

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 2013

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: 14. 5. 2013

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 mimo jiné i 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. V závěru obsahuje soubor doporučení pro nakládání s bioodpadem s ohledem na Směrnici Rady EU 1999/31/ES.

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. A conclusion includes advices for biowaste management with consideration to the EU Council Directive 1999/31/EC.

Keys words: biowaste, quantity of biowaste, biowaste treatment

Obsah:

Úvod	6
Cíl práce	6
1. Pojmy a definice	7
2. Legislativa a právní předpisy	8
2.1. Legislativa a právní předpisy v Evropské unii	8
2.2. Legislativa a právní předpisy v České republice	9
3. Biologicky rozložitelný odpad	10
4. Biologicky rozložitelný komunální odpad	15
5. Technologie zpracování bioodpadu	23
5.1. Aerobní technologie	23
5.2. Anaerobní technologie.....	24
5.3. Technologie mechanicko-biologické úpravy.....	25
5.4. Termická technologie	26
5.5. Termochemické technologie.....	26
5.6. Kvasné technologie.....	26
5.7. Vermikompostování	27
6. Pilotní projekty	27
7. Závěry a doporučení	29
8. Přílohy	31
9. Seznam literatury	33

Úvod

Biologicky rozložitelné odpady jsou objemově a hmotnostně významnou skupinou odpadů. V současné době tvoří až 40% směšného 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, došlo 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. 294/2005Sb., 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 biologicky rozložitelného komunálního odpadu 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 Plánu 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 zákonu č. 185/2001 Sb.

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.

Biologicky rozložitelný komunální odpad - BRKO

Biologický odpad (dále jen BO) - 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.

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 Evropské unii

Směrnice č. 1999/31/ES o skládkách odpadu (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 ruší a nahrazuje následující předpisy, kterými se provádělo nařízení 1774/2002/ES a shrnuje je do jednoho celku. (Suková, 2011)

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% hmotnosti.

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. (mzp.cz)

Tematická strategie COM (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 COM (2006) 231, podle které by mělo dojít k revizi Směrnice 86/278/EEC, o využití čistírenských kalů. (Kuraš et al., 2008)

2.2. Legislativa a právní předpisy v České republice

Praxe v ČR po vstupu do EU nespĺňuje podmínky s tříděním a recyklací komunálního odpadu. Nařizování 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. (zeraagency.eu)

Platné právní úpravy:

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech - upravuje pravidla pro předcházení vzniku odpadů a pro nakládání s nimi při dodržování ochrany životního prostředí, ochrany lidského zdraví a trvale udržitelného rozvoje (zákon č. 185/2001 Sb.) Platnost nového zákona o odpadech se předpokládá od 1. 1. 2014. Ve věcném záměru k tomuto zákonu je navržena povinnost pro obce stanovit systém nakládání s biologicky rozložitelným komunálním odpadem rostlinného původu - obcím je však ponechána volnost, jak ho konkrétně upraví. (Valta, 2007)

Vyhláška č. 381/2001 Sb., Katalog odpadů, rozřazuje vzniklé odpady do dvaceti kategorií a dalších podkategorií. Každé podkategorii je přiřazeno šestciferné číslo (tzv. kód odpadu), jež určuje další nakládání s daným odpadem. (Vyhláška č. 381/2001 Sb.)

Nařizování vlády č. 197/2003 Sb. o plánu odpadového hospodářství ČR (mzp.cz)

Plán odpadového hospodářství ČR - z nařizování vlády č. 197/2003Sb. vyplývá závazek:

- Snížení měrné produkce odpadů nezávisle na ekonomickém růstu
- Snížení množství skládkovaných odpadů o 20% do roku 2010 oproti roku 2000
- Snížení produkce biologicky rozložitelného komunálního odpadu 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 et al., 2008)

Celkový přehled platných právních úprav: viz. příloha č.1

3. Biologicky rozložitelný odpad

Biologicky rozložitelný odpad (dále jen BRO) - jakýkoli odpad, který podléhá aerobnímu nebo anaerobnímu rozkladu. V Katalogu odpadů k němu z části patří odpady ze skupin 02, 03, 04, 10, 15, 17, 19. (Altmann, 2008)

Do BRO řadíme odpady zemědělské, lesnické, potravinářské, papírensko-celulózké, odpady ze zpracování dřeva, kůží, textilního průmyslu, patří sem i biologicky rozložitelné komunální odpady včetně odpadů ze zeleně, dále čistírenské kaly a biologicky rozložitelný obalový odpad.

Dále odpady, u kterých při jejich odstraňování a manipulaci s nimi, je nezbytné dodržovat z důvodu infekčnosti zvláštní pravidla. Obsahují totiž toxiny mikroorganismů 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. (Hřebíček et al., 2007)

Hodnocení kvality BRO je možné z několika hledisek:

- zařazení podle Katalogu odpadů
- množství
- vznik a místo původu odpadu
- charakteristika a specifikace složení
- kontaminace
- biologická stabilita
- technologie zpracování

Produkce:

Dle údajů z roku 2010 vzniklo v ČR 2,365 mil. tun BRO, z nichž bylo na skládky uloženo 17% (mimo komunální odpady). Pro snižování množství BRO ukládaného na skládky je i nadále nezbytné uplatňovat oddělený sběr, svoz a využívání těchto odpadů. (Plán OH, 2013)

Způsob sběru BRO:

Způsob sběru a využití jednotlivých druhů bioodpadů závisí na jejich vlastnostech.

1. vytřídění z KO

Tento způsob sběru je ekonomicky náročný. Také jeho kvalita je velmi proměnlivá, jelikož zde dochází ke znečišťování z ostatních složek (organické látky, vedlejší živočišný odpad, kuchyňský odpad, podsítná frakce - léčiva PAU, PCB).

Tabulka č. 1: Podíl výskytu biologického odpadu v domovním odpadu [hmotnostní %]

Komodita	2003	2004	2005	2006	2007
Biologický odpad	20,3%	20,4%	21,1%	19,8%	19,9%

(EKO-KOM a.s., odpadovyhospodar.cz)

2. oddělený sběr

Touto cestou se dosahuje nejlepších výsledků, pokud jde o kvalitu biologického odpadu. Obvykle se jedná o biologicky rozložitelný odpad rostlinného původu a biologicky rozložitelný odpad živočišného původu. (Zemánek et al., 2010)

Biologicky rozložitelný odpad rostlinného původu lze využívat především v rámci domácího a komunitního kompostování a kompostování v komunálních kompostárnách. Lze jej také bez problémů sbírat jako tříděný sběr od občanů ve vhodných lokalitách (především zástavby rodinných domů). Využitím jsou také technologie anaerobní digesce, případně po jeho úpravě i způsoby energetického využití. (Součková, 2010)

Biologicky rozložitelný odpad živočišného původu pocházející především z jídel a stravovacích zařízení lze využívat zejména v technologiích s anaerobní digescí, případně v kompostárnách technologicky upravených k tomuto účelu. Není vhodný pro běžné technologie kompostování.

