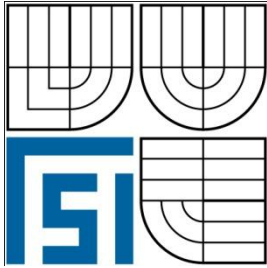


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ÚSTAV PROCESNÍHO A EKOLOGICKÉHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

INSTITUTE OF PROCESS AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING

TRVALE UDRŽITELNÉ NAKLÁDÁNÍ S KOMUNÁLNÍM ODPADEM

SUSTAINABLE MANAGEMENT OF MUNICIPAL WASTE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

VOJTĚCH ŠIRŮČEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR KLIMEK

BRNO 2010

NETISKNOUT – ZDE SE VLOŽÍ ZADÁNÍ

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na problematiku nakládání s biologicky rozložitelným komunálním odpadem. V práci je zhodnocen současný stav a způsoby možného nakládání s tímto druhem odpadu. Důraz je kladen především na účelné využití odpadu. Cílem práce je návrh možného řešení eliminace skládkování komunálního odpadu v podmínkách České republiky v souladu s legislativními požadavky Evropské unie.

KLÍČOVÁ SLOVA

odpad, skládkování, eliminace, využití, legislativní požadavky

ABSTRACT

The bachelor's thesis is focused on the issue of disposal of biodegradable municipal waste management. The thesis assesses the current situation and possible ways of management with this kind of waste. Emphasis is placed on efficient utilization. Aim is to design of possible solution to eliminate landfilling of municipal waste in the Czech republic in accordance with legal demands of the European Union.

KEY WORDS

waste, landfilling, elimination, utilization, legal demands

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ŠIRŮČEK, V. *Trvale udržitelné nakládání s komunálním odpadem*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 27 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Petr Klimek.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma trvale udržitelného nakládání s komunálním odpadem vypracoval samostatně a použil jsem literárních pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury.

V Brně dne 24.5.2011

.....

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych velmi poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Petru Klimkovi za poskytnutí odborného vedení, cenných rad a připomínek během vypracování práce.

OBSAH

1	ÚVOD	8
1.1	PŘÍRODNÍ ZDROJE ENERGIE A JEJICH DOPAD NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	8
1.2	EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ	8
1.3	ODPAD A SKLÁDKOVÁNÍ	9
1.4	BIOLOGICKY ROZLOŽITELNÝ KOMUNÁLNÍ ODPAD	9
2	SOUČASNÝ STAV NAKLÁDÁNÍ S BRKO	10
2.1	NAKLÁDÁNÍ S BRKO V ČR	10
2.2	SROVNÁNÍ SE STÁTY EU	11
3	MOŽNÉ ZPŮSOBY NAKLÁDÁNÍ S BRKO	11
3.1	ENERGETICKÉ VYUŽITÍ	12
3.1.1	ENERGIE Z ODPADU	12
3.1.2	SOUČASNÁ BILANCE V ČR	12
3.1.3	SROVNÁNÍ S EU	15
3.2	MATERIÁLOVÉ VYUŽITÍ	16
3.2.1	BIOLOGICKÉ SUŠENÍ	16
3.2.2	MECHANICKO BIOLOGICKÁ ÚPRAVA	17
3.3	OSTATNÍ ZPŮSOBY	19
4	LEGISLATIVNÍ REŠERŠE	19
4.1	ZÁKLADNÍ PRÁVNÍ POŽADAVKY ODPADOVÉ POLITIKY	19
4.2	POŽADAVKY NA NAKLÁDÁNÍ S ODPADY	21
4.3	MAXIMÁLNÍ MNOŽSTVÍ ORGANICKÉ SLOŽKY VE HMOTĚ UKLÁDANÉ NA SKLÁDKY	22
4.4	LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY NA SPALOVÁNÍ	22
5	NÁVRH MOŽNÉHO ŘEŠENÍ ELIMINACE SKLÁDKOVÁNÍ V PODMÍNKÁCH ČR	24
6	ZÁVĚR	25
7	SEZNAM CITACÍ	25
8	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	27

1 ÚVOD

1.1 Přírodní zdroje energie a jejich dopad na životní prostředí

Člověk je významným faktorem ovlivňujícím bilanci přírodních zdrojů na Zemi. Jedním z nevýznamnějších přírodních zdrojů jsou fosilní paliva, která postupně vznikala před 320 až 20 miliony let [1]. Procesy probíhající při vzniku těchto paliv se podílely na podstatných změnách v atmosféře Země. Lidstvo je závislé na fosilních palivech, protože jsou v současnosti využívána jako paliva v elektrárnách, teplárnách a ve spalovacích motorech. Využívání fosilních paliv po začátku průmyslové revoluce bylo jedním z hlavních motorů technického, ekonomického, politického a sociálního pokroku. Spalováním fosilních paliv však dochází nejen k uvolnění energie, ale i k tvorbě emisí navázaných skleníkových plynů do atmosféry. Skleníkové plyny mají vyšší tepelnou kapacitu než původní atmosférické plyny. Pokud je atmosféra s vyšším obsahem skleníkových plynů vystavena sluneční radiaci, dochází k tzv. skleníkovému efektu. Radiace průchodem atmosférou slábne a v konečném důsledku je odražena od povrchu Země zpět do vesmíru. Čím vyšší je tedy koncentrace skleníkových plynů, tím méně radiační energie je odraženo a tím více se atmosférické plyny oteplují. Výše zmíněný proces je jedním z hlavních argumentů v diskusi o vlivu člověka na globální změny klimatu. Nároky na výše zmíněné energetické zdroje bohužel neustále rostou, se všemi negativními vlivy na životní prostředí. Emise produktů spalování fosilních paliv významným způsobem znečišťují životní prostředí člověka. Proto je důležité dbát na co nejúčinnější systémy čištění spalin. Využívání takových systémů zajišťuje platná právní úprava, která je neustále zpříšňována v návaznosti na nejlepší dostupné technologie (BAT – BEST AVAILABLE TECHNIQUES) [2].

1.2 Emise skleníkových plynů

Nejvýznamnějším skleníkovým plynem je oxid uhličitý. Po tisíce let se koncentrace oxidu uhličitého pohybovala mezi 190 až 280 ppm(v)¹, teprve po nástupu průmyslové revoluce, ale především v posledních desetiletích a letech, se v důsledku lidské činnosti koncentrace oxidu uhličitého zvýšila na cca 380 ppm(v).[1] Podle některých názorů uvedených v [1] by v blízké budoucnosti mohlo dojít ke spálení většiny fosilních paliv. Zásoby ropy by mohly být vyčerpány v průběhu několika příštích desetiletí, zásoby zemního plynu by měly vydržet poněkud déle, ale ne do konce

¹ ppm(v) – parts per milion by volumen – jedna miliontina objemová

století. Zásoby uhlí budou k dispozici asi do 22. století. Kdyby skutečně došlo ke spálení většiny fosilních paliv, zvýšila by se koncentrace oxidu uhličitého mnohonásobně. To by vyvolalo podstatné globální oteplování a v důsledku tohoto uvolnění velkého množství dalšího skleníkového plynu – metanu, který vzniká převážně termickým rozkladem organických látek. Skleníkový účinek metanu je mnohonásobně vyšší než skleníkový účinek oxidu uhličitého, zatímco jeho koncentrace v ovzduší je o tři řády nižší než koncentrace oxidu uhličitého [1].

