Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin

Mechanicko-biologická úprava odpadu a její možnosti rozvoje ve vybraných kandidátských a potenciálně kandidátských zemích Evropské unie

Diplomová práce

Vedoucí práce

Ing. Jan Habart, Ph.D.

Autor práce

Ondřej Němec

Praha 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Mechanicko-biologická úprava odpadu a její možnosti rozvoje ve vybraných kandidátských a potenciálně kandidátských zemích Evropské unie vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v přiložené bibliografii.

V Praze dne: …….
podpis autora práce: …….

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Janu Habartovi, Ph.D. za odbornou pomoc a všem, kteří pomáhali při realizaci mé diplomové práce.

Souhrn

Tato diplomová práce se zabývá posouzením možností aplikace linky mechanicko-biologické úpravy odpadů v zemích přistupujících k Evropské unii.

Tyto země implementovaly, nebo v brzké době implementují, legislativu Evropské unie týkající se odpadového hospodářství. Přijetím této legislativy se zavázaly plnit povinnosti z ní vyplývající - jedná se především o postupné omezení skládkování a ukládání biologicky rozložitelného komunálního odpadu na skládky. Za neplnění těchto cílů se země vystavují možnému finančnímu postihu.

Práce se zabývá analýzou současného vývoje nakládání s komunálními odpady v přistupujících zemích z Balkánského poloostrova a v Turecku. Na základě provedeného teoretického studia dostupných literárních a internetových zdrojů se práce pokusí navrhnout vhodné řešení, které využije technologii mechanicko-biologické úpravy odpadu s ohledem na to, aby takto zvolená technologie byla v těchto zemích ekonomicky proveditelná a udržitelná.

V současné době se všechny analyzované země potýkají s problémy v oblasti odpadového hospodářství. Velká většina odpadu je ukládána na skládky, avšak jen minimum z těchto skládek splňuje základní Evropské standardy. Často proto představují sekundární zdroj znečištění životního prostředí a s tím spojené riziko pro obyvatele žijící v okolí skládek. Mechanicko-biologickou úpravou odpadu se může docílit snížení množství odpadu ukládaného na skládky a zároveň snížit jeho biologickou aktivitu tak, aby nepředstavoval nebezpečí pro ŽP a zdraví lidí.

Cílem práce je ověřit hypotézu aplikovatelnosti technologie mechanicko-biologické úpravy komunálních odpadu v zemích přistupujících k Evropské unii.

Klíčová slova: Mechanicko-biologická úprava, odpadové hospodářství, komunální odpad, minimalizace skládkování, kompostování

Summary

This thesis is concerned with assessing the possibilities of application of mechanical-biological waste treatment in acceding, candidates, and potential candidates countries to the European Union.

These countries have implemented or will soon do so, EU legislation on waste management. By implementing this legislation, they are committed to fulfill the obligations arising therefrom. This is particularly the phasing out of landfill and diversion of biodegradable municipal waste from landfilling. For failure to comply with these objectives, countries incur financial penalties.

This paper analyzes the present development of municipal waste management in accession countries. Areas of interest are the Balkan countries and Turkey. Research is based on the theoretical study of available literature and Internet sources, attempts to design an appropriate solutions, that use mechanical-biological treatment technology of waste. With regard to this technology to be in these countries economically feasible and sustainable.

Currently, all analyzed countries are facing problems in waste management. The vast majority of waste going to landfill. However, only few of these landfills meet basic European standards. So they often represent secondary source of environmental pollution, associated risks for residents living near landfill sites. Mechanical-biologicaltreatment of waste can achieved reduction of the amount of waste going to landfill and reduced its biological aktivity, so they don´t represent a danger to the environment and human health.

The main goal of this paper is to to prove the hypothesis, if is mechanical-biological treatment of municipal waste, applicable in the countries acceding to the European Union.

Keywords: Mechanical-biological treatment, waste management, municipal waste, landfilling minimization, composting

Použité zkratky

BRKO – biologicky rozložitelný komunální odpad

BRO – biologicky rozložitelný odpad

EU – evropská unie

KO – komunální odpad

MBU – mechanicko-biologická úprava

OH – odpadové hospodářství

SKO – směsný komunální odpad

SRF – (solid recovered fuel) tuhé alternativí palivo

TKO – tuhý komunální odpad

Obsah

1 Úvod 9

2 Cíl práce 11

3 Legislativa odpadového hospodářství v EU 12

3.1 Směrnice Evropského parlamentu a Rady ES 2008/98/ES, o odpadech a o zrušení některých směrnic 12

3.2 Směrnice Rady 1999/31/ES o skládkách odpadů 14

4 Současný systém nakládání s komunálními odpady v EU 14

4.1 Spolková republika Německo 15

4.2 Republika Rakousko 15

5 Význam a rozdělení technologií MBÚ 16

5.1 Obecný popis principu fungování linky MBU 16

5.2 Mechanicko-biologická úprava 18

5.2.1 Mechanická úprava 18

5.2.2 Biologická úprava – aerobní/ anaerobní úprava s aerobní digescí 19

5.2.3 Mechanická doúprava 19

5.3 Mechanicko – biologická stabilizace (biosušení) 19

5.3.1 Biologické sušení 20

5.3.2 Mechanická doúprava 20

5.4 Mechanicko – fyzikální úprava/stabilizace 21

5.4.1 Fyzikální sušení 21

6 Zhodnocení současného stavu odpadového hospodářství ve vybraných zemích přistupujících k Evropské unii 23

6.1 Přistupující země 24

6.1.1 Chorvatsko 24

6.2 Kandidátské země 28

6.2.1 Bývalá jugoslávská republika Makedonie 28

6.2.2 Srbsko 32

6.2.3 Černá Hora 35

6.2.4 Turecká republika 39

6.3 Potenciální kandidátské země EU 43

6.3.1 Bosna a Hercegovina 43

6.3.2 Albánie 47

7 Návrh vhodného zařízení 51
7.1 Mechanické (pře) třídění 51
7.2 Příprava před biologickou fází 52
7.3 Biologická fáze 53
7.3.1 Technika potřebná pro monitorování kompostovacích procesů: 54
7.4 Konečná úprava materiálu 55
7.5 Technika potřebná pro kompostování 55
7.6 Ekonomické a environmentální výhody MBU 56
7.7 Výhody a nevýhody MBU s aerobním zpracováním BRO 59
8 Výsledek práce a diskuse 60
9 Závěr 63
10 Seznam použité literatury 64
11 SEZNAM OBRÁZKŮ 67
12 SEZNAM TABULEK 67
13 SEZNAM GRAFŮ 68
14 Přílohy 68
Příloha č.1 Neštěstí na skládce Ümraniye-Hekimbaşi, Turecko 68