Tříděný sběr biologického odpadu z domácností je vhodný za dodržení striktní technologie sběru a svozu a pouze v oblastech, kde existuje vhodný způsob zpracování, resp. využití takových odpadů. (Součková, 2010)

Pro udržení vysoké kvality BRO je nutná vysoká míra účasti a spolupráce občanů. Byl popsán vztah mezi metodou sběru a kvalitou vzorku. Jedná se o tzv. sběr od dveří ke dveřím, který byl čistší než centrální košový sběr. Dále se prokázalo, že s počtem zúčastněných lineárně vzrůstá znečištění odpadu. Při zavádění pilotních projektů je doporučeno zesílit kampaň zvláště tam, kde je více obyvatel a nižší životní úroveň. (Alvarez et al., 2008)

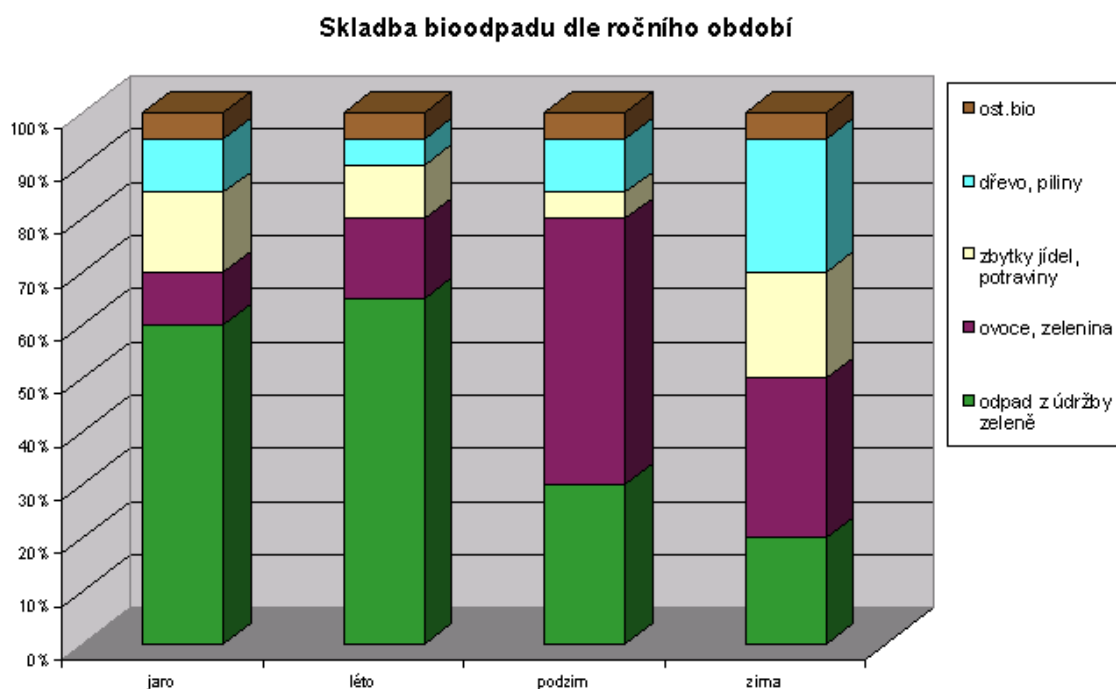
Na vliv systému sběru BRO na jeho kvalitu poukazuje též studie provedená v Dánsku. Podle ní je dokonce systém sběru důležitější než hledisko bytových typů, kde byl sběr prováděn. (Hansen et al., 2007)

Složení BRO produkovaného domácnostmi:

Je na něj nahlíženo jako na BRKO (viz. kap. 4), nicméně vytříděný je považován odbornou veřejností za BRO a BRKO lze nazvat biologicky rozložitelnou složku ve směsném komunálním odpadu.

Složení BRO se v průběhu roku značně liší v závislosti na typu zástavby a ročním období (viz. graf č. 1). Vhodné je zpracování formou anaerobní digesce (BRO z bytových komplexů) nebo ke kompostování (BRO z rodinných domů). V zimním období je možné využít BRO z rodinných domů jako zdroj energie, díky nízkým obsahům dusíku (N), fosforu (P) a draslíku (K). (Hanc et al., 2011)

Graf č. 1:



(Slejška, 2003)

Tabulka č. 2: Jednotlivé komponenty bioodpadu v průběhu roku [hmotnostní %]

Rodinné domy		Městská zástavba	
Tráva v létě	72%	Ovoce a zelenina v zimě	55%
Listy na podzim	74%	Citrusy v létě	20%
Dřevo v zimě	20%	Půda v létě	17%

(Hanc et al., 2011)

Kontaminace BO:

Mangan (Mn) je obsažen v listech (10-200 mg/kg sušiny). Uvolnění manganu při rozkladu se projeví jak v anaerobní, tak v aerobní oblasti. V přímé blízkosti komunikací může obsah Olova (Pb) dosáhnout až 100-500 mg/kg sušiny. Rtuť (Hg), Zinek (Zn), Chrom (Cr) - obsah těžkých kovů inhibuje proces tvorby metanu (CH₄). (Benešová, 2008)

Tabulka č. 3: Obvyklé množství stopových toxických prvků v kompostových surovinách

	Obvyklé množství stopových toxických prvků [mg/kg v sušině]			
	Zemědělské odpady	Stromová kůra	Čištění kaly	BO a kuchyňský odpad
As	0-4	1-4	0-13	0-3
Cd	0-1	1-3	1-40	0-1
Cr	1-10	1-3	30-1000	10-60
Cu	2-50	2-6	150-1000	15-30
Hg	0-1	0-1	0-7	0-1
Ni	2-8	9-23	30-250	6-15
Pb	7-40	9-23	100-500	20-40
Zn	40-200	14-50	750-3000	80-190

(Ekodendra)

Přehled platných limitních hodnot přípustných v organických a statkových hnojivech: viz. příloha č. 2

Tabulka č. 4: Rozdílné zastoupení prvků v sušině tříděného a směsného odpadu

	Tříděný odpad	Směsný odpad
	[mg/kg v sušině]	
Mn	25	74
Zn	29	75
Cr	1	8
Pb	3	22
Cd	0	0,3

(Pujol et al., 2011)

Vzorky z tříděného odpadu obsahují více živin a méně těžkých kovů, než vzorky směsného odpadu. Zjištění podporuje myšlenku, že těžké kovy migrují z nekompostovatelných materiálů do kompostovatelného matrixu. To začíná již při třídění a probíhá po celou dobu, kdy jsou

v kontaktu. Tříděný odpad je vhodnější pro mechanicko-biologickou úpravu, než pro mechanickou separaci vzhledem k použití pro orná pole a pro zajištění uchování živin v kompostu. (Pujol et al., 2011)

