

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin

**Posouzení ekonomických a environmentálních dopadů
technologie mechanicko – biologické úpravy směsných
komunálních odpadů**
Diplomová práce

Autor práce: Bc. Jana Čermochová

Vedoucí práce: Ing. Jan Habart, Ph.D.

2012

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Posouzení ekonomických a environmentálních dopadů technologie mechanicko – biologické úpravy směsných komunálních odpadů vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Praze, dne 13. 04. 2012

Podpis autora práce:

SOUHRN

Mechanicko-biologická úprava směsných komunálních odpadů představuje zpracování zbytkového komunálního odpadu, eventuálně i jiných odpadů, jehož účelem je stabilizace a redukce objemu odpadu a tím pádem i snaha o redukci ukládání bioodpadů na skládky. V České republice se většina komunálních odpadů odstraňuje skládkováním, což je nejméně přijatelným způsobem naložení s odpadem jak z hlediska environmentálního, tak z hlediska ekonomického. Technologie mechanicko - biologické úpravy je v této souvislosti často diskutována jako jedna z možností, jak snížení množství skládkovaného odpadu dosáhnout.

Cílem práce je zpracovat zadané téma formou literární rešerše a z dostupných zdrojů posoudit environmentální a ekonomické souvislosti a navrhnout správné řešení pro potřeby ČR.

První kapitola práce bude věnována problematice komunálního odpadu. Zaměřím se zde zejména na vysvětlení pojmů, které budu v dalších částech své práce používat. V podkapitole „Charakteristika komunálních odpadů“ se zaměřím na nesrovnalosti definice komunálního odpadu v evropském a českém právu, popíši komunální odpad z hlediska jeho složení a uvedu, jaké složky se v komunálním odpadu rozlišují. Následně se zaměřím na činnost veřejné oblasti v oblasti komunálních odpadů, kde vysvětlím, jakým způsobem je tato oblast upravena v platné právní úpravě ČR, kdo vykonává v oblasti komunálních odpadů veřejnou správu a jaké povinnosti jsou s výkonem této veřejné správy spojené. Dále se v této kapitole zaměřím na ekonomické a environmentální aspekty odpadového hospodářství. Následně popíši způsoby nakládání s komunálním odpadem.

Následující kapitola bude věnována současné právní úpravě problematiky odpadového hospodářství a nakládání s komunálním odpadem. Ze směrnic EU bude položen důraz zejména na novou Směrnici Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008/ES o odpadech a o zrušení některých směrnic, která zavádí cíle pro opětovné využití a recyklaci odpadu, jež mají být dosaženy do roku 2020. Co se české právní úpravy týče, jako stěžejní zde bude uveden zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a související prováděcí předpisy (s upozorněním na připravovaný nový zákon).

Další kapitola bude věnována MBÚ. Po vymezení pojmu v české i evropské legislativě se zaměřím na princip MBÚ, vstupní a výstupní produkty, jednotlivé technologie (s upozorněním na značnou variabilitu a uzpůsobení místním podmínkám), náklady na MBÚ a výhody a nevýhody MBÚ ve srovnání s jinými způsoby nakládání s odpadem – zejména

energetickým využitím a skládkováním. Následně věnuji pozornost rozvoji technologie MBÚ ve vybraných zemích EU, zejména v Rakousku a Německu, které jsou považovány za „kolébku“ této technologie. Situaci v těchto zemích porovnám se situací v ČR.

V poslední kapitole analyzuji ekonomické a environmentální dopady MBÚ a zhodnotím potenciál rozvoje této technologie v podmínkách ČR.

Klíčová slova:

Mechanicko – biologická úprava odpadů, komunální odpady, mechanická separace, aerobní úprava, anaerobní úprava

SUMMARY

Mechanical-biological treatment of mixed municipal waste treatment is residual municipal waste, and possibly other wastes whose purpose is the stabilization and reduction of waste volume and thus the effort to reduce the storage of biological waste in landfills. In the Czech Republic, the majority eliminates the landfilling of municipal waste, which is the minimum acceptable way of loading the waste in terms of both environmental and economic terms. Technology mechanical - biological treatment in this context is often discussed as one of the ways to reduce the amount of waste landfilled to achieve.

The goal is to process a given topic of scientific literature and available resources to assess the environmental and economic context, and suggest the right solutions to the CR.

The first chapter will be devoted to the issue of municipal waste. I will focus here mainly on explaining the concepts that I will be in other parts of their work to use. In the subsection "Characteristics of municipal waste" will focus on the discrepancy definition of municipal waste in the European and Czech law, I will describe municipal waste in terms of its composition and indicate what components are distinguished in municipal waste. Then I will focus on public sector activity in the area of municipal waste, which will explain how this area is governed by the applicable legislation, CR, who performs in public municipal waste management and what the responsibilities are with the performance of public administration-related. Furthermore, this chapter will focus on the economic and environmental aspects of waste management. Then I will describe ways of dealing with municipal waste.

The next chapter will be devoted to current legislation, issues of waste management and disposal of municipal waste. The EU directives will be placed particular emphasis on the new Directive of the European Parliament and Council Regulation (EC) No 98/2008/ES on waste and repealing certain Directives, which establishes targets for reuse and recycling of waste to be achieved by 2020. As Czech law is concerned, as the key here will be presented by Act No. 185/2001 Coll. on waste and associated implementing regulations (pointing to the forthcoming new law).

The next chapter will be devoted MBÚ. After defining the concept in the Czech and European legislation will focus on the principle of Microbiology, input and output products, the various technologies (pointing to the considerable variability and adapt to local conditions), the cost of MBT and MBT advantages and disadvantages compared to other methods of waste management - in particular, energy recovery and landfilling. Consequently, I devote attention to developing MBT technology in selected EU countries, notably in Austria

and Germany, which are considered "cradle" of this technology. The situation in these countries compare with the situation in the country.

In the last chapter I analyze the economic and environmental impacts MBÚ and appraise potential development of this technology in terms of CR.

Keywords:

Mechanical - biological treatment of wastes, municipal wastes, mechanical separation, aerobic treatment, anaerobic treatment

OBSAH

1. Úvod.....	8
2. Cíl práce a hypotéza.....	10
3. Komunální odpad.....	11
3.1 Související pojmy	11
3.2 Charakteristika komunálních odpadů	15
3.3 Činnost veřejné správy v oblasti komunálních odpadů	20
3.4 Ekonomické a environmentální aspekty odpadového hospodářství.....	21
3.4.1 Environmentální ekonomie.....	22
3.4.2 Emise z odpadového hospodářství.....	23
3.5 Způsoby nakládání s komunálním odpadem	24
3.5.1 Shromažďování (separovaný sběr)	28
3.4.2 Přeprava	29
3.4.3 Skladování	30
3.4.4 Úprava.....	30
3.4.5 Energetické využívání.....	31
3.4.6 Zpracování biologicky rozložitelného odpadu	34
3.4.7 Skládkování	36
4. Legislativa.....	38
4.1 Směrnice EU v oblasti odpadového hospodářství	38
4.2 Právní úprava v ČR.....	39
5. Mechanicko-biologická úprava (MBÚ).....	41
5.1 Vymezení pojmu	41
5.2 Produkty MBÚ.....	43
5.3 Technologie MBÚ	44
5.3.1 Mechanicko-biologická úprava (MBA).....	45
5.3.2 Mechanicko-biologická stabilizace (MBS)	47
5.3.3 Mechanicko-fyzikální stabilizace (MPS).....	49
5.4 Náklady na MBÚ	50
5.5 Výhody a nevýhody MBÚ	51
5.6 Realizace MBÚ	53
5.6.1 MBÚ ve vybraných evropských zemích.....	53
5.6.1.1 Německo	53
5.6.1.2 Rakousko	56
5.6.1.3 Itálie	58
5.6.1.4 Španělsko	59
5.6.1.5 Ostatní státy	60
5.6.2 MBÚ v ČR	61
6. Analýza dopadů MBÚ	64
6.1 Dopady ekonomické	64
6.2 Dopady environmentální.....	67
6.3 Možné realizace MBÚ v ČR.....	69
6.3.1 Karlovarský kraj	70
6.3.2 Plzeň.....	73
7. Diskuze	77
8. Závěr	80
9. Seznam zkratk	81
10. Seznam zdrojů.....	82
11. Seznam příloh	89

1. ÚVOD

Téma „Posouzení ekonomických a environmentálních dopadů technologie mechanicko - biologické úpravy směsných komunálních odpadů“ jsem si zvolila, protože je v souvislosti s neustále se zpřísňující legislativou v oblasti odpadového hospodářství ze strany Evropské unie i českou vnitrostátní právní úpravou (příprava nového zákona o odpadech, aktualizace Plánu odpadového hospodářství) považuji za značně aktuální. V České republice se většina komunálních odpadů odstraňuje skládkováním, což je nejméně přijatelným způsobem naložení s odpadem jak z hlediska environmentálního, tak z hlediska ekonomického (ukládáním odpadů na skládku přicházíme o materiálové a energetické zdroje v nich obsažené). Technologie mechanicko - biologické úpravy je v této souvislosti často diskutována jako jedna z možností, jak snížení množství skládkovaného odpadu dosáhnout.

První kapitola práce bude věnována problematice komunálního odpadu. Zaměřím se zde zejména na vysvětlení pojmů, které budu v dalších částech své práce používat. V podkapitole „Charakteristika komunálních odpadů“ se zaměřím na nesrovnalosti definice komunálního odpadu v evropském a českém právu, popíši komunální odpad z hlediska jeho složení a uvedu, jaké složky se v komunálním odpadu rozlišují. Následně se zaměřím na činnost veřejné oblasti v oblasti komunálních odpadů, kde vysvětlím, jakým způsobem je tato oblast upravena v platné právní úpravě ČR, kdo vykonává v oblasti komunálních odpadů veřejnou správu a jaké povinnosti jsou s výkonem této veřejné správy spojené. Následně se zaměřím na způsoby nakládání s komunálním odpadem.

Další kapitola bude věnována současné právní úpravě problematiky odpadového hospodářství a nakládání s komunálním odpadem. Ze směrnic EU bude položen důraz zejména na novou Směrnici Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008/ES o odpadech a o zrušení některých směrnic, která zavádí cíle pro opětovné využití a recyklaci odpadu, jež mají být dosaženy do roku 2020. Co se české právní úpravy týče, jako stěžejní zde bude uveden zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a související prováděcí předpisy (s upozorněním na připravovaný nový zákon).

Následující kapitola bude věnována MBÚ. Po vymezení pojmu v české i evropské legislativě se zaměřím na princip MBÚ, vstupní a výstupní produkty, jednotlivé technologie (s upozorněním na značnou variabilitu a uzpůsobení místním podmínkám), náklady na MBÚ a výhody a nevýhody MBÚ ve srovnání s jinými způsoby nakládání s odpadem – zejména energetickým využitím a skládkováním. Následně věnuji pozornost rozvoji technologie MBÚ

ve vybraných zemích EU, zejména v Rakousku a Německu, které jsou považovány za „kolébku“ této technologie. Situaci v těchto zemích porovnám se situací v ČR.

V kapitole poslední analyzuji ekonomické a environmentální dopady MBÚ a zhodnotím potenciál rozvoje této technologie v podmínkách ČR.

2. CÍL PRÁCE A HYPOTÉZA

Cílem práce je zpracovat zadané téma formou literární rešerše a z dostupných pramenů dále posoudit environmentální vlivy a ekonomické souvislosti úprav komunálních odpadů. Dále získat data o dopadech systému mechanicko – biologických úprav na životní prostředí a navrhnout správné řešení pro potřeby ČR, tak aby odpovídali požadavkům standardů ochrany životního prostředí EU.

Hypotézou práce je zhodnotit možnosti a navrhnout realizaci linek MBÚ SKO a přestaveb existujících spalovacích zdrojů na spoluspalování TAP z MBÚ.

3. KOMUNÁLNÍ ODPAD

3.1 Související pojmy

V právu Evropských společenství upravuje definici odpadu Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008/ES o odpadech. Podle ustanovení článku 3 bodu 1) je pod pojem „odpad“ rozuměna „*jakákoliv látka nebo předmět, kterých se držitel zbavuje nebo má v úmyslu se zbavit nebo se od něho požaduje, aby se jich zbavil*“.¹ Definice tohoto pojmu ve vnitrostátním právu ČR je de facto totožná, což je důkazem ovlivňování českého právního řádu právem Evropské unie (EU).

Odpad je v § 3 odst. 1 zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon o odpadech“) definován jako „*každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit*...“², přičemž osobou je rozuměna každá osoba, která má příslušnou movitou věc ve své moci, tedy nejenom její vlastník, ale i nájemce či jiný držitel, ať již oprávněný nebo neoprávněný. Odpadem může být jakákoliv movitá věc, protože okruh věcí vymezených zákonem o odpadech není nijak omezen a seznam skupin odpadů uvedený v příloze č. 1 zákona o odpadech má pouze orientační charakter.

Odpad vzniká při splnění dvou podmínek – subjektivní, kdy je vznik odpadu vázán na úmysl osoby se věci zbavit nebo přímo na samotné jednání této osoby, a objektivní, kdy je vznik odpadu vázán na vznik povinnosti osoby zbavit se určité věci. Vznik takovéto povinnosti vymezuje § 3 odst. 4 zákona o odpadech. „*Protože k jednání osoby (zbavování se věci) bude v tomto případě docházet na základě stanovené povinnosti, je třeba si uvědomit, že odpad vzniká již v okamžiku, kdy se jí osoba skutečně zbavuje, jako v případě subjektivní podmínky*.“³

¹ Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008/ES o odpadech a o zrušení některých směrnic. *Úřední věstník Evropské unie*, L 312, 20. listopadu 2008, s. 9.

² Česko. Zákon č. 185 ze dne 15. května 2001 o odpadech a změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů. In *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2001, částka 71, s. 4074-4114. Dostupný také z WWW: <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=2001&typeLaw=zakon&What=Rok&stranka=11>>. ISSN 1211-1244.

³ Komunální odpady – právní úprava. *MŽP ČR* [online]. 28. srpna 2008 [cit. 2012-01-12]. Dostupné z WWW: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/komunalni_odpady_uprava/\\$FILE/oodp-KOMUN%C3%81LN%C3%8D_ODPADY_pravni_uprava.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/komunalni_odpady_uprava/$FILE/oodp-KOMUN%C3%81LN%C3%8D_ODPADY_pravni_uprava.pdf).

Tabulka č. 1: Způsoby využívání odpadu (Příloha č. 3 zákona o odpadech)

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

Pojmy související s činnostmi zaměřenými na předcházení vzniku odpadů, nakládání s odpady a následnou péči o místo, kde jsou odpady trvale uloženy, včetně kontroly těchto činností (tj. odpadovým hospodářstvím) jsou upraveny v § 4 zákona o odpadech. Za původce odpadů je podle § 4 písm. p) zákona o odpadech považována „*právnícká osoba, při jejíž činnosti vznikají odpady, nebo fyzická osoba oprávněná k podnikání, při jejíž podnikatelské činnosti vznikají odpady*“⁴. Co se komunálních odpadů, které vznikají na území obce a mají původ v činnosti fyzických osob, na něž se nevztahují povinnosti původce, týče, za jejich původce se považuje obec. „*Obec se stává původcem komunálních odpadů v okamžiku, kdy fyzická osoba odpady odloží na místě k tomu určeném; obec se současně stane vlastníkem těchto odpadů.*“⁵ Jak vyplývá z výše uvedeného, na občany se nevztahuje povinnost daná zákonem o odpadech platit poplatků za uložení odpadu, musí však platit poplatek za provoz systému shromažďování, sběru, přepravy, třídění, využívání a odstraňování komunálních odpadů, pokud tak stanoví vyhláška obce.⁶

⁴ § 4 písm. p) zákona o odpadech č.185/2001 Sb.

⁵ § 4 písm. p) zákona o odpadech č.185/2001 Sb.

⁶ Povinnost občanů obce platit poplatky za odpady. *Epravo.cz* [online]. 14. ledna 2001 [cit. 2012-01-12].

Dostupné z WWW: <<http://www.epravo.cz/top/clanky/spravni-pravo/povinnost-obcanu-obce-platit-poplatky-za-odpady-15616.html>>.

Osobou oprávněnou je podle tohoto zákona nebo podle zvláštních právních předpisů⁷ myšlena každá osoba oprávněná k nakládání s odpady.⁸ Pod nakládáním s odpady je myšleno jejich:

- shromažďování – krátkodobé soustředování odpadů do shromažďovacích prostředků v místě jejich vzniku před dalším nakládáním,
- skladování – přechodné umístění soustředěných odpadů do zařízení k tomu určeného a jejich ponechání v něm,
- sběr – soustředování odpadů právnickou nebo fyzickou osobou oprávněnou k podnikání od jiných subjektů za účelem jejich předání k dalšímu využití nebo odstranění,
- výkup – sběr odpadů (v případě, kdy jsou právnickou osobou nebo fyzickou osobou oprávněnou k podnikání kupovány za sjednanou cenu),
- úprava – činnost, která vede ke změně chemických, biologických nebo fyzikálních vlastností odpadů za účelem umožnění nebo usnadnění jejich dopravy, využití, odstraňování nebo za účelem snížení jejich objemu (event. jejich nebezpečných vlastností),
- využívání – recyklace, regenerace, rafinace a další činnosti uvedené v příloze č. 3 zákona o odpadech (viz tabulka č. 1),
- materiálové využití – náhrada prvotních surovin látkami získanými z odpadů, které lze považovat za druhotné suroviny, nebo využití látkových vlastností odpadů k původnímu účelu nebo k jiným účelům, s výjimkou bezprostředního získání energie,
- energetické využití – použití odpadů hlavně způsobem obdobným jako paliva za účelem získání jejich energetického obsahu nebo jiným způsobem k výrobě energie,
- odstraňování – spalování, ukládání, biologická úprava, hlubinná injektáž a další činnosti uvedené v příloze č. 4 k zákonu (viz tabulka č. 2). Pod skládkou odpadů je rozuměno technické zařízení určené k odstraňování odpadů jejich trvalým a řízeným uložením na zemi nebo do země.⁹

⁷ Např. zákon č. 513/1991 Sb., obchodní zákoník, ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 138/1973 Sb., ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 309/1991 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

⁸ § 4 písm. r) zákona o odpadech č.185/2001 Sb.

⁹ § 4 písm. d) až o) zákona o odpadech č.185/2001 Sb.

Tabulka č. 2: Způsoby odstraňování odpadu (Příloha č. 4 zákona o odpadech)

Kód	Způsob odstraňování odpadu
D1	Ukládání v úrovni nebo pod úrovní terénu (např. skládkování apod.)
D2	Úprava půdními procesy (např. biologický rozklad kapalných odpadů či kalů v půdě apod.)
D3	Hlubinná injektáž (např. injektáž čerpatelných kapalných odpadů do vrtů, solných komor nebo prostor přírodního původu apod.)
D4	Ukládání do povrchových nádrží (např. vypouštění kapalných odpadů nebo kalů do prohlubní, vodních nádrží, lagun apod.)
D5	Ukládání do speciálně technicky provedených skládek (např. ukládání do oddělených, utěsněných, zavřených prostor izolovaných navzájem i od okolního prostředí apod.)
D6	Vypouštění do vodních těles, kromě moří a oceánů
D7	Vypouštění do moří a oceánů včetně ukládání na mořské dno
D8	Biologická úprava jinde v této příloze nespecifikovaná, jejímž konečným produktem jsou sloučeniny nebo směsi, které se odstraňují některým z postupů uvedených pod označením D1 až D12
D9	Fyzikálně-chemická úprava jinde v této příloze nespecifikovaná, jejímž konečným produktem jsou sloučeniny nebo směsi, které se odstraňují některým z postupů uvedených pod označením D1 až D12 (např. odpařování, sušení, kalcinace)
D10	Spalování na pevnině
D11	Spalování na moři
D12	Konečné či trvalé uložení (např. ukládání v kontejnerech do dolů)
D13	Úprava složení nebo smíšení odpadů před jejich odstraněním některým z postupů uvedených pod označením D1 až D12
D14	Úprava jiných vlastností odpadů (kromě úpravy zahrnuté do D13) před jejich odstraněním některým z postupů uvedených pod označením D1 až D13
D15	Skladování odpadů před jejich odstraněním některým z postupů uvedených pod označením D1 až D14 (s výjimkou dočasného skladování na místě vzniku odpadu před shromážděním potřebného množství)

Odpad lze na základě různých kritérií členit na mnoho druhů, vykazujících určité vlastnosti. Základními kategoriemi jsou odpad komunální, nebezpečný a odpad ostatní (inertní a biologicky rozložitelný odpad). Členění odpadů do skupin a jednotlivých katalogových čísel vychází z vyhlášky č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví katalog odpadů, respektující jednotný evropský katalog odpadů. Jak vyplývá z tabulky č. 4, největší podíl na celkové produkci odpadů představují odpady kategorie ostatní (94,35 %) a pouze minimálně, s ohledem na celkovou produkci, jsou zastoupeny nebezpečné odpady (5,65 %).¹⁰

¹⁰ Životní prostředí ČR. Praha: CENIA, 2008. Dostupné z WWW: <[http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/\\$pid/CENMSFVZ8VR3/\\$FILE/odpady.pdf](http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/$pid/CENMSFVZ8VR3/$FILE/odpady.pdf)>.

Tabulka č. 3: Produkce odpadů v tunách (ČSÚ, 2010)

	Celkem	v tom odpady		Index 2010/2009
		nebezpečné	ostatní	
Produkce odpadů celkem	24 123 560	1 370 679	22 752 881	99,5
v tom:				
z podniků	20 423 322	1 357 825	19 065 497	99,6
z toho: CZ-NACE				
zemědělství, lesnictví a rybářství 01-03	113 685	6 166	107 519	64,5
těžba a dobývání 05-09	114 569	15 949	98 621	86,8
zpracovatelský průmysl 10-33	4 202 463	550 376	3 652 088	99,3
výroba a rozvod elektřiny, plynu, tepla a klimatizovaného vzduchu 35	1 540 396	37 139	1 503 257	89,5
činnosti související s odpadními vodami, odpady a sanacemi 37-39	2 507 187	550 690	1 956 497	127,0
stavebnictví 41-43	9 353 672	97 918	9 255 754	93,4
doprava a skladování 49-53	178 080	16 052	162 028	73,2
z obcí	3 700 238	12 854	3 687 384	99,4
z toho				
komunální odpad	3 334 240	5 028	3 329 212	100,7

3.2 Charakteristika komunálních odpadů

Komunální odpad zahrnuje směsný komunální odpad (SKO) ze služeb a obchodů, veřejných úřadů a institucí, drobných řemeslných provozoven a odpad z domácností (domovní odpad) (Fries, 2007). Zákon o odpadech jej definuje jako „*veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob, který je uveden jako komunální odpad v Katalogu odpadů, s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání*“.¹¹ V právu Evropských společenství je pojem „komunální odpad“ upraven článkem 2 písm. b) Směrnice Rady 1999/31/ES o skládkách odpadů jako „*odpady z domácností a rovněž ostatní odpady obdobné povahy nebo složení jako odpady z domácností*“.¹² Podle Vrbové (2010) není na rozdíl od úpravy odpadů v tomto případě obsah pojmu zdaleka tak jednoznačný a každý stát do skupiny komunálních odpadů zařazuje odpady odlišné. Uvedená autorka upozorňuje zejména na rozdílnost definice komunálních odpadů a rozsahu skupiny 20 v Katalogu odpadů, která v praxi vede k nesrovnalostem v evidenci odpadů a následném statistickém hodnocení nakládání s komunálními odpady např. v rámci Eurostat (Vrbová, 2010). Přípravovaný zákon o odpadech (předložení vládě se předpokládá v září 2012) by měl obsahovat takovou definici komunálních odpadů, která by jasně

¹¹ § 4 písm. b) zákona o odpadech č.185/2001 Sb.

¹² Směrnice Rady 1999/31/ES o skládkách odpadů. *Úřední věstník Evropských společenství*, L 182, 16. července 1999, s. 230.

vymezovala původ komunálních odpadů a jim podobných odpadů a stanovovala pravidla pro komunální odpad z obcí tak, aby odpovídal běžné praxi, v důsledku čehož by mělo dojít ke sjednocení vedení evidence a statistického hodnocení tak, aby odpovídaly skutečnosti provozovaných systémů nakládání s komunálními odpady (Vrbová, 2010). Podle definice navrhované pro účely nového zákona se komunálním odpadem rozumí „*odpad uvedený jako komunální odpad ve vyhlášce a vznikající na území obce při činnosti fyzických osob (dále jen „komunální odpad z domácností“)* a z nevýrobní činnosti právnických osob nebo podnikajících fyzických osob (dále jen „komunální odpad živnostenský“)*“*.¹³ Prováděcím právním předpisem, ve kterém je uveden komunální odpad, je vyhláška č. 381/2001 Sb., Katalog odpadů, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „Katalog odpadů“). V její příloze č. 1 jsou komunální odpady uvedeny ve skupině 20, kterou tvoří jednotlivé druhy odpadů s uvedenými katalogovými čísly, (např.: 20 01 01 Papír a lepenka; 20 01 02 Sklo; 20 01 39 Plasty; 20 03 01 Směsný komunální odpad).¹⁴

V rámci komunálního odpadu rozlišujeme:

- odpad z domácností (neboli domovní odpad), kterým se dle Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008/ES o odpadech rozumí odpad z nevýrobní činnosti fyzických osob na území obce (směrnice vyžaduje zvýšit do roku 2020 nejméně na 50 % hmotnosti celkovou úroveň přípravy k opětovnému použití a recyklace alespoň u odpadů z materiálů, jako jsou papír, kov, plast a sklo, pocházejících z domácností a případně odpady jiného původu, pokud jsou tyto toky odpadů podobné odpadům z domácností);
- tříděný (separovaný) odpad, což je složka komunálního odpadu vzniklá tříděným sběrem za účelem dalšího využití, např. papír, sklo, duté plastové obaly, kovy apod.;
- objemný odpad (číslo 20 03 07 Katalogu), což je složka komunálního odpadu, pro kterou nelze použít běžnou sběrnou nádobu s ohledem na jeho rozměr, hmotnost nebo vlastnosti, (např. nábytek, koberce, čalounění, pneumatiky, kovový šrot);

¹³ Návrh zákona o odpadech a o změně některých zákonů. MŽP ČR [online]. 27. února 2009 [cit. 2012-01-12]. Dostupné z WWW:

[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_tz090227odpady/\\$FILE/zakon_odpady_navrh.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_tz090227odpady/$FILE/zakon_odpady_navrh.pdf).

¹⁴ Česko. Vyhláška č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů (Katalog odpadů). In *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2001, částka 145, s. 8238-8340. Dostupný také z WWW: <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=2001&typeLaw=zakon&What=Rok&stranka=4>>. ISSN 1211-1244.

- směsný (zbytkový) komunální odpad (číslo 20 03 01 Katalogu), což je složka komunálního odpadu, která vznikla po vytřídění nebezpečných odpadů, tříděného a objemného odpadu z komunálního odpadu. SKO je i odpad odložený do odpadkových košů (Hřebíček, 2009). SKO se nezařazuje do kategorie nebezpečný a původce a oprávněná osoba nejsou povinni s ním nakládat jako s nebezpečným. SKO nelze recyklovat, je možné jej energeticky využívat přímým spálením bez předchozí úpravy (za předpokladu splnění minimální energetické účinnosti zařízení) nebo upravovat mechanicko-biologickou úpravou (MBÚ) s následným spálením/spoluspálením jeho energetické frakce či případným dalším využitím výstupů (např. kovy).¹⁵

Komunální odpad představuje z hlediska fyzikálně-chemických vlastností velmi různorodý materiál, jehož složení ovlivňuje druh zástavby, způsob vytápění a životní styl obyvatel obce. Lze v něm nalézt složky z odděleného sběru – papír, lepenka, sklo, biologicky rozložitelný odpad (BRO), textilní materiály, rozpouštědla, kyseliny, zásady, fotochemikálie, detergenty, lepidla a pryskyřice, tuky a oleje, tiskařské barvy, baterie a akumulátory, vyřazená elektrotechnická zařízení, dřevo, plasty, tak i SKO – odpad z tržišť, uliční smetky, odpad z čištění kanalizace, objemný odpad a komunální odpady blíže neurčené podléhající pravidelnému organizovanému svozu (Hlavatá, 2006).