1.3 Odpad a skládkování

Další globální problematikou je tvorba odpadu jako vedlejšího produktu lidské činnosti. Každý podnik či domácnost vytváří neustále velké množství odpadu, ročně ho vzniká na území ČR přibližně 31 milionů tun [3]. Trend vzniku odpadů je sice klesající, ovšem současný stav představuje problém v podobě neefektivního a enviromentálně náročného nakládání s odpady a jejich následné využívání.

Největší množství odpadu je ukládáno na skládky. Ty mají však velký vliv na životní prostředí, protože dochází k biologickému rozkladu komunálního odpadu a následné tvorbě metanu. Metan je po oxidu uhličitém druhým nejdůležitějším skleníkovým plynem, neboť jeho podíl na celkovém skleníkovém efektu činí asi 12 procent. Zdroj [1] uvádí, že skládky odpadů produkují přibližně 32 Mt za rok, přičemž podle odhadů by se emise metanu ze skládek mohly během následujících desetiletí zvýšit až na 62 Mt za rok. Trvalou snahou je proto eliminace množství odpadů ukládaných na skládky. Za tímto účelem byla v minulosti zavedena celá řada procesů, které mají za cíl zneškodnění a účelné využití komunálního odpadu, především jeho biologicky rozložitelné složky. Kroky k eliminaci skládkování podnikla také Evropská unie, která ve své legislativě zakotvila kvantifikované požadavky na množství odpadu ukládaného na skládky.

1.4 Biologicky rozložitelný komunální odpad

Biologickým odpadem se podle definice ve směrnici [4] rozumí odpady ze zahrad, parků, potravinářské a kuchyňské odpady z domácností, restaurací, stravovacích zařízení a srovnatelný odpad ze zařízení potravinářského průmyslu. Biologicky rozložitelný komunální odpad (BRKO) je v podstatě všeskerý odpad, který je aerobně či anaerobně rozložitelný. BRKO představuje důležitou složku komunálního odpadu (celkový podíl BRKO v komunálním odpadu se pohybuje od 40 do 60%) [3], přičemž komunální odpad (KO) činí přibližně 15 % celkové produkce odpadů. Druhy odpadů tvořící BRKO jsou uvedeny v tabulce 1.1, některé z nich však mají jen určitý podíl biologicky rozložitelné složky. V roce 1995 produkoval průměrně každý občan ČR 148 kg BRKO a celková roční produkce BRKO v ČR byla 1 530 000 tun. [5]

Katalogové číslo	Název druhu	Podíl biologicky rozložitelné složky (% hmotnostní)
20 01 01	Papír a/nebo lepenka	100
20 01 07	Dřevo	100
20 01 08	Organický kompostovatelný kuchyňský odpad	100
20 01 10	Oděv	75
20 01 11	Textilní materiál	75
20 02 01	Kompostovatelný odpad z údržby zeleně	100
20 03 01	Směsný komunální odpad	40
20 03 02	Odpad z tržišť	75

Tab. 1.1 Druhy odpadů podle Katalogu odpadů tvořící BRKO [5]

2 SOUČASNÝ STAV NAKLÁDÁNÍ S BRKO

2.1 Nakládání s BRKO v ČR

Z tabulky 2.1 vyplývá, že v současné době je na našem území nejrozšířenějším způsobem nakládání s odpady skládkování. Tomu nahrává především ekonomický aspekt, protože uložení odpadu na skládku je dosud stále nejlevnějším způsobem nakládání s odpady.

	2005	2006	2007	2008	2009
skládkování	2 132 964	2 400 276	2 498 292	2 266 023	2 390 456
spalování s využitím tepla	374 691	374 758	373 368	353 552	344 947
spalování bez využití tepla	914	2 538	1 726	1 426	1 859
recyklace	32 186	27 817	54 015	58 302	69 126
kompostování	18 152	28 568	34 314	46 658	66 442

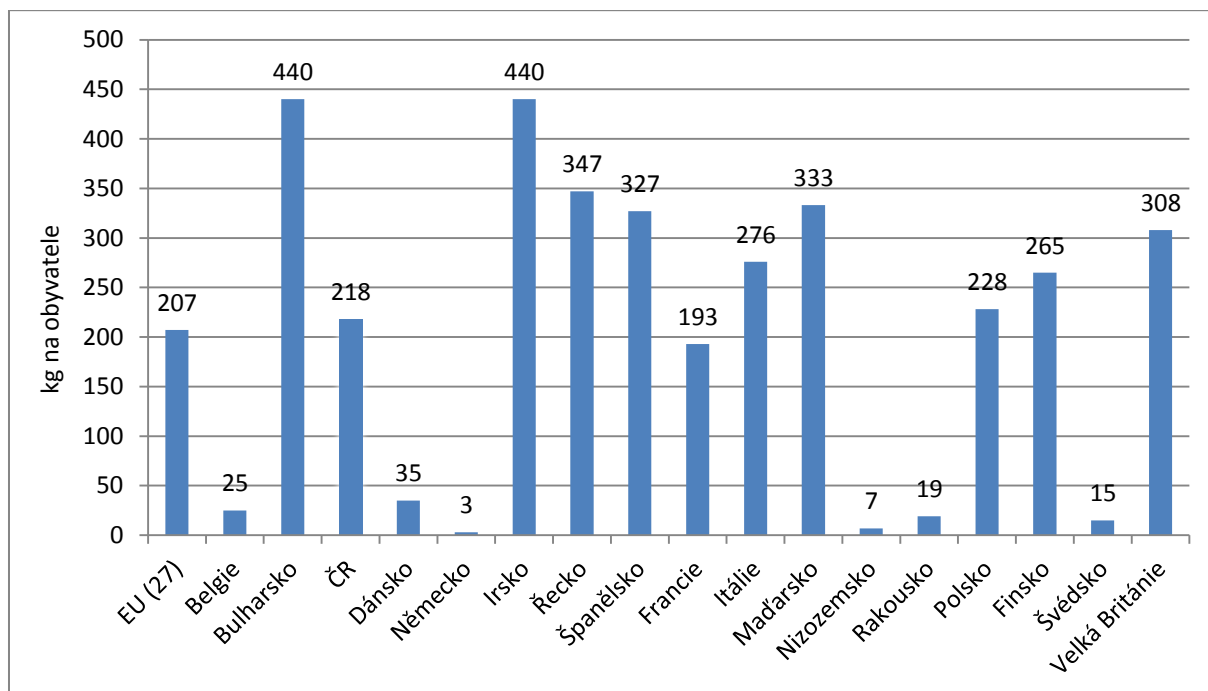
Tab. 2.1 Nakládání s komunálními odpady v letech 2005 až 2009 v ČR v tunách [6]

V roce 1995 bylo na skládky uloženo celkem 148 kg BRKO na obyvatele. V roce 2008 bylo skládkováno 144 kg BRKO na obyvatele, což je o 32 kg více, než je požadováno v roce 2010 právními předpisy EU [7]. Evropská unie tyto závazky kontroluje a za jejich neplnění nám hrozí nepříjemné sankce.