Tabulka č. 5: Zastoupení těžkých kovů v jednotlivých frakcích BRO

	Cd	Cu	Pb	Zn
Organická frakce	[mg/kg]			
>1 mm	0,24	10	30	87
0,05-1 mm	0,61	28	94	196
0,05-0,5 mm	0,05	3,1	26	24
<0,05 mm	1,00	63	157	338

(Veeken, 2002)

Tabulka č. 6: Boodpad dle velikosti frakce

Zbytky jídla a rostlin	> 1 mm
Humidní organický materiál a písek	0,05-1 mm
Jíl	< 0,05 mm

(Veeken, 2002)

Biologický odpad je z části tvořen také půdními minerály. Jeho původ je z 80% z venkovního prostředí. Ve městech tvoří půdní minerály více jak 50%. Těžké kovy obsažené v půdních minerálech odpovídají přirozenému pozadí koncentrace těžkých kovů. To ukazuje, že tato frakce nemá podíl na zvyšování koncentrace těžkých kovů v BRO. (Veeken, 2002)

Tabulka č. 7: Rozdílné složení bioodpadu v odlišných zástavbách

	Městská zástavba	Rodinné domy
	[průměrné hodnoty; %]	
Sušina	28,50	32,50
pH	5,62	5,95
Těkavé látky	73,00	71,00
C:N	23,60	26,70

	Městská zástavba	Rodinné domy
	[průměrné hodnoty; ppm]	
Mn	279,10	322,00
Cd	0,27	0,28
Cr	10,40	12,99
Pb	7,93	11,23
Zn	62,80	102,40

(Hanc et al., 2011)

Další kontaminanty:

Zkratka PCB zahrnuje: polychlorované bifenyly, polychlorované terfenyly, monometyltetrachlorodifenylmetan, monometyldichlorodifenylmetan, monometyldibromdifenylmetan, veškeré směsi obsahující jednu nebo více z uvedených látek v celkové koncentraci těchto látek vyšší než 50 mg/kg (zákon č. 185/2001 Sb.) Další nakládání s odpady obsahujícími PCB ukládá vyhláška 384/2001 Sb.

Z důvodu jejich vysoké stálosti jsou PCB přítomné v životním prostředí po celém světě. Nebezpečnost je podtržena podezřením z karcinogenity. (irz.cz) Maximální koncentrace PCB obsažených v odpadech, které smějí být ukládány na skládky skupiny S, je 10 mg/kg sušiny a pro spalování 50 mg/kg sušiny. (Zemánek et al., 2010)

Vedlejší živočišné produkty (dále VŽP), zahrnují odpady z masa, ryb a jiných potravin živočišného původu a biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven. (CeHO.cz)

Technické požadavky pro zpracování nebo využití v zařízeních na výrobu bioplynu a v kompostárnách jsou: maximální velikost částic 12 mm, minimální teplota 70 °C po dobu 60 minut. (Plán OH, 2013)

V jatečních provozech jsou postupy při nakládání s tímto odpadem zakotveny v provozních řádech a jsou dodržovány. V ostatních potravinářských závodech je situace nepřehledná. S odpadem není nakládáno dle zákona, tudíž nejsou předány do zařízení zpracovávající či využívající odpady, nýbrž prodávány ke zkrmování nebo ukládány volně na skládky. (cenia.cz)

4. Biologicky rozložitelný komunální odpad

Biologicky rozložitelný komunální odpad (dále jen BRKO) je součástí KO, nedefinovaný zákonem, pocházející od fyzických osob a jeho složení je značně variabilní.

K němu se v Katalogu odpadů řadí odpady s katalogovým číslem 20 01 01, 20 01 08, 20 01 10, 20 01 11, 20 01 38, 20 02 01, 20 03 01, 20 03 02, 20 03 07 (Altmann, 2008). Nově se také uvažuje o zařazení odpadu ze skupiny 15 01. (Plán OH, 2013)

Do BRKO se řadí biologicky rozložitelný odpad ze zahrad a veřejné zeleně, potravinářský a kuchyňský odpad z domácností, restaurací, stravovacích a maloobchodních zařízení. (Plán OH, 2013)

Stálý podíl BRKO v produkci odpadu je 10-15% a tvoří 30-40% z produkce komunálních odpadů (Zemánek et al., 2010). Podle některých zjištění jeho nejvyšší podíl činil v roce 2006 v ČR 73,4 hmotnostních % z celkové hmotnosti směsného komunálního odpadu. Současná produkce komunálního odpadu je evidována v množství 4,634 mil. tun/rok, z čehož komunální odpady obsahující biologicky rozložitelnou složku představují 3,971 mil. tun a v nich rozložitelný odpad činí 2,365 mil. tun. (Plán OH, 2013)

Sběr, třídění, zpracování a odstranění či využití BRKO jsou problematické vzhledem k jeho vlastnostem, zejména fermentabilitě a vysokému obsahu vody. (Hřebíček et al., 2007)

Dopad skládkování BRKO na životní prostředí je značně negativní, jelikož při jejich rozkladu dochází k produkci a uvolňování skleníkových plynů do ovzduší a kyselých výluhů do podzemních vod. Případně může dojít k ohrožení zdraví občanů díky patogenním organismům. (Hřebíček et al., 2007)

Tabulka č. 8: Produkce BRKO v ČR (2010)

Katalogové číslo odpadu	Katalogový název odpadu	Celkem KO obs. BRO [t/rok]	Koeficient obs. BRO *	celkem BRO v KO [t/rok]
20 01 01	Papír a lepenka	278 594	1	278594
20 01 08	BRO z kuchyní a stravoven	15450	1	15450
20 01 10	Oděvy	789	0,60	473
20 01 11	textilní materiály	3251	0,50	1626
20 01 38	Dřevo neuvedené pod číslem 20 01 37	25 116	1	25 116
20 02 01	BRO	209 220	1	209 220
20 03 01	Směsný KO	2 965 971	0,54	1 601 624
20 03 02	Odpad z tržišť	36 821	0,80	29 457
20 03 07	Objemný odpad	435 785	0,50	271 893
Celkem		3 970 997		2 379 453

(databáze ISOH, isoh.cenia.cz/groupisoh)