1 Úvod

Ve vyspělých zemích představuje odpadové hospodářství důležitou činnost v ochraně životního prostředí, protože odpad je dnes spojen s každou lidskou činností. S rostoucím množstvím vznikajícího komunálního odpadu vzrůstá i důležitost řešit tuto problematiku.

Pokud chceme chránit naše životní prostředí i nadále je potřeba zaměřit se na způsoby, jak omezit skládkování a zároveň snížit či odklonit biologicky rozložitelné komunální odpady od skládkování. Tento odpad představuje značné riziko, je-li na skládky ukládán neupravený (zápach, ohrožení veřejného zdraví).

Velké množství komunálního odpadu produkovaného v evropských zemích směřuje na skládky. Vzhledem k evropské legislativě o omezení skládkování je důležité najít a začít využívat technologie, které mohou pomoci odklonit odpad z této neudržitelné cesty.

Země popisované v této práci se na poli komunálních odpadů potýkají s velkými problémy. Velká většina celkové produkce KO je skládkována, často na otevřených nezabezpečených skládkách, které představují environmentální riziko pro životní prostředí a okolní obyvatele.

Tato problematika vyžaduje komplexní přístup. Je nutné najít řešení, které bude ekonomicky i environmentálně přijatelné a udržitelné. Jedna z technologií, která představuje možnou cestu jak nakládat s komunálním odpadem je mechanicko-biologická úprava odpadu. Ta v sobě zahrnuje různě postupy úpravy komunálních a některých živnostenských odpadů.

Oproti technicky a finančně náročné spalovně odpadu se jedná o logický sled více či méně sofistikovaných procesů, které se vyznačují poměrně velkou mírou modifikovatelnosti. Účelem této technologie je vytřídit z komunálního odpadu využitelné, recyklovatelné složky a zároveň snížit podíl skládkovaného biodegradabilního odpadu. Na skládku se pak ukládá pouze aerobně/anaerobně stabilizovaná materiál. Výsledkem je významné snížení nejen objemu ukládaného odpadu a produkce skleníkových plynů, ale i zvýšení množství vytříděných surovin.

Žádné zařízení nevyřeší všechny problémy s množstvím produkovaného odpadu - prvním krokem vždy musí být prevence a minimalizace u zdroje. Proto je vhodné, aby se úřady i lidé snažili změnit své navyklé způsoby nakládání s odpadem.

2 Cíl práce

Cílem práce je analýza současného stavu odpadového hospodářství v přistupujících, kandidátských a potenciálně kandidátských zemích Evropské unie.

V úvodu se zabývá popisem základních směrnic Evropské legislativy upravující nakládání s komunálním odpadem a jeho biologicky rozložitelnou frakcí. Dále je popsána a rozdělena technologie mechanicko-biologické úpravy odpadu.

V následující části jsou analyzovány jednotlivé státy podle statusu vůči EU (přistupující, kandidátské a potenciálně kandidátské). U každé země uvádím jejich stávající legislativní prostředí upravující problematiku nakládání s odpady. Dále je popisována současná produkce komunálního odpadu, jeho složení a vyjmenování hlavních nedostatků v oblasti odpadového hospodářství v dané zemi.

Na základě průzkumu produkce a složení KO v těchto zemích a studia odborných článků se práce pokusí navrhnout vhodnou technologickou modifikaci mechanicko-biologické úpravy odpadu, která by mohla být aplikovatelná a udržitelná v těchto zemích.

Práce si klade za cíl ověřit hypotézu aplikovatelnosti technologie mechanicko-biologické úpravy komunálních odpadu v zemích přistupujících k Evropské unii.

3 Legislativa odpadového hospodářství v EU

3.1 Směrnice Evropského parlamentu a Rady ES 2008/98/ES, o odpadech a o zrušení některých směrnic

Předchozí směrnice 2006/12/ES o odpadech byla přepracována s cílem modernizace a zefektivnění jejích ustanovení.

Směrnice Evropského parlamentu a rady Evropského společenství 2008/98/EC ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech tvoří právní základ pro nakládání s odpady.

Směrnice stanovila opatření na ochranu životního prostředí a lidského zdraví snižováním, prevencí či snížením dopadu produkce a nakládání s odpadem na ŽP.

Rámcová směrnice pevně stanovuje hierarchii způsobů nakládání s odpady, ze které jednoznačně vyplývá, že primárně se má vzniku odpadu předcházet a na posledním místě vzniklé odpady odstraňovat. Od této hierarchie je možné se odchýlit, ale jen ve velmi výjimečných případech.

Hierarchie nakládání s odpady:

- Předcházení vzniku
- Příprava k opětovnému použití
- Recyklace
- Jiné využití, například energetické využití
- Odstranění

Jednou ze změn, kterou tato směrnice stanovuje jsou podmínky, kdy jsou látky nebo předměty, které vznikly při výrobním procesu, jehož prvotním účelem není výroba těchto látek nebo předmětů, vedlejším produktem a nikoli odpadem a dále udává podmínky, za kterých přestává být odpad odpadem.

Zavedena nová nebezpečná vlastnost odpadu – senzibilita.