Podle [5] má počet zařízení určených ke skládkování odpadů od roku 1991 klesající tendenci, přičemž od roku 1996 došlo k prudkému poklesu těchto zařízení v důsledku ukončení činnosti přibližně 1000 skládek provozovaných podle zvláštních předpisů. V roce 2002 bylo v České republice provozováno 290 skládek [5]. Tyto skládky převážně vyhovují současné právní úpravě platné v ČR.

2.2 Srovnání se státy EU

Jak ukazuje graf 2.1, v roce 2008 bylo v České republice skládkováno průměrně 218 kg komunálního odpadu na obyvatele, což zhruba koresponduje s průměrem členských států Evropské unie, ovšem v řadě vyspělých evropských zemích jako v Německu, Rakousku, Švýcarsku, Nizozemsku či Dánsku je skládkování zakázáno zákonem [8].



Graf 2.1 Skládkování komunálního odpadu ve vybraných státech v roce 2008 [6]

3 MOŽNÉ ZPŮSOBY NAKLÁDÁNÍ S BRKO

Kromě již výše popsaného skládkování existuje celá řada procesů nakládání s komunálním odpadem. Uložení odpadu na skládku se zbavujeme možnosti jeho dalšího využití, navíc skládkování není šetrné k životnímu prostředí. V následující kapitole budou zmíněny nejdůležitější z metod úpravy či zpracování BRKO, které by měly zároveň snížit jeho množství ukládaného na skládky. Pozornost bude věnována především termickému zpracování s využitím energie.

3.1 Energetické využití

3.1.1 Energie z odpadu

Uložením odpadu na skládku přicházíme o jeho velký energetický potenciál. Odpad je ideální náhradou přírodních neobnovitelných zdrojů. Například směsný komunální odpad (složka BRKO) dosahuje výhřevnosti hnědého uhlí [3]. Snahou moderního odpadového hospodářství, vedle předcházení vzniku odpadů a eliminace množství odpadů ukládaných na skládky, je využití energie z odpadů. Termický způsob nakládání s komunálními odpady je spolu s látkovým využitím nejvýznamnějším způsobem využití těchto odpadů a svým dosahem je tak schopen zajistit v reálném čase a místě minimalizaci jeho objemu. Spalování je z chemického hlediska termooxidační proces, při kterém se biogenní prvky (C, S, N) oxidují za uvolnění tepla (exotermická reakce). Energetické využití odpadů tedy představuje využití jejich energetického potenciálu a tím dosažení úspor primárních neobnovitelných zdrojů surovin a energií (fosilních paliv) a je tak zajištěna vysoká úroveň péče o životní prostředí. [9]

Průměrná výhřevnost směsného komunálního odpadu (SKO) činí přibližně 10 MJ/kg a při současném spalování 360 tisíc tun SKO ročně, získáváme pouze asi 3,6 milionů GJ energie. Podle známých bilancí a přehledů o současném nakládání s odpady a v návaznosti na strategii vývoje odpadového hospodářství se konstatuje, že v roce 2020 bude nutno u nás provozovat zařízení k energetickému využívání odpadů o celkové roční zpracovatelské kapacitě 2 milionů tun SKO. Při uvedené průměrné výhřevnosti SKO, získáme při energetickém využití tohoto množství minimálně 20 milionů GJ energetického potenciálu ročně. [3]

Bariérou, která stojí v cestě navýšení množství spalovaného BRKO, jenž by zároveň eliminoval množství ukládaného na skládky a plnění závazků EU, je, že Plán odpadového hospodářství ČR odmítl podporovat výstavbu nových spaloven komunálního odpadu ze státních prostředků za účelem podpory třídění. Proto vybudování dalších zařízení závisí na finanční podpoře soukromých investorů.

3.1.2 Současná bilance v ČR

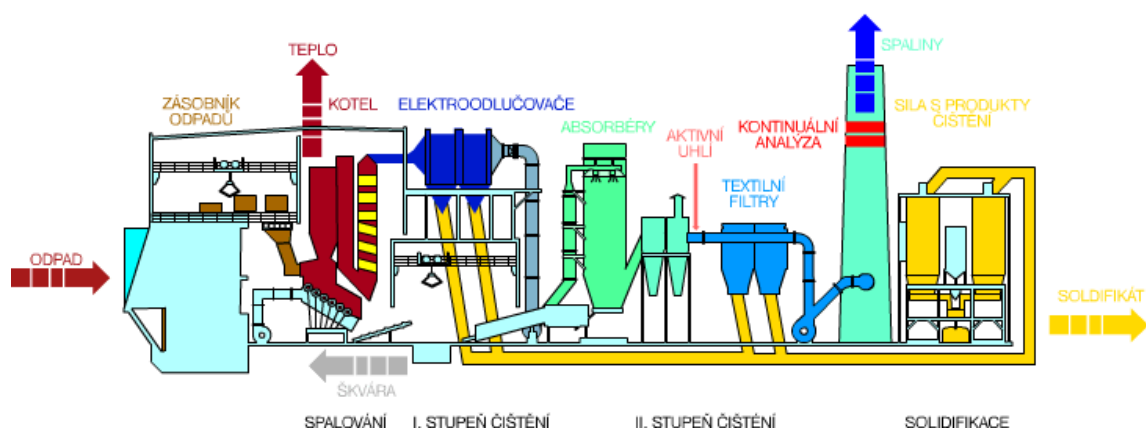
V současnosti jsou na našem území v provozu tři spalovny komunálního odpadu (Praha, Liberec, Brno), které leží v aglomeracích s vysokým počtem obyvatel (tab. 3.1). Z důvodu vysokých kapacit převyšuje jejich svozová oblast území těchto aglomerací. V roce 2001 bylo v těchto spalovnách komunálního odpadu spáleno 383,3 kt odpadů, což činí 59,3% projektované kapacity. [5]

Provozovatel	Sídlo provozovatele	Kód	Místo nakládání	Projektovaná kapacita [t/rok]	Využití tepla
PRAŽSKÉ SLUŽBY, a. s./ Plc.	Praha 9	CZ010	Praha 10	310 000	Ano
SPALOVNA A KOMUNÁLNÍ ODPADY Brno, akciová společnost; Zkratka: SAKO Brno, a. s./Plc.	Brno	CZ064	Brno	240 000	Ano
TERMIZO, a. s./Plc.	Liberec	CZ051	Liberec	96 000	Ano

Tab. 3.1 Spalovny BRKO v ČR [10]

V rámci koncepce energetického využití komunálních odpadů se na přelomu 70. a 80. let minulého století uvažovalo, že bude na území tehdejšího Československa vybudováno asi 15 velkých spaloven. V nich se mělo využít až 40% komunálního odpadu a k roku 2000 tak ušetřit 12 PJ tepelné energie. [11]

Jako první byla na našem území uvedena spalovna do provozu v Brně (dnešní SAKO Brno). Její výstavba proběhla mezi lety 1984 a 1989. Instalovány zde byly tři parní kolty ČKD Dukla třetí generace, každý se šesti válci sestupně uspořádanými pod úhlem 30°. Celková projektovaná kapacita 240 tisíc tun odpadu ročně nebyla nikdy zcela využita. Největšího objemu spáleného odpadu dosáhla spalovna v roce 1997 a to hodnoty 197 127 tun. Od roku 1998 je ve spalovně vyráběna také elektřina o výkonu 400 kW. Spalovna prošla v nedávné době náročnou rekonstrukcí zahrnující vybudování dvou zcela nových linek, z nichž každá zahrnuje parní kotel o výkonu 14 t/h spalovaných opadů. Postavena byla také nová odběrová parní kondenzační turbína o výkonu 22,7 MW. Tato rekonstrukce umožní dosažení optimálního výkonu a přiblížení se projektované roční kapacitě spalovny. Odhadovaná dodávka elektrické energie činí 94 500 MWh a dodávka tepla se odhaduje na 690 000 GJ [11]. Schéma brněnské spalovny je na obrázku 3.1.