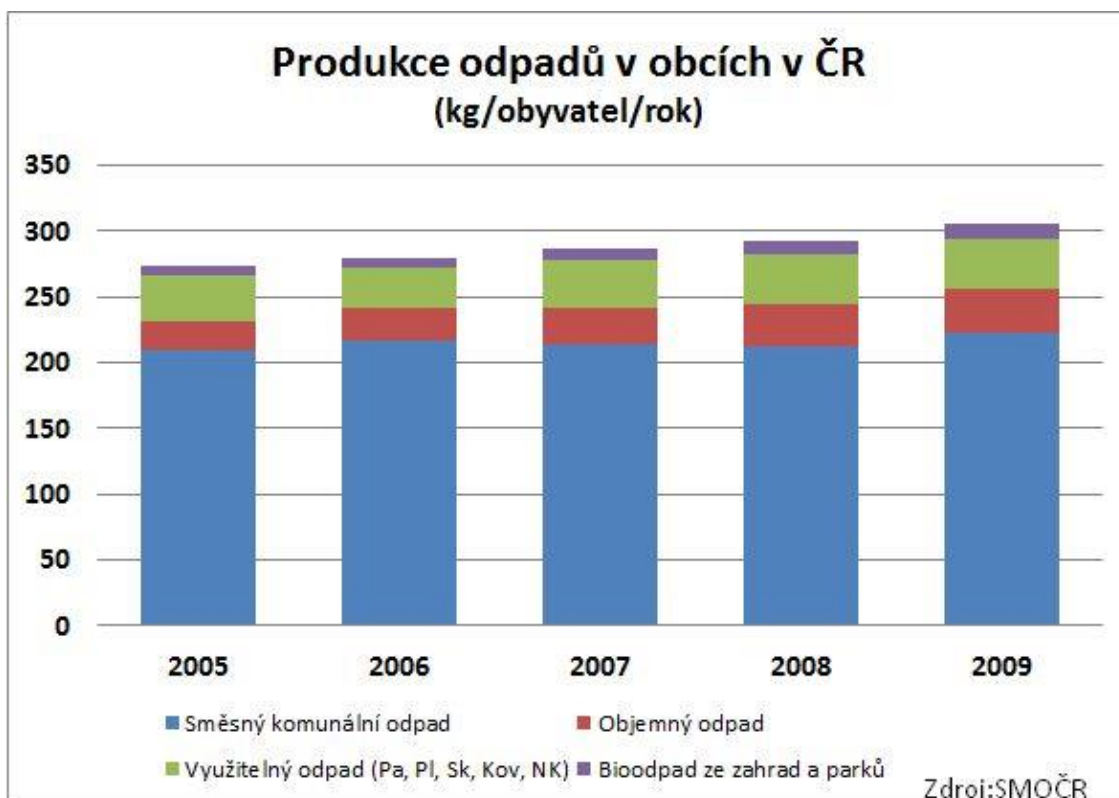
*) Ve sledovaných druzích katalogu odpadů skupiny 20, stanovené metodikou pro hodnocení plnění Plánu OH 2010 v oblasti snižování BRO ukládaného na skládky

Fyzikálně chemické vlastnosti BRKO jsou určující pro možnosti dalšího zpracování a volbu technologie. Za základní charakteristiky komunálních odpadů se považuje množství, zrnitostní (granulometrické) složení, látkové složení, vlhkost, výhřevnost, obsahy vybraných látek a prvků.

Naměřené hodnoty vybraných prvků a látek nevyhovují limitním hodnotám stanoveným pro substráty:

- u sídlištní a smíšené zástavby v 25% měření
- limitní hodnoty koncentrace zinku (Zn) jsou překračovány v 85% naměřených hodnot
- u venkovské zástavby v 57% měření (Benešová, 2008)

Graf č. 2:



Nakládání s BRKO:

Současná strategie vyplývá ze Směrnice Rady 1999/31/ES, avšak v praxi není dostatečně účinná. (Plán OH, 2013) Nejrozšířenějším způsobem odstraňování tuhých komunálních odpadů je skládkování a jeho podíl lze v současnosti odhadovat na 60-65%. (Realizační program, 2004) Další způsoby nakládání s BRKO (viz. tabulka č. 9).

Z hodnotící zprávy za roky 2005-2006 kromě jiného vyplývá:

- Nedaří se snížit množství BRKO ukládaných na skládky.
- BRKO by šel spalovat s výrobou energie. To se však nedaří, protože Plán OH ČR na samém počátku odmítl podporovat výstavbu nových spaloven komunálního odpadu ze státních prostředků. (odpadjeenergie.cz)

Tabulka č. 9: Způsobu nakládání s komunálním odpadem obsahujícím BRO (2010)

Kód odpadu	Katalogový název odpadu	Energetické využití	Materiálové využití
200101	Papír a lepenka	1%	94%
200108	BRO z kuchyní a stravoven	27%	56%
200110	Oděvy	3%	84%
200111	Textilní materiál	11%	67%
200138	Dřevo neuvedené pod číslem 20 01 37	37%	46%
200201	BRO	2%	79%
20301	SKO	14%	0%
200302	Odpad z tržišť	9%	0%
200307	Objemný odpad	2%	0%
Celkem		10%	25%

Kód odpadu	Katalogový název odpadu	Ostatní	Skládkování	Skladování	Spalování
200101	Papír a lepenka	0%	0%	5%	0%
200108	BRO z kuchyní a stravoven	2%	10%	4%	0%
200110	Oděvy	0%	11%	2%	0%
200111	Textilní materiál	0%	11%	10%	1%
200138	Dřevo neuvedené pod číslem 20 01 37	0%	12%	5%	0%
200201	BRO	1%	2%	15%	0%
20301	SKO	0%	85%	1%	0%
200302	Odpad z tržišť	0%	91%	0%	0%
200307	Objemný odpad	0%	97%	1%	0%
Celkem		0%	63%	2%	0%

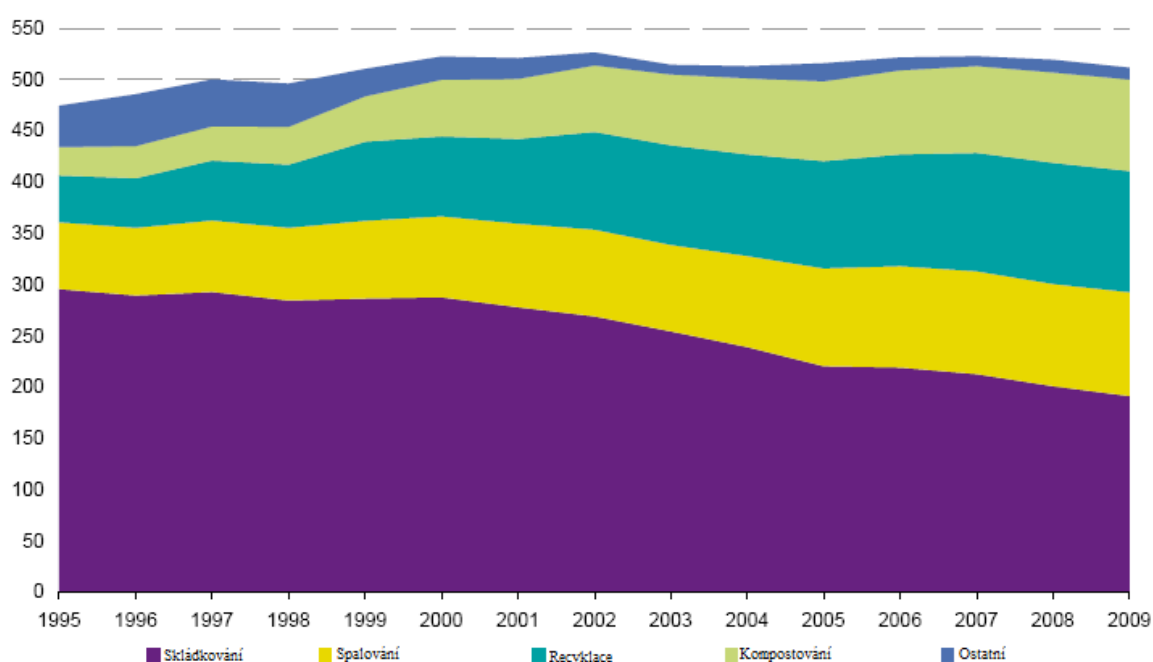
(Plán OH, 2013)