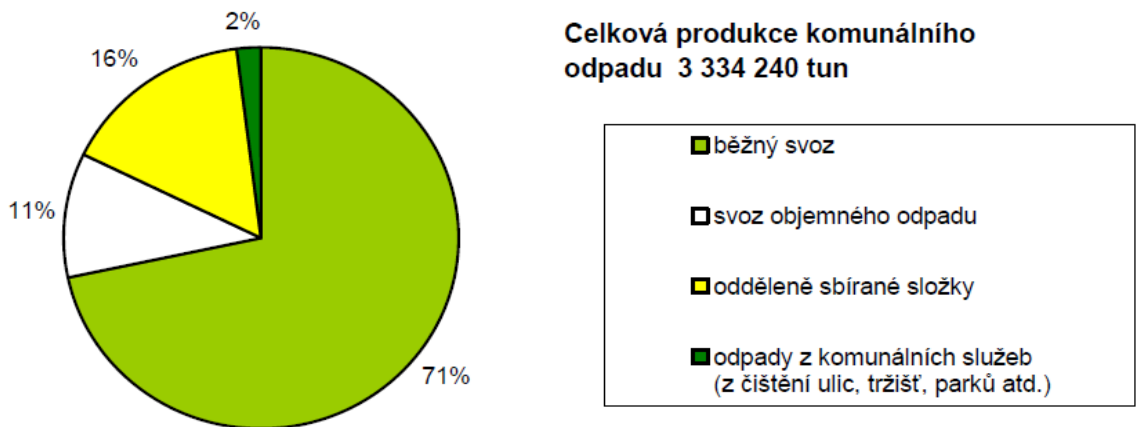
Pro složení komunálního odpadu je charakteristické:

- variabilní složení množství i kvality odpadů,
- nestejnorodost tvaru odpadů,
- potenciální infekčním ohrožení spojené s choroboplodnými zárodky v netříděném komunálním odpadu, selektivním nahromadění mokré frakce v BRO z kuchyní a stravoven či odpadu z čištění kanalizace, kalu ze septiků, žump apod.,
- nestabilita, zahnívání odpadů a vylučování nepříjemných pachových emisí z organické (mokré) frakce odpadů jak v místě vzniku, shromažďování, tak i dalšího zpracování nebo zneškodnění,
- přítomnost nebezpečných odpadů (tj. spotřební chemie používané v domácnostech, léků, zářivek apod.),

¹⁵ Rozšířené Teze rozvoje odpadového hospodářství v ČR. Praha: MŽP, 2010. Dostupné z WWW: <[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/rozvoj_odpadoveho_hospodarstvi/\\$FILE/MZP_OODP-Rozsirene_teze_FINAL-101026.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/rozvoj_odpadoveho_hospodarstvi/$FILE/MZP_OODP-Rozsirene_teze_FINAL-101026.pdf)>.

- znečištění ostatních složek komunálních odpadů nebezpečnými organickými a anorganickými látkami (hlavně těžkými kovy)¹⁶ (Hlavatá, 2006).

Graf č. 1: Skladba komunálního odpadu dle způsobu svozu (ČSÚ, 2010)



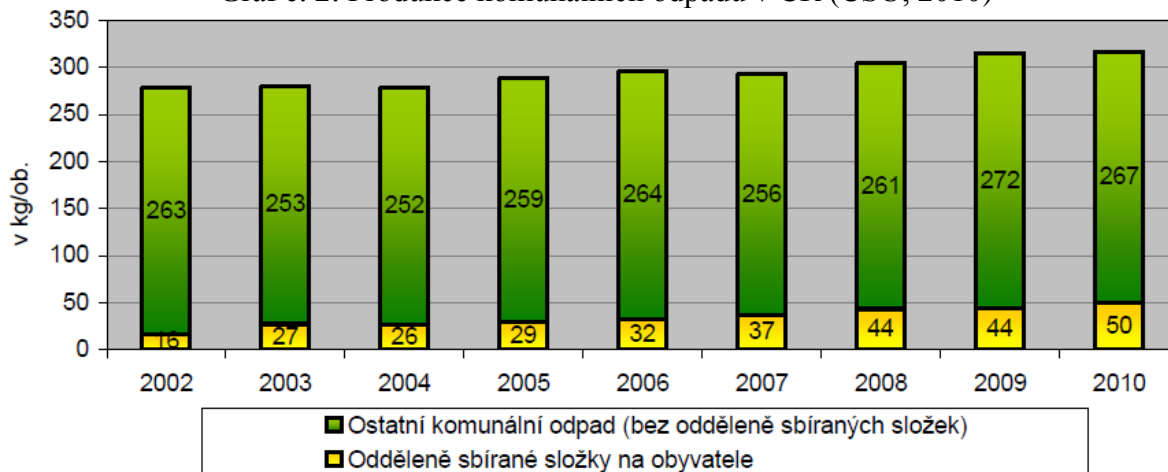
Pro produkci komunálního odpadu v ČR je charakteristický rostoucí trend (viz graf č. 1) a to jak v absolutních hodnotách, tak v přepočtu na jednoho obyvatele. Tento indikátor vykazuje nárůst z původních 315 kg na obyvatele v roce 2009 na 317 kg obyvatele v roce 2010. V roce 2010 bylo vyprodukováno celkem 3,3 mil. tun komunálního odpadu. Z celkově vyprodukovaného množství komunálního odpadu pocházela většina odpadů (71 %) z běžného svozu (tzn. odpad pocházející z kontejnerů a popelnic na SKO), 16 % tvořily odděleně sbírané složky (separovaný sběr plastů, papíru a skla) a 11 % svoz objemného odpadu (odpad přesahující svými rozměry kontejnery a popelnice).¹⁷

¹⁶ Složení komunálního odpadu a zjišťováním některých jeho dalších fyzikálních a chemických charakteristik se zabývá výzkumný projekt VaV MŽP č. SP/2f1/132/08 „Výzkum vlastností komunálních odpadů a optimalizace jejich využívání“, který je součástí Resortního programu výzkumu v působnosti MŽP na léta 2007–2013 s počátkem řešení projektů v roce 2007. Předmětem výzkumu tohoto projektu je směsný komunální a objemný odpad. Na webových stránkách <http://www.komunalniodpad.eu/index.php?str=index&button=1> lze nalézt informace o projektu, jeho časovém postupu a výsledcích řešení.

¹⁷ Produkce, využití a odstranění odpadu v roce 2010. ČSÚ [online]. 9. ledna 2012 [cit. 2012-02-13]. Dostupné z WWW:

<[http://czso.cz/csu/redakce.nsf/i/produkce_vyuziti_a_odstraneni_odpadu_v_roce_2010/\\$File/odpady_2010.pdf](http://czso.cz/csu/redakce.nsf/i/produkce_vyuziti_a_odstraneni_odpadu_v_roce_2010/$File/odpady_2010.pdf)>

Graf č. 2: Produkce komunálních odpadů v ČR (ČSÚ, 2010)



Tabulka č. 4: Produkce komunálních odpadů (v tunách) mezi lety 2002 a 2010 (ČSÚ, 2010)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Komunální odpad celkem	2 845 077	2 856 690	2 841 428	2 953 679	3 038 702	3 024 781	3 175 934	3 309 667	3 334 240
z toho:									
běžný svoz	2 121 953	2 201 828	2 206 214	2 260 222	2 305 070	2 273 836	2 282 866	2 374 027	2 390 421
svoz objemného odpadu	290 186	247 709	245 273	282 158	283 971	303 014	362 054	402 899	352 339
odděleně sbírané složky	166 456	277 820	268 414	300 435	327 023	386 479	454 210	460 302	528 893

Přestože z dlouhodobého hlediska celková produkce komunálního odpadu nezaznamenává výraznější nárůst a dlouhodobě se pohybuje kolem 3 mil. tun (viz tabulka č. 4), produkce odděleně sbíraných složek se neustále zvyšuje. Oproti roku 2002, kdy tvořily odděleně sbírané složky 6 % celkové produkce komunálního odpadu, vzrostl v roce 2010 podíl odděleného sběru na 16 %. V absolutním vyjádření bylo v roce 2002 odděleně sebráno 16 kg/obyvatele, zatímco v roce 2010 to bylo již 50 kg/obyvatele. Oproti roku 2002 se jedná o 3 násobný nárůst produkce odděleně sbíraných složek, zatímco produkce komunálních odpadů celkem ve stejném období vzrostla pouze o 17 %.¹⁸

¹⁸ Produkce, využití a odstranění odpadu v roce 2010. ČSÚ [online].

3.3 Činnost veřejné správy v oblasti komunálních odpadů

V oblasti komunálních odpadů vykonávají veřejnou správu obce ve své samostatné působnosti. „Obec může ve své samostatné působnosti stanovit obecně závaznou vyhláškou obce systém shromažďování, sběru, přepravy, třídění, využívání a odstraňování komunálních odpadů vznikajících na jejím katastrálním území včetně jejich biologicky rozložitelné složky a systému nakládání se stavebním odpadem.“¹⁹ Fyzické osoby jsou dle § 17 odst. 4 zákona o odpadech povinny odkládat komunální odpad na místech k tomu určených a ode dne, kdy tak obec stanoví obecně závaznou vyhláškou, komunální odpad odděleně shromažďovat, třídít a předávat k využití a odstraňování podle systému stanoveného obcí, pokud odpad samy nevyužijí v souladu s tímto zákonem a zvláštními právními předpisy^{20, 21} Ze zákona o odpadech vyplývá, že na obce se vztahují povinnosti původců podle § 16, pokud zákon nestanoví jinak. Tyto povinnosti spočívají především v:

- zajištění přednostního využití odpadů v souladu s § 11 zákona o odpadech,
- shromažďování odpadů utříděných dle jednotlivých druhů a kategorií,
- zařazování odpadů podle druhů a kategorií podle § 5 a 6 zákona o odpadech,
- určení míst, kam mohou fyzické osoby odkládat komunální odpad, který produkují,
- zajištění míst, kam mohou fyzické osoby odkládat nebezpečné složky komunálního odpadu,
- zabezpečení odpadů před nežádoucím znehodnocením, odcizením nebo únikem,
- převádění odpadů do vlastnictví pouze osobě oprávněné k jejich převzetí podle § 12 odst. 3 zákona o odpadech,
- umožnění přístupu kontrolním orgánům do objektů, prostorů a zařízení (na vyžádání předložení dokumentace a poskytnutí pravdivé a úplné informace související s nakládáním s odpady),
- vedení průběžné evidence o odpadech a způsobech nakládání s nimi, ohlašování odpadů (za podmínek v § 39 odst. 2 zákona o odpadech) a zasilání dalších údajů v rozsahu stanoveném zákonem o odpadech a prováděcím právním předpisem příslušnému správnímu úřadu,

¹⁹ § 17 odst. 2 zákona o odpadech č.185/2001 Sb.

²⁰ Např. zákon č. 309/1991 Sb., ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 389/1991 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

²¹ § 17 odst. 4 zákona o odpadech č.185/2001 Sb.

- zpracování plánu odpadového hospodářství a zajišťování jeho plnění,
- vykonávání kontroly vlivů nakládání s odpady na zdraví lidí a životní prostředí v souladu se zvláštními právními předpisy a plánem odpadového hospodářství,
- placení poplatků za ukládání odpadů na skládky způsobem a v rozsahu stanoveném zákonem.²²

Co se platby za komunální odpad týče, obec může podle § 17a odst. 1 zákona o odpadech obecně závaznou vyhláškou stanovit a vybírat poplatek za komunální odpad vznikající na jejím území.²³ Existují celkem tři způsoby plateb – úhrada za shromažďování, sběr, přepravu, třídění, využívání a odstraňování komunálních odpadů, poplatek za komunální odpad a místní poplatek za provoz systému shromažďování, sběru, přepravy, třídění, využívání a odstraňování komunálních odpadů. První dva poplatky jsou upraveny zákonem o odpadech a třetí zákonem č. 565/1990 Sb., o místních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon o místních poplatcích“). Jelikož předmětné platby mezi sebou nelze podle § 17 odst. 5 a § 17a odst. 1 zákona o odpadech navzájem kombinovat, může obec stanovit pouze jeden ze tří uvedených způsobů. Je přitom zcela v samostatné působnosti obcí jaký způsob platby na svém území zavedou a stejně tak je plně v jejich působnosti stanovení výše poplatku.²⁴

3.4 Ekonomické a environmentální aspekty odpadového hospodářství

Problematika produkce odpadů v sobě zahrnuje stránku ekologickou i ekonomickou. Produkci odpadů ovlivňuje ekonomický růst a výrobní principy. Procesy ekonomické produkce jsou ekology spatřovány jako hlavní příčina znečištění životního prostředí včetně produkce odpadů.

Ekonomie a ekologie se svým zaměřením ocitají každá na druhém konci spektra. Samotné základy ekonomie jsou postavené na vnímání ekonomiky jako uzavřeného cyklu, ve kterém se přelévá zboží, peníze a informace mezi firmami a domácnostmi. Zcela opomíjí prostředí, ve kterém tyto procesy probíhají (Cudlínová, 2007).

Ekonomika se životním prostředím ani jeho poškozováním nezabývá do chvíle, kdy je třeba vynaložit určité prostředky na jeho renovaci (Cudlínová, 2007). Jinými slovy, ekonomika hodnotí své okolí podle míry jeho užitku. Uvažuje v mezích nákladů a výnosů (Moldan, 2001). Trh ve svém fungování nevidí limity. Statky, které spotřebovává, může ve

²² § 16 odst. 1, § 17 odst. 3 zákona o odpadech č.185/2001 Sb.

²³ § 17a odst. 1 zákona o odpadech č.185/2001 Sb.

²⁴ Komunální odpady – právní úprava. MŽP ČR [online].

svém uvažování vždy nahradit substituty a stejně tak nerozlišuje mezi obnovitelnými a neobnovitelnými zdroji. V rámci globálního trhu má navíc možnost posunout riziko podnikání na jinou oblast (Cudlínová, 2007). Z ekonomického hlediska je odpad pouze zbožím, které se pohybuje na trhu. Odpadové hospodářství je pak dobře fungující tržní oblast (Porter, 2002).

Ekologie se zabývá ochranou životního prostředí, tedy i vlivem lidské činnosti na životní prostředí (Moldan, 2001). Zdůrazňuje hodnotu přírody a respekt k ní. První uvažování o ekologických problémech v novém pojetí moderní společnosti je přímo spjato s pochybami o přínosu ekonomiky růstu. Zdůrazňuje, že moderní průmyslová ekonomika nefunguje pro přírodu přirozeným způsobem. Naopak svým fungováním a neomezeným rozrůstáním přírodu ohrožuje (Keller, 1997).

Rozpor mezi ekologickým a ekonomickým chápáním má přirozeně dopad i na oblast produkce odpadů. Principy trhu a výroby jsou založené na produkci, jejíž součástí je i tvorba odpadů. Je to přirozená součást výrobního procesu. Odpady jsou brány jako „nutnost“ a potřeba s nimi nakládat je další příležitostí pro rozvoj ekonomických aktivit a zisků. Ekologové vnímají především negativní dopad produkce odpadů na životní prostředí. Odpady představují pro přírodu zátěž a znečištění, jejich odstranění vede také ke ztrátě vzácných surovin a vyčerpávání přírodních zdrojů. Cílem ekologického smýšlení je tedy vzniku odpadů v co největší míře zamezit. Společnost je zatím stále ovládána především tržními principy, vytváření velkého množství odpadu tedy dále pokračuje. Dosavadní ekologické aktivity a opatření snažící se tento vývoj regulovat jsou stále pro ochranu životního prostředí nedostačující (Krčmářová, 2010).

3.4.1 Environmentální ekonomie

Ekonomická oblast, která se snaží překonat propast mezi ekologií a ekonomikou, se nazývá environmentální ekonomie. Zabývá se problematikou životního prostředí v rámci ekonomického uvažování. Toto zaměření vzniká jako reakce na kritické hlasy, které v ekonomických procesech a ekonomickém růstu spatřují hlavní příčiny ničení životního prostředí (Cudlínová, 2007). Environmentální ekonomie se posouvá dále za ekonomii klasickou a zahrnuje do svých úvah také oblast životního prostředí a limity ekonomického růstu. Na rozdíl od tradičního pojetí je v rámci ekologické ekonomie ekonomika pojata jako otevřený systém v konečném, uzavřeném systému biosféry. Uvědomuje si svá omezení a v rámci svého uvažování bere zřetel i na čerpání surovin a produkci odpadů. Ekologická ekonomie hledá způsoby, jak udržet ekonomický růst a přitom dále neničit přírodu. Liší se také tím, že vkládá do ekonomie hodnoty společnosti (Cudlínová, 2007). Snaží se začlenit

přírodu a přírodní zdroje do ekonomických úvah, tedy přiřadit jim ekonomickou hodnotu (Cudlínová, 2007).

Produkce odpadů a znečištění souvisí s ekonomickou úrovní států. Je-li stát ekonomicky slabší, stoupá míra znečištění. S růstem bohatství státu, míra znečištění klesá, jelikož si stát může dovolit investovat do opatření na ochranu životního prostředí. Neplatí to však absolutně. Je prokázáno, že se zvyšující se ekonomickou úrovní států, roste i produkce komunálních odpadů (Cudlínová, 2007; Porter, 2002).

Odpad je zbytkovou částí, která při výrobě a spotřebě vzniká, je pro to logické, že společně s ekonomickým růstem roste i množství vyprodukovaných odpadů. Tato nesporná souvislost je důvodem skepse některých odborníků ohledně snižování produkce odpadů. Ekonomický růst je na míře spotřeby přímo závislý.

Porušení závislosti produkce odpadů a ekonomického růstu je jedním ze základních cílů odpadového hospodářství.²⁵

3.4.2 Emise z odpadového hospodářství

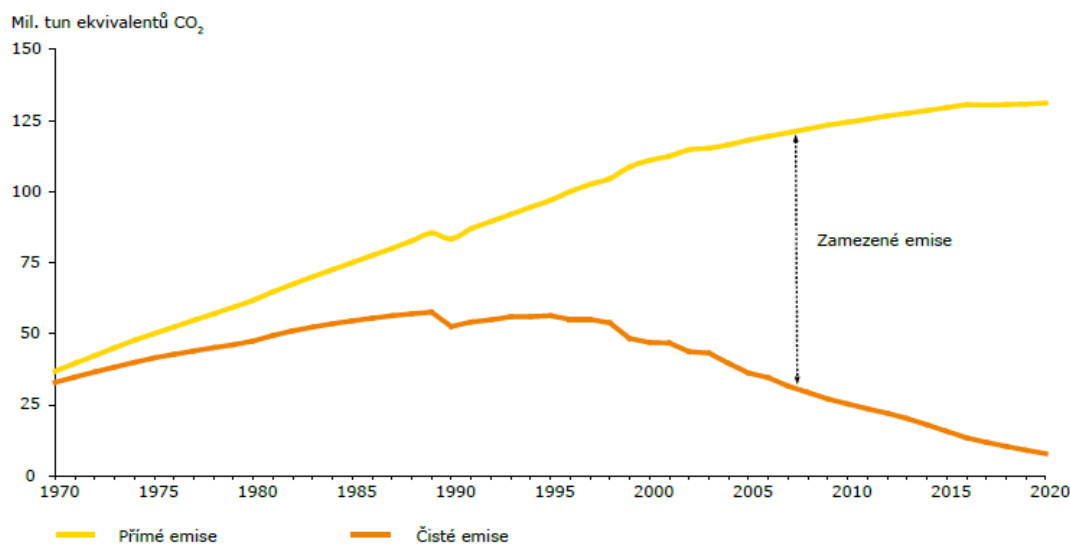
V roce 2005 emise skleníkových plynů z odpadového hospodářství činily přibližně 2 % z celkových emisí v Evropské unii. Emise metanu, jednoho ze šesti skleníkových plynů kontrolovaných Kjótským protokolem, jsou zvláště spojeny se zemědělstvím (zejména s dobyt看kem) a provozem skládek. Směrnice EU o skládkách odpadů proto může pomoci při naplňování cílů ve snižování emisí skleníkových plynů, například pomocí opětovného využívání metanu a odklonu od ukládání biologicky rozložitelného komunálního odpadu na skládkách. Dalším styčným bodem mezi politikami pro odpadové hospodářství a pro změnu klimatu je spotřeba energie (zvyšující se emise skleníkových plynů) při sběru, zpracování a výrobním využití odpadu. Předpokládá se, že čisté emise skleníkových plynů z hospodaření s komunálními odpady poklesnou do roku 2020 z maximálních přibližně 55 milionů tun ekvivalentů CO₂ ročně na konci 80. let 20. století na 10 milionů tun ekvivalentů CO₂ (Graf č.3). To je dáno dvěma samostatnými směry vývoje.

Na straně jedné se očekává, že množství odpadu vstupujícího do zařízení odpadového hospodářství nadále poroste, protože roste produkce odpadu na hlavu a dále se zlepšuje sběr odpadu. To tlačí přímé emise skleníkových plynů z odvětví odpadového hospodářství nahoru. Ukládání na skládkách bude v roce 2020 představovat 60 % z celkového nakládání s odpady a recyklace a spalování přibližně po 20 %.

²⁵ Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008/ES o odpadech a o zrušení některých směrnic.

Na straně druhé se bude více používat recyklace a spalování. To představuje úspory (nebo zamezení vzniku emisí skleníkových plynů), které kompenzují přímé emise. Do roku 2020 přispěje recyklace 75 % z celkových zamezených emisí a spalování téměř 25 %. Celkově z prognóz vyplývá, že lepší hospodaření s komunálním odpadem sníží emise skleníkových plynů v Evropě a oddělí environmentální tlaky od hospodářského růstu tak, jak to požaduje šestý akční program pro životní prostředí.²⁶

Graf č. 3: Trendy a prognózy emisí skleníkových plynů z nakládání s komunálním odpadem v Evropské unii (EEA BRIEFING, 2008)



Zdroj: ETC/RWM.

3.5 Způsoby nakládání s komunálním odpadem

Na nakládání s komunálním odpadem v ČR má zásadní vliv směrnice Rady 1999/31/ES ze dne 26. dubna 1999 o skládkách odpadu. Ta členskými státy Společenství mimo jiné ukládá za povinnost „vypracovat národní strategii opatření k recyklaci, kompostování, produkci bioplynu nebo zhodnocení surovin a energie, jejíž realizace povede k omezení množství biologicky rozložitelného odpadu odcházejícího na skládky“²⁷. Tato strategie má zabezpečit snížení množství BRO odcházejícího na skládky v roce 2006 na 75 %, v roce 2009 na 50 % a v roce 2016 na 35 % množství vzniklého v roce 1995 (Banout, 2001).

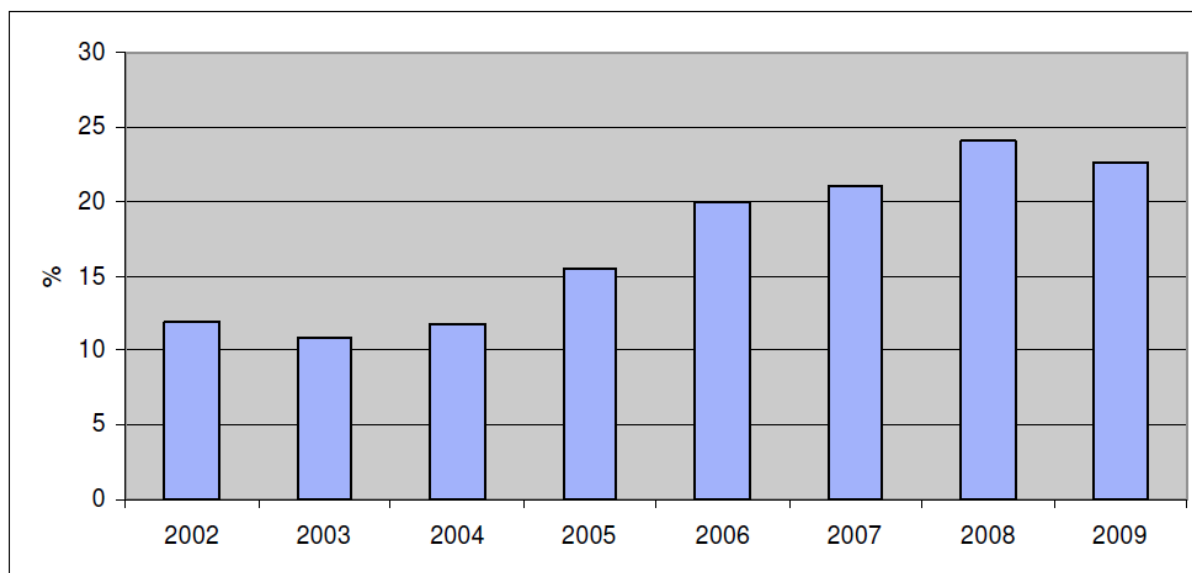
²⁶ EEA BRIEFING. Better management of municipal waste will reduce emissions greenhouse gases, leden 2008, [cit. 2012-03-18]. Dostupné z WWW: <http://www.eea.europa.eu/cs/publications/briefing_2008_1>. ISSN 1830-2203

²⁷ Čl. 5 Směrnice Rady 1999/31/ES

Naplňování cílů směrnice je v české vnitrostátní legislativě zakotveno v zákoně o odpadech, prováděcí vyhlášce č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. Závazná část Plánu odpadového hospodářství ČR (POH) je uvedena v nařízení vlády č. 197/2003 Sb., které řeší v obecné rovině předcházení vzniku odpadů, využívání odpadů a bezpečné odstraňování odpadů. Z toho pro oblast komunálních odpadů vyplývá:

- 1) zvýšit materiálovou recyklaci komunálních odpadů (do roku 2010 měla být zvýšena o 50 %),
- 2) snížit hmotnostní podíl odpadů ukládaných na skládky (do roku 2010 měl být snížen o 20 % s výhledem dalšího postupného snižování),
- 3) snížit maximální množství biologicky rozložitelných komunálních odpadů (BRKO) ukládaných na skládky (v roce 2010 měl podíl této složky činit nejvíce 75 hmot. %, v roce 2013 50 hmot. %) a v roce 2020 nejvíce 35 hmot. % oproti roku 1995). Jako jeden z prostředků k dosažení tohoto cíle je v POH uvedena rovněž podpora vytvoření sítě regionálních zařízení pro nakládání s komunálními odpady (kompostárny, zařízení pro anaerobní rozklad a mechanicko-biologická úprava těchto odpadů).²⁸

Graf č. 4: Podíl materiálově využitých komunálních odpadů z celkové produkce komunálních odpadů v ČR v letech 2002 – 2009 (Hodnotící zpráva o plnění POH ČR za rok 2009)



²⁸ Sdělení odboru odpadů Ministerstva životního prostředí o zveřejnění „Plánu odpadového hospodářství České republiky“ (včetně závazné části upravené nařízením vlády č. 197/2003 Sb.). *Věstník MŽP*, říjen 2003, roč. XII, částka 10. ISSN 0862-9013.

Ze zatím poslední uveřejněné hodnotící zprávy o plnění POH ČR za rok 2009 vyplývá, že první cíl není plněn (trend zvyšování procentuálního podílu komunálních odpadů ukládaných na skládky a také absolutní množství komunálních odpadů ukládaných na skládky se poprvé změnil až v roce 2009), druhý cíl plněn je (v roce 2009 bylo na skládkách uloženo celkem 4 704 529 t, tj. 14,58 % produkce všech odpadů) a třetí cíl není plněn (v roce 2008 bylo skládkováno o 32 kg více BRKO než bylo požadováno v cílovém roce 2010, tj. 144 kg/obyv./rok.). Při hodnocení tohoto cíle je ale třeba brát v úvahu, že v roce 1995, který představuje porovnávací základ, nebyly do celkového množství BRKO začleněny „zelené odpady“ (většina států EU tento druh odpadu eviduje jako komunální odpad a jeho podíl na materiálovém využití je tak velmi podstatný).²⁹ Poměr mezi využívanými a zneškodňovanými odpady je nicméně stále nepříznivý a rozhodující část (zejména komunálního odpadu) končí na skládkách. Podle MŽP by v ČR mělo být výhledově na prvním místě využití odpadů jako surovin – tj. materiálová recyklace. *„Dále se odpad bude využívat také energeticky nebo kompostováním (organický odpad), což ve srovnání s jeho přímým ukládáním na skládky představuje daleko vhodnější formu nakládání s odpady. Od přímého ukládání odpadů na skládky by se mělo postupně upouštět.“*³⁰

Pro nakládání s komunálním odpadem je důležité zajistit hodnověrné a kvalitní podkladové informace v podobě tzv. charakteristik odpadů (údaje o množství, složení, fyzikálně-chemických, biologických a hygienických vlastnostech, údaje z oblasti ekonomické, právní, sociologické apod.). Jejich znalost je nezbytná pro projekci zařízení na jejich využívání včetně volby odpovídající technologie ale rovněž pro pozdější ekonomické a ekologické řízení provozu těchto zařízení či pro optimalizaci svozu (Hlavatá, 2006).