Obr. 3.1 Schéma zařízení spalovny SAKO Brno [12]

V roce 1988 byla zahájena výstavba spalovny v Praze (ZEVO Malešice). Po mnoha peripetiích byla spalovna uvedena do provozu v roce 1998. Ve spalovně byly opět osazeny čtyři parní kotle ČKD Dukla o celkové kapacitě 60 tun odpadu za hodinu. Celková projektovaná kapacita je využívána pouze ze dvou třetin. Na letošní rok (2011) je plánováno ukončení výstavby nové kogenerační jednotky, po její realizaci bude spalovna schopna ročně dodávat 1000 TJ tepelné energie a vyrobí 90 000 MWh elektřiny za rok. Výkon instalované turbíny je 17,6 MW [11].

Nejmladší zařízení pro spalování komunálního odpadu v ČR se nachází v Liberci. Výstavba spalovny započala v roce 1987, zkušební provoz byl zahájen v roce 1999. Spalovna je osazena jednou spalovací linkou s přesuvným roštem o kapacitě 12 t/h. Zařízení disponuje protitlakou turbínou o výkonu 2,5 MW [11].

V současnosti se intenzivně uvažuje o výstavbě dalších spaloven komunálního odpadu, který by zčásti řešily problematiku odpadového hospodářství na krajských úrovních. V nejpokročilejším stádiu přípravy projektu je spalovna v Karviné, která by částečně pokrývala spádovou oblast v Moravskoslezském kraji. Hovoří se o uvedení do provozu v roce 2015 s projektovanou kapacitou 192 tisíc tun odpadu ročně a instalovanou turbínou o výkonu 15 MW. Zařízení by zahrnovalo jak dodávku elektřiny, tak tepla (kogenerace). Dalším připravovaným projektem je kogenerační spalovna v Chotíkově u Plzně s celkovou kapacitou 100 tisíc tun odpadu za rok. Zahájení provozu je předběžně plánováno na rok 2015. Konkrétní plány existují i pro výstavbu spaloven v areálech teplárny v Komořanech (pro Ústecký kraj) a elektrárny v Opatovicích nad Labem (pro Královéhradecký kraj a Pardubický kraj). Odhadované kapacity obou zařízení se pohybují kolem 100 tisíc tun odpadu za rok [11].

Celková výroba elektrické i tepelné energie z BRKO v ČR za rok 2009 je znázorněna v tabulce 3.2.

Elektřina			Tepelná energie			BRKO
Výroba elektřiny (MWh)	Vlastní spotřeba vč. ztrát (MWh)	Dodávka elektřiny do sítě (MWh)	Výroba tepla (GJ)	Vlastní spotřeba vč. ztrát (GJ)	Přímé dodávky (GJ)	Spotřeba (t)
10 937,4	60 040,1	4 897,3	1 646 017,8	279 820,2	1 366 197,6	214 674,7

Tab. 3.2 Celková výroba energie z BRKO v ČR v roce 2009 [13]

3.1.3 Srovnání s EU

Česká republika významně zaostává za vyspělými evropskými státy ve využívání odpadů jako zdroje energie. Počet zařízení na spalování komunálního odpadu a množství spáleného odpadu na jejich území je částečně úměrné velikosti jednotlivých států, což je možno vidět na obrázku 3.2. V těchto zemích je proto skládkování do značné míry eliminováno nebo dokonce zakázáno úplně. Ve vyspělých členských státech EU představuje termické zpracování spolu s recyklací majoritní složku odpadové politiky.

- Waste-to-Energy Plants in Europe operating in 2007 (not including hazardous waste incineration plants)
- Thermally treated household and similar waste



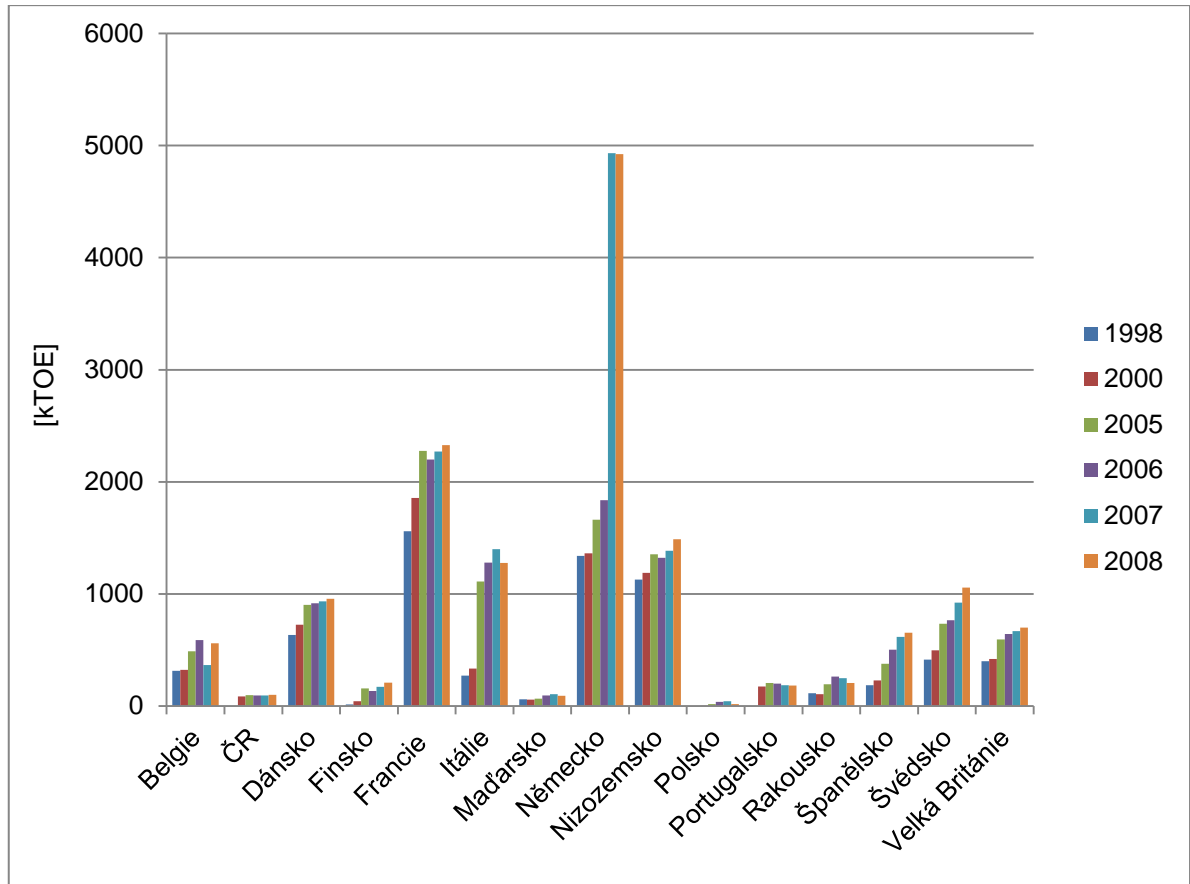
Poznámka :

Waste-to-energy Plants in Europe operating in 2007 (not including hazardous waste incineration plants) = Zařízení na energetické využití odpadu v Evropě v roce 2007 (nezahrnuje zařízení na spalování nebezpečného odpadu);

Thermally treated household and similar waste = Množství termální využitého komunálního odpadu.