Přístup Evropské unie:

Legislativa Evropské unie definuje biologický odpad pouze jako BRO (nepoužívá pojem BRKO). BO zahrnuje odpad ze zahrad a parků (obsahuje 50-60% vody a dřevo), potravinářský a kuchyňský odpad z domácností, restaurací, stravovacích a maloobchodních zařízení (obsahuje 80% vody a neobsahuje dřevo) a srovnatelný odpad ze zařízení potravinářského průmyslu. (industry-eu.cz)

V oblasti nakládání s BO se v EU uplatňují značně rozdílné vnitrostátní koncepce; od zanedbatelných opatření, až po ambiciózní projekty. K tomu přispívá i fakt, že doposud neexistují žádná závazná opatření platná v celém společenství. Pro řádné nakládání s BO by se mělo zvážit, zda je třeba přijmout opatření na celoevropské úrovni, či jsou dostačující činnosti na vnitrostátní úrovni. K tomu slouží v současnosti dokument ES tzv. Zelená kniha, jež má navodit celospolečenskou diskuzi v celé EU o této problematice. (industry-eu.cz)

Graf č. 3: Nakládání s komunálním odpadem v EU v průběhu let 1999 - 2009



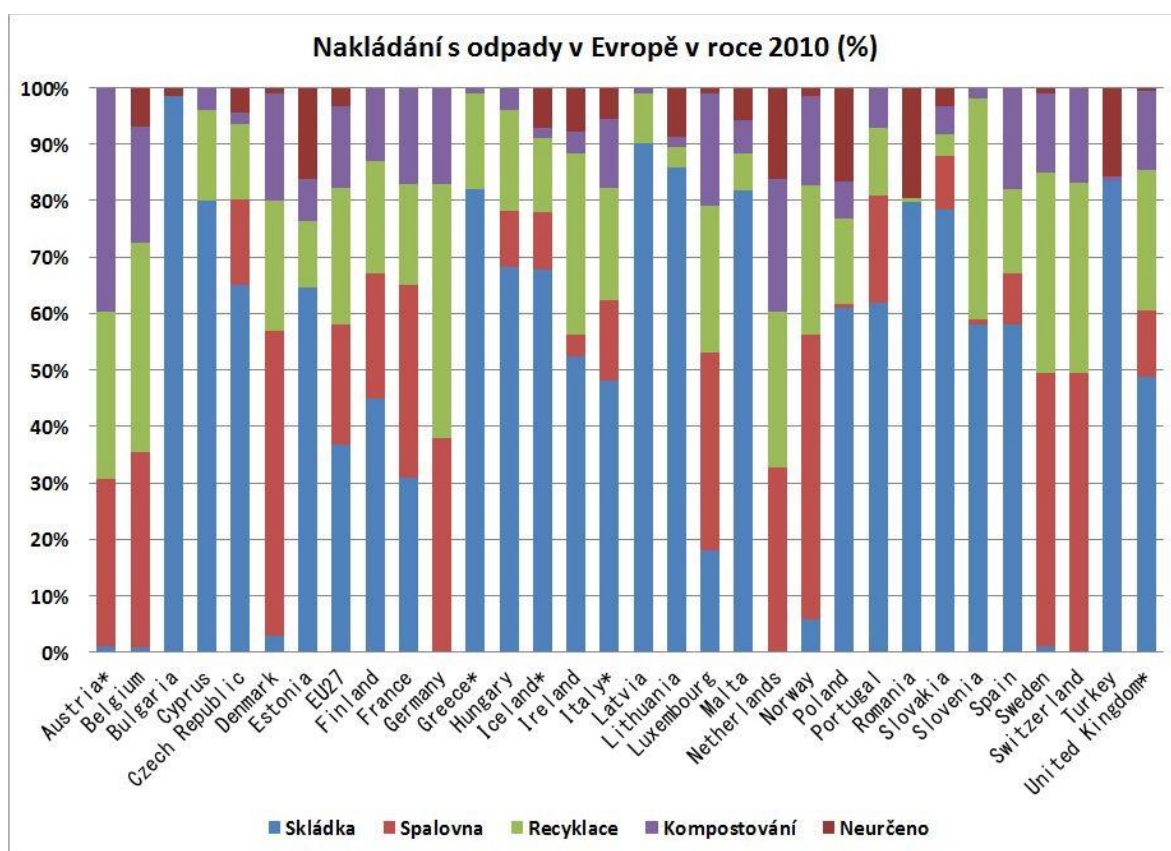
(epp.eurostat.ec.europa.eu)

Roční produkce BO se v Evropské unii pohybuje okolo 88 mil. tun. (europa.eu)

V letech 1995 až 2009 došlo k nárůstu kompostování z 13 mil. tun odpadu/rok na 45 mil. tun odpadu/rok. Dále byl zaznamenán pokles ukládání odpadu na skládky a to z 68% v roce 1995 na 38% v roce 2008. (Blumenthal, 2011)

V roce 2011 bylo kompostováno nebo recyklováno 40% BO. Zde byl znamenán 27% nárůst oproti roku 2001. (ec.europa.eu; eurostat)

Graf č. 4: Nakládání s komunálními odpady dle Eurostatu za rok 2010



(epp.eurostat.eu)

Strategie nakládání s BO v EU:

- Tematická strategie pro prevenci a recyklaci odpadů (COM 2005 (666))
- Rámcová směrnice o odpadech (2008/98/ES) - Evropská Komise zahájila přípravné práce na legislativním návrhu, který se týká biologického odpadu.
- Sdělení Evropské Komise o postupu při nakládání s biologickým odpadem v Evropské unii je publikováno v COM (2010) 235 (ec.europa.eu)