Rámcová směrnice o odpadech nejen ve své hierarchii nakládání s odpady směřuje k předcházení vzniku odpadu, ale zároveň také členským státům ukládá,

aby vypracovaly programy předcházení vzniku odpadů s konkrétními opatřeními a cíli k prevenci odpadů, které budou součástí národních plánů nakládání s odpady.

Dále klade důraz na transparentní vývoj předpisů v této oblasti - zapojení občanů a zúčastněných stran. Bere také na zřetel obecné zásady ochrany životního prostředí jako je systém předběžné opatrnosti a udržitelnosti, technické a ekonomické proveditelnosti.

Biologický odpad

Členské státy přijmou v případě potřeby a v souladu s články 4 a 13 opatření s cílem podpořit:

- Oddělený sběr biologického odpadu za účelem kompostování a anaerobní digesce odpadu
- Zpracování biologického odpadu způsobem, který splňuje vysokou úroveň ochrany životního prostředí
- Používání materiálů bezpečných z hlediska životního prostředí

Plány pro nakládání s odpady

Členské státy zajistí, aby jejich příslušné orgány stanovily v souladu s tímto předpisem jeden nebo více plánů pro nakládání s odpady.

Plán pro nakládání s odpady stanoví analýzu stávající situace v nakládání s odpady v rámci dotyčné zeměpisné jednotky, jakož i opatření, která je třeba přijmout s cílem zlepšit environmentálně šetrnou přípravu na opětovné použití, recyklaci, využití a odstranění odpadů a posouzení toho, jak bude tento plán podporovat provádění cílů a ustanovení této směrnice.

Plány pro nakládání s odpady mají klíčový význam pro dosažení trvale udržitelného nakládání s odpady. Jejich hlavním cílem je stručný popis jednotlivých odpadových toků a možností, jak s těmito toky naložit.

3.2 Směrnice Rady 1999/31/ES o skládkách odpadů

Směrnice Rady 1999/31/ES ze dne 26. dubna 1999, o skládkách odpadů v platném znění, je jediným právním dokumentem EU zabývajícím se pouze problematikou skládek. Určuje závazné technické a technologické normy pro skládky a přijímané odpady.

Směrnice Rady o skládkách ukládá členům evropského společenství omezit množství biodegradabilního odpadu ukládaného na skládky. Pro biodegradabilní komunální odpad (BRKO) stanovuje časové intervaly a procentuální snížení množství odpadu ukládaného na skládky.[41] Cílem je prevence tvorby skládkového - skleníkového plynu a tím i omezení vlivu skládek na oteplování planety Země.

Ze směrnice dále vyplývají tyto povinnosti:

- Odklon skládkování odpadů, které lze využít
- Přijímat na skládky odpady pouze po předchozí úpravě
- Zavedení nejpřísnější kontroly odpadů přijímaných na nejméně zabezpečené skládky.

Další cíl je kladen na omezení negativních vlivů na životní prostředí, které jsou způsobované skládkováním odpadů po celou dobu životnosti skládky, se zvláštním zřetelem na znečištění povrchových a podzemních vod, půdy a vzduchu, včetně možných globálních účinků skládek na životní prostředí (skleníkový efekt) a z toho vyplývajícího ohrožení lidského zdraví.[19]

4 Současný systém nakládání s komunálními odpady v EU

Management komunálního odpadu je jednou z největších výzev, kterým v současnosti čelí místní orgány, zejména ve velkých městských aglomeracích. Sběr, třídění, zpracování a recyklaci tuhého komunálního odpadu s nízkými dopady na ŽP a s přihlédnutím k potřebám rozvoje měst vyžaduje ucelená řešení, která jsou udržitelná ve střednědobém i dlouhodobém horizontu.

Dále bude popsán (jako příklad) současný systém nakládání s odpady v Německu a Rakousku. Tyto země patří k leaderům v oblasti odpadového hospodářství v Evropě.

4.1 Spolková republika Německo

Den 1. červen 2005 byl pro německé odpadové hospodářství důležitým mezníkem. Od tohoto data je po 12 letech přechodného období, zakázáno ukládat na skládky neupravený komunální odpad. Komunální odpady musí tedy být před uložením na skládku předupraveny buď ve spalovnách, nebo v zařízeních na mechanicko – biologickou úpravu. I přes bouřlivé diskuze se během posledních čtyř let mechanicko – biologická úprava odpadů etablovala do německého systému nakládání se směsnými komunálními odpady. [11]

V současné době je v Německu v provozu přes 45 moderních zařízení na mechanicko – biologickou úpravu/stabilizaci a mechanicko – fyzikální stabilizaci se zpracovatelskou kapacitou cca 5,5 mil. tun a k tomu dalších cca 17 zařízení s kapacitou cca 1,6 mil. tun, které mají pouze mechanickou úpravu. [11]

Na celoněmecké úrovni jsou od roku 2001 právně přesně zakotveny požadavky na materiál z MBÚ (tzn. MBÚ deponát) pro ukládání na skládky třídy II (pro komunální odpady) a postupy, jak ho lze technologicky do tělesa skládky zabudovat. Taktéž byly stanoveny velmi přísné emisní požadavky, na jejichž základě je třeba velmi efektivně řešit toky odplynu v zařízení. Například odpadní vzduch z málo zatížených procesů (mechanické úpravy) je veden do uzavřených tunelů na intenzivní tlení. Tento znečištěný vzduch je pak třeba čistit na čisticí jednotce pracující na bázi termicko–regenerativní oxidace. [11]

4.2 Republika Rakousko

Rakouské odpadové hospodářství klade důraz na principy udržitelného vývoje. Za nejdůležitější opatření pro „udržitelné odpadové hospodářství“ je považována předúprava odpadů před jejich uložení na skládku. V Rakousku od 1. ledna 2004

musí být na základě Vyhlášky o skládkování odpady předupraveny. K tomuto účelu jsou v Rakousku v provozu jak spalovny, tak i zařízení na mechanicko – biologickou úpravu. V současné době je v provozu devět spaloven (dvě jsou ve výstavbě) a šestnáct zařízení na mechanicko biologickou úpravu (tři jsou ve fázi plánování či ve výstavbě). Celková kapacita těchto devíti spaloven činí 1.665.000 t/rok a 16 mechanicko – biologických zařízení 844.300 t/rok. [11]