Obr. 3.2 Počet spaloven BRKO a množství spáleného odpadu v kt. [11]

Z grafu 3.1 vyplývá, že většina členských států vykazuje mezi lety 1998-2008 až dvojnásobný nárůst výroby energie z komunálního odpadu. Česká republika navýšila svoji výrobu jen o 14%, což je výrazně pod průměrem Evropské unie [14].



Graf 3.1 Výroba energie z komunálního odpadu v tisících tun ropného ekvivalentu TOE² ve vybraných zemích EU [14]

3.2 Materiálové využití

3.2.1 Biologické sušení

Tato biologická předúprava spočívá v sušení odpadu pro pozdější spalování a k prosetí nepoužitelných, převážně minerálních frakcí. Zařízení na biosušení produkují malé množství materiálu určeného ke skládkování.

² 1 TOE (ton of oil equivalent) = 42,1·10⁹ J = 42,1 GJ

3.2.2 Mechanicko biologická úprava

Proces mechanicko biologické úpravy (MBÚ) snižuje množství odpadu ukládaného na skládky. Výstupní odpad z MBÚ je zároveň šetrnější k životnímu prostředí. MBÚ se podle pořadí operací dělí na:

- mechanickou předúpravu;
- biologickou úpravu;
- mechanickou doúpravu

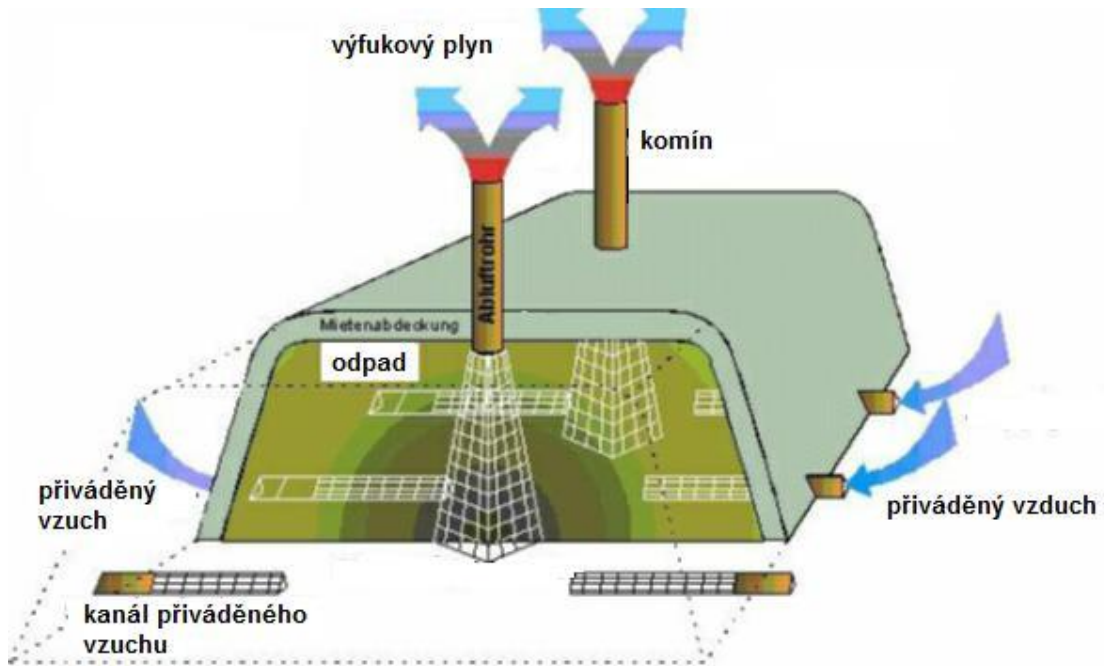
Mechanická předúprava

Vstupní kontrolou se prvotně provede odebrání odpadů podléhajících zpětnému odběru (např. spotřebiče) a rušivých odpadů (velkoobjemný odpad). Různými mechanickými postupy (rotační síta, gravitační, magnetické či vzduchové separátory) jsou separovány frakce s vysokou výhřevností pro využití jako palivo a složky odpadu, které mohou být opětovně využity (např. kovy) od frakce biologické. Takto oddělený biologický odpad je homogenizován a je určen k následné biologické úpravě.

Biologická úprava

Biologicky rozložitelné složky odpadů jsou biologicky stabilizovány (zejména hnitím a fermentací) aerobně či anaerobně s cílem odbourání organických složek. Aerobní úprava představuje úpravu za přítomnosti kyslíku, anaerobní bez přítomnosti kyslíku. Proces stabilizace se provádí v uzavřených prostorech (tunely, boxy).

Při aerobní úpravě dochází ke stabilizaci odpadu ve velkých halách nebo kompostovacích tunelech, které umožňují lepší kontrolu emisí a minimalizaci množství skleníkových plynů. Do těchto zařízení je aktivně přiváděn vzduch jak je znázorněno na obr. 3.3.



Obr. 3.3 Schéma aerobního tunelu [15]

V některých případech je aerobní úprava kombinována s anaerobní digescí, která produkuje metan k výrobě energie. Digesce může být úplná nebo částečná. Při úplné dochází k biologické úpravě celého množství odpadu zatímco při částečné digesci využívá pouze jemné frakce odpadu, zbytek jde k aerobní úpravě, protože obsahuje obtížně anaerobně rozložitelné látky. Po anaerobní úpravě musí následovat opět aerobní úprava z důvodu emisí metanu.