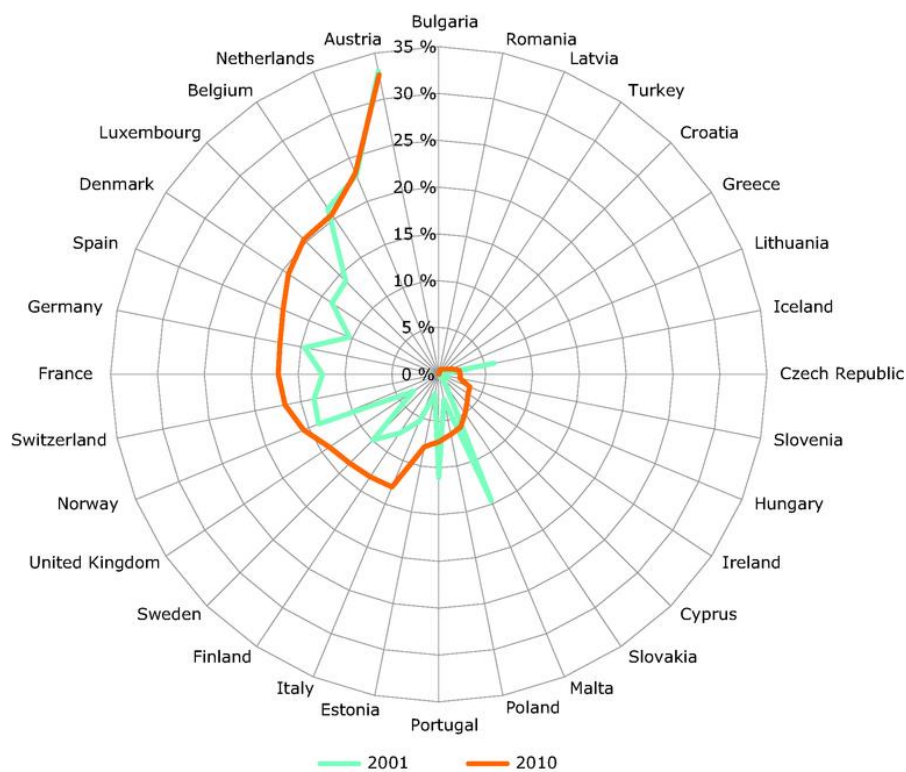
Projekty:

- Zelená kniha - o nakládání s biologickým odpadem v Evropské unii.
- Posouzení dopadů - příprava, posouzení dopadů možného legislativního návrhu a základní scénář z hlediska politik a postupů v celé EU během příštích 10 let, včetně jejich možných dopadů na výrobu a zpracování biologického odpadu pro každý členský stát.

Rozdělení zemí Evropské unie podle nakládání s BO:

- Země, kde je množství odpadů ukládaných na skládky nižší než množství spalované a kde jsou rozvinuté strategie podporující mechanicko-biologickou úpravu (Dánsko, Švédsko, vlámská oblast Belgie, Francie).
- Země, kde je vysoká míra zhodnocení materiálů s nízkým podílem spalování (Německo, Rakousko, Španělsko, Itálie).
- Země, které pro nedostatek kapacit využívají skládky (nové členské státy).
(Zemánek et al., 2010)

Graf č. 5: Recyklace BRO v 32 evropských zemích v roce 2001 a 2010 (v %)



(eea.europa.eu)

Příklady projektů z jednotlivých členských států EU:

Itálie:

V Itálii byly recyklační cíle stanoveny na 25% do roku 2001 a 35% do roku 2003. 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 BO 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 KO. (Slejška, 2003)

Španělsko:

V Barceloně je v provozu spalovna tuhých komunálních odpadů s kapacitou 380 tis. tun/rok. Společně s ní zde funguje i zařízení mechanicko-biologické úpravy. V zařízení je zpracováváno 35 tis. tun/rok bioodpadů získaných odděleným sběrem, ze kterých se vyrábí kompost. Ten se následně využívá v zemědělství. Roční zisk bioplynu je 14 mil. Nm³ [normativní m³], z čehož 65% tvoří metan. (Habart, 2003)

Dánsko:

Z dánské studie vyplývá, že environmentální dopady kompostování jsou poměrně příznivé. Mezi nejdůležitější procesy přispívající ke globálnímu oteplování byly zařazeny emise skleníkových plynů (CH₄ a N₂O). Domácí kompostování se vyrovnalo spalování a skládkování. Na základě této studie bylo v Dánsku rozhodnuto, že kompostování je doporučený nejvhodnější způsob pro nakládání s biologickými odpady. (Andersen et al., 2012)

Více jak 50% zahradního bioodpadu může být přesměrováno pro alternativní nakládání (spalování a domácí kompostování) bez negativního environmentálního dopadu. (Boldrin, 2011)

Irsko a Velká Británie:

V Irsku je hlavním cílem odklonit BO ze skládek. Jako vhodná řešení bylo přistoupeno ke spalování a recyklaci. V počátcích Irsko nemělo rozvinutou infrastrukturu pro takovéto nakládání s BO, tudíž 69% tohoto odpadu bylo vyváženo. Ze směsného odpadu tvoří 65% biologicky degradabilní odpad. Plán pro rok 2016 počítá s produkcí 3 mil. tun BO, při čemž ¾ množství bude vytríděno a ¼ uložena na skládky.

Biodpad z domácností

Pro dosažení cíle je v Irsku doporučeno třídění a domácí kompostování, což odkloní ze skládek 0,425 mil. tun biodpadu ročně. Při třídění u zdroje vzniku odpadu mizí problematika s dopravou a zároveň je dosaženo vysoké kvality materiálu. Proto se osvědčilo zavedení oddělených kontejnerů. Takto vzniklý kompost je zdravotně nezávadný a tudíž nic nebrání jeho veřejnému použití. (Morrissey, 2007)

Tabulka č. 10: Strategie odpadového hospodářství

	Skládkování		Spalování		Recyklace	
	r. 1995	r. 2003	r. 1995	r. 2003	r. 1995	r. 2003
Irsko	92%	72%	-	-	8%	28%
Velká Británie	83%	75%	9%	7%	8%	18%

(Morrissey, 2007)

5. Technologie zpracování biodpadu

5.1. Aerobní technologie

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

Kompostování

Kompostování neboli aerobní fermentace je biologická metoda, kde se za kontrolovaných aerobních podmínek a činnosti mikroorganismů, přeměňuje BRO na kompost. Výsledným produktem aerobní fermentace je plynný oxid uhličitý (CO₂), vodní pára a kompost. Ten lze použít jako kvalitní hnojivo.