Mezi základní fyzikálně-chemické charakteristiky komunálních odpadů patří:

- I. charakteristiky množství – jedná se o množství odpadu (hmotnost nebo objem) vyjádřené v příslušných jednotkách, rozlišuje se např. celkové množství odpadu v t/rok, m³/den nebo měrné množství odpadu nejčastěji v kg/obyv./rok nebo v kg/obyv./týden
- II. charakteristiky skladby – členění na zrnitostní frakce (<8 mm, 8 – 40 mm, >40 mm) a látkové skupiny (papír s lepenkou, plasty, sklo, kuchyňský odpad apod.)

²⁹ Pátá hodnotící zpráva o plnění nařízení vlády č. 197/2003 Sb., o Plánu odpadového hospodářství České republiky za rok 2009. Praha: MŽP, 2011. Dostupné z WWW: <[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/plneni_narizeni_vlady/\\$FILE/OODP-Pata_hodnotici_zprava_o_plneni_POH-20110525.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/plneni_narizeni_vlady/$FILE/OODP-Pata_hodnotici_zprava_o_plneni_POH-20110525.pdf)>.

³⁰ Nakládání s odpady. MŽP [online]. 10. března 2011 [cit. 2012-01-16]. Dostupné z WWW: <[http://www.mzp.cz/envdn.nsf/788925f20e7931c7852563e6006a0707/5058fed4f5602e6ac1256d0a003711f0/\\$FILE/4-Odpady.pdf](http://www.mzp.cz/envdn.nsf/788925f20e7931c7852563e6006a0707/5058fed4f5602e6ac1256d0a003711f0/$FILE/4-Odpady.pdf)>.

III. ostatní fyzikálně-chemické charakteristiky – objemová hmotnost odpadu (t/m^3) měnící se v průběhu shromažďování, přepravy, skladování apod.; vlhkost odpadu – obsah volné vody v hmotnostní jednotce odpadu (hmot. %); obsah spalitelných látek – hmotnost, o kterou se zmenší hmotnost jednotky sušiny odpadu jejím spálením za stanovených podmínek (hmot. %); spalné teplo odpadu – množství tepla uvolněné úplným spálením daného množství odpadu v kalorimetru v prostředí stlačeného O_2 při teplotě $25^\circ C$ vztažené na jednotku jeho hmotnosti; výhřevnost odpadu – spalné teplo zmenšené o výparné teplo vody, uvolněné a vzniklé z odpadu během hoření; obsah vybraných prvků (s důrazem na těžké kovy); obsah C, H, N, P (ve formě P_2O_5) a poměr C:N (Hlavatá, 2006).

Vyhláška č. 381/2001 Sb. stanovuje tři skupiny způsobů nakládání s odpady – využívání (R kódy), odstraňování (D kódy) a ostatní způsoby nakládání (N kódy).³¹ Přehled nakládání s veškerými odpady, tj. odpady podnikovými, komunálními, dovezenými ze zahraničí či odebranými ze skladu (odpady vyprodukovanými v minulých letech) v roce 2010 je uveden v tabulce č. 5.

Tabulka č. 5: Způsoby nakládání s odpady v roce 2010 (ČSÚ, 2010)

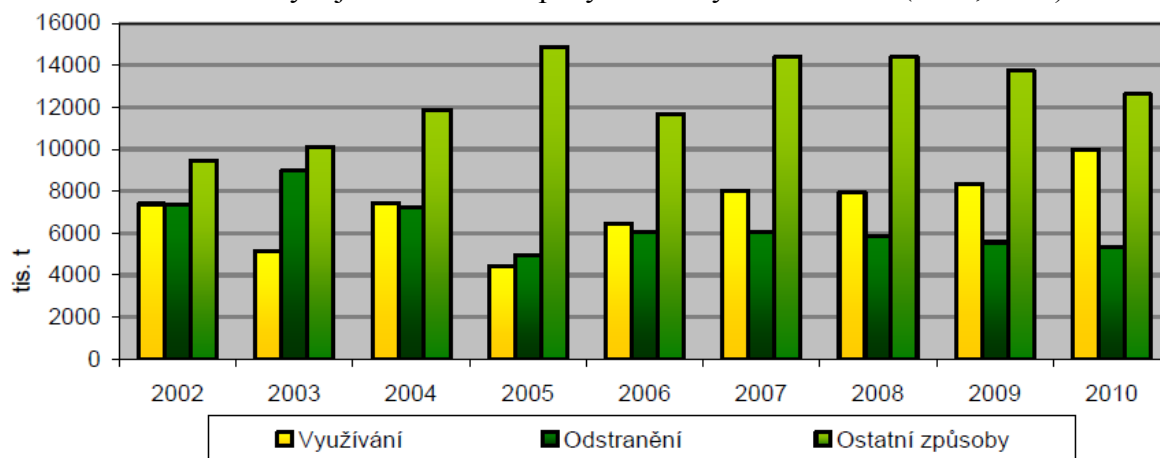
Kód	Ukazatel	Celkem	v tom odpady		Index 2010/2009
			nebezpečné	ostatní	
	Nakládání s odpady celkem	27 952 975	2 092 432	25 860 544	101
	v tom:				
R	využívání celkem	9 974 513	512 782	9 461 731	120
	z toho:				
R1	využití jako paliva nebo jiným způsobem k výrobě energie	767 285	41 900	725 385	133
R2–R6	recyklace, regenerace	4 922 428	187 584	4 734 844	93
D	odstraňování celkem	5 351 149	663 514	4 687 635	96
	z toho:				
D1–D5	skládkování a ostatní způsoby ukládání v úrovni nebo pod úrovní terénu	4 169 356	60 289	4 109 067	98
D10	spalování	55 497	49 535	5 962	74
N	ostatní způsoby celkem	12 627 314	916 136	11 711 178	92
	z toho:				
N1	využití odpadů na terénní úpravy	4 570 560	155 292	4 415 268	78
N9	zpracování autovraků	71 052	55 739	15 313	92
N10	prodej odpadu jako suroviny	899 103	7 262	891 840	
N11	využití odpadu na rekultivace skládek	247 740	28 779	218 961	45
N12	ukládání odpadů jako technologický materiál na zajištění skládky	1 011 934	104 540	907 394	107
N13	kompostování	314 316	i.d.	i.d.	135
N18	zpracování elektroodpadů	42 298	28 223	14 075	130

i.d. individuální údaj

³¹ Vyhláška č. 381/2001 Sb.

V roce 2010 bylo v ČR nakládáno celkem s 28 mil. tun odpadu. Z tohoto množství bylo 10 mil. tun (36 %) materiálově či energeticky využito), 5,4 mil. tun (19 %) odstraněno a se 45 % (12,6 mil. tun odpadu) bylo nakládáno ostatními způsoby nakládání. Celková výše nakládání se oproti roku 2009 prakticky nezměnila. Nárůst byl zaznamenán u využívání odpadu, a to o 20%, naopak odstraňování kleslo oproti roku 2009 o 4 % a ostatní způsoby nakládání klesly o 8 %. Co se konkrétních způsobů nakládání týče, je patrný více než třicetiprocentní nárůst v energetickém využívání odpadu (R1), kompostování (N13) a zpracování elektroodpadu (N18). Naopak poklesy byly zjištěny v odstraňování spalováním (D10) o 26 %, ve využívání odpadů na terénní úpravy (N1) o 22 % a skládkování (D1 – D5) o 2 %. Vývoj nakládání s odpady od roku 2002 do roku 2010 je zachycen v grafu č. 5. Zde je však třeba upozornit na skutečnost, že srovnatelnost sumárních hodnot uvedených v tomto grafu je poměrně komplikovaná, protože během období, za které byly odpady statisticky zjišťovány, došlo k nárůstu počtu ostatních způsobů nakládání (N-kódů). O srovnatelných datech týkajících se nakládání s odpady lze hovořit až od roku 2006. Projevuje se zde zejména vzrůstající trend ve využívání odpadu a mírně klesající tendence v odstraňování i ostatních způsobech nakládání.³²

Graf č. 5 Vývoj nakládání s odpady mezi lety 2002 a 2010 (ČSÚ, 2010)



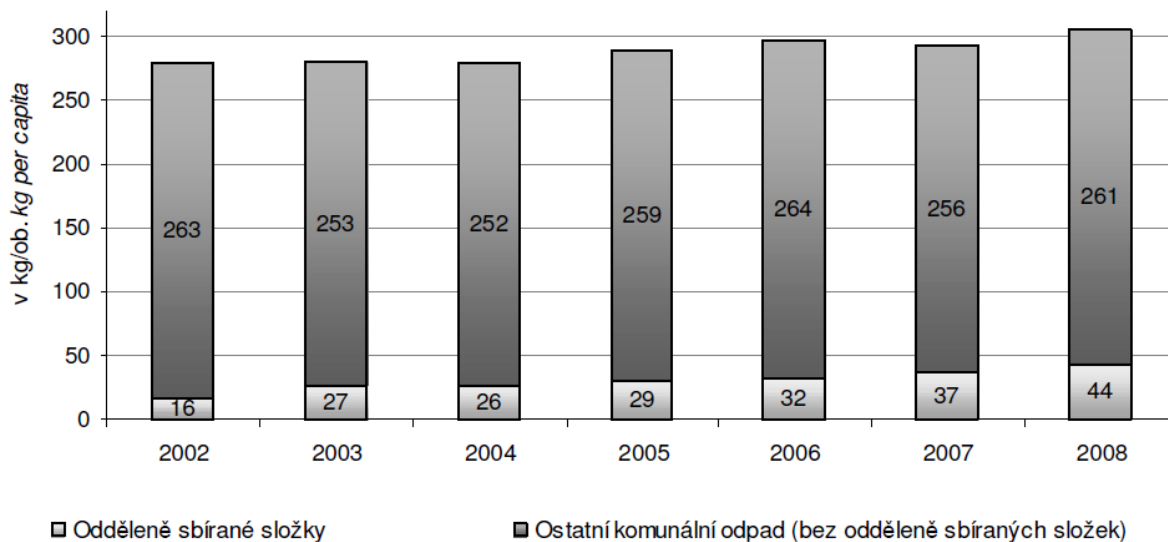
3.5.1 Shromažďování (separovaný sběr)

Komunální odpad se shromažďuje v místech svého vzniku (domácnosti, administrativní centra, fyzické osoby, místa rychlého občerstvení, průmysl apod.) v nádobách k tomuto účelu určených. Na netříděný komunální odpad slouží plechové nebo plastové nádoby o objemu od 70 do 1100 l. Na tříděný sběr odpadu slouží barevné nádoby o objemu

³² Produkce, využití a odstranění odpadu v roce 2010. ČSÚ [online].

od 240 l do 3 m³ (Hlavatá, 2006). Takto shromážděný odpad je soustředěn ve zvlášť k tomu určených nádobách nebo kontejnerech na vyhrazených stanovištích.

Graf č. 6: Vývoj produkce a třídění KO v obcích v letech 2002–2008 (ČSÚ, 2009)



Podle Friese (2007) lze sběr komunálního odpadu realizovat v podstatě dvojím způsobem – donáškovým a odvozovým. Uplatnění jednoho nebo druhého způsobu se odvíjí především od druhu shromažďovaného odpadu, typu zástavby a dalších faktorech (požadovaná výtěžnost, kvalita sbíraných druhů, pohodlnost sběru pro občany, množství finančních prostředků, které mohou obce pro zavedení systému uvolnit apod.). V ČR je pro sběr smíšeného komunálního odpadu nejvíce využíván sběr odvozový, pro oddělený sběr využitelných složek způsob donáškový (Fries, 2007).

3.4.2 Přeprava

Přeprava odpadů zahrnuje dopravu odpadu z místa jeho vzniku na místo soustředování a přepravu odpadu z místa soustředování na místo odstraňování. Z českých předpisů tuto problematiku upravuje devátá část zákona o odpadech, navazující nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1013/2006 ze dne 14. června 2006 o přepravě odpadů. Rozsah informací a dokumentace při přepravě určuje vyhláška č. 374/2008 Sb., o přepravě odpadů (navazující na přílohu II zmiňovaného nařízení). Právnícké osoby a fyzické osoby oprávněné k podnikání zúčastněné na přepravě odpadů jsou povinny zabezpečit přepravu odpadů v

souladu s požadavky stanovenými ve zvláštních právních předpisech³³, na vyžádání kontrolních orgánů předložit dokumentaci a poskytnout pravdivé a úplné informace související s přepravou odpadů a při přepravě nebezpečných odpadů vést evidenci a ohlašovat přepravované nebezpečné odpady v rozsahu stanoveném tímto zákonem a prováděcím právním předpisem.³⁴

Podle přepravní vzdálenosti dělíme přepravu odpadů na jednofázovou, dvoufázovou a vícefázovou. V rámci ČR převažuje přeprava jednofázová, přeprava dvou a vícefázová (systém MSTS³⁵) se začíná postupně rozvíjet. V zahraničí je vícefázová přeprava používána běžně. Její princip spočívá v tom, že v první fázi dochází ke sběru odpadků svozovým odpadkovým automobilem, který je převáží do překládací stanice. Ve druhé fázi dvoufázové přepravy je pak odpad dopravován dále (často se používají velkoobjemové návěsy). V některých případech je překládací stanice vybudována zároveň jako třídírna odpadu (Hlavatá, 2006).

3.4.3 Skladování

Skladování komunálního odpadu je v podmínkách ČR využíváno jen minimálně (Hlavatá, 2006). Ukládání odpadu na skládku není schůdným řešením a zničit jej není uspokojivé z důvodu výsledných emisí a vysoce koncentrovaných znečišťujících zbytků. Nejlepším řešením je jako vždy předcházet produkci takových odpadů, zařadit odpad znovu do výrobního cyklu pomocí recyklace jeho složek, pokud existují ekologické a ekonomicky schůdné metody.³⁶

3.4.4 Úprava

Úpravou komunálního odpadu se rozumí soubor činností, při nichž dochází ke zpracování odpadů ve specializovaných zařízeních (Hlavatá, 2006). Komunální odpad je považován za zdroj užitkových surovin ve všech odvětvích lidské činnosti, netypický tvar a složení materiálů v něm obsažených však klade vysoké technické nároky na jeho úpravu. Vzhledem k rozmanitosti v něm obsažených surovin se rozsah úpravnických postupů stále rozšiřuje, modifikuje a tím specializuje. Cílem úpravy je dosažení potřebné konzistence, tvaru a objemu zpracovávaného materiálu (Voštová a Fries, 2003).

³³ Např. zákon č. 111/1994 Sb., ve znění pozdějších předpisů, Evropská dohoda o mezinárodní silniční dopravě nebezpečných věcí - ADR (Ženeva 1957), vyhlášená ve Sbírce zákonů pod č. 64/1987 Sb., Řád pro mezinárodní železniční dopravu nebezpečného zboží (RID).

³⁴ § 24 zákona pro odpadech č.185/2001Sb.

³⁵ Multi Service Transport System (MSTS) – logistický systém pro odpadové hospodářství

³⁶ Waste Management. Summaries of EU legislation. Europa.eu [online] [cit. 2012-02-18]. Dostupné z WWW: <http://europa.eu/legislation_summaries/environment/waste_management/index_en.htm>.

Souhrnně se při zpracování surovin uplatňují tyto směry úpravy:

1. Zmenšování kusovosti (mechanické zdrobňování)
 - a) lisování
 - b) dělení (stříhání, pálení)
 - c) drcení, mletí, zdrobňování
2. Odlučování jednotlivých složek materiálu
 - a) třídění, rozdružování
 - b) odvodňování
 - c) jiné (speciální) postupy
3. Zkusování
 - a) spékání (aglomerace)
 - b) peletizace
 - c) briketace (Fries, 2007)

3.4.5 Energetické využívání

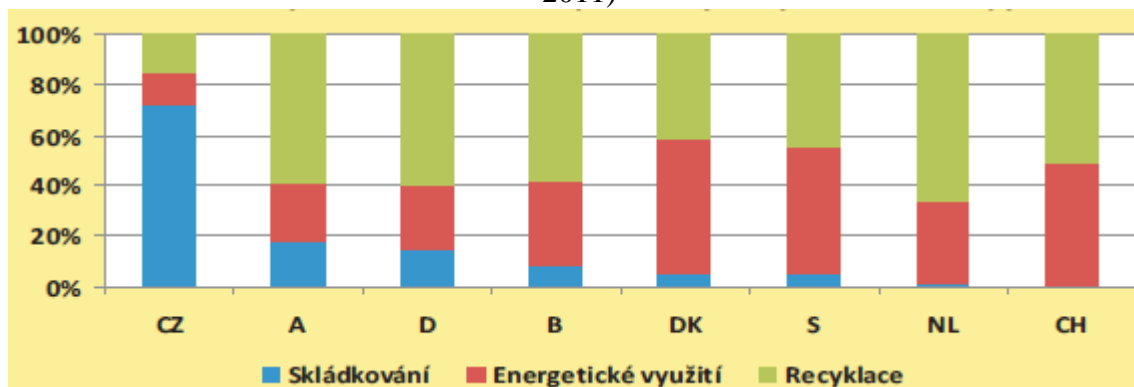
Energetické využívání odpadů představuje v současnosti hospodárnou alternativu k fosilním palivům. Jedná se o přeměnu nerecyklovatelných odpadů na využitelné teplo, elektřinu nebo palivo. Dochází rovněž ke snižování množství vypouštěných skleníkových plynů.

Jako argumenty pro tento způsob využívání odpadů lze uvést:

- odpad je ideální náhradou přírodních neobnovitelných zdrojů (např. SKO dosahuje výhřevnosti hnědého uhlí),
- ČR hrozí od roku 2013 reálné sankce za to, že nesnižuje množství skládkovaných BRO,
- ČR významně zaostává za vyspělými evropskými státy ve využívání odpadů jako zdroje energie (viz graf č. 7),³⁷

³⁷ Odpad je nevyčerpatelný zdroj energie. *Odpadové fórum* [online]. Zář 2010 [cit. 2012-01-17]. Dostupné z WWW: <<http://www.odpadoveforum.cz/prilohy/Priloha5.pdf>>.

Graf č. 7: Porovnání využití komunálního odpadu ve vybraných zemích Evropy (Kyselák, 2011)



Pro energetické využití odpadů je podstatné, že odpad slouží užitečnému účelu a nahrazuje jiné materiály, resp. fosilní paliva. V rámci předpisů o hospodaření s energií se mluví o obnovitelných energetických zdrojích, kterými je i energie biomasy, skládkového plynu a bioplynu (Kyselák, 2011).

Tabulka č. 6: Stávající spalovny komunálního odpadu v ČR
(<http://www.odpadoveforum.cz/prilohy/Priloha5.pdf>.)

Název a lokalita	Předpokládaná kapacita v roce 2011 v tis. tunách
ZEVO - Praha Malešice	310
TERMIZO, a.s., Liberec	100
SAKO Brno, a. s.	224

Tabulka č. 7: Plánované spalovny komunálního odpadu v rámci integrovaných systémů
(<http://www.odpadoveforum.cz/prilohy/Priloha5.pdf>.)

Název a lokalita	Odhadovaná kapacita v tisících tunách za rok
Krajské integrované centrum - integrovaný systém nakládání s komunálními odpady v Moravskoslezském kraji	192
Integrovaný systém nakládání s komunálními odpady v Plzeňském kraji	100
Integrovaný systém nakládání s odpady v kraji Vysočina	100

V současnosti zahrnuje energetické využívání odpadů široké spektrum technologií, které jsou v ČR i v Evropě na různém stupni rozvoje a praktického používání. Jedná se o:

- 1) přímé spalování neupravených komunálních odpadů ve spalovnách komunálních odpadů,
- 2) spoluspalování vytríděných a upravených odpadů hlavně z mechanicko-biologické úpravy odpadů v klasických energetických zdrojích nebo tzv. monozdrojích,
- 3) spoluspalování (a současně materiálové využití) alternativních paliv a některých vybraných odpadů (např. pneumatik) v cementárnách,
- 4) spoluspalování (a současně materiálové využití) ve vysokých pecích,
- 5) pyrolýza, zplyňování,
- 6) anaerobní digesce za účelem výroby bioplynu,
- 7) využití skládkového plynu,
- 8) zpracování většiny zbytkových látek na použitelné produkty.³⁸

Energetické využívání odpadů prokazatelně představuje nejčistější zdroj energie získávané termicko oxidačním procesem. Jeho výhody spočívají zejména v úspoře neobnovitelných zdrojů paliv (uhlí, ropa, zemní plyn), získávání čistých kovů – např. zinku (úpravou zbytkových materiálů z procesu čištění spalin na látkově využitelné frakce), desetinásobném snížení objemu a 60 – 70% tím snížením hmotnosti odpadu ukládaného na skládku, mineralizaci organického uhlíku, dosažení inertních vlastností zbytkových materiálů (zajištění trvalého bezpečného uložení do zemské kůry nebo zpracování na použitelné produkty), eliminování emisí skleníkových plynů, neutralitě ve vztahu k oxidu uhličitému (zamezení emisí skleníkových plynů) a šetrnosti vůči životnímu prostředí.³⁹

³⁸ Odpad je nevyčerpatelný zdroj energie. *Odpadové fórum* [online].

³⁹ Čeho lze dosáhnout energetickým využíváním odpadů. *Odpadjeenergie.cz* [online]. Poslední aktualizace 17. února 2012 [cit. 2012-02-17]. Dostupné z WWW: <<http://odpadjeenergie.cz/ochrana-zp/vychodiska/ceho-lze-dosahnout.aspx>>.

Obrázek č. 1: Počet spaloven komunálního odpadu v ČR a EU
(http://www.ecmost.cz/clanky.php?page=nakladani_KO)



3.4.6 Zpracování biologicky rozložitelného odpadu

Ze zpráv o plnění POH vyplývá, že jedno z opatření, která se nedaří plnit, je odklon BRO ze skládek. Hlavní ekologickou hrozbou z biologického odpadu je produkce metanu na skládkách.⁴⁰ Po energetickém využití je další možností snížení množství ukládaného BRO kompostování.⁴¹ „Kompostování je řízený, převážně aerobní proces, při kterém z původních organických látek vlivem živých organismů, obzvláště mikroorganismů, vzniká organické hnojivo – kompost.“ (Moňok, 2010). Rozklad BRO probíhá stejným způsobem jako v půdě. Hlavní rozdíl spočívá v tom, že při kompostování je tento proces technologicky řízen s cílem získat co největší množství humusu v co nejkratším čase. Podle Moňoka (2010) se z hlediska možností využití odpadů jedná o nejflexibilnější zhodnocovací technologii (Moňok, 2010).

Rozlišujeme 3 formy kompostování:

- a) domácí – kompostování biologického odpadu a současné používání kompostu v záhradách patřících soukromým domácnostem,

⁴⁰ Economic analysis of options for managing biodegradable municipal waste. Final Report to the European Commission. [online]. [cit. 2012-02-12]. Dostupné z WWW:

<http://ec.europa.eu/environment/waste/compost/pdf/econanalysis_finalreport.pdf>.

⁴¹ Odpad je nevyčerpatelný zdroj energie. *Odpadové fórum* [online].

- b) komunitní – kompostování vykonávané skupinou lidí v určité lokalitě (zahrádkářská kolonie, panelový blok, škola, obec...) s cílem společně kompostovat svůj vlastní biologický odpad, který vzniká v dané lokalitě (vznikající kompost je využíván pro vlastní potřebu komunity),
- c) komunální/průmyslové – kompostování biologického odpadu z větší svozové oblasti v centrální kompostárně, které vykonává např. specializovaná firma (kompost může být použit pro vlastní potřebu nebo nabízen k prodeji) (Váňa, 2002).

Podle Káry a kol. (2002) je „kompostování zbytkové biomasy je z celospolečenského hlediska nejpřirozenější a ekologicky nejvhodnější forma přeměny a zhodnocení tohoto organického materiálu“ (Kára a kol., 2002). O tom, že náklady na zpracování 1 tuny odpadu jsou v případě kompostování nejpříznivější, svědčí i zpráva Německého spolkového úřadu pro životní prostředí, v níž byly porovnávány náklady na jednotlivé způsoby nakládání s BRO. Stojí zde, že průměrné náklady na spalování zbytkového odpadu jsou 173 Eur na tunu odpadu, mechanicko-biologická úprava odpadu představuje 157 Eur na tunu odpadu, kompostování separovaného biologického odpadu v kompostárně s kapacitou 15 tisíc tun činí 61 až 113 Eur na tonu (v závislosti na použité technologii), zpracování biologického odpadu v bioplynové stanici se stejnou kapacitou jsou 72 až 118 Eur na tunu (v závislosti na použité technologii) (Moňok, 2010).

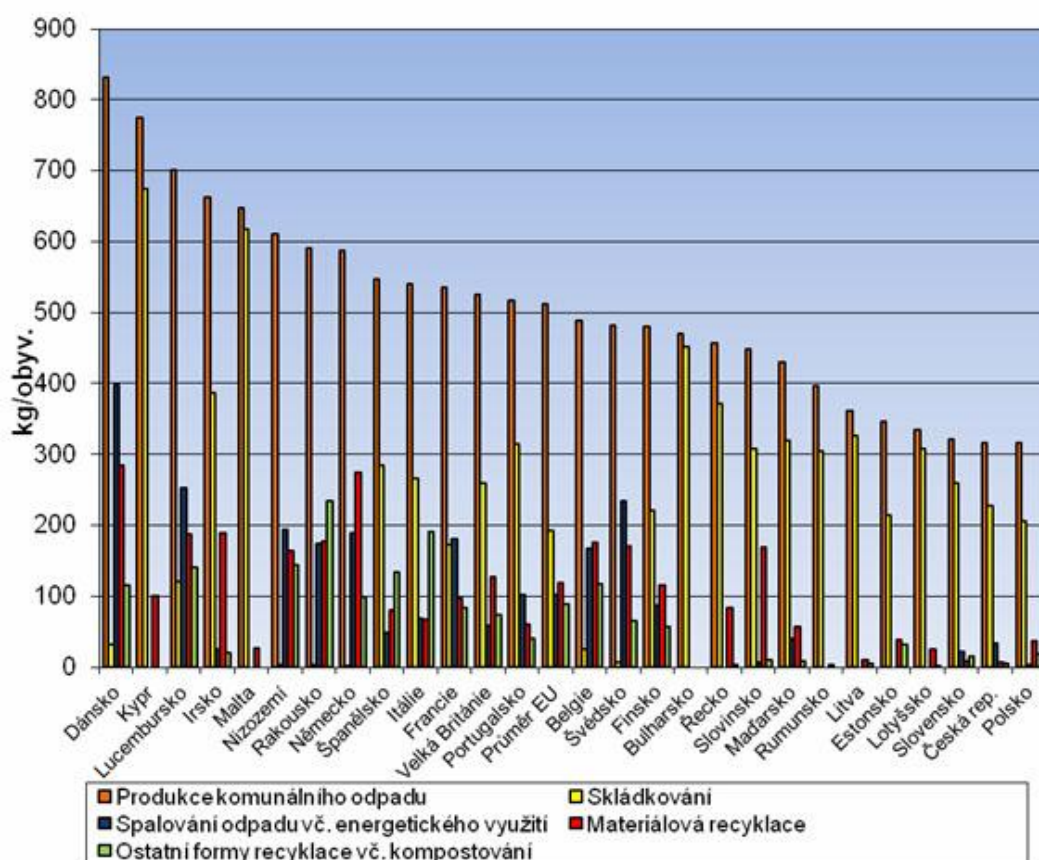
Další možností využití BRO je zpracování technologií anaerobní digesce⁴², bakteriální rozklad organických látek bez přístupu vzduchu za vzniku plynného podílu (bioplynu), který je nejčastěji používán k efektivní výrobě obnovitelné elektřiny a tepla a digestátu, který lze používat jako kvalitní hnojivo (obdoba kompostu) (Hogg a kol., 2002). Hlavními výhodami tohoto způsobu nakládání s komunálním odpadem je získání doplňkového zdroje energie, výroba kvalitních organických hnojiv a zlepšení pracovního a životního prostředí (Kuča a Obroučka, 2011). Zařízení, ve kterých se odpady organického původu prostřednictvím procesu anaerobní digesce za nepřístupu vzduchu zpracovávají v uzavřených reaktorech, se nazývají bioplynové stanice (BPS). Statistika výroby bioplynu dokládá rostoucí význam tohoto oboru např. z hlediska výroby obnovitelné energie (Bačík, 2008). V ČR je v současnosti v provozu přibližně 60 bioplynových stanic (Mužík a Kára, 2009).