Na základě nových požadavků pro stávající skládky k 1. lednu 2004 došlo k tomu, že s přechodnými lhůtami byly uzavřeny mnohé skládky, které se dané situaci nemohly nebo nechtěly přizpůsobit. Biologicky upravené rozložitelné složky z mechanicko – biologické úpravy odpadu musí být skládkovány v oddělených částech skládky. [11]

5 Význam a rozdělení technologií MBÚ

5.1 Obecný popis principu fungování linky MBU

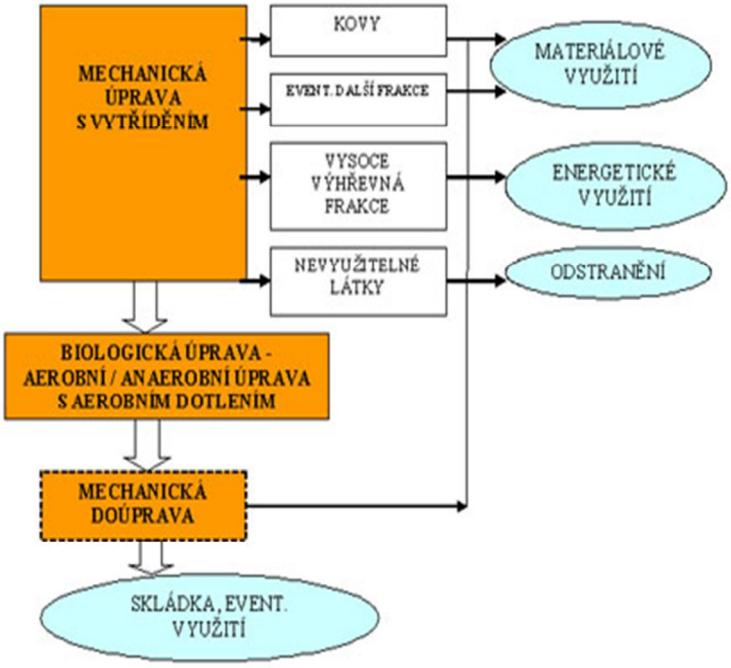
Metoda mechanicko biologické úpravy promyšleným způsobem propojuje technologie na dotříďování využitelných složek odpadu s klasickými technologiemi na zpracování bioodpadů (tzn. kompostárny nebo bioplynové stanice). To vše dává pod „jednu střechu“ a používá na zpracování zbytkového směsného komunálního odpadu za účelem dosažení řady pozitivních efektů. MBÚ vznikla jako reakce na potřebu řešit nakládání se zbytkovým SKO a na problémy souvisejícími se spalovnami KO (vysoké náklady, veřejné mínění, emise, odpady). Vhodně zvolené zařízení MBÚ umožňuje efektivní řešení zbytkového SKO a svými výstupy pomáhá k dosažení cílů materiálového a energetického využití SKO.[3]

Hlavní účely, které může linka MBÚ plnit:[24]

- Maximalizace recyklace
- Produkce kompostu
- Produkce materiálu na vylepšení půdy
- Produkce bioplynu k výrobě elektřiny a tepla

- Produkce kvalitní SRF

Zbytkový směsný odpad, je převezen do zařízení na mechanicko-biologickou úpravu. Zpracování potom má dvě části. Fáze mechanické úpravy je zaměřena na vytřídění recyklovatelných, nevhodných částí a biologická fáze s aerobním či anaerobním zpracováním organické hmoty. V první části se odpad pásem posunuje do vysoce mechanizované přední části, kde se pomocí bubnového síta oddělí nadsítná a podsítná frakce. Magnetem se můžou vytřídit kovy. Nadsítná frakce - lehké, energeticky bohaté složky odpadů se často používají k výrobě alternativních paliv (SRF): pelet, briket, v některých případech se směsí uhelného prachu či energetické biomasy. [11]



Obrázek 1 – Jednotlivé kroky MBÚ odpadu[11]

Podsítná frakce, se také musí přetřídit pro dosažení co nejčistšího vstupu do biologické části. Biologická část probíhá v prostředí bez přístupu vzduchu, s využitím vzduchu, nebo kombinací obou možností.

Primárním úkolem této části procesu je snížení hmotnosti odpadu a převedení biologicky aktivních organických látek do inertního stavu – tedy stabilizace odpadu.

parametr	jednotka	zbytkový komunální odpad	
		nezpracovaný	po MBÚ
Hmotnost	%	100	20-35
Objem	%	100	18-20
Ztráta žíháním	% sušiny	55-66	28-44
Výhřevnost	MJ/kg	8,7-10,9	5,2-7
Objemová váha pro komprimaci	t/m^3	0,9	1,3-1,6
Respirační aktivita AT4	mg O_2/g sušiny	36-80	5.7
Tvorba plynů (21 dnů)	l/kg sušiny	140-190	20
Vyluhovaný uhlík (TOC)	mg C/l	3000-4000	82-92

Tabulka 1 – Parametry zbtkového KO před a po zpracování metodou MBÚ [49]

Inertní stav zabraňuje dalšímu tlení a tedy vzniku metanu, významného skleníkového plynu i zdravotním rizikům.[49]

Z tabulky č. 1 můžeme pozorovat hlavní výhody procesu MBU: Snížení objemu odpadu ukládaného na skládky a jeho stabilizace.