Ve studii, která byla zaměřena na kvalitu sekaných kompostů, byla hodnocena drcená biologická složka komunálního odpadu s přidanými dřevěnými hoblinami, vermikompost a kokosové odpady s biologickými kaly. Byla zkoumána kvalita jednotlivých produktů a jejich vlivu na růst rostlin. Všechny produkty měly pozitivní vliv na růst rostlin, tudíž jejich použití by mohlo částečně nahradit nebo doplnit anorganické hnojení. Výhodou bylo i zvýšení mikrobiální biomasy. (Tognetti et al., 2011)

Aby se komposty uplatnily na trhu, musí být konkurence schopné se standardně kvalitními produkty - jako je rašelina, zemina a kůra. Toho mohou dosáhnout jen na základě odděleného sběru surovin a také stanoveným programem certifikace kvality. (mzp.cz)

Při snaze podpořit trh s komposty, je třeba podstatnou část obchodních aktivit producentů kompostu směřovat k zemědělcům. (Šrefl, 2010)

Technologie Bricolare

Aerobní fermentace Bricolare je podobná kompostování, ale ve srovnání s kompostováním je méně náročná na plochu. Celé zařízení včetně příjmů a mechanického zpracování bioodpadů je zastřešeno a odvětrávání je vedeno přes biologický filtr. 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). (Hřebíček, 2006)

5.2. Anaerobní technologie

Anaerobní digesce neboli fermentace je biodegradační proces. Při něm je organická hmota rozkládána mikroorganismy bez přístupu 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:

- mokrá 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. (Hřebíček, 2006)

Pro kvalitní průběh procesu je nutné dodržet následující podmínky: teplotu, přítomnost nutrientů, minimalizaci množství toxických látek a hodnotu pH (6,5-7,5). (Kára, 2008)

Tabulka č. 11: Látky omezující fermentaci a jejich koncentrace

	volné ionty [mg/l]	v karbonátech [mg/l]
Ni	10	-
Cu	40	170
Cr	130	530
Pb	340	-
Zn	400	160
Cd	-	180

(Průvodce výrobou a využitím bioplynu, 2009)

Biologické předúpravy zralých kompostů zlepšuje anaerobní digesce. Dvoustupňová konstrukce musí zahrnovat biologické ošetření. Digestát je konečný produkt, který může být použit jako kompost k obohacení zemědělských půd. Jedná se o mikrobiologicky stabilizovaný produkt s obsahem organické hmoty více jak 60%. To je důležité pro rostliny při zisku živin. (Fedez.-Guelfo et al., 2011)

V případě zisku metanu z BO vyříděného z KO, bylo prokázáno, že celkové množství a obsah metanu byly vyšší při termofilním (55°C) procesu, než při mezofilním (35°C) procesu. (Derba et al., 2012)

5.3. Technologie mechanicko-biologické úpravy

Technologie mechanicko-biologické úpravy (dále jen MBÚ), prošla poslední dobou řadou technických zlepšení. Zařadila se tak k osvědčeným technologiím při nakládání s BO.

Představuje propojení dotříd'ování a zároveň zpracování jednotlivých složek odpadu na jednom místě. K dalším benefitům patří omezení tvorby skleníkových plynů, stabilizace zbylého odpadu a zisk materiálně či energeticky hodnotných výstupů (bioplyn, kovy atd.) v souladu s legislativními požadavky. (Bačík, 2005)

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 KO v ČR. Jeho výsledkem bylo zjištění, že tato metoda se v praxi neuplatní z důvodu nevyužitelnosti výstupních složek. (odpadjeenergie.cz)

Technologie MBÚ je nejrozšířenější v Německu a Rakousku.

Doporučení pro zlepšení MBÚ:

- kombinace síťové operace s biologickým tříděním
- zlepšení provzdušňovacího postupu stabilizačního kroku. (Bayard et al., 2011)

5.4. Termická technologie

K termické technologii se řadí spalování (rozklad hmoty díky teplotě a dostatečném přístupu kyslíku a následný vznik tepelné energie). (Hřebíček, 2006)

Parametry při využití bioodpadů pro spalovací procesy jsou: vlhkost, spalné teplo, obsah síry (S), fluoru (F), thalia (TI). Výhřevnost KO z domácností závisí na druhu zástavby a pohybuje se mezi hodnotami 6,6 až 10,7 MJ/kg. (Benešová, 2008)

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. (Hřebíček, 2006)

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. (agro-eko.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. (Hřebíček, 2006)
Výroba bioetanolu a dalších surovin z lignocelulózových a celulósových odpadů je ekonomicky efektivní i bez státní intervence a je konkurenceschopná. (Váňa, 2006)

5.7. Vermikompostování

Při této technologii se využívá žížal, které přeměňují rostlinné zbytky na kvalitní organické hnojivo v domácích podmínkách. Důležité je zajistit optimální teplotu kolem 20 °C a správnou vlhkost substrátu. Ideální pro tuto technologii je nasadit do substrátu žížalu hnojní (*Eisenia foetida*). Péče o žížaly je minimální. Je prokázáno, že používání vermikompostu rostlinám prospívá. (kompostuj.cz)

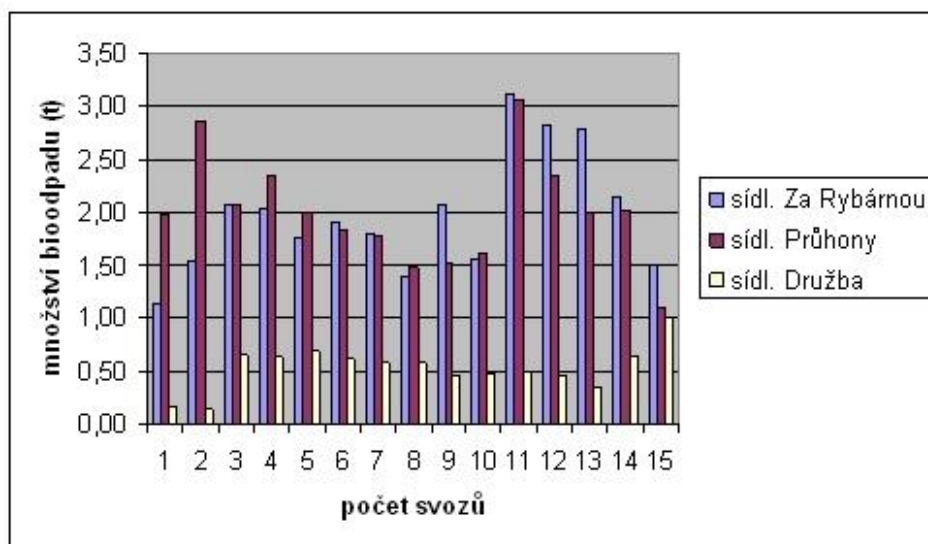
K nejběžnějším technologiím používaných v ČR při využívání BRO patří aerobní kompostování včetně sušení a zpracování na bioethanol. (Benešová, 2008)

6. Pilotní projekty

Projekt ve Vysokém Mýtě

Projekt byl realizován za finanční podpory Evropské unie, SFŽP a Pardubického kraje. Je zaměřen na separaci BRKO a jeho energetické využití ve fermentační stanici. Pro maximální využití místního potenciálu jsou navázány přilehlé obce v regionu. Pilotní projekt probíhal od dubna do října roku 2006 ve vybraných lokalitách. (viz. graf č. 6).