⁴² Lze se setkat rovněž s pojmy anaerobní fermentace a anaerobní vyhnívání.

3.4.7 Skládkování

Umístění a technické provedení skládky musí zajistit ochranu životního prostředí po celou dobu provozu skládky i po jejím ukončení a podmínky pro rekultivaci skládky a následné využití skládkového prostoru v souladu se schválenou územně plánovací dokumentací. Skládkování komunálních odpadů ovlivňuje Směrnice Rady 1999/31/ES ze dne 26. dubna 1999 o skládkách (Hlavatá, 2006). Účelem směrnice 1999/31/ES je prevence nebo omezení nepříznivého vlivu, který má odpad ukládaný na skládky na životní prostředí, zejména na povrchové a podzemní vody, půdu a ovzduší, ale i na lidské zdraví (Goossens, 2008). Navzdory přísným předpisům upravujícím skládkování není tento způsob odstraňování odpadů vhodný, a to nejenom z hlediska environmentálního, ale i ekonomického. To znamená, že skládkování je nejméně přijatelným způsobem naložení s odpadem z hlediska vlivů na životní prostředí. Současně uložením na skládku zcela přicházíme o materiálové a energetické zdroje obsažené v odpadech.⁴³

Graf č. 8: Produkce komunálního odpadu a způsoby nakládání s ním v zemích EU v roce 2009 (Zdroj dat: Eurostat, 12/2011, graf zpracovalo ECMaK)

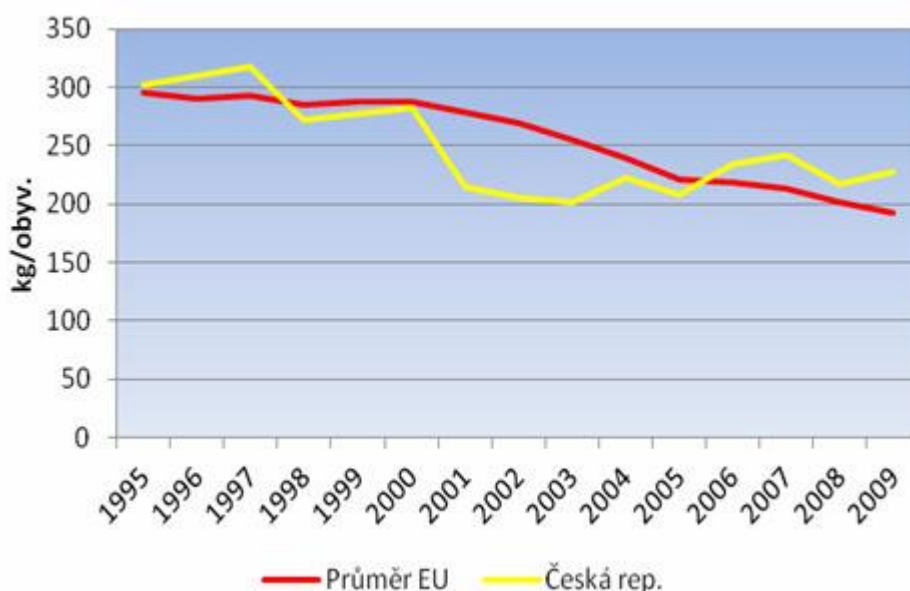


⁴³ Odpad je nevyčerpatelný zdroj energie. *Odpadové fórum* [online].

Z nejnovějších statistických údajů vyplývá, že každý občan vyprodukoval ČR v roce 2010 317 kg komunálního odpadu.⁴⁴ Celých 68 % z těchto odpadů ale skončilo nevyužito na skládce.⁴⁵ Oproti tomu průměrný Evropan vyprodukoval v roce 2009 více než 500 kg komunálních odpadů, z nichž na skládce skončila asi jedna třetina. ČR tak navzdory menšímu množství produkovaného komunálního odpadu patří mezi státy s největším podílem odpadu ukládaného na skládky (Červenková a kol, 2002).

Na omezení skládkování se od dubna 2011 zaměřuje projekt Středoevropská centra a sítě oprav a opětovného využití odpadů (CERREC⁴⁶), podporovaný v rámci programu Central Europe a spolufinancovaný Evropským fondem regionálního rozvoje, který sdružuje devět partnerů a dalších devět přidružených partnerů ze sedmi středoevropských států (ČR, Rakousko, Německo, Itálie, Polsko, Maďarsko, Slovensko). „Cílem je podpořit zavedená, akreditovaná centra opětovného používání odpadů a zároveň vytvořit síť nadnárodních zainteresovaných subjektů, které by sdílely své znalosti, a pomáhaly by tento segment dále rozvíjet.“⁴⁷

Graf č. 9: Vývoj množství skládkovaného komunálního odpadu v letech 1995 – 2009 (Zdroj dat: Eurostat, 12/2011, graf zpracovalo ECMaK)



⁴⁴ Produkce, využití a odstranění odpadu v roce 2010. ČSÚ [online].

⁴⁵ Produkce, využití a odstranění odpadu v roce 2010. ČSÚ [online].

⁴⁶ Z angl. Central Europe Repair & Re-use Centres and Networks

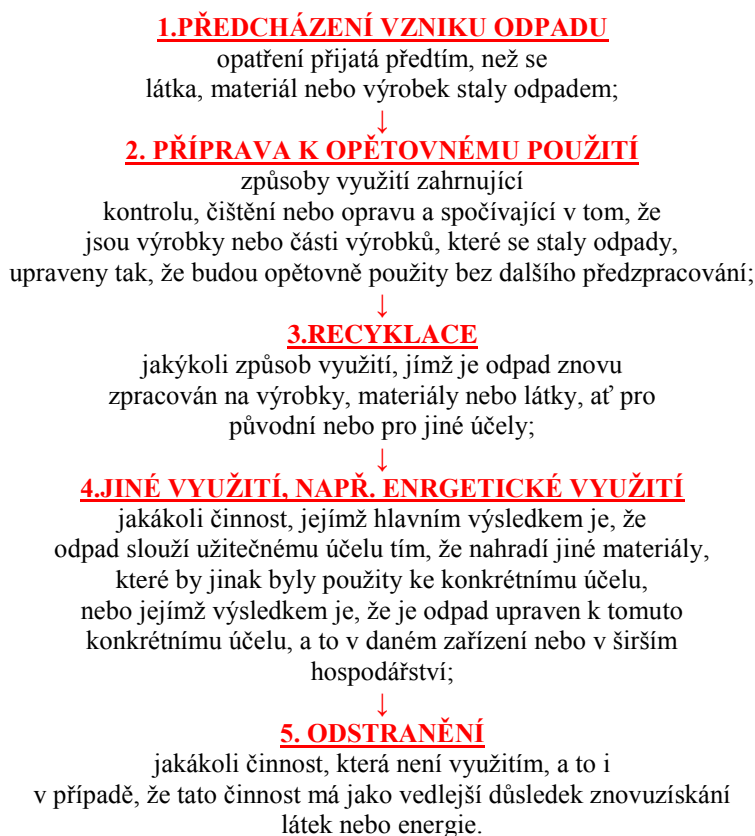
⁴⁷ Zmenšit skládky, to je cíl projektu opětovného využití odpadů CERREC. Biom.cz [online]. 18. ledna 2012 [cit. 2012-01-18]. Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/zmensit-skladky-to-je-cil-projektu-opetovneho-vyuziti-odpadu-cerrec>. ISSN 1801-2655.

4. LEGISLATIVA

4.1 Směrnice EU v oblasti odpadového hospodářství

V oblasti odpadového hospodářství kladou směrnice EU důraz zejména na prevenci vzniku odpadů, omezování nebezpečných vlastností odpadů, jejich recyklaci a jiné formy využití. Nová rámcová směrnice o odpadech je v mnohém konkrétnější než původní z roku 1975. Je potřeba ji chápat jako ucelený dokument, číst ji celou a využít její racionalitu. Např. že odpady mají být odděleně sbírány, jestliže je to technicky, environmentálně a ekonomicky průchozí a vhodné. Nebo že odpady mají být využity v nejbližším možném zařízení s odpovídající technologií bez ohledu na národní hranice státu. Vzájemná propojenost technické proveditelnosti, environmentálního přístupu a ekonomického hlediska se musí promítat do všech činností v odpadovém hospodářství. Pro celou problematiku odpadů a zároveň pro celou oblast životního prostředí byly zpracovány tzv. implementační plány, které obsahují zejména harmonogram dalších kroků v prosazování právních předpisů ČR a legislativy ES, stanovující dílčí cíle a odpovědnosti.

Obrázek č. 2: Hierarchie nakládání s odpady podle nové směrnice 98/2008/ES o odpadech (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:CS:PDF>)



Základní rámec politiky EU v oblasti odpadového hospodářství je dán směrnicí Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008/ES o odpadech a o zrušení některých směrnic⁴⁸. Tato směrnice zavádí cíle pro opětovné využití a recyklaci odpadu, které mají být dosaženy do roku 2020. Členskými státy rovněž ukládá povinnost vypracovat závazné programy pro předcházení vzniku odpadu. Podle přijatého znění bude spalování za určitých podmínek považováno za „využití odpadu“. Směrnice má především zvrátit nepříznivý vývoj trvalého růstu množství komunálních odpadů v Evropě. Podle navržené hierarchie je nejméně přijatelnou možností nakládání s odpady jeho skládkování bez dalšího využití. Cestou ke stanovenému cíli by měla být recyklace složek komunálního odpadu. V „cílovém“ roce 2020 by mělo být recyklováno až 50 % odpadů, které recyklovat lze (Bačáková, 2009). Z této směrnice vychází:

- směrnice o nebezpečných odpadech (91/689/EHS)
- předpis o statistice v oblasti odpadů (ES 2150/2002)
- předpis o dopravě odpadů (EHS 259/93)

V oblasti zpracovávání odpadů se jedná o:

- směrnice o spalování odpadů (200/76/ES)
- směrnice o skládkování odpadů (99/31/ES)
- směrnice o využití bioodpadů (připravuje se)

4.2 Právní úprava v ČR

Odpadové hospodářství představuje sice relativně mladou, nicméně dynamicky se rozvíjející oblast hospodářství ČR. V České republice vznikl první zákon o odpadech až v roce 1991. Před rokem 1991 nebylo nakládání s odpady v ČR na legislativní úrovni nijak kontrolováno ani řízeno a s výjimkou tzv. druhotných surovin nebylo ošetřeno žádným složkovým předpisem.⁴⁹ Základní rámec tvořil zákon č. 20/1966 Sb., o péči o zdraví lidu, související vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 45/1966 Sb., o vytváření a ochraně zdravých životních podmínek a některé vyhlášky upravující otázky spojené s organizovaným sběrem vybraných druhotných surovin. Prvním historicky platným zákonem byl zákon č. 238/1991 Sb. o odpadech, který vstoupil v platnost dne 1. srpna 1991. Tento hmotně právní

⁴⁸ Tato nová směrnice nahradila původní směrnici 2006/12/ES dne 17. června 2008 (přechodné období je do 12. prosince 2010). Členskými státy bylo dáno za povinnost implementovat obsah této směrnice do své národní legislativy do 24 měsíců od data jejího vydání – s tím souvisí nutnost vytvořit v ČR nový zákon o odpadech, který bude odpovídat požadavkům této směrnice.

⁴⁹ Odpadové hospodářství. *MŽP* [online]. c2008 – 2012. Poslední aktualizace 31. ledna 2012 [cit. 2012-01-31]. Dostupné z WWW: <http://www.mzp.cz/cz/odpadove_hospodarstvi>.

předpis byl v srpnu 1991 doplněn zákonem České národní rady (ČNR) č. 311/1991 Sb., o státní správě v odpadovém hospodářství. Dalším zákonem, zabývajícím se problematikou odpadového hospodářství, byl zákon ČNR č. 62/1992 Sb., o poplatcích za uložení odpadů, ve znění zákona č. 41/1995 Sb., účinný od 1. dubna 1992.

Tabulka č. 8: Současné a navrhované sazby poplatků za odstraňování odpadů skládkováním

Druh odpadu	Příjemce poplatku	Sazba poplatku (Kč/t) v jednotlivých letech			
		2009	2010-2011	2012-2013	od r. 2014
Komunální odpad	Obec	500	0 - 500	0 - 500	0 - 500
Komunální odpad	Kraj a SFŽP	0	200	400	800

Pramen: Návrh zákona o odpadech – důvodová zpráva, MŽP

Výše zmíněné zákony byly dále rozvedeny čtyřmi prováděcími předpisy, další dva prováděcí předpisy pak řešily speciální otázky související s odpady. Druhým zákonem o odpadech byl komplexní zákon č. 125/1997 Sb. účinný od 1. ledna 1998, ve znění zákona č. 167/1998 Sb., zákona č. 352/1999 Sb., zákona č. 37/2000 Sb. a zákona č. 132/2000 Sb. Tento zákon byl dále rozveden jedním nařízením vlády a čtyřmi vyhláškami resortu životního prostředí (jeden prováděcí předpis řešil speciální otázku související s nakládáním s odpady. Nový zákon o odpadech č. 185/2001 Sb. vstoupil v platnost dne 1. ledna 2002 (Fries, 2007).

Zákonem o odpadech z roku 2001 se odpadové hospodářství v ČR řídí již deset let. Za dobu své existence byl zákon mnohokrát novelizován, a to zejména v rámci transpozice nejruznějších směrnic EU. Norma, která u nás implementuje celou skupinu vzájemně na sobě nezávislých směrnic, se tak postupem času stala normou velmi nepřehlednou⁵⁰. Situace se nezměnila ani po přijetí euronovely zákona o odpadech, která byla v důsledku nutnosti transpozice směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008 o odpadech do české legislativy a reakce na řízení vedená proti ČR pro porušení Smlouvy o založení Evropských společenství (nesprávná transpozice směrnice o skládkách odpadů, neprovedení směrnice o bateriích a akumulátorech a nesprávné provedení směrnice o vozidlech s ukončenou životností) vyhlášena dne 21. května 2010 ve Sbírce zákonů pod číslem 154 a účinnosti nabyla 1. července (Krebsová, 2010).

⁵⁰ Tato nepřehlednost byla ještě zvýšena nutností transponovat novou směrnici Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008 o odpadech do 12. prosince 2010.

V současnosti MŽP pracuje na přípravě zcela nového zákona o odpadech, který by měl v budoucnu nahradit nyní platný zákon. Zákon by měl být k 30. září 2012 odevzdán ke konečnému projednání vládě, sněmovně a senátu. Jeho platnost se pak předpokládá od 1. ledna 2014. V současnosti se také provádí aktualizace Plánu odpadového hospodářství. Jeho nová podoba by měla být hotova v roce 2013.⁵¹

5. MECHANICKO-BIOLOGICKÁ ÚPRAVA (MBÚ)

5.1 Vymezení pojmu

Tříděním komunálního odpadu a jeho následnou recyklací lze snížit množství směsného odpadu na malý zlomek jeho původního množství (podle zkušeností ze zahraničí se v konečném důsledku nemusí jednat o více než 16 % ze všech komunálních odpadů). SKO tvoří většinou předměty považované za nevhodné k dalšímu použití, nerecyklovatelné a nekompostovatelné, ale také odpady, které jejich původci nevytřídili v rámci separovaného sběru. Množství směsného odpadu lze ovlivňovat kombinací různých regulačních i finančních mechanismů (např. uzákonění zodpovědnosti výrobců za produkt po skončení jeho životnosti, poplatky za likvidaci odpadů nebo úsporný design výrobků a obalů). Odpady, které nemohou být opětovně použité, by měly být před uložením na skládky biologicky stabilizované, aby v během rozkladných procesů nedocházelo ke vzniku a uvolňování metanu, který se výrazně podílí na skleníkovém efektu), ku kontaminaci podzemních či povrchových vod, či k poklesům a sesuvům skládky v důsledku velkých objemových změn (Moňok, 2010). Stabilizací se podle pracovního dokumentu Evropské komise „Biologické zpracování bioodpadu“ (DG.ENV.A.2) rozumí snížení dekompozičních vlastností bioodpadu, které se projevuje minimalizací zápachu a poklesem respirační aktivity za dobu 4 dnů (AT4) pod 10 mg O₂/g sušiny odpadu. Takto stabilizovaný odpad je možné na skládkách komprimovat až na objemovou váhu 1,6 t/m³ a podle dokumentu EU „Biologické zpracování bioodpadu“ se členskými státy doporučuje povolit použití stabilizovaného bioodpadu splňujícího požadavky uvedené v Příloze III (1 kg sušiny nesmí obsahovat více než 5 mg kadmia, 600 mg chromu, 600 mg mědi, 5 mg rtuti, 150 mg niklu, 500 mg olova a 1500 mg zinku, 0,4 mg PCB a 3 mg polyaromatických uhlovodíků (PAU)) k přípravě umělých (antropogenních) půd, k rekultivaci skládek, důlních výsypek, k tvorbě protihlukových bariér, při stavbách cest, lyžařských svahů a sportovišť a k dalším účelům nesměřujícím k potravinářské produkci

⁵¹ Příprava nového zákona o odpadech. *Envigroup* [online]. Poslední aktualizace 12. února 2012 [cit. 2012-02-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.envigroup.cz/www/aktuality/aktualita-357.html>>.

(Váňa, 2003). Dodatečnou separaci a biologickou stabilizaci směsného odpadu zabezpečují systémy tzv. mechanicko-biologické úpravy odpadu (MBÚ)⁵².

MBÚ představuje technologii na zpracování SKO event. i odpadů dalších (např. odpady z podnikatelské činnosti nebo odpady průmyslové s charakterem podobným odpadům komunálním) (Sabbasa a kol. 2002). Děje se tak prostřednictvím mechanického třídění na využitelné (materiálně nebo energeticky) a nevyužitelné odpady, a dále biologické úpravy vytríděných biologických složek směsného odpadu (Hlavatá, 2006). Je ovšem třeba si uvědomit, že MBÚ není hlavním způsobem nakládání s komunálním odpadem a nepatří tedy na začátek systému odpadového hospodářství. Musí mu předcházet účinné systémy separovaného sběru, kompostování/anaerobní digesce a recyklace komunálního odpadu. Kombinace těchto čtyř řešení zabezpečuje pohodlné splnění požadavků evropské legislativy týkající se recyklace a skládkování odpadů. Z kalkulace českého Ministerstva životního prostředí (MŽP) vyplývá, že uvedená řešení účinněji sníží množství skládkovaných odpadů víc než výstavba nových spaloven. Prostřednictvím MBÚ lze navíc snížit množství zbytkového odpadu (zbytek po separaci při zdroji, recyklaci a kompostování/anaerobní digesti) snížit zhruba o 50 % (Moňok, 2010). Parametry zbytkového komunálního odpadu před a po zpracování MBÚ jsou uvedeny v tabulce č. 9.

Tabulka č. 9: Parametry zbytkového komunálního odpadu před a po zpracování MBÚ (Váňa, 2003)

Parametr	Jednotka	Zbytkový komunální odpad	
		nezpracovaný	po MBÚ
hmotnost	%	100	20 - 35
objem	%	100	18 - 20
ztráta žiháním	% suš.	55 - 66	28 - 44
výhřevnost	MJ/kg	8,7 - 10,9	5,2 - 7
objemová váha po komprimaci	t/m ³	0,9	1,3 - 1,6
respirační aktivita AT4	mg O ₂ /g suš.	36 - 80	5 - 7
tvorba plynů (21 dnů)	l/kg suš.	140 - 190	20
vyluhovatelný uhlík (TOC)	mg C/l	3000 - 4000	82 - 92

V rámci Evropské unie (EU) není definice MBÚ jednoznačně stanovená, což je zřejmě zapříčiněno tím, že podoba zařízení na MBÚ (resp. používaných procesů) se liší v závislosti na specifických aspektech zemí, v nichž je realizována. Lze nicméně konstatovat, že se jedná o různé zpracovatelské procesy (mechanické, fyzikální, biologické) komunálních a některých

⁵² z angl. MBT (Mechanical-Biological Treatment)

živnostenských odpadů, ze kterých vystupují druhově různorodé odpadové toky. V německy psané literatuře se o těchto metodách hovoří jako o zařízeních na mechanicko-biologickou úpravu/stabilizaci nebo mechanicko-fyzikální úpravu, ve Španělsku tato zařízení nazývají Ecoparc. MBÚ je v současnosti právně ošetřena v SRN (Deponieverordnung MBA - Richtlinie) a v Rakousku (Abf Ab IV 30. Anhang 23). V obou těchto státech platí zákaz skládkování odpadu bez předchozí úpravy a MBÚ představuje jeden z postupů, který splňuje legislativní podmínky (Váňa, 2003).

5.2 Produkty MBÚ

Výsledné produkty MBÚ jsou závislé na použitých technologických postupech ale i vstupních odpadech. Výslednými produkty mohou být:

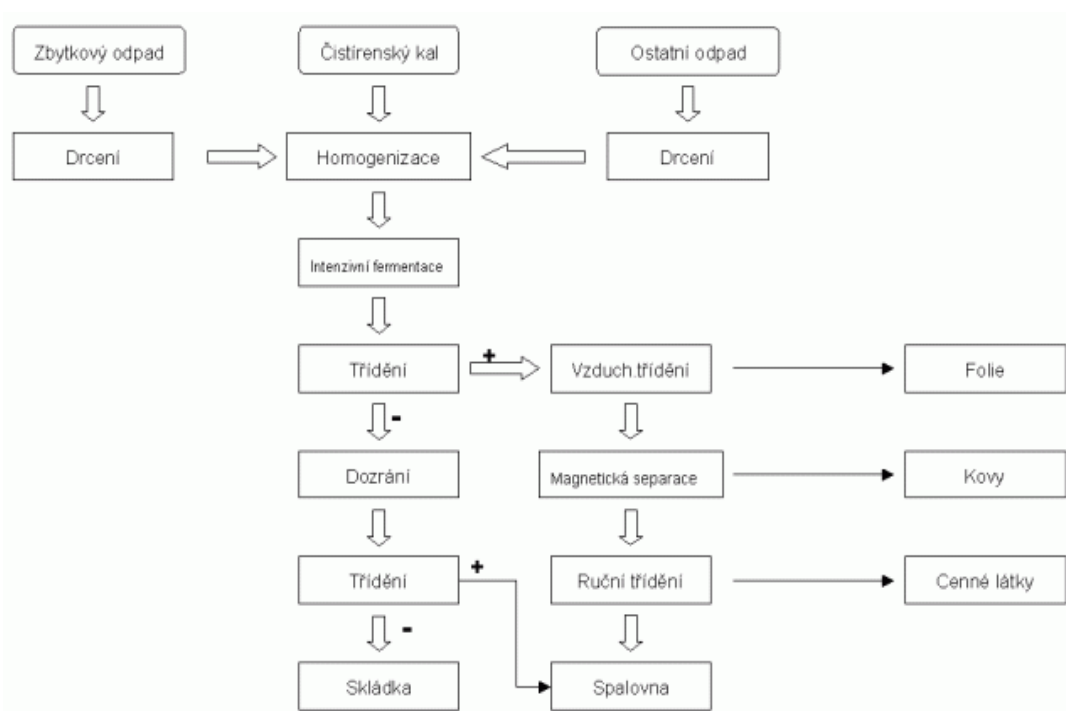
- odpady určené na materiálové zhodnocení (zejména kovy, popřípadě některé druhy plastů, papíru a skla),
- výstup z biologické úpravy (šedý kompost⁵³), který může být využit např. na rekultivaci poškozeného území nebo skládek odpadů, budování protihlukových bariér při cestách či k různým jiným účelům,
- bioplyn z biologické úpravy (jedná-li se o anaerobní digesci),
- odpady k energetickému využití (vytříděná výhřevná frakce ve formě paliva určená např. do cementáren, kotelen atd.),
- odpady k termické úpravě (odpady s nižší výhřevností a horší kvality určené do spaloven),
- odpady k uložení na skládku (biologicky stabilizovaná frakce, kterou nelze z důvodu nedostatečné kvality využít k výše uvedeným účelům, nebo vytříděné ale nevyužitelné materiály např. inertní materiály) (Moňok, 2010).
- tuhé alternativní palivo (tzv. TAP) jedná se o vytříděnou spalitelnou frakci ze směsného komunálního odpadu, většinou nadsítnou z rotačních či vibračních sítí, která je následně využívána jako palivo ve spalovacích zdrojích. Obsahem této frakce jsou především papír, textil, plasty, částečně i biologická část, obsah PVC může komplikovat jeho kvalitu s ohledem na výskyt chloru. Na linkách MBÚ jsou produkovány často 2 typy TAP, jedná se o takzvané vysoce kvalitní TAP s výhřevností nad 20 MJ/kg a ostatní TAP s výhřevností kolem cca 12,5-18 MJ/kg (Bioprofit, 2009).

⁵³ Tento produkt bývá označován rovněž jako „compost-like output (CLO)“, tedy „kompostu-podobný produkt“.

5.3 Technologie MBÚ

Na světě existuje celá řada technologických variant řešení MBÚ, která jsou upravena tak, aby vyhovovaly lokálním podmínkám a potřebám. Konkrétní řešení se odvozují zejména od druhů a množství vstupních odpadů, ohled je však brán rovněž na možnosti umístění výstupních produktů (Moňok, 2010). Základní schéma technologie MBÚ je znázorněno na obrázku č. 3, schémata MBÚ ve vybraných zařízeních jsou uvedena v příloze č. 1.

Obrázek č. 3: Základní schéma MBÚ (Hlavatá, 2006)



V současnosti je tato technologie využívána především:

- k výraznému snížení množství složky BRO v SKO s cílem omezit tvorbu skleníkových plynů a škodlivých výluhů při skládkování,
- k výrobě alternativního paliva z lehké a výhřevné frakce SKO.

Jak už vyplývá z názvu, technologie se skládá ze dvou základních částí, mechanické a biologické (Moňok, 2010). Rozlišujeme tři základní typy technologií (dělení dle Německa):

- mechanicko – biologická úprava,
- mechanicko – biologická stabilizace (biosušení),
- mechanicko – fyzikální úprava (fyzikální sušení).⁵⁴

⁵⁴ Co je MBÚ. *Informační stránky o mechanicko - biologické úpravě (MBÚ)* [online].

5.3.1 Mechanicko-biologická úprava (MBA⁵⁵)

MBA je nejrozšířenějším druhem MBÚ. Hlavním cílem tohoto druhu MBÚ je biologická stabilizace SKO, během které dojde k odpaření velké části vody obsažené v bioodpadech a k výraznému snížení hmotnosti SKO. Výstupem z procesu je prakticky inertní hmota nepodléhající rozkladu, která se často uplatňuje např. při rekultivaci skládek. Biologická stabilizace se nejčastěji (ve 42 % MBA) realizuje kompostováním SKO ve speciálních fermentačních tunelech a druhým nejčastějším způsobem (36 % MBA) je anaerobní fermentace SKO v bioplynových fermentorech. Díky významné tvorbě bioplynu a následné výrobě elektřiny a tepelné energie a jejich prodeje jsou tyto postupy stále atraktivnější. Výťažnost bioplynu z tuny SKO je různá v závislosti na složení odpadu, ale může se pohybovat okolo 100 m³/tunu (Bačík, 2005).