5.2 Mechanicko-biologická úprava

5.2.1 Mechanická úprava

Mechanická úprava je předřazena biologické úpravě. Důležitou úlohu hraje vstupní kontrola přijímaných odpadů. V rámci této kontroly jsou prvořadě odebrány rušivé odpady (velkoobjemný odpad, např. matrace), odpad podléhající zpětnému odběru (např. mikrovlnné trouby). Většinou následuje předdrcení odpadu různými mechanickými postupy, poté je odpad přesát. Gravitačními, magnetickými či vzduchovými separátory je oddělena biologická frakce, která postupuje do biologické úpravy. Dále jsou odděleny železné a neželezné kovy či další materiály k materiálovému využití. Podsítná frakce, kterou tvoří převážně inertní materiály k uložení na skládku a další spalitelné látky (plast, papír, textil a atd.) pro energetické využití. Oddělení výhřevných frakcí může být realizováno např. podle kritéria stupně výhřevnosti, tzn. středně výhřevná frakce a vysoce výhřevná frakce. [11]

Druhým technologickým krokem je biologická úprava z mechanické úpravy vyseparovaných a biologicky rozložitelných složek.

5.2.2 Biologická úprava – aerobní/ anaerobní úprava s aerobní digescí

Biologicky rozložitelné složky odpadů jsou biologicky stabilizovány aerobně či anaerobně (intenzivní aerobní tlení v uzavřených prostorech - tunelech, boxech atd., či anaerobní digescí mokrou nebo suchou cestou, popřípadě dalšími procesy) s následným aerobním dotlením k docílení odbourání organických složek. Doba trvání biologické úpravy je různá a závisí na požadavcích na výstup. Praxe v Německu, kde běžně trvá biologická úprava s intenzivním aerobním tlením a aerobním dotlením cca 7 – 16 týdnů, biologická úprava s anaerobní digescí trvá kratší dobu. [11]

5.2.3 Mechanická doúprava

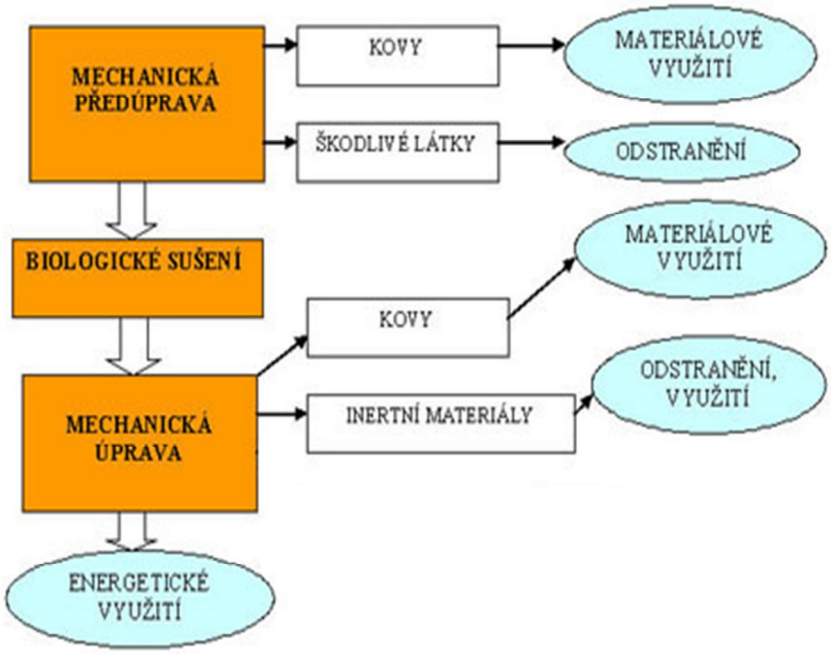
Třetím krokem může být mechanická doúprava. Zde jsou odděleny například drobné spalitelné materiály. [11]

5.3 Mechanicko – biologická stabilizace (biosušení)

Poměrně nová a zatím i málo vyzkoušená metoda úpravy odpadu je biosušení, které má za úkol v co nejkratším čase produkovat kvalitní tuhé alternativní palivo (SRF). To spočívá v odpaření co největšího množství vody z odpadu a tím snížení vlhkosti na minimum. Organické látky při tomto procesu podléhají jen málo biodegradaci. Zachovalý biogenní obsah se převede do paliva a tím usnadní další manipulaci s odpadem díky snížení přilnavosti.[50]

5.3.1 Biologické sušení

Po mechanické předúpravě následuje sušení s cílem dosažením nízké biodegradace odpadů a redukce vlhkosti v upravovaných odpadech. K tomu je využito samoohřívání organických částeček v odpadech, kdy se uvolňuje teplo, které vede k odpaření vlhkosti v odpadech. Odpad je během biosušení intenzivně provzdušňován - proces se může odehrávat v uzavřené hale či jednotlivých dílčích oddělených tunelech či jiných reaktorech. Proces biosušení trvá 7 – 20 dní (v závislosti na technologii) zpravidla při teplotách cca 55 °C. Během procesu se odpaří přibližně 25 % vody. [11]



Obrázek 2 – Schéma mechanicko-biologické stabilizace[11]

Při této úpravě je potřeba dodržet několik požadavků na odpad vstupující do sekce biosušení: vlhkost, doba zpracování, množství dodávaného vzduchu, vlhkost materiálu atd. [11]