Graf č. 6: Množství vytríděného odpadu podle lokalit



(odpady.vmyto.cz)

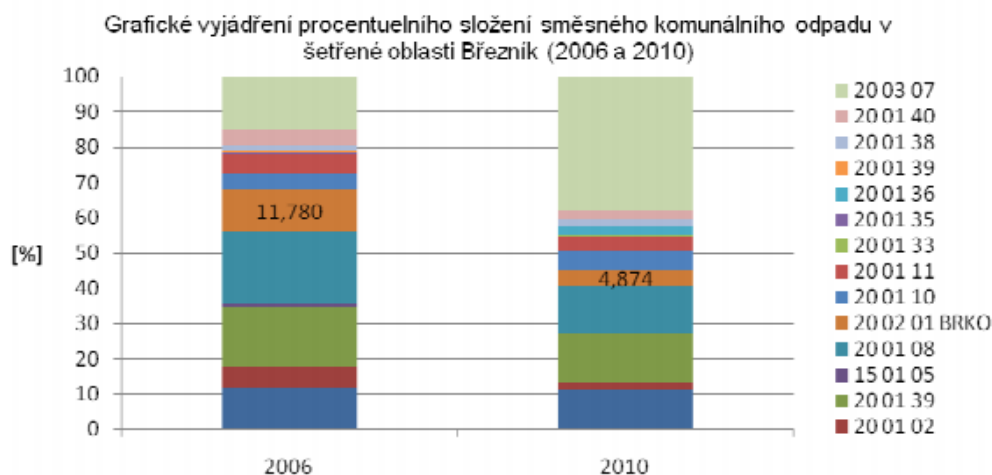
V některých panelových domech byla kvalita a množství bioodpadu nižší, než předpoklady. Pilotní projekt byl úspěšný zejména z hlediska čistoty vytríděného bioodpadu. Po ukončení pilotního projektu pokračuje svoz bioodpadu 1x za měsíc. (odpady.vmyto.cz)

Oddělený sběr v obci Březník

Zavádění systémů kompostárny a bioplynové stanice, jehož cílem bylo vyhodnocení sběru a materiálová skladba odpadu.

Od roku 2004 se postupně navyšovaly kapacity všech sběrných nádob a zvyšoval se počet svezných nádob. Také docházelo ke snížení BRKO v KO a to z 11,780% na 4,874% (viz. graf č. 7). Oddělený sběr byl občany dobře přijat a jeho průběh byl bezproblémový.

Graf č. 7:

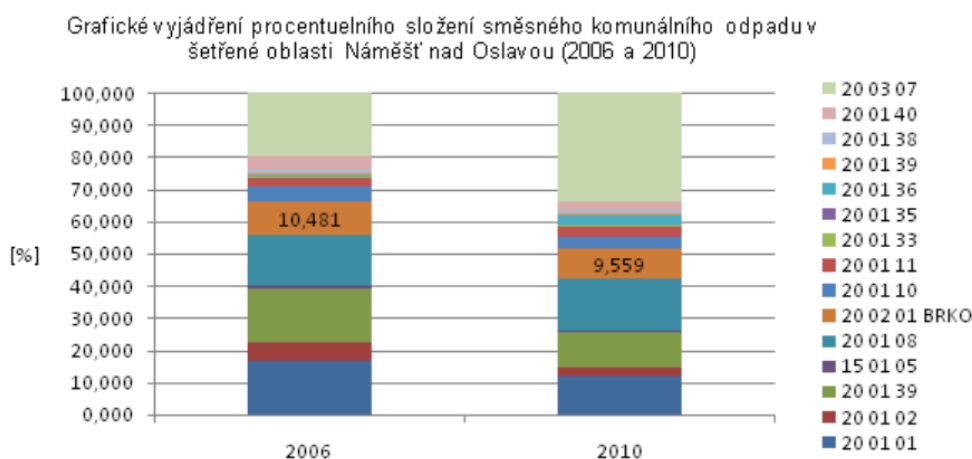


(Altmann et al., 2011)

Oddělený sběr v Náměšti nad Oslavou

Od roku 2006 se postupně navyšovala kapacita sběrných nádob z objemu 240 l na 770 l, počet nádob VOK (velkoobjemových kontejnerů) zůstával stejný. Počet svezných nádob se zvyšoval. Také došlo ke snížení BRKO v KO z 10,481% na 9,559% (viz. graf č. 8).

Graf č. 8:



(Altmann et al., 2011)

Postoj občanů a ochota spolupracovat je klíčová. Množství a druhové složení BRO je ovlivněno trendy ve společnosti, životní úrovni obyvatelstva a jejich zvyklostmi, velikostí sídla, charakterem zástavby a druhem vytápění. (Altmann et al., 2011)

7. Závěry a doporučení

Z provedené literární rešerše vyplývají následující závěry:

- Množství BRO, které vzniká v ČR je podle statistiky CeHO 2,365 mil. tun/rok. Kritéria stanovená pro ukládání odpadů na skládky neumožňují skládkování neupravených BRO. Hlavním předpokladem pro snížení ukládání BRO na skládky je oddělený sběr a svoz těchto odpadů.
- Množství BO, ukládaného na skládky, v současné době neodpovídá požadavkům a závazkům ČR vzhledem k EU. ČR taktéž neplní cíle Plánu OH.
- Výše poplatků za skládkování nemotivuje původce k oddělenému sběru BRO (viz. příloha č. 3). K nápravě by mohlo dojít po schválení nového zákona o odpadech.
- BO je nutno sbírat odděleným způsobem, jako jiné komodity (papír, plasty, sklo, elektroodpad aj.). Důvodem je kvalita BO získaného odděleným sběrem a možnosti jeho dalšího zpracování: recyklace do půdy, využití pro krmné účely, energetické využití, průmyslové využití.
- V nadregionální úrovni zatím zůstává BO opomíjenou složkou odpadů navzdory rizikům spojeným s jeho skládkováním.

- Zařízení pro zpracování BRO, často podporovaná z veřejných prostředků, jsou budována živelně, bez vazeb na zařízení již provozovaná. Tím se narušuje materiálová, technická, ekonomická i environmentální vyváženost projektovaných integrovaných systémů. Nutnost vytvoření celostátní koncepce výstavby zařízení pro zpracování BRO.
- Nevyužívá se adaptability podnikatelského prostředí a tradice kompostování v ČR. Odbyt výstupních produktů ze zpracování odděleně sebraných BRO, jako je kompost a digestát není zajištěn, opatření ke zlepšení využití těchto produktů např. v rámci zadávání veřejných zakázek či v lokální zemědělské výrobě nebyla dosud realizována.
- 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.

Jestliže je základním cílem v oblasti BRKO 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 měla vyplývat zejména tato opatření:

- Nutnost vytvářet nikoli lokální, ale regionální systémy nakládání s odpady.
- Zavést v ČR zákonnou povinnost třídít BO celoplošně.
- Zavést oddělený sběr BO živočišného původu, který podléhá nařízení ES1069/2009, 341/2008 Sb.
- Motivovat veřejnost k důslednému třídění BO v co největším měřítku. Toho lze dosáhnout např. 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 BO (kompostů) k jejich využívání v co největší míře.
- V neposlední řadě použití finančních sankcí - zvýšit výrazně poplatek za skládkování (nový zákon o odpadech).