Tabulka č. 10: Příklady zařízení používajících technologii MBA

Zařízení	Lokalizace (oblast, stát)
Neumünster	Šlesvicko – Holštýnsko (SRN)
Südniedersachsen, Göttingen	Dolní Sasko (SRN)
Ecoparc I, II a III	Katalánsko (Španělsko)
Stadtbetriebe Linz GmbH	Horní Rakousy (Rakousko)
MBA Wiefels	Dolní Sasko (SRN)
Bassum	Dolní Sasko (SRN)

Proces mechanicko-biologické úpravy lze rozdělit do tří technologických kroků:

- 1) Mechanická úprava – je předřazena biologické úpravě. Důležitou úlohu zde hraje vstupní kontrola vstupujících odpadů. V rámci této kontroly jsou prvořadě odebrány rušivé odpady (velkoobjemný odpad, odpad podléhající zpětnému odběru). Poté obvykle následuje předdrcení odpadu, kdy je různými mechanickými postupy (například přes rotační síta, gravitační, magnetické či vzduchové separátory, separátory pracujícími na bázi NIR (blízké infračervené záření spektra)) oddělena biologická frakce (zastoupená cca 40 %), která postupuje do biologické úpravy.⁵⁶ Odděleny jsou rovněž železné a neželezné kovy (cca 5 %) či další materiály k materiálovému využití, těžká frakce, kterou

⁵⁵ Z něm. Mechanisch-Biologische Abfallbehandlung

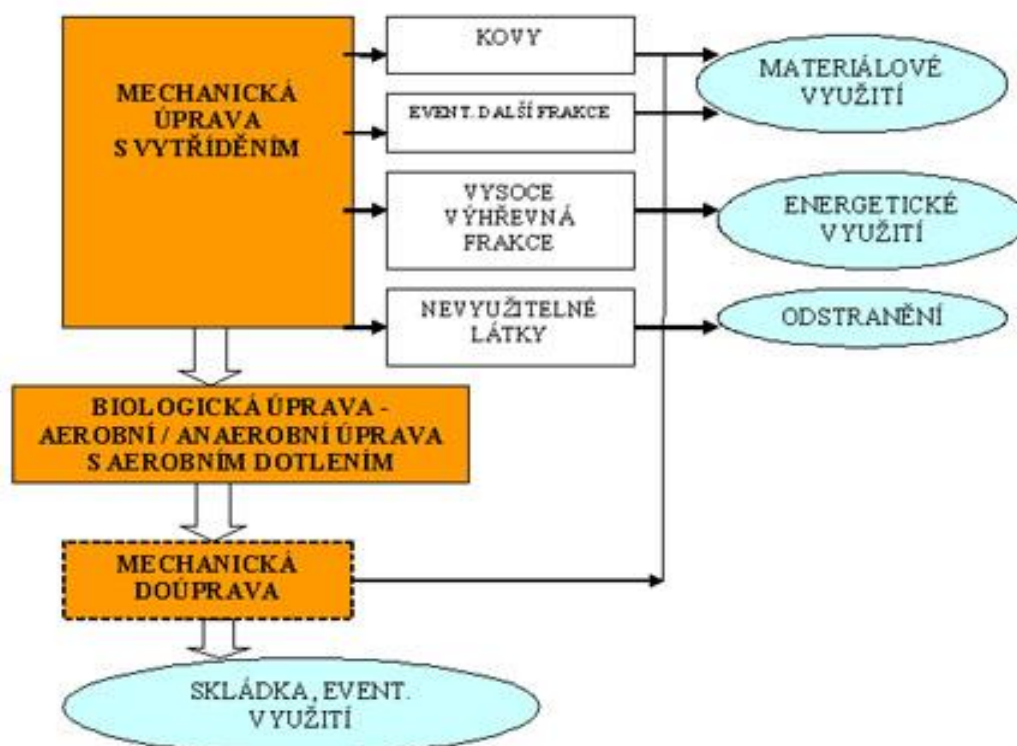
⁵⁶ Co je MBÚ. *Informační stránky o mechanicko - biologické úpravě (MBÚ)* [online].

tvoří převážně inertní materiály k uložení na skládku (cca 15 %) a lehká frakce, spalitelné látky (plast, papír, textil a atd.) pro energetické využití (cca 40 %). Oddělení výhřevných frakcí může být realizováno např. podle kritéria stupně výhřevnosti, tzn. středně a vysoce výhřevná frakce (Moňok, 2010).

- 2) Biologická úprava (aerobní/anaerobní úprava s aerobním dotlením) – vytříbená biologicky rozložitelná frakce je biologicky stabilizovaná prostřednictvím aerobních či anaerobních procesů (event. jejich kombinací). Většinou se jedná o intenzivní procesy aerobního kompostování v uzavřených diskontinuálních (někdy i kontinuálních) fermentorech (tunely, boxy, bubny atd.), ve kterých je substrát po dobu 7 – 10 dní provzdušňovaný pomocí nucené aerace. Vznikající plyny jsou odsávané do zařízení pro čištění plynů (biofiltrů). Fermentace probíhá při teplotě 60 – 75°C, což zajišťuje zabezpečuje dokonalou hygienizaci substrátu. Druhou možností představuje využití procesů anaerobní digesce. Používají se přitom technologie suché nebo mokré fermentace. Ta probíhá v termofilním režimu (cca 55°C). Získaný bioplyn je využíván k výrobě elektrického proudu a tepla. Elektrická energie je dodávána do rozvodné sítě a teplo je obvykle využíváno v samotném závodě (např. na topení, ohřev vody či k ohřevu materiálu před vstupem do fermentoru). Proces biologické úpravy je ukončen aerobní stabilizací, jejímž cílem je dosažení požadovaných vlastností výstupu. Ta probíhá buď v pásových hromadách na volné vodohospodářsky zabezpečené ploše nebo v krytých halách. Během této fáze je substrát v závislosti na velikosti a tvaru zakládky několikrát překopáván. Doba trvání biologické úpravy se různí v závislosti na použité technologii a požadavcích na výstupní produkt. Intenzivní část biologické úpravy však trvá max. 21 dní, celý proces biologické úpravy trvá cca 6 až 16 týdnů (Moňok, 2010).
- 3) Mechanická doúprava – v některých případech následuje po biologické úpravě ještě dodatečná mechanická úprava. Pokud to požadavky na výstupní produkt vyžadují, může být zařazena další část mechanické úpravy buď mezi jednotlivé biologické stupně (intenzivní proces a aerobní stabilizaci) nebo po úplném ukončení biologické úpravy. Používají se k tomu většinou bubnová síta (někdy doplněná i o magnetický a vzduchový separátor), která oddělují nerozložené zbytky, které se poté vracejí zpět do procesu.⁵⁷

⁵⁷ Co je MBÚ. *Informační stránky o mechanicko - biologické úpravě (MBÚ)* [online].

Obrázek č. 4: Schéma mechanicko – biologické úpravy
(<http://www.mbu.cz/cz/Cojembu.php#cojembu>)



5.3.2 Mechanicko-biologická stabilizace (MBS)⁵⁸

MBS je po MBA nejvíce rozšířeným druhem. Primárním cílem MBS je výroba vysoce výhřevného a kvalitního "paliva" ze SKO, které má široké použití v různých průmyslových zařízeních. Jedná se o zajímavý a vysoce efektivní proces, během kterého je nadrcený SKO podroben intenzivnímu biologickému sušení např. v kompostovacích boxech, kde ztratí až 30 % hmotnosti odpařením. Následuje intenzivní mechanická separace všech využitelných složek s výsledkem takřka nulového podílu odpadu na skládky. Palivo má nízký obsah nežádoucích látek (těžké kovy) a jeho energetická výhřevnost je 15-18 MJ/kg. Velice zajímavé jsou celkové materiálové bilance těchto zařízení. Např. MBS v Drážďanech dokáže vytrít a zpracovat úplné maximum. Ze 100 % SKO na vstupu je na výstupu cca 55 % paliva Stabilat, 30 % tvoří procesní ztráta odpařením při biologickém sušení, dále cca 4 % železných kovů, 1 % neželezných kovů a cca 10 % minerální frakce. Ze Stabilatu je vyráběn metanol ve speciálním rafinačním zařízení a zbývající frakce jsou materiálově využity. Minerální frakce

⁵⁸ Z něm. Mechanisch-Biologische Stabilisierungsanlagen

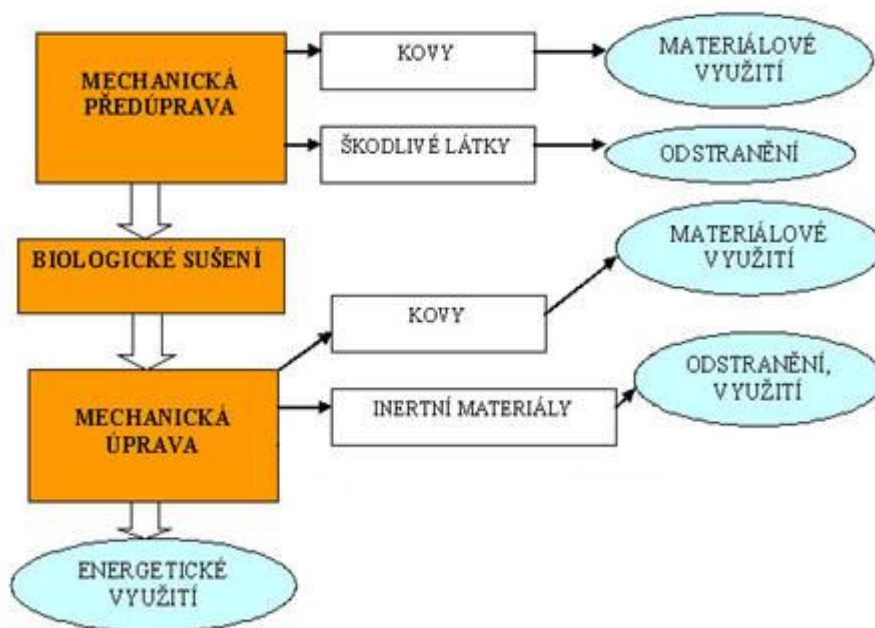
slouží jako stavební materiál. Další zajímavostí je jistě i to, že zařízení v Asslaru je schopné z minerální frakce zvlášť vytrítit ještě bílé, barevné a hnědé sklo (Bačík, 2005).

Tabulka č. 11: Příklady zařízení používajících technologii MBS

Zařízení	Lokalizace (oblast, stát)
Rennerod	Porýní – Falck (SRN)
Nordhessen	Hesensko (SRN)
Stralsund	Hesensko (SRN)
Massafra	Itálie
Zařízení od firmy ECODECO	Itálie, Španělsko, Velká Británie

Také v tomto případě je proces rozdělen do tří technologických kroků. Prvním technologickým krokem je mechanické předúprava odpadů vstupujících do procesu biosušení. První část mechanické úpravy je realizována přípravou na sušení, především pak předdrcením a vyjmutím škodlivých odpadů (velkoobjemný odpad (např. matrace), odpad podléhající zpětnému odběru (např. mikrovlnné trouby)). Někdy je zařazen rovněž magnetický separátor na odseparování železných kovů.⁵⁹

Obrázek č. 5: Schéma mechanicko – biologické stabilizace (<http://www.mbu.cz/cz/Cojembu.php#cojembu>)



⁵⁹ Co je MBÚ. Informační stránky o mechanicko - biologické úpravě (MBÚ) [online].

Druhým technologickým krokem je biosušení celého odpadového toku s cílem dosažení nízké biodegradace odpadů a redukce vlhkosti v upravovaných odpadech. K tomu je využito samoohřívání organických částic v odpadech, kdy se uvolňuje teplo, které vede k odpaření vlhkosti v odpadech. Odpad je během biologického sušení provzdušňován a proces se může odehrávat v uzavřené hale či jednotlivých dílčích oddělených tunelech či jiných reaktorech. Proces biosušení trvá 7 – 20 (v závislosti na technologii) a při teplotách cca 55°C. Během procesu se odpaří cca 25% vody. Třetím krokem je mechanická doúprava – vytrídění vysušených odpadů v mechanické úpravě. Z vysušeného stabilátu jsou odděleny kovy (železné a neželezné (např. hliník), inertní látky (sklo, písek a atd.) a rušivé látky. Zbylý stabilát je separován na jednu nebo více výhřevných odpadních frakcí s rozdílnou kvalitou (např. středně a vysoce výhřevné odpady). Může následovat rovněž další úprava vysoce výhřevné a kvalitní frakce na palivo z odpadů (drcení, lisování, peletizování atd.).⁶⁰

5.3.3 Mechanicko-fyzikální stabilizace (MPS⁶¹)

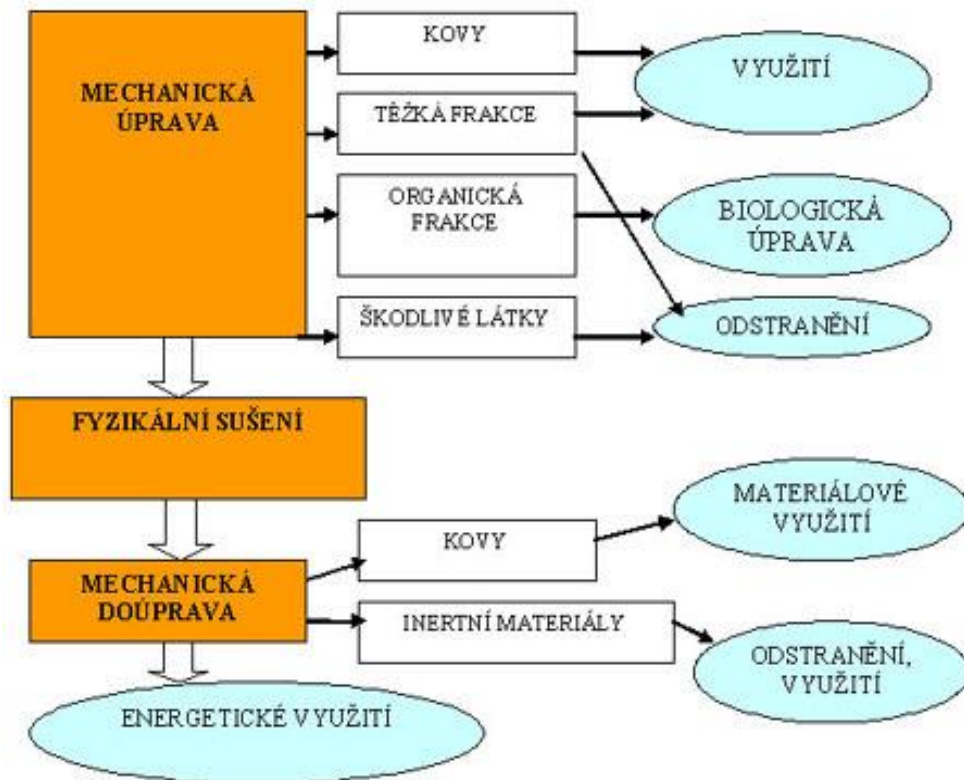
MPS představuje méně častěji používaný, specifický druh MBÚ. Jedná se v podstatě o obdobu metody MBS, ale liší se technologií stabilizace SKO. Primárním cílem MPS je podobně jako v případě MBS rovněž výroba vysoce výhřevného paliva, které může mít také široké uplatnění ve stávajících průmyslových zařízeních. V tomto procesu se ovšem k sušení nepoužívají biologické postupy (např. kompostování), ale fyzikální principy sušení. Po předúpravě je SKO sušen ve speciálních sušících bubnech za pomoci ohřátého vzduchu, kde primárním palivem pro ohřev je např. zemní plyn (Bačík, 2005).

Na tomto principu funguje např. nové významné zařízení MPS ve městě Chemnitz. Bilance výstupů je zde obdobná jako u MBS. Ze 100 % SKO na vstupu je na výstupu cca 50 % paliva ve formě pelet, cca 30 % tvoří odpar při sušení, cca 9 % je inertní materiál použitelný na skládce nebo ve stavebnictví, cca 3 % kovů a malý podíl zbytku. I zde jsou pelety dodávány do stejného rafinačního zařízení za účelem výroby metanolu. Ve srovnání s MBS lze u tohoto postupu předpokládat větší finanční výdaje za energii potřebnou pro sušící proces na bázi zemního plynu. V případě biologického sušení je potřebná teplota zajištěna samotným biologickým procesem (Bačík, 2005).

⁶⁰ Co je MBÚ. *Informační stránky o mechanicko - biologické úpravě (MBÚ)* [online].

⁶¹ Z něm. Mechanisch-Physikalische Stabilisierung

Obrázek č. 6: Schéma mechanicko – fyzikální stabilizace
(<http://www.mbu.cz/cz/Cojembu.php#cojembu>)



5.4 Náklady na MBÚ

Z průzkumu realizovaného v několika rakouských zařízeních na MBÚ vyplynulo, že spotřeba energie kolísá mezi 4 kWh až 56 kWh na tunu zpracovaného odpadu. Náklady v zemích EU činí 60 – 75 euro/tunu (1960 – 2440 Kč/tunu) upraveného odpadu (Smih A. a kol., 2001). V Německu se cena za úpravu odpadů v zařízení na MBÚ na vysoké technické úrovni pohybuje mezi 50 a 85 euro/tunu (1630 – 2770 Kč/t) včetně následného uložení na skládku – oproti tomu náklady na spálení odpadů ve spalovnách komunálních odpadů činí 60 až 375 euro/t (2000 – 12 220 Kč/t) (nízká cena je uváděna pouze pro vysoce výhřevné odpady) (Kropáček, 2003). Německý Spolkový úřad pro životní prostředí (Umweltbundesamt) nechal vypracovat studii srovnávající náklady obou technologií. Náklady na spalování zbytkového odpadu jsou v průměru 173 euro/t (5640 Kč/t), náklady na MBT 157 euro/t (5120 Kč/t). Pro srovnání: průměrné náklady na kompostování separovaného biologického odpadu na kompostárně o roční kapacitě 15 000 tun v Německu dosahují 61 – 113 euro/t (1990 – 3680 Kč/t), zpracování biologického odpadu na bioplynové stanici o stejné kapacitě 72 – 118 euro/t (2350 – 3850 Kč/t) (Kropáček, 2003).

Ve prospěch MBÚ hovoří rovněž analýzy MŽP ČR, ze kterých vyplývá, že strategie, kombinující intenzivní třídění (a na to navazující recyklace a kompostování), MBÚ a prevenci, vyžaduje v ČR celkové investice o 1,6 až 6,5 miliardy Kč nižší (investice 10 až 14,9 mld. Kč) než koncepce, opírající se o stavbu dalších spaloven odpadů (investice 16,5 mld. Kč). Také provozní náklady budou při ekologickém modelu o 1,2 – 1,7 mld. Kč za rok nižší než v případě spaloven. Např. z podkladů pro plán odpadového hospodářství Pardubického kraje vyplývá, že zařízení na MBÚ o kapacitě 150 tisíc tun odpadů ročně lze pořídit za 850 milionů korun, zatímco spalovna s roční kapacitou pouhých 100 tisíc tun ročně přijde na trojnásobek, 2550 milionů. Třikrát levnější MBÚ s kapacitou 1,5násobně větší než plánovaná spalovna v opatovické elektrárně navíc vytvoří 95 pracovních míst, tedy více než dvojnásobek plánovaných 40 v případě spalovny (Záklasník, 2004).

Tabulka č. 12: Příklad investičních nákladů na vybudování zařízení na MBÚ při kapacitě 40 tisíc tun odpadu za rok (Moňok, 2010)

Položka	Investiční náklady
Mechanická část	1,8 mil. EUR
Suchá anaerobní linka a aerobní dostabilizace	4 mil. EUR
Úprava plynu	1,1 mil. EUR
Stavební část	3,5 mil. EUR
Celkem	10,4 mil. EUR (244 mil. Kč)

Pozn.: Investiční náklady při kapacitě 100 tis. tun = 29 mil. EUR (680 mil. Kč)

5.5 Výhody a nevýhody MBÚ

Při posuzování výhod a nevýhod MBÚ je třeba brát v úvahu, že se nejedná o jednoduchý proces, ale soubor možných procesních kroků, které lze kombinovat mnoha různými způsoby. Realizace těchto různých konfigurací má mnoho variant a každá z nich má své výhody a nevýhody. Některé varianty systému nejsou pro určité projekty příliš vhodné, zatímco jiné mohou být naopak velmi výhodné.⁶² Výhodou MBÚ zařízení je jejich flexibilita, která umožňuje přizpůsobit je úspěšnosti separace. Mohou být stavěna modulárním způsobem a jakmile se zvýší množství odpadů vytříděných u zdroje, lze je upravit na výrobní vysoce

⁶² Mechanical Biological Treatment: a Guide for Decision Makers - processes, policies and markets. Juniper Consultancy Services/SITA/Assurre, březen 2005. Dostupné z WWW: <http://www.cti2000.it/Bionett/bioG-2005-008%20MBT_AnnexD0.0009%20K-R%20%28final%29.pdf>.

kvalitního kompostu nebo na provozy na zpracování odpadních materiálů (Matějů, 2005). Lze je vybudovat podstatně rychleji než obdobně velkou spalovnu a přitom s výrazně nižšími investičními náklady. „*Pružnost technologií MBÚ a skutečnost, že je lze účinně provozovat i s poměrně malou kapacitou, jsou z hlediska nákladů rovněž výhodné.*“ (Záklasník, 2004). Ve srovnání se skládkováním i spalováním má kombinace vysoké míry recyklace s MBÚ podstatně nižší negativní ekologické a zdravotní dopady: šetří suroviny, způsobuje menší toxické znečištění a podstatně redukuje emise skleníkových plynů. Nejlepší výsledky vykazuje kombinace recyklace s technologií MBÚ při pálení zbytkového odpadu v cementárenských pecích. Tyto výsledky je ovšem nezbytné brát s rezervou, protože:

- nezahrnují možný vliv popela z různých termických technologií (tyto vlivy by mohly být významné zejména v delší časové periodě),
- metodika hodnocení zdravotních dopadů nebere v úvahu zvláštní rizika pro zranitelné populace v sousedství (například školy nebo nemocnice),
- reálné výsledky ve skutečnosti silně závisejí na provozovateli (Záklasník, 2004).

Jak navíc vyplývá z kalkulace MŽP, technologie MBÚ mohou zajistit větší snížení množství skládkovaného odpadu než výstavba nových spaloven. To vše při nižších investičních (0,7 – 1,4 mld. Kč MBÚ, 1,8 – 2,5 mld. Kč spalovna) i provozních nákladech.⁶³ Z dalších výhod lze jmenovat kladnou nebo vyrovnanou energetickou bilanci, produkci alternativního paliva (u některých technologií MBÚ), vytřídění materiálůvě využitelných složek odpadů, možná produkce kompostů I. a II. třídy (splňujících legislativní požadavky) (Moňok, 2010). Technologie MBÚ rovněž není závislá na kontinuálním přísunu velkého množství odpadu, čímž nevytváří poptávku po zvýšené produkci odpadu a neohrožuje tím preventivní programy (např. recyklace) jako u spalování. MBÚ splňuje požadavky směrnice EU 1999/31/EC o skládkách odpadů na snížení množství BRKO ukládaných na skládky.

Z nevýhod technologie MBÚ lze jmenovat nedořešenost koncové fáze procesu (zejména odbyt lehké frakce jako paliva). Není-li v okolí možnost odbytu alternativního paliva do cementáren nebo elektráren, je nutné vybudovat i vlastní spalovnu, čímž rapidně vzroste investiční náročnost, nižší efektivita výroby elektrické energie a tepla než u spaloven, nižší tržní uplatnitelnost produktů než u spaloven, nízká důvěra odborné veřejnosti v tuto technologii, vyplývající zejména z absence provozních zkušeností v ČR (MBÚ zde zatím

⁶³ Plán odpadového hospodářství ČR (2002), str. 43.

nejsou provozovány), nepříznivé výsledky výzkumných záměrů i provozních zkušeností v Rakousku a Německu.

5.6 Realizace MBÚ

5.6.1 MBÚ ve vybraných evropských zemích

Technologie MBÚ nové generace se začínají v Evropě ve větším měřítku realizovat od začátku 21. tisíciletí. Nejvíce zařízení MBÚ je v provozu, ať už do počtu či kapacity, v Itálii, Německu, Španělsku a Rakousku. Technologie se postupně prosazuje rovněž v Portugalsku, Řecku, Velké Británii a dalších zemích. Každá z těchto zemí má svá specifika (Pačesová, 2008).

5.6.1.1 Německo

Německo představuje při implementaci evropských požadavků na skládkování jednu z předních zemí EU.⁶⁴ Důležitým mezník v německém odpadovém hospodářství představoval 1. červen 2005; od tohoto data je po 12 letech přechodného období zakázáno ukládat na skládky neupravený komunální odpad. Pro Německo bylo v souvislosti s tímto zákazem velmi důležité, že byly v předstihu stanoveny podmínky pro spalování i MBÚ.⁶⁵ Ukazovalo se totiž, že pro některé obce či svazky obcí nebylo spalování odpadů hlavně politicky průchozí, a tak některé spolkové země začaly s vlastními iniciativami. Například Dolní Sasko podpořilo na konci 90. let tři demonstrační MBÚ zařízení. Severní Porýní-Vestfálsko vypracovalo v roce 1998 pro povolovací orgány příručku, podle které mohly být MBÚ realizovány na základě provedení důkazu jejich rovnocennosti se spalovnou. Oblast, která zatím není zcela právně upravena, jsou požadavky na kvalitu alternativních paliv z odpadů. Spolkové sdružení pro kvalitu sekundárních paliv (Bundesgütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe e.V.) se však od roku 1999 snaží zajistit transparentnost a jednotnost kvality těchto paliv pomocí procesu označení kvality RAL-Gütezeichen 724. V souvislosti s technologií MBÚ je v Německu velmi aktivní asociace Arbeitsgemeinschaft Stoffspezifische Abfallbehandlung (ASA) e.V.⁶⁶, které své členy (především provozovatele zařízení na MBÚ), podporuje ať už různými formami výměny informací o plánování, výstavbě a provozu těchto zařízení, tak i výzkumem

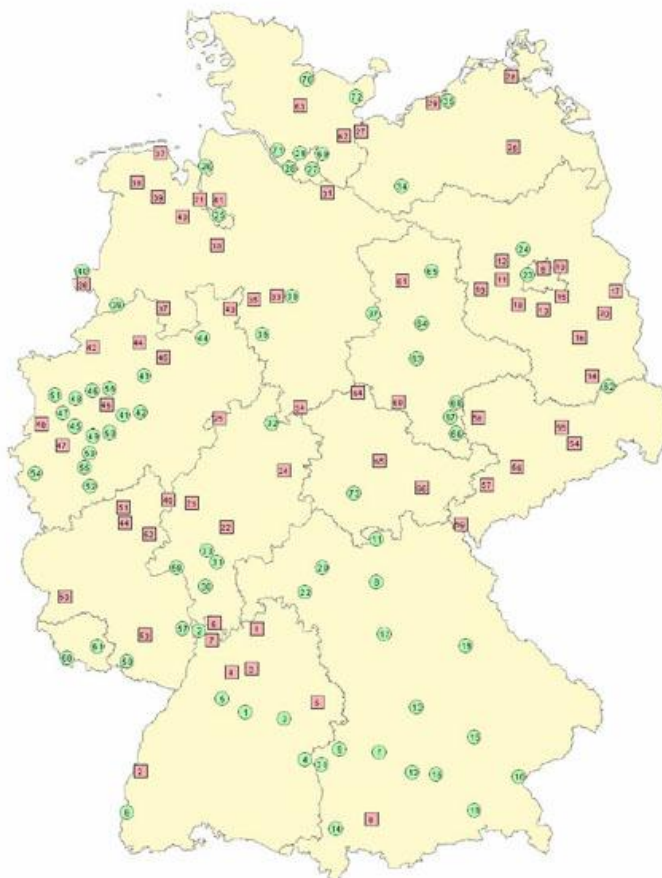
⁶⁴ Mechanicko-biologické zpracování pevných komunálních, živnostenských a průmyslových odpadů. *Biom.cz* [online]. 2.dubna 2003 [cit. 2012-02-02]. Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/mechanicko-biologicke-zpracovani-pevných-komunalnich-zivnostenskych-a-prumyslovyh-odpadu>. ISSN 1801-2655.

⁶⁵ Na celoněmecké úrovni jsou od roku 2001 právně zakotveny požadavky na materiál z MBÚ pro ukládání na skládky třídy II (komunální odpad) a postupy, jak ho lze technologicky do tělesa skládky zabudovat. Rovněž byly stanoveny velmi přísné emisní požadavky, na jejichž základě je třeba velmi efektivně řešit toky odplynů v zařízení. Například odpadní vzduch z málo zatížených procesů je veden do uzavřených tunelů na intenzivní tlení. Tento znečištěný vzduch je pak třeba čistit na čistící jednotce pracující na bázi termicko-regenerativní oxidace.

⁶⁶ Pracovní sdružení pro úpravu odpadů za účelem získání specifických látek.

a odbornými stanovisky. Lze tedy říci, že se tato metoda i přes bouřlivé diskuze⁶⁷ etablovala do německého systému nakládání s SKO (Durdil a Kovaříková, 2005).