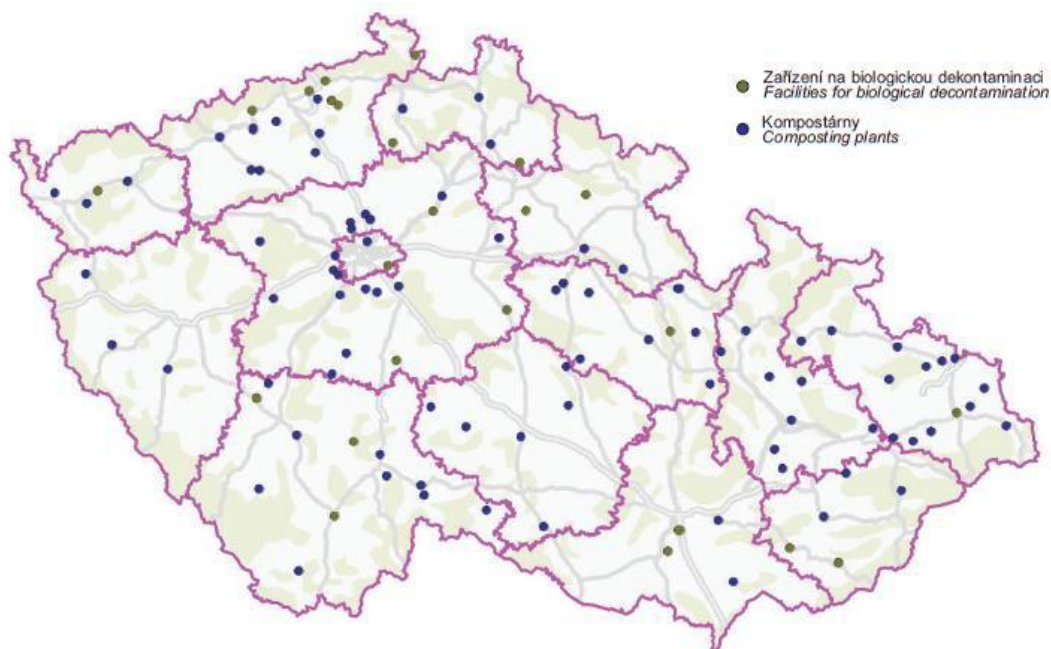
Mechanická doúprava

Dosažení lepších vlastností odpadu, který je ukládán na skládky, je docíleno další mechanickou doúpravou následující bezprostředně po biologické úpravě. Jedná se především o prosívání.

Výhodou MBÚ je minimalizace výsledného odpadu ukládaného na skládky, šetrnost k životnímu prostředí díky regulaci emisí v tunelu a zisk druhotných surovin získaných při mechanické předúpravě, popř. metanu jako paliva při anaerobní digesci. Nevýhodou je především velká energetická náročnost procesu při poměrně malé výtěžnosti materialu a paliv. V současnosti na našem území nejsou žádná zařízení MBÚ, jejich výstavba je dosti finančně náročná, přesto některé regiony o vybudování zařízení MBÚ uvažují.

3.3 Ostatní způsoby

Využití odpadu předchází jeho opětovné využití a recyklace. Jedná se především o třídění (oddělený sběr) a kompostování, popř. biologickou dekontaminaci některých složek BRKO, zejména kuchyňského odpadu a odpadu ze zahrad. Geografické rozmístění zařízení na kompostování a biologickou dekontaminaci na našem území je znázorňeno na obrázku 3.4.



Obr. 3.4 Rozmístění zařízení na biologickou dekontaminaci a kompostování v roce 2009 [10]

4 LEGISLATIVNÍ REŠERŠE

4.1 Základní právní požadavky odpadové politiky

Z výše uvedených důvodů byly učiněny legislativní kroky ze strany Evropské unie k eliminaci množství odpadu ukládaného na skládky. Právní předpisy a politika pro nakládání s odpady v členských státech EU vychází ze Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES o odpadech [4].

Hlavními požadavky jsou:

1) Hierarchie způsobů nakládání s odpady:

- a) předcházení vzniku
- b) příprava k opětovnému využití
- c) recyklace
- d) jiné využití, například energetické využití
- e) odstranění

Současně s hierarchií je důležité, aby byl usnadněn oddělený sběr a vhodné zpracování biologického odpadu za účelem snížení emisí skleníkových plynů a vytvoření ekologicky bezpečného kompostu.

2) Rozšířená odpovědnost výrobce

Na fyzické a právnické osoby, které jakýmkoli způsobem produkuje výrobky, se vztahuje rozšířená zodpovědnost na předcházení vzniku odpadů, jejich opětovné využití, recyklaci a jiné využití. Dále by měl mít výrobce povinnost přijímat vrácené výrobky, povinnost informovat o jejich recyklovatelnosti a opětovné použitelnosti.

3) Předcházení vzniku odpadů

Dle směrnice předloží Evropská komise do konce roku 2011 Evropskému parlamentu a Radě průběžnou zprávu o vývoji tvorby odpadů a rozsahu předcházení vzniku odpadů, včetně formulace politiky ekodesignu s ohledem na vznik odpadů a přítomnost nebezpečných látek. Do téhož data předloží Komise akční plán pro další podpůrná opatření s cílem změnit současné chování spotřebitelů. Dále do konce roku 2014 stanoví cíle předcházení vzniku odpadů a zrušení jeho závislosti na hospodářském růstu do roku 2020.

4) Využití

Členské státy zajistí, aby byly pro odpad uplatněny způsoby využití šetrné k lidskému zdraví a životnímu prostředí a zároveň odpovídaly výše uvedené hierarchii. Pokud je to možné z hlediska technologického, hospodářského a environmentálního, provádí se sběr odpadu odděleně a nemísí se s jiným odpadem s rozdílnými vlastnostmi. V opačném případě by mělo dojít k bezpečnému odstranění odpadu.

5) Opětovné použití a recyklace

Směrnice ukládá přijetí nezbytných opatření na podporu opětovného využití výrobků a vysoce kvalitní recyklace. Do roku 2015 bude stanoven tříděný sběr odpadů z papíru, kovu, skla a plastu. Pro přiblížení se k evropské recyklační společnosti s vysokou úrovní hospodárnosti využívání zdrojů musí být přijata konkrétní opatření: do roku 2020 recyklovat nejméně 50% odpadů z domácnosti

a 70% nebezpečných a demoličních odpadů s výjimkou nezávadné zeminy a kamení.

6) Ochrana lidského zdraví a životního prostředí

Členské státy přijmou zodpovědnost nakládat s odpady způsobem, který neohrožuje lidské zdraví, vodu, ovzduší, půdu, rostliny a živočichy, nenarušuje okolí hlukem či zápachem a nemá nepříznivý vliv na okolní krajinu.

4.2 Požadavky na nakládání s odpady

Směrnice vyžaduje, aby členské státy vybudovali jednotnou a odpovídající síť zařízení na odstraňování a využití směsného komunálního odpadu, která by umožnila dosáhnout soběstačnosti v oblasti eliminace a využití odpadů s ohledem na geografické podmínky či na specializaci na určité druhy odpadu. Musí být opět zaručena vysoká úroveň ochrany lidského zdraví a životního prostředí.

Podle Plánu odpadového hospodářství České republiky [5] měl být do roku 2010 ve srovnání s rokem 2000 eliminován hmotnostní podíl odpadů ukládaných na skládky o 20%. Pro dosažení dalšího postupného snižování musí být učiněna následující opatření:

- a) zvýšení provozní a technologické úrovně provozovaných skládek;
- b) ukládání odpadů na skládku jen v případě, že s odpady nelze v daném místě a čase nakládat jiným způsobem;
- c) uzavření a rekultivace skládek, které nesplňují podmínky stanovené zákonem o odpadech a které nejsou dlouhodobě schopny plnit zákonné požadavky na provoz a technický stav;
- d) zajištění pravidelné kontroly plnění povinností postupného omezování celkového množství odpadů ukládaných na skládky a dodržování zákazu ukládání vybraných druhů odpadů na skládky;
- e) pravidelného vyhodnocování plnění cílů postupného omezování odpadů ukládaných na skládky a zákazu ukládání vybraných druhů odpadů na skládky;
- f) provedení prověrky provozu a technického stavu všech provozovaných skládek odpadů;
- g) pravidelné kontroly opatření stanovené v plánu úprav skládky u provozovatelů skládek s cílem sladit provoz a technický stav skládek s podmínkami stanovenými zákonem o odpadech a zvláštními právními předpisy;
- h) podpora přeměny stávajících skládkových areálů na centra komplexního nakládání s odpady.