5.3.2 Mechanická doúprava

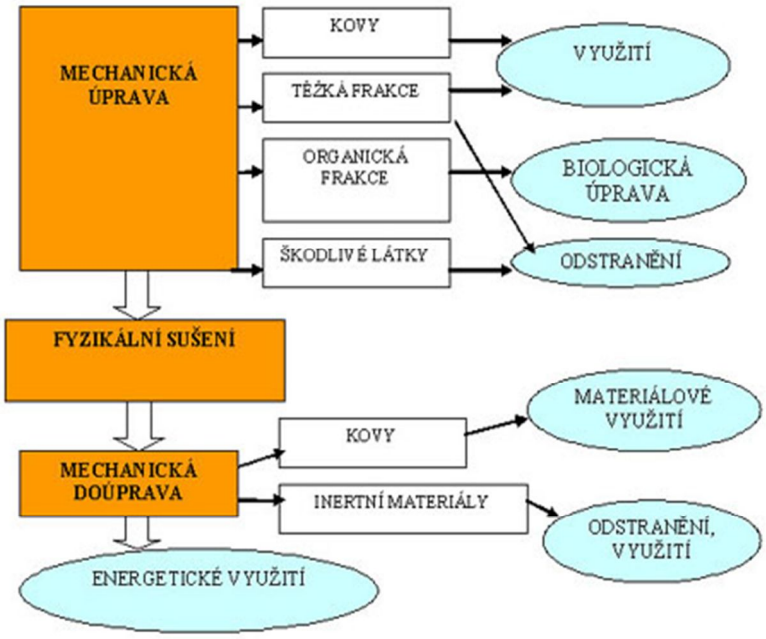
Po biosušení jsou při mechanické úpravě vysušené odpady tříděny. Z vysušeného stabilátu jsou odděleny kovy (železné a neželezné (např. hliník), inertní látky (sklo, písek atd.) a rušivé látky. Zbylý stabilát je separován na jednu nebo více výhřevných odpadních frakcí s rozdílnou kvalitou (např. středně a vysoce výhřevné odpady). [11]

Eventuálně následuje další úprava vysoce výhřevné a kvalitní frakce na palivo z odpadů. Může se jednat o drcení, lisování, peletizování a atd. [11]

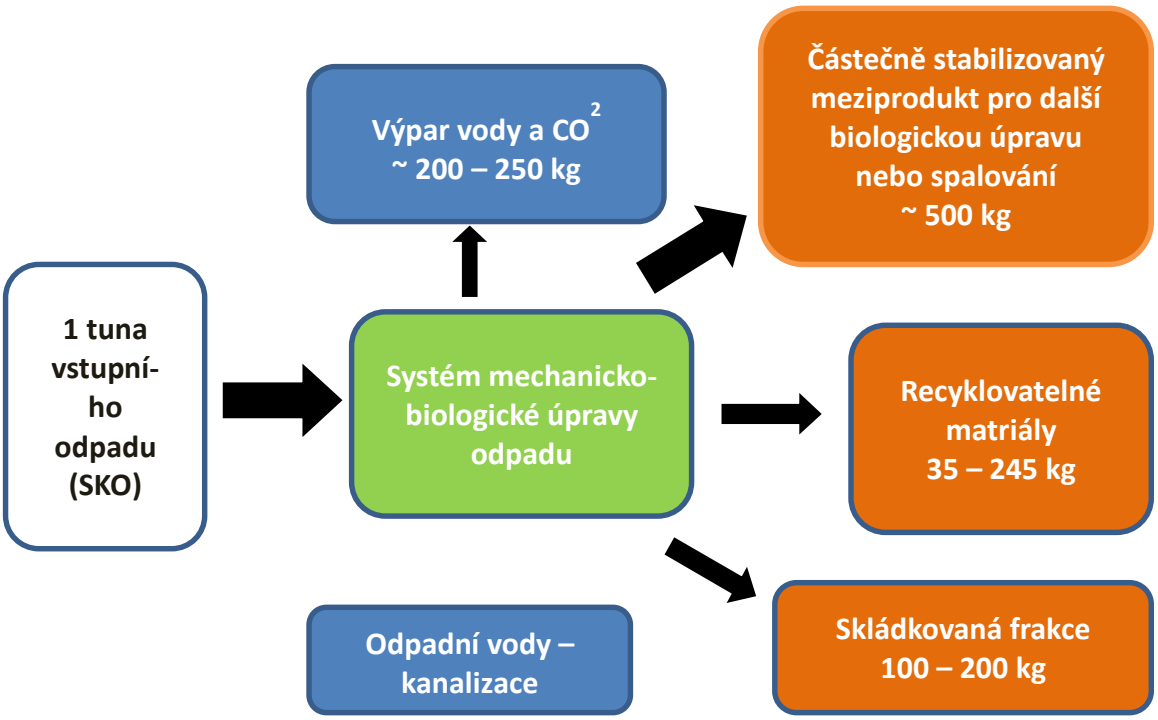
5.4 Mechanicko – fyzikální úprava/stabilizace

5.4.1 Fyzikální sušení

Po vytřídění využitelných složek z odpadu následuje fyzikální sušení, které probíhá v uzavřených reaktorech za vysokých teplot (150 – 300 °C). Tento proces je závislý na dodávání energie. Během sušení se obsah vody v odpadech redukuje na cca 10 %, čímž dojde k výraznému omezení biologické aktivity odpadu. [11]



Obrázek 3 – Schéma machan.-fyzikální úpravy[11]



Obrázek 4 - Schéma vstupů a výstupů z MBU linky **zdroj: www.mbt.landfill-site.com**

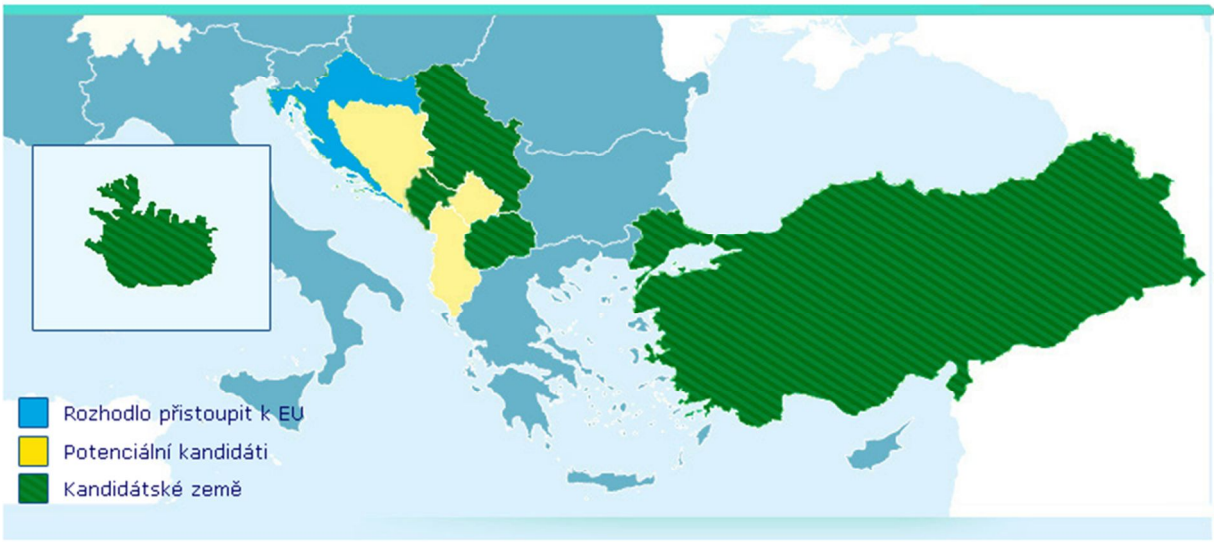
6 Zhodnocení současného stavu odpadového hospodářství ve vybraných zemích přistupujících k Evropské unii