Obrázek č. 7: Mapka rozmístění spaloven a MBÚ v jednotlivých spolkových zemích zelené kolečko – spalovna, červený čtvereček – MBÚ (<http://www.mbu.cz/cz/Zahranici.php#nemecko>)



V Německu je současné době v provozu přes 45 moderních zařízení se zpracovatelským výkonem cca 5,5 mil. tun a dalších 17 zařízení pouze s mechanickým stupněm a výkonem cca 1,6 mil. tun. Kapacita zařízení MBÚ se pohybuje od 15.000 t/rok do 300.000 t/rok (nejčastěji 100.000 t/rok). U 15 zařízení je realizována technologie biosušení odpadů, u 30 mechanicko biologická úprava před uložením na řízenou skládku (Pačesová, 2008). Řada měst a obcí v SRN preferuje metodu MBÚ zejména z důvodu nižších finančních nákladů a lepší akceptovatelnosti ze strany veřejnosti. Významnou předností MBÚ je kapacitní a provozní flexibilita. Na rozdíl od spalovny, která musí být vždy velkokapacitní a často má negativní vliv na prevenci a separaci odpadů, vhodně projektované MBÚ lze použít

⁶⁷ Přestože stanovení o povinnosti předúpravy komunálních odpadů bylo známo již od 1. června 2005, až v roce 1999 bylo rozhodnuto, že toto ustanovení nemusí být splněno jen termickou úpravou, ale také MBÚ. V období let 1999 až 2001 se odehrávaly odborné i vědecko-politické spory o požadavcích pro tuto technologii, které vyústily v roce 2001 uzákoněním požadavků na výstup z MBÚ pro uložení na skládky třídy II (komunální odpad). Taktéž byly stanoveny velmi přísné emisní požadavky (30. BImSchV).

pro menší i větší regiony, venkovskou i městskou zástavbu a dovede se přizpůsobit potřebám dané oblasti a místní produkci odpadů. Zařízení tak není konkurentem pro třídění, svými výstupy navazuje na materiálové a energetické využití a je navíc schopné pružně reagovat na aktuální potřeby trhu (Bačík, 2005).

Obrázek č. 8: Zařízení MBÚ Drážďany (<http://www.mbu.cz/cz/FotoDetail.php?Foto=64>)



Realizace MBÚ se nicméně i nadále potýká s celou řadou problémů. Jak je uvedeno v hodnotící zprávě Odborné rady pro otázky životního prostředí německé spolkové vlády – Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU)⁶⁸ z roku 2008: „*Mechanicko-biologická úprava odpadů se etablovala jako doplněk ke spalování odpadů, potýká se ale nadále s problémy s dodržováním rámcových podmínek pro bezpečné odstraňování odpadů, s dodržováním právních požadavků a hospodárností. Další výstavbu těchto zařízení vzhledem k těmto otevřeným otázkám nelze doporučit. Příležitosti spočívají v dalším vývoji tohoto postupu při oddělování jednotlivých látkových toků před recyklací a jako technologie určená na vývoz.*“ (Hyžík, 2009).⁶⁹

⁶⁸ SRU představuje odborné poradní grémium Spolkové vlády Německo, které každé čtyři roky provádí hodnocení situace a politiky životního prostředí ve SRN. Zároveň poukazuje na negativní vývojové trendy a předkládá možnosti jejich předcházení nebo odstranění

⁶⁹ Neověřené informace

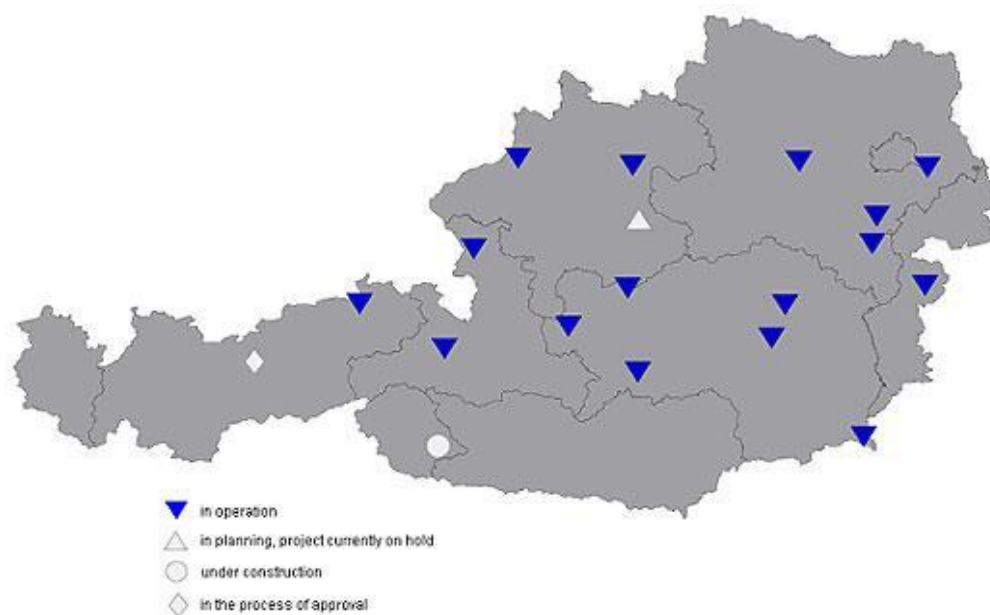
Dosavadní zkušenosti se spalováním výhřevné frakce v Německu jsou tedy velmi problematické a MBÚ je často charakterizována jako „chybná cesta v německém odpadovém hospodářství“. Situace v SRN je totiž taková, že je cca 7 milionů tun alternativního paliva je skladováno a dalších cca 5 milionů tun ročně k tomuto množství přibývá. Pro tato množství alternativních paliv se hledají možnosti spalování ve výše uvedených zdrojích nebo se plánuje výstavba tzv. „monozdrojů“ na alternativní paliva z odpadů. Budování nových monozdrojů je však v kombinaci s investicemi do MBÚ a jeho provozními náklady je pak v porovnání s přímým energetickým využívání odpadů ve spalovnách naprosto ekonomický nesmysl, který celý systém na dlouhá léta významně prodražuje. Bohužel v Německu není k dispozici jiné dostatečně kapacitní řešení (Hyžík, 2009).

5.6.1.2 Rakousko

Rakousko již dosáhlo posledního cíle článku směrnice 1999/31/ES o skládkování odpadů, tzn. snížit maximální množství BRKO ukládaných na skládku do roku 2016 na 35 % hmotnostních z celkového množství BRKO vzniklého v roce 1995, jak vyplývá ze zprávy Evropské komise „O vnitrostátních strategiích pro omezování biologicky rozložitelných odpadů určených ke skládkování“ z 30. března 2005 (Durdil a Kovaříková, 2005).

V Rakousku platí na základě vyhlášky o skládkování (Deponieverordnung, BGBl. Nr.164/1996) od roku 2004 povinnost směsné komunální odpady upravovat. Tato povinnost vedla k realizaci mnoha nových spaloven i zařízení MBÚ. V současné době je v Rakousku v provozu 17 zařízení MBÚ (Štýrsko (6), Dolní Rakousko (4), Tyrolsko (1), Východní Tyrolsko (1), Salzbursko (2), Hornorakousko (2) a Burgernland (1)), jejichž kapacita se pohybuje od 10 000 t/rok do 140 000 t/rok (Pačesová, 2008).

Obrázek č. 9: Zařízení MBÚ v Rakousku v roce 2005 (<http://www.genuss-region.at/article/archive/16556/>)



Maximální kapacita pro úpravu především SKO, případně i dalších (např. čistírenské kaly) stoupla v období 2003 – 2005 z 441 350 t/rok na 669 350 t/rok. Podle výše zmíněné vyhlášky o skládkování nesmí SKO upravovaný v zařízeních MBÚ překračovat hodnotu pro podíl organického uhlíku 5 % hmot. s tím, že zároveň hodnota výhřevnosti je maximálně 6 000 kJ/kg sušiny (v ojedinělých případech 6 600 kJ/kg sušiny). Dále musí být splněny parametry stability (respirační index po 4 dnech 7mg O₂/g sušiny) a potenciál tvorby plynu (GB21 po 21 dnech 20 NI/kg sušiny), aby byla zaručena jen velmi nízká aktivita ukládaných odpadů. V Rakousku se uplatňuje technologie klasické MBÚ, kdy je odpad v rámci mechanického stupně především roztříděn na určité frakce, které jsou dále upravovány. Podsítná frakce je poté v biologickém stupni stabilizována výhradně aerobním procesem. Vytříděná výhřevná frakce je upravována na požadovanou kvalitu, aby byla spoluspálena v elektrárnách/cementárnách či v případě horší kvality ve spalovnách. Požadavky na vstupní druhy odpadů i jednotlivé technologické kroky, včetně odpadních plynů pro technologie MBÚ standardizuje Směrnice MBA – Richtlinie, BMLFUW 2002 (Pačesová, 2008).

Průřezová zpráva o zařízeních MBÚ v Rakousku z roku 2006 konstatuje, že se tato technologie etablovala jako určitým způsobem alternativní předúprava k termické úpravě.

Tabulka č. 13: Zařízení MBÚ v Rakousku v roce 2005 (2005 (<http://www.genuss-region.at/article/archive/16556/>))

Spolková země	Místo	Schválená kapacita MBT (v tunách)	Aktuální kapacita MBT (v tunách)	Kapacita MBT v roce 2005 na základě aktuálního operačního režimu nebo fáze vývoje (v tunách)
Burgenland	Oberpullendorf	133.000	82.000	82.000
Dolní Rakousko	Fischamend	27.000	27.000	27.000
	Neunkirchen	28.500	28.500	28.500
	St. Pölten	94.700	88.000	42.000
	Wiener Neustadt	24.000	24.000	24.000
	Wiener Neustadt	24.000	24.000	24.000
Horní Rakousko	Linz	99.000	85.000	65.000
	Ort im Innkreis	15.000	15.000	15.000
Salcbursko	Siggerwiesen	154.000	154.000	140.000
	Zell am See	46.600	40.000	40.000
Štýrsko	Aich-Assach	15.250	15.250	15.250
	Allerheiligen	23.600	17.100	17.100
	Frohnleiten	76.250	76.250	65.000
	Frojach-Katsch	14.000	14.000	4.000
	Halbenrain	76.000	70.000	70.000
	Liezen	31.000	25.000	25.000
Tyrolsko	Kufstein	15.500	9.500	9.500
Celkem		873.400	770.600	669.350

5.6.1.3 Itálie

Přestože Itálie patří v oblasti MBÚ mezi průkopnické země, nejvíce komunálních odpadů je zde stále ukládáno na skládky (51,7 %). Počet skládek nicméně klesá, protože v důsledku nárůstu odděleného sběru a počtu zařízení na zpracování SKO, tj. MBÚ zařízení orientovaných buď na biostabilizaci nebo na výrobu CDR (combustibile derivato da rifiuti – paliva z odpadů) a spaloven klesá množství odpadů ukládaných na skládku. V roce 2003 bylo v Itálii v provozu celkem 50 spaloven a do roku 2007 se předpokládá nárůst maximálně na počet 57 (Pačesová, 2008).

V případě zařízení na mechanicko-biologickou úpravu SKO se tato země řadí s téměř 100 zařízeními a dalšími ve výstavbě mezi vedoucí evropské i světové země. Nejvíce, téměř 48 % zařízení, se nachází na severu, cca 25,5 % ve střední části země a 26,5 % na jihu. Italská zařízení k MBÚ jsou založena z více než 95 % na aerobním stupni biologické úpravy či biosušení. Ze zařízení na MBÚ mělo v roce 2003 povolení k výrobě paliva z odpadů tzn. CDR cca 54 zařízení. To souvisí i s tím, že nařízení ze dne 5. února 1998 stanoví požadavky na výstupní výhřevnou frakci využívanou jako palivo z odpadů ke spoluspalování v cementárnách či energetických zdrojích nebo v monozdrojích. Tyto monozdroje s fluidními kotli, které spalují výhradně výstupy z MBÚ tzn. CDR (musí splňovat podmínky z nařízení ze dne 5. února 1998) jsou zařazeny mezi obnovitelné zdroje energie (tj. za vyrobenou el. energii dostávají dotace), mají on-line měření emisních parametrů, které jsou stejné jako u spaloven. Biologicky upravená složka odpadů je ukládána na skládky, někdy se využívá na skládkách jako technický materiál. Legislativní požadavek na ukládání na skládky předem upravených odpadů se neustále posunuje.⁷⁰

Obrázek č. 10: Zařízení MBÚ Montanaso (<http://www.mbu.cz/cz/FotoDetail.php?Foto=64>)



5.6.1.4 Španělsko

V důsledku požadavků směrnice 1999/31/ES, snahy zvyšovat materiálové využití odpadů a negativního postoje veřejnosti vůči spalovnám prošlo španělské odpadové hospodářství v posledních letech významným vývojem (Pačesová, 2008). V případě španělských MBÚ se jedná většinou o zařízení s mechanickou úpravou a dvoustupňovou

⁷⁰ Zahraníčí. *Informační stránky o mechanicko - biologické úpravě (MBÚ)* [online]. Poslední aktualizace 13. 4. 2010 [cit. 2012-01-12]. Dostupné z [www: <http://www.mbu.cz/cz/Zahranici.php#italie>](http://www.mbu.cz/cz/Zahranici.php#italie).

biologickou úpravou, kde prvním stupněm je anaerobní digesce (cca 60 % mokrou cestou, cca 40 % suchou cestou) s využíváním bioplynu a druhým stupněm dotlení v aerobních podmínkách. Jelikož se zařízení na MBÚ začínají prosazovat až v posledních letech a několik jich je teprve ve výstavbě, není k dispozici dostatek údajů o jejich parametrech. Odhaduje se, že v současné době je cca 15 % (s kapacitou 2,5 mil. tun) z celkového španělského odpadu upravováno právě v zařízeních MBÚ s anaerobním stupněm biologické úpravy. Podíl biogen – organických složek včetně papíru ve španělských domovních odpadech je údajně ca. 64 %. V provozu je také cca 10 spaloven komunálního odpadu s kapacitou cca 1,5 mil. t / rok.⁷¹

Obrázek č. 11: Zařízení MBÚ Ecoparc I, Barcelona
(<http://www.mbu.cz/cz/FotoDetail.php?Foto=64>)



Mezi oblastí, kdy se tato technologie v současné době nejvíce využívá je okolí Madridu, Baskicko a Katalánsko. Je třeba podotknout, že se jedná o oblasti, které jsou v odpadovém hospodářství ze Španělska nejdále. Jelikož ve Španělsku jsou velké plochy s půdami chudými na živiny, je snaha získat z MBÚ výstup ke zlepšení půdních vlastností. „Nicméně i zde se balancuje mezi faktorem environmentálního účelu v rámci udržitelného druhotného použití organických složek na jedné straně a ochranou veřejného zdraví na straně druhé.“⁷²

5.6.1.5 Ostatní státy

V ostatních zemích západní a jižní Evropy doposud technologie MBÚ nezaznamenala takový rozmach. Většina SKO je zpracovávána skládkováním a spalováním. Velká Británie zatím nedisponuje velkým množstvím praktických zkušeností s MBÚ, v posledních letech však bylo vypracováno několik studií zabývajících touto technologií. V roce 2005 bylo

⁷¹ Zahraničí. Informační stránky o mechanicko - biologické úpravě (MBÚ) [online].

⁷² Zahraničí. Informační stránky o mechanicko - biologické úpravě (MBÚ) [online].

zprovozněno zařízení pracující na bázi anaerobní digesce v Leicester (zařízení od firem Hese/Valorga), těsně před realizací či před zprovozněním je asi 10 MBÚ zařízení. V Portugalsku bylo první zařízení na MBÚ realizováno již v roce 1991, ale jednalo se o velmi jednoduchou technologii. První tři zařízení nové generace byla postavena až v roce 2001. Současná i plánovaná zařízení MBÚ budou orientována na palivo z odpadů a anaerobní digesci. Ve Francii existuje jedno zařízení na zpracování SKO s anaerobní digescí za účelem získání bioplynu. Projevuje se zde spíše tendence odděleně sbírat bioodpad, který se pak mechanicky předupravuje a následně je upravován anaerobní digescí. Je ale pravda, že v současných plánech některých krajů figuruje i výstavba MBÚ na zpracování SKO (Pačesová, 2008).

V zemích střední Evropy dominuje skládkování. V Polsku je v současné době cca 10 % komunálních odpadů zpracováváno v asi 20 zařízeních MBÚ. Je ovšem nutno podotknout, že tato zařízení mají velmi odlišné technické vybavení a standart. Nicméně několik větších a modernějších zařízení je ve fázi výběrových řízení a většina bude finančně podpořena z EU finančních zdrojů. Co se Maďarska týče, klade si za cíl do roku 2014 omezit ukládání biologicky rozložitelných složek odpadů na 35 % vztaženo na množství v roce 1995. V zákoně o odpadech a oběhovém hospodářství je stanovena povinnost komunální odpady před uložením na skládku upravit, avšak zatím není stanoveno jakým způsobem. V současné době je ve fázi realizace první velký projekt v odpadovém hospodářství pro oblast středního Dunaje. Tento projekt je připravován již 3 roky a z 65% bude financován z Kohezního fondu, z 25% ze státních prostředků a z 10% z finančních prostředků místní samosprávy. Předpokládá se, že toto bude vzorový projekt a na základě získaných zkušeností se vytvoří podobné projekty i pro další maďarské regiony. Situace na Slovensku je podobná situaci v ČR. V současné době není provozováno žádné zařízení na MBÚ, ale již několik měst počítá s touto alternativou ve svých plánech odpadového hospodářství.⁷³

Ve Švýcarsku a Dánsku se prosadily výhradně spalovny, stejně jako v Nizozemí, kde je od roku 2000 zakázáno ukládat na skládky spalitelné součásti SKO. I zde však našly místo dvě zařízení MBÚ s anaerobním stupněm, kde jsou upravovány málovýhřevné frakce. (Pačesová, 2008).

5.6.2 MBÚ v ČR

V české legislativě upravuje MBÚ vyhláška č. 482/2005 Sb., o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy. Technologii MBÚ je

⁷³ Zahraňičí. *Informační stránky o mechanicko - biologické úpravě (MBÚ)* [online].

definována v § 2 písmena h) jako: „*úprava směsného komunálního odpadu a průmyslového odpadu svou charakteristikou a složením podobným komunálnímu odpadu, spočívající v kombinaci mechanických a jiných fyzikálních postupů, jako jsou například rozdrobení a třídění, s biologickými postupy, jako jsou zejména hnití a fermentace, k oddělení některých složek obsažených v těchto odpadech a k jejich biologické stabilizaci*“.⁷⁴ Česká republika nicméně v rozvoji technologií MBÚ oproti vyspělým evropským zemím značně zaostává. Přestože v souvislosti s novými požadavky a trendy EU se nicméně i zde v posledních letech stále více hovoří o zařízeních na MBÚ, žádné zařízení zde není v současné době v provozu. MŽP v roce 2005 zadalo k vypracování projekt Projekt VaV-SL-7183.05 „Ověření použitelnosti metody mechanicko–biologické úpravy komunálních odpadů a stanovení omezujících podmínek z hlediska dopadů na životní prostředí“. Nositelem projektu byla ustanovena firma FITE, jejími spoluřešiteli ETC Consulting a SITA. Tento tříletý projekt si kladl za cíl na základě zkušeností ze zahraničí (Německo, Rakousko, Itálie a Španělsko) a vlastních praktických ověření analyzovat a definovat podmínky pro aplikaci těchto metod do systému nakládání s komunálními odpady v České republice (Štastná, 2008).

Z výsledků projektu vyplynulo, že:

- MBÚ není metoda zajišťující konečné využívání nebo odstranění odpadu.
- MBÚ může smysluplně fungovat pouze v komplexu dalších navazujících technologií, které jsou schopny využívat, popř. odstraňovat výstupní produkty vzniklé metodou MBÚ, tedy energetická zařízení využívající produkty kalorické frakce a skládky schopné přijímat nevyužitelné produkty MBÚ.
- Zařízení MBÚ lze jako jednu z alternativ situovat do oblastí s vysokou hustotou osídlení městského typu (zejména s vyšším podílem zástavby sídlištního typu) v případě zásadního politického nebo legislativního znevýhodnění a diskriminace přímého energetického využívání směsného komunálního odpadu. Výhodou je v tomto případě optimalizace investičních a provozních nákladů (zařízení s kapacitou nižší než 80 000 t SKO/rok je podle zkušeností ze zahraničí ekonomicky nevýhodné), minimalizace dojezdové vzdálenosti vozidel s SKO, přednostní zpracování SKO produkovaného v zástavbě sídlištního typu, produkce nižšího podílu podsítné frakce určeného ke stabilizaci, energie získaná využitím nadsítné frakce v k tomu určeném speciálním energetickém zdroji.

⁷⁴ Vyhláška č. 482/2005 Sb., o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy (se změnami: 5/2007 Sb., 453/2008 Sb.)

- MBÚ neslouží podle zahraničních zkušeností (především Německo, Rakousko, Itálie) primárně pro materiálové využívání složek SKO.
- Produkty podsítné frakce po biologickém zpracování v zemích s podobným složením KO a porovnatelnými přírodními poměry (Německo, Rakousko) jsou po úpravě a stabilizaci ukládány na skládku. Ke stejným závěrům dochází i průběžné hodnocení výsledku zpracování podsítné frakce v rámci provozní zkoušky jak při aerobním zpracování, tak při použití anaerobní technologie.⁷⁵
- MBÚ může být úspěšně aplikována v podmínkách ČR, jen pokud se najde ekonomicky a legislativně schůdné energetické využití nadsítné kalorické frakce. Pro toto využití je nutno vytvořit odpovídající legislativní rámec, popř. zajistit vhodnou formu podpory.⁷⁶

Přestože výzkumný projekt přinesl mnoho zajímavých výsledků a otevřel pole pro další výzkum, k budování samostatných technologií MBÚ se odborníci staví skepticky. Základní problém při realizaci MBÚ spočívá ve využití vyříděných složek, především však na ni není připravena naše legislativa životního prostředí. *„Aby bylo možno produkty z technologie uplatnit, bylo by kvůli nim nutno měnit, respektive změkčit legislativu (další typ skládek nebo úprava limitů pro ukládání, změna limitů pro emise do ovzduší apod.), případně přijmout jednoznačné politické rozhodnutí.“* (Štastná, 2008). Posun vpřed představuje schválení vyhlášky č. 294/2005 Sb. „O podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu“ a směrnice „O skládkování“ 99/31/EC, která postupně omezuje ukládání BRKO na skládky (v roce 2020 bude dovoleno skládkování pouhých 35 % množství, které se skládalo v roce 1995), k rozvoji MBÚ to však zatím asi nebude stačit (Habart a Váňa, 2006).

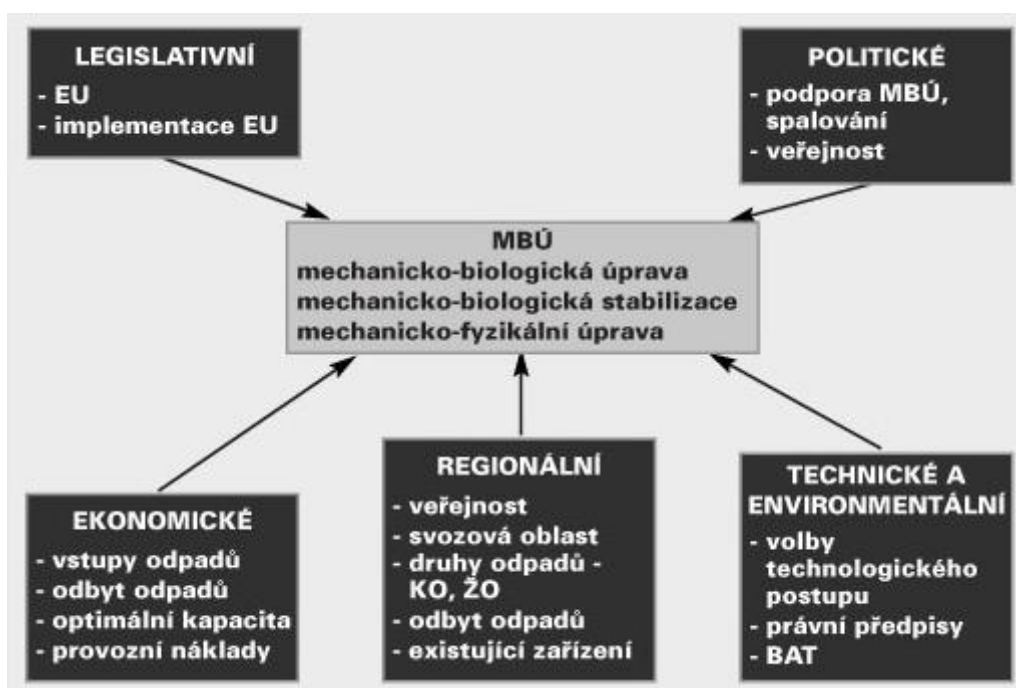
Při realizaci MBÚ tedy hrají významnou úlohu atributy legislativní, ekonomické, regionální, technické a environmentální. Důležitou roli bude hrát i budoucí politický vývoj – jak na straně EU, tak na národní úrovni. Pokud se technologie MBÚ deklarují jako možná alternativa ke spalování, bude třeba tuto věc jasně upravit i v právních předpisech, jak z pohledu zařízení (emisní požadavky a podmínky, požadavky na vstup materiálů, ochranu

⁷⁵ Zásadní omezení pro nakládání s podsítnou frakcí představuje skutečnost, že podsítná frakce je dle MŽP i po úpravě odpadem zařazeným do skupiny 19 (podle Katalogu odpadů), a musí být hodnocena zkouškou vyluhovatelnosti. Zde je hlavním problematickým ukazatelem organický rozpuštěný uhlík (DOC) a některé další. Za těchto podmínek je nutno legislativně umožnit praktické nakládání s produkty biologické úpravy podsítné frakce např. zavedením speciální kategorie, jak je tomu v případě ukládání SKO na skládky nebo v případě praxe v SRN, kde byla pro upravenou podsítnou frakci zavedena speciální kategorie skládek.

⁷⁶ Shrnutí a doporučení podle projektu VaV č. SL-7-183-05. *Odpady.ihned.cz* [online]. 15. dubna 2008 [cit. 2012-01-30]. Dostupné z [www: <http://odpady.ihned.cz/c1-23933190-shrnuti-a-doporuceni-podle-projektu-vav-c-sl-7-183-05>](http://odpady.ihned.cz/c1-23933190-shrnuti-a-doporuceni-podle-projektu-vav-c-sl-7-183-05).

zaměstnanců atd.), tak výstupů (podmínky ukládání na skládku, alternativní palivo). Významný aspekt představuje regionální posouzení situace: analýza vstupů (svozová oblast, zpracováváný odpad komunální/živnostenský, míra separace atd.), i analýza možností odbytu výstupů (průmyslové a energetické zdroje, moderní skládka komunálních odpadů s dostatečnou kapacitou atd.) (Durdil a Kovaříková, 2005).

Obrázek č. 12: Atributy v rozhodovacím procesu při realizaci MBÚ (Durdil, Kovaříková, 2005)



6. ANALÝZA DOPADŮ MBÚ

6.1 Dopady ekonomické

Co se ekonomických i ekologických dopadů MBÚ týče, odborníci se dělí na dvě skupiny – jedna je vůči rozvoji této technologie v podmínkách skeptická, druhá ji považuje za vhodné doplnění koncepce založené na vysokém třídění, recyklaci a kompostování odpadu. Tato technologie je oproti spalovnám ekonomicky méně náročná. Jako příklad lze uvést Německo, kde jsou navzdory přísným legislativním požadavkům (zejména z hlediska emisních limitů a materiálových výstupů) investiční náklady na jednotku instalované kapacity výrazně nižší než u spaloven KO. Náklady se ovšem značně liší i u samotných MBÚ zařízení v závislosti na druhu MBÚ a použitých technologiích, kapacitě apod. Např. u zařízení střední velikosti s kapacitou nad 50.000 tun typu MBA s aerobním biologickým procesem činí náklady na tunu instalované kapacity 220 – 240 Euro (6.600 – 7.200 Kč) a provozní náklady

činí 50 – 65 Euro/tunu (1500 – 1.950 Kč). A např. výstavba zajímavého zařízení MBS v Drážďanech s kapacitou 85.000 tun/rok si vyžádala celkovou investici 22 mil. Euro (cca 660 mil. Kč), tedy náklady na tunu instalované kapacity cca 7.760 Kč. Investiční náklady spaloven komunálního odpadu jsou běžně o 200 – 300 % vyšší.⁷⁷ V návaznosti na výše uvedené jsou v Německu také poplatky za zpracování KO v zařízeních MBÚ nižší než ve spalovnách KO. Poplatek za tunu KO se v MBÚ běžně pohybuje okolo 100 – 120 Euro. Spalování KO ve spalovnách je nákladnější variantou a poplatek za tunu KO běžně činí 130 – 250 Euro (Bačík, 2005).