4.3 Maximální množství organické složky ve hmotě ukládané na skládky

S ohledem na plnění směrnice Rady 1999/31/ES o skládkách odpadů [16] je pro ČR stanoven cíl, aby se podíl maximálního množství BRKO ukládaných na skládky v ČR snížil v roce 2010 na 75% hmotnostních, v roce 2013 na 50% hmotnostních a výhledově v roce 2020 na 35% hmotnostních. Porovnávacím indikátorem pro tyto hodnoty je rok 1995.

Snížení by mělo být dosaženo:

- a) vytvářením podmínek k oddělení shromažďování druhů BRKO vznikajících v domácnostech, živnostech, průmyslu a úřadech;
- b) omezováním znečišťování BRKO jinými odpady zejména těmi, které mají nebezpečné vlastnosti;
- c) zvyšováním v maximální možné míře materiálového využití druhů odpadů tvořících BRKO vytríděných z komunálního odpadu, zejména papíru a lepenky;
- d) zpracováním Realizačního programu České republiky pro biologicky rozložitelné odpady komplexně řešící nakládání s těmito odpady, zejména se zaměřením na snižování množství BRKO ukládaného na skládky;
- e) navrhováním a vytvářením ekonomicky a technicky zdůvodněného společného řešení, v rámci dvou i více krajů, za účelem docílení požadovaného snížení množství BRKO ukládaného na skládky;
- f) podpořením vytvoření sítě regionálních zařízení pro nakládání s komunálními odpady tak, aby bylo dosaženo postupného omezení BRKO ukládaných na skládky, zejména zaměřením na výstavbu kompostáren, zařízení na anaerobní rozklad a mechanicko-biologickou úpravu těchto odpadů;
- g) zpracováním analýzy kapacit, provozních podmínek a technologického vybavení současných zařízení pro materiálové využití BRKO na základě dat a informací zejména z krajských koncepcí nakládání s odpady;
- h) upřednostňováním kompostování a anaerobního rozkladu BRO mimo odpadů, které lze upravovat na palivo nebo jinak energeticky využívat;
- i) dodržováním důsledných požadavků zákazu sládkovat odděleně vytríděný biologický odpad, s výjimkou krizových situací způsobených živelnými pohromami a jinými mimořádnými událostmi;
- j) každoročním vyhodnocováním množství a úrovně snižování podílu BRKO ukládaného na skládky a zveřejňováním výsledků vyhodnocení za uplynulý kalendářní rok ke dni 30. září následujícího roku ve Věstníku ministerstva životního prostředí.

4.4 Legislativní požadavky na spalování

Podle § 22 zákona o odpadech 185/2001 Sb. [17] lze odpady spalovat jen za předpokladu, jsou-li splněny podmínky stanovené právními předpisy

o ochraně životního ovzduší a o hospodářské energii. Za energetické využití odpadů se podle § 23 považuje spalování odpadů pouze tehdy, jestliže:

- a) použitý odpad nepotřebuje vlastní zapálení ke spalování podpurné palivo a vznikající teplo se použije pro potřebu vlastní nebo dalších osob, nebo
- b) odpad se použije jako palivo nebo přídatné palivo v zařízeních na výrobu energie nebo materiálů za podmínek stanovených předpisy o ochraně ovzduší.

Nejsou-li splněny podmínky a) a b), jedná se o zařízení k odstraňování odpadů.

Požadavky na provozní podmínky a emisní limity jsou zakotveny ve směrnici 2000/76/ES Evropského parlamentu a Rady o spalování odpadů [18]. Spalovací zařízení musí být provozována podle těchto požadavků a patří mezi ně například:

- Obsah celkového organického uhlíku ve strusce a ve zbytkovém popelu musí být nižší než 3 %.
- Musí být dodržena minimální teplota spalin 850 °C po posledním přívodu spalovaného vzduchu, a to po dobu nejméně 2 sekund.
- Každá linka spalovacího zařízení musí být vybavena nejméně jedním pomocným hořákem pro případ poklesu teploty po posledním přívodu spalovaného vzduchu pod 850 °C nebo 1100 °C podle spalovaného odpadu.
- Spalovací zařízení musí využívat automatický systém pro zabránění přívodu odpadu v případě, že není dosaženo při uvádění do provozu stanovené teploty 850 °C (resp. 1100 °C) nebo pokud nejsou tyto teploty dodrženy během provozu, popřípadě překročením emisních limitů.
- Zařízení musí být postaveno tak, aby znečišťující emise byly vylučovány do ovzduší způsobem šetrným k lidskému zdraví a životnímu prostředí.
- Veškeré teplo vznikající při spalování musí být využito v co největší míře.

Emisní limity jsou uvedeny v tabulce 4.1.

Celkové tuhé znečišťující látky	10 mg/m ³
Plynné a odpařované organické látky vyjádřené jako celkový organický uhlík	10 mg/m ³
Chlorovodík HCl	10 mg/m ³
Fluorovodík HF	1 mg/m ³
Oxid siřičitý SO ₂	50 mg/m ³
Oxid dusnatý NO a oxid dusičitý NO ₂ pro stávající zařízení se jmenovitou kapacitou nad 6t/h nebo pro nová spalovací zařízení	200 mg/m ³

Tab.4.1 Mezní hodnoty emisí do ovzduší (průměrné denní hodnoty) [18]

5 NÁVRH MOŽNÉHO ŘEŠENÍ ELIMINACE SKLÁDKOVÁNÍ V PODMÍNKÁCH ČR

Odpadové hospodářství se řídí současným zákonem č. 185/2001 Sb. o odpadech [17], který prošel za dobu své existence řadou novelizací, zejména z důvodu transpozice nejruznějších směrnic EU. Současný zákon je tedy značně nepřehledný a nevyhovující a primární potřebou by proto mělo být vypracování nového zákona o odpadech. Podle [19] byly v loňském roce vytvořeny pracovní skupiny, které se zabývají návrhem nového zákona o odpadech. Ten by měl být rozdělen na dvě části, a to na zákon o odpadech a zákon o výrobcích s ukončenou životností. Cílem do budoucna by mělo být úplné zakázání ukládání neupraveného komunálního odpadu jako ve vyspělých zemích Evropské unie.

Snížení množství odpadu uloženého na skládky s výhledem na legislativní závazky EU by mohlo být docíleno vhodnou kombinací možných způsobů nakládání s BRKO. Vytříděná frakce odpadu z kuchyní a údržby zeleně může být využita v zařízeních na biologickou dekontaminaci a kompostování, kde dojde k jejímu biologickému rozkladu. Část odpadu může sloužit jako palivo bioplynových stanic, kde dochází k anaerobní digesci za vzniku bioplynu. Zbylá nevytříděná část může být spalena ve spalovnách komunálních odpadů, musí být zároveň dodrženy platné legislativní předpisy týkající se především emisí nebezpečných látek vypouštěných do ovzduší a účinnosti využití energie vzniklé spaláním odpadu. Současný počet spaloven komunálního odpadu v ČR je ovšem nedostatečný a navíc jejich projektovaná kapacita nepokrývá ani svoji svozovou oblast, natož aby pokrývali území krajské a státní úrovně. Cílem odpadového hospodářství by měla být snaha o dokončení stávajících projektů spaloven a vybudování dalších zařízení na termické zpracování a dostatečnou kapacitou nejméně na krajských úrovních jako je to běžné ve vyspělých zemích EU. Současný Plán odpadového hospodářství nepodporuje výstavbu nových spaloven ze státních a evropských prostředků, protože klade důraz především na třídění, které by podle hierarchie pro nakládání s odpady mělo energetickému využití odpadu předcházet. Proto by mělo dojít k legislativnímu přehodnocení priorit v otázce odpadového hospodářství.