Následující část práce se zabývá státy, které mají uděleny od Evropské unie status přistupující, kandidátské nebo potenciálně kandidátské země.

Většina popisovaných států se rozléhá v jihovýchodní Evropě na Balkánském poloostrově. Výjimku tvoří jen Turecko rozléhající se z větší části v Malé Asii.

Země ležící na Balkánském poloostrově jsou poměrně značně zatíženy událostmi z přelomu 80 a 90. let 20. století. Válečné konflikty tyto země oslabily nejen ekonomicky, ale i kulturně.

Z pohledu odpadového hospodářství nebylo až donedávna vyvíjeno žádné úsilí na omezení nelegálního ukládání odpadu - proto jsou dnes černé skládky běžnou součástí krajiny a představují velké riziko pro životní prostředí a zdraví lidí.



Obrázek 5 – Mapa Evropy, země se statusem přistupujících, kandidátských a potenciálně kandidátských zemí k Evropské unii[13]

6.1 Přistupující země

6.1.1 Chorvatsko

Chorvatsko je jedním z nástupnických států bývalé Jugoslávie. Rozkládá se na pobřeží a na ostrovech východního Jadranu. Chorvatská populace čítala k roku 2011 4,4 mil. obyvatel.[6] Země je v porovnání s dále popisovanými zeměmi na poli odpadového hospodářství na velmi dobré úrovni.

S ohledem na ratifikační postup se plánuje vstup Chorvatska do EU k 1. červenci 2013.

6.1.1.1 Legislativní prostředí

Chorvatská republika stanovila odpadové hospodářství za prioritní oblast v ochraně ŽP.

Jako jedna z mála přistupujících zemí přijala všechny nezbytné strategicko plánovací dokumenty a také (ke konci roku 2008) i všechny nezbytné vedlejší právní předpisy.

Implementace unijní legislativy v oblasti odpadového hospodářství je dokončena - zbývá jen směrnice 2008/98/EC o odpadech.

Chorvatská republika má trochu odlišný přístup k zodpovědnosti. Podle zákona o odpadech (NN. 178/04) za nakládání s nebezpečnými odpady a za spalování odpadu je zodpovědný stát, zatímco kraje (a město Záhřeb) mají zodpovědnost za nakládání se všemi ostatními druhy odpadů. Místní samosprávní celky tedy mají na starosti KO.[1]

Strategický plán odpadového hospodářství byl implementován v roce 2005 pro období (2007-2015). Spolu se zákonem o odpadech a plánem odpadového hospodářství Chorvatské republiky tvoří základní pilíř pro další zákony týkající se odpadů.

Na základě plánu odpadového hospodářství (NN. 85/07) bude vybudována síť přibližně 21 center pro nakládání s odpady (technologie MBU) v každém kraji, kromě

Záhřebu, kde se plánuje vybudování zařízení na energetické využití odpadu. Národní strategie pro ŽP a Národní akční plán pro ŽP představují základní měřítko na poli komunálních odpadů.

Strategie odpadového hospodářství (NN. 178/04) a zákon o odpadech uvádějí do praxe princip, který je založen na omezení vzniku odpadů, využití pro výrobu energie (včetně odděleného sběru) tak, aby se snížilo množství odpadu ukládaného na skládky. Tím dojde ke snížení rizik souvisejících se znečištěním životního prostředí, změnami klimatu a negativními vlivy na lidské zdraví.

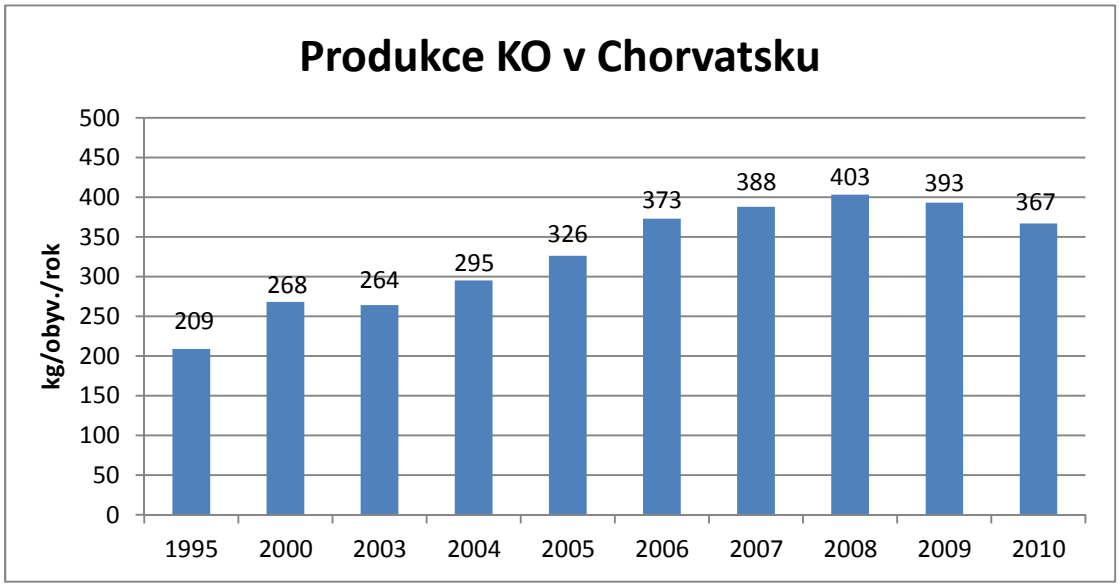
Jak už bylo řečeno výše většina zákonů a nařízení EU byla transponována do Chorvatské legislativy, ale problémem je nedostatečná kontrola nad dodržováním těchto předpisů v praxi, která vede k neúplným a nespolehlivým údajům o množství a tocích odpadů.[1]