Navzdory výše uvedenému v zahraničí při zavádění technologie MBÚ narazili na celou řadu problémů, v důsledku kterých začalo docházet ke značnému prodražování. Proto se MŽP rozhodlo zvolit opatrný přístup a zadalo třem firmám vybraným na základě výběrového řízení ke zpracování projektu VaV-SL-7-183-05 „Ověření použitelnosti metody mechanicko-biologické úpravy (MBÚ) komunálních odpadů a stanovení omezujících podmínek z hlediska dopadů na životní prostředí“, jehož cílem bylo komplexní vyhodnocení zkušeností z provozování jednotlivých variant metody MBÚ v zahraničí a zjištění, do jaké míry je technologie MBÚ využitelná v podmínkách ČR. Toto řešení se ukázalo být velmi rozumným, neboť odhalilo řadu nesystémových chyb, kterých se provozovatelé MBÚ v zahraničí dopustili. Hlavní komplikace spojená se zaváděním metody MBÚ spočívala v neprovázanosti konečného využívání výstupních produktů (zejména energetického využívání tzv. lehké frakce). V Německu bylo výsledkem tohoto nesystémového přístupu spojeného do jisté míry se změnou legislativy, která de facto znemožnila ukládání neupravených SKO na skládky, bylo a je značné množství získaných energeticky využitelných produktů, pro jejichž využití nejsou adekvátní energetické kapacity. Tato skutečnost přispívá k dalšímu ekonomickému prodražování dané metody a vzhledem k dalším manipulacím je velmi problematická i environmentálně (v neposlední řadě jsou tyto frakce pololegálně exportovány za hranice, kde způsobují další environmentální problémy) (Kavařík, 2007).

V současnosti se technologie MBÚ v Rakousku a Německu postupně rozvíjejí, ale jako součást celého systému nakládání s odpady, který kromě maximálního vytrídění využitelných složek jednotlivých druhů odpadů předpokládá použití technologií kompostování, MBÚ a spalování odpadů ve vyváženém poměru odpovídajícím místním

⁷⁷ Zajímavé srovnání nabízí aktuální kontroverzní záměr spalovny KO v Pardubickém kraji, kde se investice do zařízení o kapacitě 96.000 tun/rok odhaduje na 2,2 – 2,5 miliardy Kč. Investiční náklady na tunu instalované kapacity tak činí cca 23.000 – 26.000 Kč. Lze přitom předpokládat, že náklady na realizaci alternativní technologie např. typu MBS v českých podmínkách (nižší mzdy, jiná legislativa apod.) by byly nižší než v SRN.

podmínkám. V ČR je tato problematika hojně diskutována⁷⁸, ovšem s rozporuplnými závěry, což také dokládá, že žádné zařízení tohoto typu u nás zatím není a ani se nepřipravuje. Pro rozvoj technologií MBÚ v ČR nejsou důležité jen cíle, k nimž se ČR v rámci svého členství v EU zavázala a ještě zaváže, ale rovněž povinnost upravovat odpady před jejich uložením na skládce (vyhláška MŽP č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu). Jednou z technologií, kterou se doporučuje použít, je mechanicko-biologická úprava nebo také mechanicko-biologická/ fyzikální stabilizace. Jde však stále jen o úpravu, což znamená, že tato technologie neřeší další využití úpravou získaných složek odpadu. Tou může být kompostování, spalování či spoluspalování s tím, že značná část upravených odpadů se stejně musí uložit na skládku. Především však jde o odbyt získaných materiálů a zdrojů (metoda MBÚ je pevně etablována v hospodářství Rakouska, Německa a v menší míře BE-NE-LUXu, ve Švýcarsku a Skandinávii naopak preferují dobře zavedené termické zpracování). Matulová (2007) uvádí, že *„pro uplatnění MBÚ v podmínkách ČR je třeba komplexně posoudit potřeby našeho hospodářství v souvislosti se stávajícími energetickými zdroji, stávajícími a plánovanými zařízeními na zpracování komunálních odpadů, přijímání veřejností a také nutností splnění náročných cílů v rámci EU...“* (Matulová, 2007).

V této souvislosti je třeba zmínit problematiku EVO v ČR, které nejsou vládní představitelé příliš nakloněni, přestože jejím prostřednictvím lze zpracovat část materiálů nevyužitelných a nezpracovatelných odpadů jejich a získat tak stále více potřebnou energii. Spalovny odpadů vyrábějí teplo a energii, které prodávají a realizují tak tržby a přitom ještě šetří neobnovitelné zdroje energie. Na druhé straně MBÚ na svůj provoz energii nakupují (spotřebovávají). Z ekonomického hlediska není procesem MBÚ vytvářena žádná přidaná hodnota, resp. se tvoří „záporná hodnota“, protože provozovatel platí za odbyt jak podsítné (skládkování) tak nadsítné (spalování) frakce. Pro vyrovnané hospodaření takového provozu je třeba realizovat vysoké ceny za odpady, které pokryjí veškeré náklady, aniž by docházelo vlastní činností (výrobou) k tvorbě užítku. Jedná-li se o kompletní projekt zahrnující celý cyklus využití/odstranění směsného komunálního odpadu, tj. včetně výstavby koncového zařízení pro tzv. lehkou výhřevnou frakci, zařazení stupně MBÚ před EVO ztrácí z provozně-ekonomického hlediska smysl. Modelovými výpočty na základě údajů z referenčních zařízení lze zjistit, že čím je technologicky uzel MBÚ náročnější (s cílem odklonit od EVO co největší množství odpadů), tím je celý projekt dražší a to jak investičně tak provozně. Provozně-

⁷⁸ Na základě zásad plynoucích z POH je doporučeno „zajistit potřebné kapacity pro úpravu odpadů vhodných pro zpracování na palivo...“

ekonomicky nejvýhodnější je tak řešení s nulovým MBÚ. To má v podmínkách současné ČR význam pouze částečný, např. pro konkrétní obec, která vlastní skládku a nemusí tak investovat do zařízení na využití lehké frakce.⁷⁹ Lze tedy konstatovat, že „metoda MBÚ není v ČR s jinými dostupnými metodami, např. přímým energetickým využíváním odpadů ani environmentálně ani ekonomicky výhodnější.“⁸⁰

6.2 Dopady environmentální

V této souvislosti je třeba poznamenat, že provozem zařízení MBÚ se proces spalování, který podle odpůrců EVO emituje řadu jedovatých látek a je o hodně dražší, neeliminuje, nýbrž přesune do dalšího stupně zpracování odpadu – do procesu spoluspalování. V případě spoluspalování v klasických elektrárenských kotlích je nutné počítat s obdobnými emisemi jako u spalování odpadu bez čištění spalin. Náhradní či alternativní palivo, vyrobené procesy MBÚ ze zbytkového komunálního odpadu, vykazuje sice vyšší výhřevnost než výchozí materiál, ale také stejné či podobné škodliviny.⁸¹

Ve vztahu k životnímu prostředí hrozí při spoluspalování TAP v uhelných kotlích rizika spojená s emisí plynných exhalací do ovzduší a s přítomností škodlivých příměsí v tuhých zbytcích po spalování.

Ze známého původu složek paliva (převažující ropné látky a biomasa) lze usuzovat na to, že bude mít TAP výrazně vyšší podíl prchavé hořlaviny, než je tomu u uhlí. Proto je nutné vzít v úvahu odlišné chování TAP ve spalovací komoře, zejména klást důraz na dostatečné setrvání paliva v zóně hoření, dostatečné promíchání se spalovacím vzduchem a na zabránění možné separace hlavních spalovacích oblastí pro uhlí a TAP. Nedodržení některé z těchto podmínek může mít za následek zvýšené koncentrace CO ve spalinách, a rovněž i výrazně vyšší koncentrace nespálených uhlovodíků. Rovněž emise NOx by mohly být nepříznivě ovlivněny velkým množstvím uvolněné prchavé hořlaviny o vysoké výhřevnosti, kdy může docházet ke vzniku lokálních oblastí s podstechiometrickou směsí a vysokou teplotou, které výrazně podporují tvorbu promptních oxidů dusíku. Toto je nutné řešit úpravou přívodu spalovacího vzduchu a přidáváním paliva. Obecně však lze konstatovat, že tyto problémy jsou technicky řešitelné a bude záviset na konkrétním případě, jak rozsáhlé úpravy by bylo třeba

⁷⁹ MBÚ ekonomičtější? *Odpadjeenergie* [online]. Poslední aktualizace 18. února 2008 [cit. 2012-01-18]. Dostupné z www.odpadjeenergie.cz/jine-zpusoby/mbu/mbu-ekonomictejsi-.aspx.

⁸⁰ Diskuse o tom, zda je MBÚ alternativou spaloven. *EnviWeb.cz* [online]. 28. května 2010 [cit. 2012-01-12]. Dostupné z <http://www.enviweb.cz/clanek/odpady/82151/diskuse-o-tom-zda-je-mbu-alternativou-spaloven>.

⁸¹ MBÚ ekologičtější? *Odpadjeenergie* [online]. Poslední aktualizace 18. února 2008 [cit. 2012-01-18]. Dostupné z <http://www.odpadjeenergie.cz/jine-zpusoby/mbu/mbu-ekologictejsi-.aspx>.

provést. Lze očekávat, že splnění zákonných limitů platných pro hlavní emisní látky by u většiny kotlů nemělo činit problém.

Surovina pro TAP obsahuje i vyšší aromatické uhlovodíky, určitý podíl chlorovaných uhlovodíků (např. pocházejících z plastů – PVC) a v popelovině jsou obsaženy i katalyticky působící kovy. Tyto látky se společně mohou podílet na vzniku některých nebezpečných látek, např. PCDD/F (tzv. „dioxiny“) nebo polyaromatické uhlovodíky (PAH). Riziko jejich vzniku hrozí především při nedokonalém průběhu spalování. Tomu lze účinně zabránit vhodnou úpravou spalovacího procesu, zejména dodržením dostatečné doby zdržení v pásmu vysokých teplot (nad 900°C), udržením rovnoměrného teplotního pole ve spalovací komoře a zajištěním dobrého stupňového míchání paliva se spalovacím vzduchem (Bioprofit, 2009).

Co se týká prvkového složení hořlaviny TAP, dominantním prvkem je uhlík s obsahem cca 60 – 70 %. TAP dále dle dostupných informací obsahuje zhruba 0,5 % síry a asi 0,8 % chloru v původním stavu paliva. Koncentrace síry je obecně nižší, než je obvyklé u českých hnědých uhlí, proto není nutné při spoluspalování uvažovat s rizikem zvýšení emisí SO₂. Určitým problémem by se zde mohl jevit relativně vysoký obsah chloru, daný zřejmě jeho zastoupením v plastech. Riziko vyššího obsahu chloru tak spočívá v tom, že je s nejvyšší pravděpodobností obsažen v látkách, ze kterých za určitých okolností může docházet ke vzniku např. polychlorovaných dibenzo-dioxinů a furanů, k němuž může přispět i vyšší obsah katalytických kovů. Dodržením výše uvedených zásad vedení spalovacího procesu lze toto riziko prakticky vyloučit. Žádná další složka hořlaviny TAP nepřináší při spoluspalování s uhlím zvýšené riziko tvorby škodlivých emisí (Bioprofit, 2009).

V rámci analytických prací v projektu Vav byly uspořádány semináře za účasti odborníků a zástupců měst a obcí z SRN, především ze spolkové republiky Sasko. Součástí třetího semináře prezentací německé strany byl také příspěvek, který prezentoval studii zaměřenou na komplexní environmentální srovnání metody MBÚ s dalšími metodami zpracování SKO v podmínkách spolkové republiky Sasko. Hodnocení metodou LCA (posuzování životního cyklu) prokázalo, že v podmínkách Spolkové republiky Sasko je MBÚ ve spojení s moderní energetickou jednotkou pracující v kogeneračním cyklu (výroba elektrické energie a tepla) environmentálně srovnatelná s moderní spalovnou spalující neupravené směsné komunální odpady ve stejném energetickém režimu. Naopak spalovna spalující neupravené směsné komunální odpady v některých parametrech metody LCA

dokonce environmentálně výhodnější. V porovnání se skládkováním směsných komunálních odpadů vychází metoda MBÚ pro životní prostředí výhodněji.⁸²

6.3 Možné realizace MBÚ v ČR

V roce 2009 MŽP zadalo k vypracování projekt „Příprava výzvy k předkládání žádostí na projekty zařízení mechanicko-biologické úpravy odpadů a příslušné infrastruktury a výzvy na úpravu kotlů za účelem splnění pro spalování odpadů“. Zpracovatelem projektu byla ustanovena firma BIOPROFIT s.r.o. Tento projekt si kladl za cíl zlepšení podmínek využití komunálních, snížení podílu komunálních odpadů ukládaných na skládky a zvýšení energetického a materiálového využití jednotlivých částí komunálního odpadu. Základní strategií dokumentu je vytrídění tzv. spalitelné frakce ze směsného komunálního odpadu a její využití v existujících či nových (spolu)spalovacích zdrojích a to o velikosti větší než 50 MW jmenovitého tepelného výkonu. Materiál vychází rovněž ze zkušeností se zaváděním technologií MBÚ odpadů v Německu a Rakousku, jako nám nejbližších partnerů.

V rámci řešeného projektu je prioritním produktem MBÚ vysokovýhřevná frakce odpadů s cílem výroby tzv. TAP – tj. palivo z odpadů a toto palivo následně energeticky využít v existujícím zařízení pro spalování odpadů (Bioprofit, 2009).

V rámci zpracovávaného materiálu bylo navrženo posouzení 2 technologických konceptů na 2 lokalitách v ČR.

Jedná se o lokalitu v Karlovarském kraji, kde je dlouhodobý zájem o technologii MBÚ. Lze tady uvažovat s uplatněním všech výstupů z MBÚ v rámci kraje (týká se především spalitelných frakcí a upravené podsítné frakce). Vzhledem k produkci odpadů v rámci kraje a možnosti využití v některých ohledech i méně kvalitního paliva v zplyňovacích jednotkách v závodě ve Vřesové bude výroba TAP realizována co nejjednodušším způsobem bez požadavků na vysokou výhřevnost. Palivo bude granulováno.

Jako druhou modelovou lokalitu lze vybrat Plzeňský kraj – konkrétně město Plzeň. Zde je možno uvažovat s konceptem linky s výrobou vysoce kvalitního paliva a jeho uplatněním v Plzeňské Teplárenské a.s., kde je využití TAP plánováno. Méně kvalitní spalitelnou frakci odpadů by bylo nutno za cenu vyšších dopravních nákladů dopravovat např. do Vřesové.

⁸² REDAKCE. Úprava odpadů. *Odpadové fórum*, 2007, roč. 8, č. 11, str. 8. ISSN I212-7779.

6.3.1 Karlovarský kraj

Jako modelová lokalita pro umístění zařízení byla vybrána lokalita skládky Tisová u Sokolova. Tato lokalita je vybrána s ohledem na dlouhodobý zájem Karlovarského kraje o technologii MBÚ, na kapacitu uvedené skládky a na blízkost potenciálních spalovacích zdrojů – elektrárny Vřesová, kde byl zjištěn zájem o případné využití produktů linky MBÚ a přítomnost elektrárny Tisová.

Vzhledem k absenci odpovídajícího legislativního prostředí je koncepce zařízení volena jako modulární s variabilní skladbou výstupů s využitím zkušeností s nejnovějšími trendy v technologii MBÚ využívaných v Německu a Rakousku.

Zpracování nadsítné frakce bude řešeno základní úpravou zahrnující separaci neželezných kovů, úpravu frakce a granulace do pelet.

Podsítná frakce bude zbavena neželezných kovů a následně podrobena aerobní stabilizaci. Ta bude prováděna v hale metodou intenzivně aerovaného kompostování v pásových hromadách. Po stabilizaci je uvažováno s uložením materiálu na skládku.

Do zařízení bude vstupovat celkem 50.000 tun odpadu, z tohoto množství bude vyprodukováno cca 20.000 t TAP v granulované podobě, dále pak cca 17.600 t stabilizovaného materiálu (CLO) k uložení na skládku a dále pak 1200 t nezpracovatelného odpadu (především velkoobjemový odpad) a cca 2000 t vytříděných kovů.

Ekonomická bilance:

- Investiční náklady

Investiční náklady jsou odhadnuty na základě získaných informací od spol. Neovis a jednak na základě známých investičních nákladů obdobných zařízení (v tomto případě MBÚ St. Polten (AUT) a MBÚ Wislum (GER)).

Investiční náklady zahrnují realizaci technologie, stavby jednoduché technologie MBÚ s halovou kompostárnou a úpravu TAP (základní kvalita) granulací.

Tabulka č. 14 : MBÚ Karlovarský kraj – investiční náklady

Položka	Investice Kč
Příjem materiálu	11.200.000
Drcení	41.440.000
Sítování	14.700.000
Technologie - bez RTO	64.400.000
Zpracování TAP - A kvalita	0
Laboratorní rozborů, ostatní	5.880.000
Stavební část	140.000.000
Kompostárna - německá cena není použita	100.000.000
Celkem	377.620.000

V případě zařízení Vřesová není třeba uvažovat s úpravami spalovacího zařízení (v tomto případě zplyňovacích generátorů).

- Provozní příjmy

Provozní příjmy budou tvořeny výhradně poplatkem za zneškodnění odpadů a jednak z prodeje druhotných surovin – vyseparovaných kovů.

Tabulka č. 15 : MBÚ Karlovarský kraj – provozní příjmy

	(Kč/rok)	množství (t/rok)	pozn.
Prodej druhotných surovin	3.000.000	2000	Prodej kovů, 1500,- Kč/t
Poplatek za odpady	80.000.000	50.000	Poplatek za příjem odpadů 1600,- Kč/t
Celkem	83.000.000		

- Provozní náklady

Provozní náklady jsou tvořeny především náklady materiálovými – tj. náklady na další zpracování produkovaných odpadů a uplatnění TAP a dále náklady provozními – tj. náklady na obsluhu, energie, monitoring, manipulaci a další. Souhrn nákladů na provoz zařízení je uveden v následující tabulce:

Tabulka č. 16 : MBÚ Karlovarský kraj – provozní náklady

Náklady	(Kč/rok)	množství		Pozn.
Materiálové náklady - skládkování podsítné frakce	17.328.344	17.688 t	975,- Kč/t	dále započteny náklady na dopravu do 2 km
Materiálové náklady využití kvalitního i nekvalitního TAP	6.933.333	20.000 t	300 Kč/t	Průměrná cena za využití TAP, dále započteny náklady na dopravu do 20 km
Materiálové náklady – odstranění ostatního odpadu	2.356.800	1.920 t	1950 Kč/t	dále započteny náklady na dopravu do 2 km
Provozní náklady - zaměstnanci	6.000.000	15 osob	400.000,- Kč/os	
Provozní náklady - elektřina	8.333.333	4.166.666,667 kWh	2,5 Kč/kWh	
Provozní náklady - manipulace	3.600.000	2 x nakladač, 1800 provozních hodin za rok	1000,- Kč/hod	
Provozní náklady - údržba	6.860.000	částečně převzato z Německého vzoru, sníženo o 30%		
Provozní náklady - monitoring	5.000.000	odhad, mírně nižší než v Německu		
Provozní náklady - kompostování	12.060.000	26.800 t	450,- Kč/t	
Celkem	68.471.810			

Na základě výše uvedených předpokladů tak lze vyčíslit následující ekonomickou bilanci:

	Kč/rok
Provozní příjmy	83.000.000
Provozní náklady	68.471.811
Provozní bilance	+14.528.189

Lze konstatovat poměrně nízký ekonomický přínos zařízení, prostá doba návratnosti cca 25 let při investici 377.620.000,- Kč. To je způsobeno jednak malou kapacitou zařízení a poměrně nízkým zhodnocením výstupního materiálu. Je zřejmé, že lepšího hospodářského výsledku lze dosáhnout především zvýšením poplatku za příjem odpadů – na cca 1900,- Kč/t,

zjednodušením zařízení (snížením investice) či snížením poplatku za využití TAP v zařízení Vřesová.

6.3.2. Plzeň

Jako modelová lokalita pro umístění zařízení byla vybrána lokalita skládky Chotíkov, kde je rovněž uvažováno s potenciální stavbou spalovny. Tato lokalita je vybrána s ohledem na dlouhodobý zájem Plzeňské teplárenské a.s. o alternativní paliva s výhledem na uplatnění kvalitního TAP při výrobě elektrické energie a tepla v Plzeňské teplárenské a.s.

Vzhledem k absenci odpovídajícího legislativního prostředí je koncepce zařízení volena jako modulární s variabilní skladbou výstupů s využitím zkušeností s nejnovějšími trendy v technologii MBÚ využívaných v Německu a Rakousku.

Zpracování nadsítné frakce bude řešeno vícestupňovou úpravou zahrnující separaci neželezných kovů, separaci na balistickém separátoru, odstranění chlorovaných látek a úpravu frakce, méně kvalitní TAP musí být podroben granulaci. TAP nízké kvality je využit v provozu Vřesové ve vzdálenosti cca 85 km.

Podsítná frakce bude zbavena neželezných kovů a následně opět podrobena aerobní stabilizaci. Ta bude prováděna v hale metodou intenzivně aerovaného kompostování v pásových hromadách. Po stabilizaci je uvažováno s uložením materiálu na skládku.

Do zařízení vstupuje 80.000 t směsného komunálního odpadu, z tohoto odpadu je vytříděno celkem 3200 t kovů, které jsou materiálově dále využity a cca 1950 t nezpracovatelného (např. velkoobjemového odpadu), který je odstraněn na skládce. Ve výše popsané technologii MBÚ je získáno celkem cca 38.080 tun podsítné frakce, cca 18.400 t kvalitního TAP (RDF premium) vhodného ke spoluspalování v cementárnách a teplárnách a cca 18.400 t méně kvalitního TAP. Méně kvalitní TAP bude granulován a následně dopravován na zpracování do zařízení Vřesová.

Ekonomická bilance:

- Investiční náklady

Investiční náklady zařízení jsou navrženy obdobně jako u zařízení popsaného v kapitole 6.3.2., je nutno připočíst náklady na realizaci granulární linky méně kvalitního paliva.

Tabulka č. 17 : MBÚ Plzeňský kraj – investiční náklady

Položka	Investice Kč
Příjem materiálu	11.200.000
Drcení	41.440.000
Sítování	29.400.000
Technologie - bez RTO	64.400.000
Zpracování TAP - A kvalita	78.540.000
Laborka, ostatní	8.400.000
Stavební část	168.000.000
Kompostárna	150.000.000
Granulační linka	10.000.000
Suma	561.380.000

Pokud bude do investičních nákladů zahrnuta i cena za úpravu kotle 90. mil Kč (dle informací zástupce spol. Plzeňská Teplárenská a.s.) lze investiční náklady vyčíslit na celkem cca 651.380.000,- Kč.

- Provozní příjmy

Provozní příjmy budou tvořeny jednak prodejem vysoce kvalitního TAP, poplatkem za příjem odpadů a prodejem druhotných surovin. Struktura příjmů je uvedena v následující tabulce:

Tabulka č. 18 : MBÚ Plzeňský kraj – provozní příjmy

	(Kč/rok)	množství (t/rok)	pozn.
Prodej TAP kvality A	4.814.667	18400	15,- Kč/GJ, odečteny náklady na dopravu 10 km
Úspora za primární palivo Plzeňská teplárenská a.s.	13.984.000	349600 (GJ)	Úspora proti ekvivalentnímu množství uhlí, cena uhlí 55,- Kč/GJ
Prodej druhotných surovin	4.800.000	2000	Prodej kovů, 1500,- Kč/t
Poplatek za odpady	128.000.000	50.000	Poplatek za příjem odpadů 1600,- Kč/t
Celkem	151.598.667		

- Provozní náklady

Provozní náklady jsou tvořeny především náklady materiálovými – tj. náklady na další zpracování produkovaných odpadů a uplatnění TAP a dále náklady provozními – tj. náklady na obsluhu, energie, monitoring, manipulaci a další. Souhrn nákladů na provoz zařízení je uveden v následující tabulce:

Tabulka č. 19: MBÚ Plzeňský kraj – provozní náklady

Náklady	(Kč/rok)	množství		Pozn.
Materiálové náklady - skládkování podsítné frakce	25.090.912	17688 t	975,- Kč/t	dále započteny náklady na dopravu do 2 km
Materiálové náklady - využití kvalitního i nekvalitního TAP	9.169.333	18.400 t	300 Kč/t	Průměrná cena za využití TAP, dále započteny náklady na dopravu do 85 km
Materiálové náklady - odstranění ostatního odpadu	3.770.880	1920 t	1950 Kč/t	dále započteny náklady na dopravu do 2 km
Provozní náklady - zaměstnanci	6.000.000	15 osob	400.000,- Kč/os	
Provozní náklady - elektřina	16.866.667	4166666,667 kWh	2,5 Kč/kWh	
Provozní náklady - manipulace	5.100.000	2 x nakladač, 2550 provozních hodin za rok	1000,- Kč/hod	
Provozní náklady - údržba	10.976.000	částečně převzato z Německého vzoru, sníženo o 30%		
Provozní náklady - monitoring	5.000.000	odhad, mírně nižší než v Německu		
Provozní náklady – monitoring kotle	3.000.000			
Provozní náklady - kompostování	17.136.000	38.080 t	450,- Kč/t	
Celkem	102.109.792			

Na základě výše uvedených předpokladů tak lze vyčíslit následující ekonomickou bilanci:

	Kč/rok
Provozní příjmy	151.598.667
Provozní náklady	102.109.792
Provozní bilance	+49.488.875

Na základě této bilance lze konstatovat pozitivní ekonomický výsledek záměru prostou dobou návratnosti vložených prostředků cca 13 let při investici 651.380.000,- Kč.

7. DISKUZE

V České republice se většina komunálních odpadů odstraňuje skládkováním, což je nejméně přijatelným způsobem naložení s odpadem jak z hlediska environmentálního, tak z hlediska ekonomického (ukládáním odpadů na skládku přicházíme o materiálové a energetické zdroje v nich obsažené).

Mechanicko-biologická úprava směsných komunálních odpadů představuje zpracování zbytkového komunálního odpadu, eventuálně i jiných odpadů, jehož účelem je stabilizace a redukce objemu odpadu a tím pádem i snaha o redukcí ukládání bioodpadů na skládky. Provádí se hlavně z důvodů minimalizace tvorby skleníkových plynů. Hlavní efekt by měl být tedy ekologický. Odpady představují do budoucna velmi významný ekologický problém, a to hned z mnoha hledisek (tvorba skleníkových plynů, znečištění půd, vody i ovzduší, problematika uskladňování atd.). Hlavním cílem technologií MBÚ je stabilizace zbytkového komunálního odpadu pro ekologicky nezávadné skládkování. Mohou zajistit větší snížení množství skládkovaného odpadu než výstavba nových spaloven.

Významným environmentálním dopadem této technologie na životní prostředí je omezení vzniku 120 – 150 m³ skleníkového plynu metanu z 1 t zbytkového komunálního odpadu.

Z hlediska ekonomických dopadů je v souvislosti s touto technologií nutné vysledovat některé důležité aspekty, a to:

- vstupy odpadů (komunální, živnostenský odpad, čistírenský kal),
- odbyt surovin (cementárny, elektrárny, skládka, zpracovatelé druhotných surovin, poptávka po teple a energii),
- optimální kapacita,
- provozní náklady.

Z ekonomického hlediska představuje úpravna samozřejmě vstupující finance, které se musí využívat k jejich provozování. Jako vhodné se jeví je vystavovat v blízkosti již stojících skládek. Hlavní důraz je při jejich výstavbě, z ekonomického hlediska, klást na logistiku, aby doprava odpadu na skládku nebyla příliš drahá (tak jako odvoz zbylého odpadu).

Co se týče vlivu MBÚ na blízké životní prostředí je jen pozitivní. Tím, že v tomto případě je skládkován kompost podsítné frakce nedochází k žádným úletům SKO a úpravný tak mohou být vystavovány např. v bezprostředních blízkostech bytové výstavby. Na stávajících skládkách dochází v řadě případů k úletu SKO, unikání skládkového plynu apod.

Dalším ekonomickým přínosem MBÚ je, že je možné ho používat při překrývání skládek, kde ušetří přírodní suroviny. Někdy je možné jej využít i jako nízkojakostní kompost při rekultivacích aj. Z hlediska šetření financí představuje tato metoda o dost levnější variantu, než klasické spalovny, a to jak z hlediska nákladů, tak i provozu.