Všeobecně by měla být upřednostňována výstavba nových spaloven na úkor zařízení MBÚ. Po zkušenostech v Německu, kde po roce 2005 vznikla rozsáhlá síť zařízení MBÚ, se ukázalo, že provozní náklady převyšují příjmy a to i přesto, že zařízení MBÚ mohou dosahovat stejné kapacity odpadu jako spalovny [20]. Za těchto okolností by zařízení nebylo schopné samostatně provozovat.

6 ZÁVĚR

Cílem práce bylo popsat a navrhnout možné způsoby nakládání s BRKO v podmínkách ČR, které by snížili množství komunálního odpadu ukládaného na skládky.

Úvodní část práce je věnována stručné charakterice problematiky nakládání s BRKO, zejména skládkování. Popsány jsou negativní děje v atmosféře vznikající díky emisím skleníkových plynů, včetně metanu – plynu, který se uvolňuje ze skládek odpadů.

Současný stav nakládání s BRKO v ČR ukazuje, že nejrozšířenějším způsobem nakládání s komunálními odpady je skládkování narozdíl od vyspělých členských států, kde skládkování představuje menšinový podíl nakládání s KO nebo je zakázáno úplně.

Možné způsoby nakládání s BRKO zahrnují energetické a materiálové využití odpadu a dále recyklaci, která je podle hierarchie způsobů nakládání s odpady využití odpadů nadřazena. Energetické využití odpadu představuje velmi čistý způsob nakládání s odpady, který spálením odpadu eliminuje jeho množství ukládaného na skládky a zároveň šetří fosilní paliva. Počet spaloven v ČR ovšem je nedostatečný a mělo by proto dojít k vybudování nových zařízení nejméně na krajských úrovních.

Podle získaných informací se jako nejvhodnější způsob eliminace skládkování BRKO s ohledem na legislativní požadavky EU jeví kombinace kompostování (popř. zplyňování) vytríděných frakcí a spalování zbylé nevytríděné části ve spalovnách komunálního odpadu.

7 SEZNAM CITACÍ

- [1] KADRNOŽKA, J. *Globální oteplování Země. Příčiny, průběh, důsledky, řešení*. 1. vydání. Brno. Vysoké učení technické v Brně – nakladatelství VUTIUM. 2008. ISBN 978-80-214-3498-1.
- [2] EUROPEAN IPPC BUREAU. *Reference document on the Best Available Techniques for Waste Incineration*. [Online] August 2006. ftp://ftp.jrc.es/pub/eippcb/doc/wi_bref_0806.pdf.
- [3] ODPADOVÉ FÓRUM. *Odpad je nevyčerpateľný zdroj energie*. [Online] Září 2010. <http://www.odpadoveforum.cz/prilohy/Priloha5.pdf>.
- [4] EVROPSKÝ PARLAMENT A RADA. *Směrnice 2008/98/ES o odpadech a o zrušení některých směrnic*. Úřední věstník Evropské unie, 2008.

- [5] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. *Plán odpadového hospodářství České republiky*. Věstník Ministerstva životního prostředí, 2003.
- [6] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD [Online] 2009. <http://www.czso.cz/csu/2010edicniplan.nsf/publ/2001-10->
- [7] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. *Čtvrtá hodnotící zpráva o plnění nařízení vlády č. 197/2003 Sb., o Plánu odpadového hospodářství České republiky za rok 2008* [Online]. [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/plneni_narizeni_vlady/\\$FILE/ODP-ctvrta_hodnotici_zprava_o_plneni_POH_CR_za_rok_2008-20100830.pdf09](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/plneni_narizeni_vlady/$FILE/ODP-ctvrta_hodnotici_zprava_o_plneni_POH_CR_za_rok_2008-20100830.pdf09).
- [8] SDRUŽENÍ PROVOZOVATELŮ TECHNOLOGIÍ PRO EKOLOGICKÉ VYUŽÍVÁNÍ ODPADŮ (STEO). Směrnice o skládkách odpadů 37/99/ES [Online]. <http://www.odpadjeenergie.cz/legislativa/smernice-o-skladkach-odpadu-31-99-es.aspx>.
- [9] SPALOVNA A KOMUNÁLNÍ ODPADY BRNO, AKCIOVÁ SPOLEČNOST. <http://www.sako.cz/spalovna/vyuzitiodpadu/>. [Online] 4 2011.
- [10] ČESKÁ INFORMAČNÍ AGENTURA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ (CENIA). *Statistická ročenka životního prostředí České republiky 2010* [Online] 2010. [http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/\\$pid/CENMJG45KYBJ](http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/$pid/CENMJG45KYBJ).
- [11] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU ČR. *Statistika energetického využívání odpadů 1905 – 2009* [Online]. <http://www.mpo.cz/dokument72541.html>.
- [12] SPALOVNA A KOMUNÁLNÍ ODPADY BRNO, AKCIOVÁ SPOLEČNOST. <http://www.sako.cz/system/showpic.php?showpic=/spalovna/proces/schema2.gif>. [Online] 4 2011.
- [13] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU ČR. *Obnovitelné zdroje energie v roce 2009* [Online]. <http://www.mpo.cz/dokument80034.html>.
- [14] EUROSTAT. *Energy, transport and environment indicators* [Online] 2010. http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-DK-10-001/EN/KS-DK-10-001-EN.PDF.
- [15] KUEHLE-WEIDEMEIER, M. *Mechanical-biological treatment (MBP) of municipal solid waste as an efficient way to reduce organic input into landfills*. 11/2004.
- [16] EVROPSKÝ PARLAMENT A RADA. *Směrnice 1999/31/ES o skládkách odpadů*. Úřední věstník Evropské unie, 1999.
- [17] Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů; Sbírka zákonů, částka 71, zákon 185, 2001 Sb.

- [18] EVROPSKÝ PARLAMENT A RADA. *Směrnice 2000/76/ES o spalování odpadu*. Úřední věstník Evropské unie, 2000.
- [19] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Rozšířené teze rozvoje odpadového hospodářství v ČR*. [Online] 2010.
http://www.mzp.cz/cz/rozvoj_odpadoveho_hospodarstvi.
- [20] ETC CONSULTING GROUP, S.R.O. <http://mbu.cz/cz/Zahranici.php>
[Online] 5 2011.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Zkratka	Význam
BAT	Nejlepší dostupné technologie
BRKO	Biologicky rozložitelný komunální odpad
BRO	Biologicky rozložitelný odpad
ČR	Česká republika
EU	Evropská unie
KO	Komunální odpad
MBÚ	Mechanicko biologická úprava
SKO	Směsný komunální odpad