická technologie

K termické technologii se řadí spalování (rozklad hmoty díky teplotě a dostatečném přístupu kyslíku a následný vznik tepelné energie), při němž se biogenní prvky (např.: uhlík, síra a dusík) oxidují a uvolňuje se teplo.

V rámci BRO se takto nakládá především s odpadním dřevem, ať už v malých kotlích nebo v centrálních výtopnách. (<http://bioodpady.ecomanag.cz>)

5.5. Termochemické technologie

Mezi termochemické technologie řadíme zplyňování a pyrolýzu. Oba dva procesy jsou reduktivní. Podstatou obou technologií je zahřátí hmoty nad mez její chemické stability, přičemž u zplyňování obsaženou energii transformujeme na plyn a ten poté využíváme, kdežto u pyrolýzy dochází ke štěpení na nízkomolekulární produkty a tuhý zbytek sloučenin. (<http://bioodpady.ecomanag.cz>)

V této oblasti zatím probíhají výzkumné projekty jako např.: Pyrolýzní reaktor All-In-One, kde tato technologie využívá energii biomasy k přeměně na elektrickou energii nebo modulová pyrolýzní jednotka. (<http://www.agro-eko.cz>; <http://www.isvav.cz>)

5.6. Kvasné technologie

Základem zpracování odpadu touto technologií je hydrolýza, na kterou poté navazuje kvašení. To spočívá na principu přeměny rostlinných cukrů na etanol a oxid uhličitý za uvolnění tepelné energie. Reálné využití technologie zpracování vhodných odpadů na bioetanol a další produkty závisí na ekonomické efektivnosti zpracovatelského závodu. (<http://biodpady.ecomanag.cz>)

Výroba bioetanolu a dalších surovin z lignocelulózových a celulósových odpadů je ekonomicky efektivní i bez státní intervence a je konkurenceschopná. (<http://biom.cz>)

6. Závěr

Z provedené literární rešerše vyplývají následující závěry:

- Množství bioodpadu, ukládaného na skládky, v současné době neodpovídá požadavkům a závazkům ČR vzhledem k EU.
- Bioodpad je nutno sbírat odděleným způsobem, jako jiné komodity (papír, plasty, sklo, elektroodpad aj.). Důvodem je kvalita bioodpadu získaného odděleným sběrem a možnosti jeho dalšího zpracování.
- V nadregionální úrovni zatím zůstává bioodpad opomíjenou složkou odpadů navzdory rizikům spojeným s jeho skládkováním. Přitom jsou zanedbávány benefity (např.: kompost, energie) získané při jeho správném využití.
- V úspěšných pilotních projektech je třeba pokračovat a dále je rozvíjet a zároveň zefektivňovat nakládání s bioodpadem v dlouhodobé praxi.
- Nutnost motivace a osvěty v oblasti třídění bioodpadů.
- Zavádění pokrokových technologií při zpracování tříděných bioodpadů.

Jestliže je základním cílem v oblasti biologicky rozložitelných komunálních odpadů v ČR snížení množství těchto odpadů ukládaných na skládky tak, aby podíl složky výhledově činil v roce 2020 nejvíce 35 hmotnostních % z celkového množství vzniklého v roce 1995, je nutno v první řadě dotvořit **komplexní legislativní rámec pro řešení této problematiky**. Z tohoto legislativního rámce by měly vyplývat zejména tato opatření:

- Zavést v ČR zákonnou povinnost třídít bioodpad celoplošně.
- Zavést oddělený sběr zeleného bioodpadu.
- Zavést oddělený sběr bioodpadu živočišného původu, který podléhá nařízení ES1069/2009, 341/2008 Sb.
- Motivovat veřejnost k důslednému třídění bioodpadu v co největším měřítku.
- Toho lze dosáhnout pravidelnými kampaněmi, kurzy, semináři, a v neposlední řadě ekonomickými výhodami pro producenty biologického odpadu na lokální i regionální úrovni - např. snížením poplatků za svoz komunálního odpadu.
- Motivovat potenciální spotřebitele produktů zpracování bioodpadů (kompostů) k jejich využívání v co největší míře.