Co se skleníkových plynů týče, je realitou, že za pouhých 21 dnů dochází při MBÚO k jejich redukcí o 80 až 90 %. K dalším pozitivum patří to, že i toxicita mechanicko-biologicky upraveného odpadu je více než dvacetkrát nižší a zároveň jeho výhřevnost bývá v průměru o 20–30 % větší. Odpad zbylý po procesu MBÚ má nejen již zmíněnou nižší hmotnost, ale je také stabilizovaný a může být v souladu s legislativou EU uložen na skládku. Charakter materiálu zajišťuje snížení rizika vzniku metanu, výluhu či požáru na skládkách na minimum.

Z hlediska environmentálního a zároveň i ekonomického dopadu by tato technologie mohla být využita např. k přípravě tuhých alternativních paliv (např. v cementárnách, elektrárnách, jiné procesy využívání odpadů). Zbytkový odpad by tak mohl být vstupní surovinou pro použití jako palivo v jiných procesech.

Provozovatelé skládek komunálního odpadu zatím uvažují o výstavbě linek na MBÚ SKO ojedinele. Velké společnosti obecně problematiku MBÚ odpadů sledují, vyčkávají na vývoj situace a některé z nich již připravovaly úvodní studie či projekty pro územní rozhodnutí. Obecným stanoviskem je, že bez dotažení legislativy a ekonomického prostředí podporujícího provoz linek MBÚ odpadů a využití TAP není smysluplné do těchto provozů investovat. Jako hlavní bariéry rozvoje MBÚ jsou z jejich strany vnímány: poplatky za ukládání CLO frakce (podsítná frakce MBÚ určená ke skládkování), chybějící legislativa provozu MBÚ a ukládání CLO, chybějící legislativa kvality TAP. Nutnost zajištění odběru TAP spalovacím zdrojem v režimu spoluspalování odpadů je komplikovaná, potenciálně vhodných odběratelů je nedostatek. Cementárny mají zájem pouze o vysoce výhřevnou část TAP. Obecně není podporována výstavba monozdrojů na TAP na rozdíl od zahraničí. Bylo by žádoucí vytvořit ekonomické prostředí stimulující výrobu TAP z MBÚ a jeho spoluspalování ve stávajících zdrojích, jako je tomu u obnovitelných zdrojů elektrické energie.

O možnosti realizace této technologie v ČR uvažují kraj Karlovarský a Plzeňský, kde je dlouhodobý zájem o technologii MBÚ. Je zde možnost uplatnění všech výstupů v místních potenciálních spalovacích zdrojích.

Na závěr bych chtěla poznamenat, že ekologické a ekonomické dopady MBÚ závisí na mnoha lokálních podmínkách, a proto je třeba vždy při rozhodování o jeho použití posuzovat konkrétní situaci v zájmové oblasti. Navíc v současné době prakticky využívané

systemy nejsou ani zdaleka dokonalé a je možná jejich intenzifikace, inovace, zvyšování účinnosti a integrace do dalších procesů pro úpravu odpadů. Stále tedy existuje celá řada možností, jak procesy vylepšit.

8. ZÁVĚR

V této diplomové práci jsem se zabývala posouzením ekonomických a environmentálních dopadů technologie mechanicko - biologické úpravy směsných komunálních odpadů. Zjistila jsem, že tato moderní technologie na zpracování směsného komunálního odpadu je rozšířena zejména v zemích západní Evropy (Německo, Rakousko, BE-NE-LUX), kde tvoří součást celého systému nakládání s odpady, který kromě maximálního vyřídění využitelných složek jednotlivých druhů odpadů předpokládá použití technologií kompostování, MBÚ a spalování odpadů ve vyváženém poměru odpovídajícím místním podmínkám. Naopak v zemích severní Evropy (Skandinávie, Švýcarsko) je preferováno termické zpracování odpadu v kombinaci se zpracováním materiálovým. V ČR se v současnosti většina komunálních odpadů odstraňuje skládkováním, spalovny se zde nacházejí pouze tři, zařízení MBÚ na našem území dosud nebylo vybudováno, i když se o této možnosti v souvislosti s novou Směrnicí Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008/ES o odpadech a o zrušení některých směrnic, která zavádí cíle pro opětovné využití a recyklaci odpadu, které mají být dosaženy do roku 2020, často diskutuje. Provozovatelé skládek komunálního odpadu zatím uvažují o výstavbě linek na MBÚ SKO ojedinele, zatím pouze max. ve fázi úvodních studií. A zdůrazňují nutnost dostatečné podpory výstavby linek na MBÚ ze strany dotace, v tuto chvíli je maximální výše dotace pro podnikatelské subjekty omezena na 50 mil. Kč, což představuje cca 10 % investičních nákladů linky MBÚ s kapacitou kolem 80 tis. t za rok. Za hlavní důvod, proč dosud nedošlo k vybudování žádného zařízení, považuji absenci komplexního systému nakládání s odpady, který úspěšně funguje v Rakousku a Německu. Přestože se ČR na základě realizovaného projektu VaV mohla poučit ze zkušeností s budováním a rozvojem MBÚ v zahraničí, v této oblasti hraje roli celá řada environmentálních, ekonomických, legislativních i politických aspektů, které této technologii stojí v cestě. Jednotný názor nepadá ani na odborné scéně, experti se dělí na dvě skupiny – jedna je vůči rozvoji této technologie v podmínkách skeptická, druhá ji považuje za vhodné doplnění koncepce založené na vysokém třídění, recyklaci a kompostování odpadu.

9. SEZNAM ZKRATEK

BRKO	biologicky rozložitelný komunální odpad
BRO	biologicky rozložitelný odpad
CERREC	Středoevropská centra a sítě oprav a opětovného využití odpadů
ČR	Česká republika
ES	Evropské společenství
EU	Evropská unie
EVO	energetické využití odpadu
MBA	mechanicko-biologická úprava
MBS	mechanicko-biologická stabilizace
MBÚ	mechanicko-biologická úprava
MPS	mechanicko-fyzikální stabilizace
SKO	směsný komunální odpad
VaV	věda a výzkum

10. SEZNAM ZDROJŮ

- BAČÁKOVÁ, Marie. 2009. Stavební výrobky a odpady. *Ceskestavebnictví.cz* [online]. říjen 2009 [cit. 2012-01-31]. Dostupné z WWW: <<http://www.ceskestavebnictvi.cz/rubrika.html?sk=0&k=14&l=1.11.13>>.
- BAČÍK, Ondřej. 2008. Bioplynové stanice: technologie celonárodního významu. *Biom.cz* [online]. 14. ledna 2008 [cit. 2012-01-18]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/bioplynovе-stanice-technologie-celonarodniho-vyznamu>>. ISSN 1801-2655.
- BAČÍK, Ondřej. 2005. Jak na bioodpady? Zkušenosti z Německa (3). *Biom.cz* [online]. 19. 12. 2005 [cit. 2012-01-03]. Dostupné z www:< <http://biom.cz/czp-spalovani-biomasy/odborne-clanky/jak-na-bioodpady-zkusenosti-z-nemecka-3>>. ISSN 1801-2655.
- BANOUT, Jan. 2001. Počítačový program pro optimalizaci surovinové skladby kompostu. *Biom.cz* [online]. 30. ledna 2001 [cit. 2012-01-14]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/pocitacovy-program-pro-optimalizaci-surovinove-skladby-kompostu>>. ISSN: 1801-2655.
- BEZAMA, A., AGUAYOB, P., KONRAD, O., NAVIAD, R., LORBERA, K. E. 2007. Investigations on mechanical biological treatment of waste in South America: Towards more sustainable MSW management strategies. *Waste Management*, č. 27(2), str. 228–237.
- BIOPROFIT. 2009. Příprava výzvy k předkládání žádostí na projekty zařízení mechanicko-biologické úpravy odpadů a příslušné infrastruktury a výzvy na úpravu kotlů za účelem splnění pro spalování odpadů. Část I. Studie. Praha. 2009. MŽP. 169 str.
- Co je MBÚ. 2010. *Informační stránky o mechanicko - biologické úpravě (MBÚ)* [online]. Poslední aktualizace 13. dubna 2010 [cit. 2012-01-12]. Dostupné z www: <<http://www.mbu.cz/cz/Cojembu.php#cojembu>>.
- CUDLÍNOVÁ, E. 2007. *Ekologická ekonomie a životní prostředí*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. 81 s. ISBN 80-7040-862-6.
- Čeho lze dosáhnout energetickým využíváním odpadů. 2012. *Odpadjeenergie.cz* [online]. Poslední aktualizace 17. února 2012 [cit. 2012-02-17]. Dostupné z WWW: <<http://odpadjeenergie.cz/ochrana-zp/vychodiska/ceho-lze-dosahnout.aspx>>.

- ČERVENKOVÁ, Renata a kol. 2002. Kam kráčí komunální odpad v EU a v ČR? *Ecmost.cz* [online]. 30. ledna 2002 [cit. 2012-01-18]. Dostupné z WWW: <http://www.ecmost.cz/clanky.php?page=nakladani_KO>.
- Česko. Vyhláška č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů (Katalog odpadů). In *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2001, částka 145, s. 8238-8340. Dostupný také z WWW: <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirkazakonu/SearchResult.aspx?q=2001&typeLaw=zakon&What=Rok&stranka=4>>. ISSN 1211-1244.
- Česko. Zákon č. 185 ze dne 15. května 2001 o odpadech a změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů. In *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2001, částka 71, s. 4074-4114. Dostupný také z WWW: <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=2001&typeLaw=zakon&What=Rok&stranka=11>>. ISSN 1211-1244.
- Diskuse o tom, zda je MBÚ alternativou spaloven. *EnviWeb.cz* [online]. 28. května 2010 [cit. 2012-01-12]. Dostupné z www: <<http://www.enviweb.cz/clanek/odpady/82151/diskuse-o-tom-zda-je-mbu-alternativou-spaloven>>.
- DURDIL, Josef. KOVAŘÍKOVÁ, Terezie. 2005. Zařízení pro mechanicko-biologickou úpravu v Evropě. *Odpady* [online]. 15. listopadu 2005 [cit. 2012-01-06]. Dostupné z www: <http://odpady.ihned.cz/2-17215050-E00000_detail-fc>.
- EAV. *Mechanicko biologická úprava směsného komunálního odpadu a jeho následné zpracování v kraji Vysočina*. Studie. Jihlava, 2007. EAV. 25 s.
- HOGG, Dominic. ECONOMIDES, Dimitris. FAVOINO, Enzo. NIELSEN, Nick. PAPAGEORGIOU, Sophia. PENSCHKE, Alexandra. THOMPSON, Jo. WOOD, Kalen. 2002 Economic analysis of options for managing biodegradable municipal waste. Final Report to the European Commission. [online]. [cit. 2012-02-12]. Dostupné z WWW: <http://ec.europa.eu/environment/waste/compost/pdf/econanalysis_finalreport.pdf>.

- EEA BRIEFING. 2008. Better management of municipal waste will reduce emissions greenhouse gases, leden 2008, [cit. 2012-03-18]. Dostupné z WWW: <http://www.eea.europa.eu/cs/publications/briefing_2008_1>. ISSN 1830-2203
- FRIES, Jiří. 2007. *Stroje pro zpracování odpadu*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, . 368 s. ISBN 978-80-248-1511-4.
- HABART, Jan. VÁŇA, Jaroslav. 2006. Možnosti produkce bioplynu na zařízeních mechanicko-biologické úpravy. *Biom.cz* [online]. 1. března 2006 [cit. 2012-02-02]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznosti-produkce-bioplynu-na-zarizenich-mechanicko-biologicke-upravy>>. ISSN 1801-2655.
- HLAVATÁ, Miluše. 2006. *Odpadové hospodářství*. Vyd. 1. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 174 s. ISBN 80-248-0737-8.
- HŘEBÍČEK, Jiří a kol. 2009. *Integrovaný systém nakládání s odpady na regionální úrovni*. Praha: Littera, 202 s. ISBN 978-80-85763-54-6.
- HYŽÍK, Jaroslav. 2009. Stanovisko STEO k energetickému využívání výhřevné frakce z mechanickobiologické úpravy komunálního odpadu. *Allforpower.cz* [online]. 22. června 2009 [cit. 2012-01-18]. Dostupné z www:<<http://www.allforpower.cz/clanek/stanovisko-steo-k-energetickemu-vyuzivani-vyhrevne-fracce-z-mechanicko-biologicke-upravy-komunalniho-odpadu/>>.
- KÁRA, Jaroslav, PASTOREK, Zdeněk, JELÍNEK, Antonín. 2002. Kompostování zbytkové biomasy. *Biom.cz* [online]. 31. ledna 2002 [cit. 2012-01-18]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kompostovani-zbytkove-biomasy>>. ISSN 1801-2655.
- Keller, J. 1997. *Sociologie a ekologie*. Praha: Sociologické nakladatelství. 232 s. ISBN 80-85850-42-7.
- Komunální odpady – právní úprava. *MŽP ČR* [online]. 28. srpna 2008 [cit. 2012-01-12]. Dostupné z WWW: <[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/komunalni_odpady_uprava/\\$FILE/oodp-KOMUN%C3%81LN%C3%8D_ODPADY_pravni_uprava.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/komunalni_odpady_uprava/$FILE/oodp-KOMUN%C3%81LN%C3%8D_ODPADY_pravni_uprava.pdf)>.
- KOVAŘÍK, Radim. 2007. Zkušenosti se zaváděním metody MBÚ v SRN. *Odpadové fórum*, 2007, roč. 8, č. 11, str. 9. ISSN I212-7779.

- KRČMÁŘOVÁ, Martina. 2010. Politika prevence vzniku odpadu – počátky v České republice. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze. Fakulta sociálních věd. Praha. 120 stran.
- KREBSOVÁ, Jarmila. 2010. Euronovela zákona o odpadech byla publikována ve Sbírce zákonů 21. května, účinnost má od 1.7. t.r. *EnviWeb.cz* [online]. 31. května 2010 [cit. 2012-01-31]. Dostupné z WWW: <<http://www.enviweb.cz/clanek/paragraf/82187/euronovela-zakona-o-odpadech-byla-publikovana-ve-sbirce-zakonu-21-kvetna-ucinnost-ma-od-1-7-t-r>>.
- KROPÁČEK, Ivo. 2003. *Bez skládek i spaloven: šetrnější, levnější a koncepčnější řešení odpadového hospodářství*. Olomouc: Hnutí DUHA, ISBN 80-902823-7-7.
- KYSELÁK, Milan. 2011, Ministerstvo průmyslu a obchodu podporuje energetické využívání odpadů. *3T (Teplota, technika, teplota)*, roč. 21, č. 4, str. 6. ISSN 1804-8129.
- KUČA, Roman, OBROUČKA, Karel. 2001. : Možnosti zpracování obtížně využitelných organických odpadů procesem anaerobní digesce. *Biom.cz* [online]. 29. listopad 2011 [cit. 2012-01-18]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznosti-zpracovani-obtizne-vyuzitelnych-organickych-odpadu-procesem-anaerobni-digesce>>. ISSN 1801-2655.
- MATĚJŮ, Vít. 2005. Mechanicko-biologická úprava odpadů. *EnviWeb.cz* [online]. 29. května 2005 [cit. 2012-01-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.enviweb.cz/clanek/odpady/58799/mechanicko-biologiccka-uprava-odpadu>>.
- MATULOVÁ, Dragica. 2007. Přehled systémů MBÚ v Evropě. *Odpadové fórum*, č. 3, str. 11-13. ISSN I212-7779.
- MBÚ ekologičtější? *Odpadjeenergie* [online]. Poslední aktualizace 18. února 2008 [cit. 2012-01-18]. Dostupné z www: <<http://www.odpadjeenergie.cz/jine-zpusoby/mbu/mbu-ekologictejsi-.aspx>>.
- MBÚ ekonomičtější? *Odpadjeenergie* [online]. Poslední aktualizace 18. února 2008 [cit. 2012-01-18]. Dostupné z www: <<http://www.odpadjeenergie.cz/jine-zpusoby/mbu/mbu-ekonomictejsi-.aspx>>.

- Mechanical Biological Treatment. 2005.: a Guide for Decision Makers - processes, policies and markets. Juniper Consultancy Services/SITA/Assurre, březen 2005. Dostupné z WWW: <http://www.cti2000.it/Bionett/bioG-2005-008%20MBT_AnnexD0.0009%20K-R%20%28final%29.pdf>.
- Mechanicko-biologické zpracování pevných komunálních, živnostenských a průmyslových odpadů. *Biom.cz* [online]. 2.dubna 2003 [cit. 2012-02-02]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/mechanicko-biologicke-zpracovani-pevnych-komunalnich-zivnostenskych-a-prumyslovych-odpadu>>. ISSN: 1801-2655.
- Moldan, B. 2001. *(Ne)udržitelný rozvoj: ekologie hrozba i naděje*. Praha: Nakladatelství Karolinum. 141 s. ISBN 80-246-0769-7.
- MOŇOK, Branislav. 2010. *Nakladanie s biologicky rozložiteľnými odpadmi*. Košice: Priatel'ia Zeme, 2010. ISBN 978-80-967972-8-8.
- Municipal solid waste. 2011. U.S. Environmental protection agency [online]. April 2011 [cit. 2012-03-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.epa.gov/epawaste/nonhaz/municipal/index.htm>>.
- MUŽÍK, Oldřich. KÁRA, Jaroslav. 2009. Rozvoj bioplynových technologií v podmínkách ČR. *Farmář: časopis všech zemědělců*, roč. 15, č. 11, str. XV-XIX. ISSN 1210-9789.
- Nakládání s odpady. *MŽP* [online]. 10. března 2011 [cit. 2012-01-16]. Dostupné z WWW: <[http://www.mzp.cz/envdn.nsf/788925f20e7931c7852563e6006a0707/5058fed4f5602e6ac1256d0a003711f0/\\$FILE/4-Odpady.pdf](http://www.mzp.cz/envdn.nsf/788925f20e7931c7852563e6006a0707/5058fed4f5602e6ac1256d0a003711f0/$FILE/4-Odpady.pdf)>.
- Návrh zákona o odpadech a o změně některých zákonů. *MŽP ČR* [online]. 27. února 2009 [cit. 2012-01-12]. Dostupné z WWW: <[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_tz090227odpady/\\$FILE/zakon_odpady_navrh.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_tz090227odpady/$FILE/zakon_odpady_navrh.pdf)>.
- ODPADY.CZ. Mechanicko-biologická úprava má šanci, říká studie *EnviWeb.cz* [online]. 27. května 2005 [cit. 2011-12-18]. Dostupné z WWW: <<http://www.enviweb.cz/clanek/odpady/53795/mechanicko-biologiccka-uprava-ma-sanci-rika-studie>>.

- Odpad je nevyčerpatelný zdroj energie. *Odpadové fórum* [online]. Září 2010 [cit. 2012-01-17]. Dostupné z WWW: <<http://www.odpadoveforum.cz/prilohy/Priloha5.pdf>>.
- Odpadové hospodářství. *MŽP* [online]. c2008 – 2012. Poslední aktualizace 31. ledna 2012 [cit. 2012-01-31]. Dostupné z WWW: <http://www.mzp.cz/cz/odpadove_hospodarstvi>.
- PAČESOVÁ, Terezie. 2008. Každá země řeší MBÚ jinak. *Odpady.ihned.cz* [online]. 11. 2. 2008 [cit. 30.1. 2012]. Dostupné z www: <<http://odpady.ihned.cz/c1-22913600-kazda-zeme-resi-mbu-jinak>>.
- Pátá hodnotící zpráva o plnění nařízení vlády č. 197/2003 Sb., o Plánu odpadového hospodářství České republiky za rok 2009. Praha: MŽP, 2011. Dostupné z WWW: <[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/plneni_narizeni_vlady/\\$FILE/OODP-Pata_hodnotici_zprava_o_plneni_POH-20110525.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/plneni_narizeni_vlady/$FILE/OODP-Pata_hodnotici_zprava_o_plneni_POH-20110525.pdf)>.
- Porter, R.C. 2002. *The Economics of Waste*. Washington: Resources for the Future. 301 s. ISBN 1-891853-43-0.
- Povinnost občanů obce platit poplatky za odpady. *Epravo.cz* [online]. 14. ledna 2001 [cit. 2012-01-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.epravo.cz/top/clanky/spravni-pravo/povinnost-obcanu-obce-platit-poplatky-za-odpady-15616.html>>.
- Produkce, využití a odstranění odpadu v roce 2010. *ČSÚ* [online]. 9. ledna 2012 [cit. 2012-02-13]. Dostupné z WWW: <[http://czso.cz/csu/redakce.nsf/i/produkce_vyuziti_a_odstraneni_odpadu_v_roce_2010/\\$File/odpady_2010.pdf](http://czso.cz/csu/redakce.nsf/i/produkce_vyuziti_a_odstraneni_odpadu_v_roce_2010/$File/odpady_2010.pdf)>.
- Příprava nového zákona o odpadech. *Envigroup* [online]. Poslední aktualizace 12. února 2012 [cit. 2012-02-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.envigroup.cz/www/aktuality/aktualita-357.html>>.
- REDAKCE. Úprava odpadů. *Odpadové fórum*, 2007, roč. 8, č. 11, str. 8. ISSN I212-7779.
- Rozšířené Teze rozvoje odpadového hospodářství v ČR. Praha: MŽP, 2010. Dostupné z WWW: <[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/rozvoj_odpadoveho_hospodarstvi/\\$FILE/MZP_OODP-Rozsirene_teze_FINAL-101026.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/rozvoj_odpadoveho_hospodarstvi/$FILE/MZP_OODP-Rozsirene_teze_FINAL-101026.pdf)>.

- SABBASA, T., POLETTINIB, A., POMIB, P., ASTRUPC, T., HJELMARD, O., MOSTBAUERA, P., CAPPAIE, G., MAGELF, G., SALHOFERA, S., SPEISERG, C., HEUSS-ASSBICHLERF, S., KLEINH, R., LECHNERA. 2002 .Management of municipal solid waste incineration residues. *Waste Management*, č. 23, str. 61–88.
- Sdělení odboru odpadů Ministerstva životního prostředí o zveřejnění „Plánu odpadového hospodářství České republiky” (včetně závazné části upravené nařízením vlády č. 197/2003 Sb.). *Věstník MŽP*, říjen 2003, roč. XII, částka 10. ISSN 0862-9013.
- Shrnutí a doporučení podle projektu VaV č. SL-7-183-05. *Odpady.ihned.cz* [online]. 15. dubna 2008 [cit. 2012-01-30]. Dostupné z WWW: <<http://odpady.ihned.cz/c1-23933190-shrnuti-a-doporuceni-podle-projektu-vav-c-sl-7-183-05>>.
- Směrnice Rady 1999/31/ES o skládkách odpadů. *Úřední věstník Evropských společenství*, L 182, 16. července 1999.
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008/ES o odpadech a o zrušení některých směrnic. *Úřední věstník Evropské unie*, L 312, 20. listopadu 2008.
- SMITH, Alison. BROWN, Keith. OGILVIE, Steve. RUSHTON, Katryn. BATES, Judith. 2001. Waste Management Options and Climate Change, Final report to the European Commission – DG Environment, AEA Technology, July 2001. Dostupné z www: http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/climate_change.pdf.
- ŠŤASTNÁ, Jarmila. 2008. Ověřování MBÚ přineslo překvapivé výsledky. *Odpady.ihned.cz* [online]. 15. dubna 2008 [cit. 2012-01-12]. Dostupné z WWW: <<http://odpady.ihned.cz/c1-23933220-overovani-mbu-prineslo-prekvapive-vysledky>>.
- Technical Information, and Developments in Mechanical Biological Treatment (MBT). *Waste-technology.co.uk* [online] [cit. 2011-12-18]. Dostupné z WWW: <<http://www.waste-technology.co.uk/Page1/page1.php>>.
- VÁŇA, Jaroslav. 2002. Kompostování odpadů. *Biom.cz* [online]. 14. ledna 2002 [cit. 2012-01-18]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kompostovani-odpadu>>. ISSN 1801-2655>.
- VÁŇA, Jaroslav. 2003. Mechanicko-biologická úprava odpadu. *Biom.cz* [online]. 4. října 2003 [cit. 2012-01-02]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/mechanicko-biologicka-uprava-odpadu>>. ISSN 1801-2655.

- VOŠTOVÁ, Věra. FRIES, Jiří. 2003. *Zpracování pevných odpadů*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 157 s. ISBN 80-01-02672-8.
- VRBOVÁ, Martina. 2010. Co je to komunální odpad. *Odpady*, č. 4, s. 10 – 11. ISSN 1210-4922.
- Waste Management. Summaries of EU legislation. Europa.eu [online] [cit. 2012-02-18]. Dostupné z WWW: <http://europa.eu/legislation_summaries/environment/waste_management/index_en.htm>.
- Zahraničí. *Informační stránky o mechanicko - biologické úpravě (MBÚ)* [online]. Poslední aktualizace 13. dubna 2010 [cit. 2012-01-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.mbu.cz/cz/Zahranici.php#italie>>.
- ZÁKLASNÍK, Vladan. 2004. *Mechanicko biologická úprava odpadů – významný příspěvek k recyklaci a materiálovému využití odpadu*. Brno: Hnutí Duha.
- Zmenšit skládky, to je cíl projektu opětovného využití odpadů CERREC. *Biom.cz* [online]. 18. ledna 2012 [cit. 2012-01-18]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/zmensit-skladky-to-je-cil-projektu-opetovneho-vyuziti-odpadu-cerrec>>. ISSN: 1801-2655.
- Životní prostředí ČR. Praha: CENIA, 2008. Dostupné z WWW: <[http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/\\$pid/CENMSFVZ8VR3/\\$FILE/odpady.pdf](http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/$pid/CENMSFVZ8VR3/$FILE/odpady.pdf)>.

11. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Schémata mechanicko-biologické úpravy zbytkového odpadu (Hlavatá, 2006)

Schéma MBÚ podle MBV Reinstetten, LK Biberbach

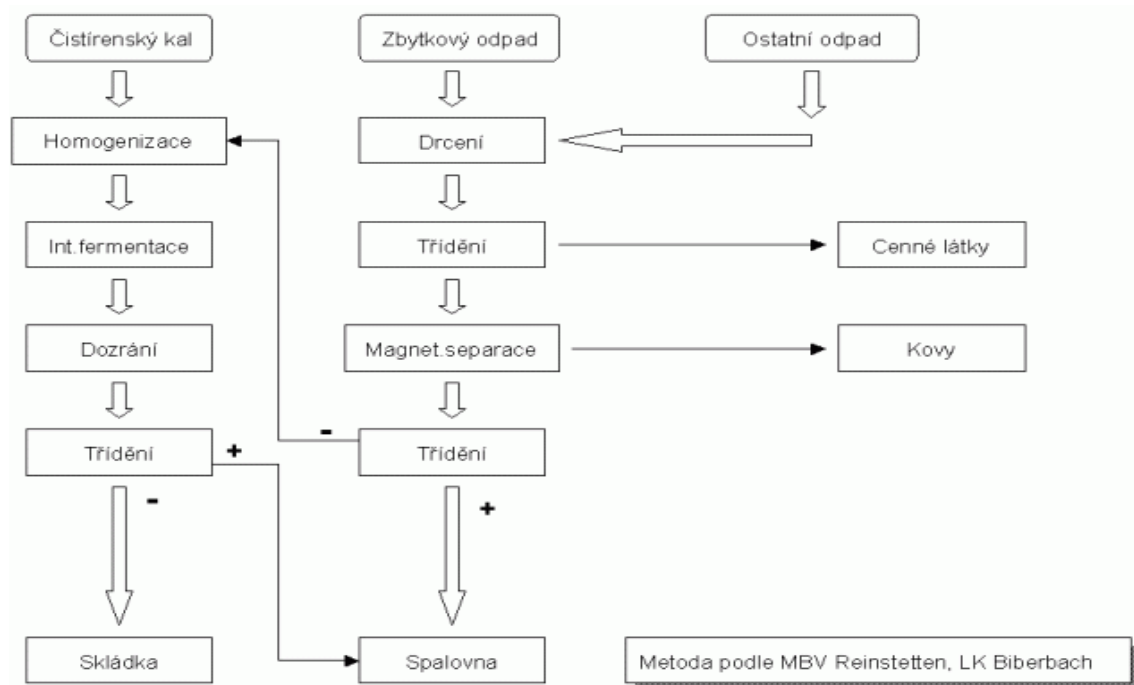


Schéma MBÚ podle zařízení MBA Lüneburg