V současné době dochází k zavádění ekonomických nástrojů v oblasti nakládání s odpady do praxe (poplatek za uvádění určitých výrobků na trh, poplatek za znečišťování ŽP)

6.1.1.2 Produkce komunálního odpadu

Produkce KO činila v roce 2010 367 kg/obyvatel/rok (1 629 915 t), 94% komunálního odpadu končilo na skládkách. V Chorvatsku je sběrem odpadu pokryto 96% obyvatel.[1] Oproti dvěma předcházejícím rokům dochází v současnosti k mírnému poklesu produkce KO. Snížení lze vysvětlit dopadem ekonomické krize a tím i menší koupěschopností obyvatel.

Množství produkce KO a jeho další vývoj předpokládá mírný nárůst - zejména díky většímu pokrytí oblastí sběrem odpadu, zkvalitňování sběru, rozvíjející se ekonomice a turismu, který zvýší spotřebu věcí.

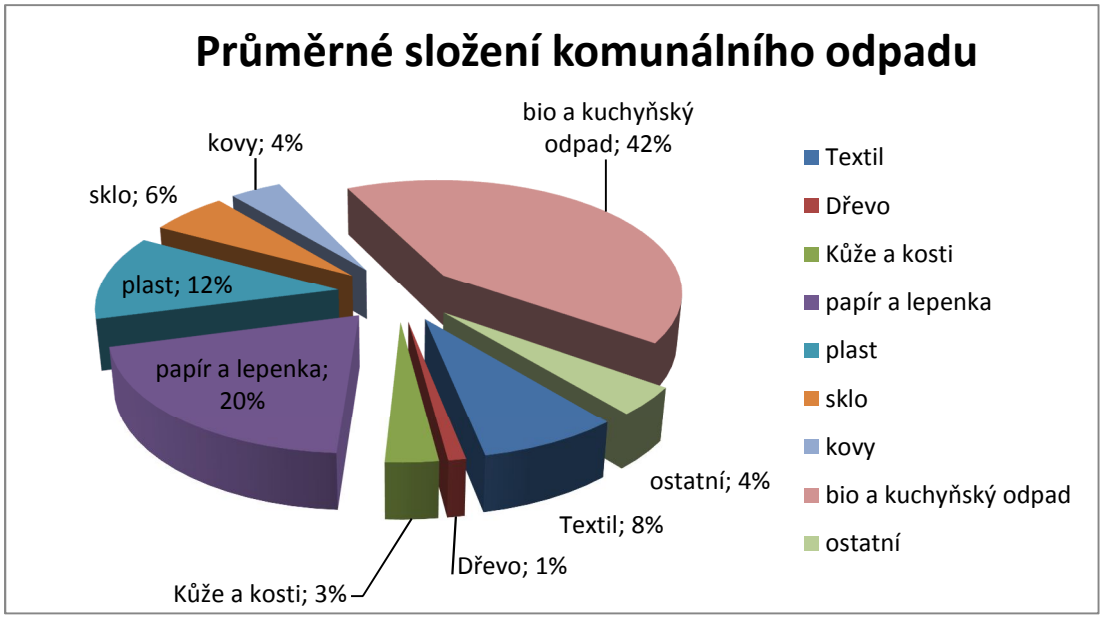


graf 1 – Produkce KO v Chorvatské republice[45]

Celkem biologicky rozložitelné složky představují přibližně 74% (vč. Papíru).

Díky vysokému podílu biologicky rozložitelných látek v KO a jeho skládkování dochází na skládkách k tvorbě velkého množství skleníkových plynů. Proto je nutné tento odpad od skládek odklonit a určitým způsobem zpracovat (snížit jeho biologickou aktivitu).

Chorvatská republika se rozhodla jít cestou výstavby center pro nakládání s odpady, kde pro úpravu odpadu použije právě technologii MBU.



graf 2 – Složení KO v Chorvatské republice v hm. %[1]

6.1.1.3 Plán Chorvatska na odklon odpadu od skládkování

Jedním z problémů, se kterým se musí stát vypořádat, jsou černé skládky vzniklé v minulosti. Představují nezanedbatelné riziko pro ŽP a zdraví lidí.

Remediace skládek se provádí postupně Schneider (2008). Na území Chorvatska bylo evidováno 984 černých skládek, k roku 2010 bylo remediováno přes 60%.

Téměř všechny současné skládky budou v pětiletých intervalech uzavírány. Na dříve vybraných uzavřených skládkách budou vybudována již zmíněná zařízení pro nakládání s odpady nebo recyklační centra - případně překládací stanice.

Systém nakládání s komunálním odpadem v Chorvatské republice prochází transformací. Z decentralizovaného ukládání neupraveného komunálního odpadu na skládky se mění v nové centralizované odpadové hospodářství, realizované pomocí zařízení pro nakládání s odpady. Centra představují slibné řešení pro současnou nepříznivou situaci se skládkováním.[1]

Centrum pro nakládání s odpady představuje komplexní zpracování různých druhů odpadů. Vychází z plánu odpadového hospodářství a zařízení budou sloužit jednomu popřípadě více krajům.

Do zařízení bude vstupovat několik druhů odpadů: KO, odděleně sbírané složky odpadů k dotřídění a nebezpečný odpad.

Komunální odpad bude mechanicky přetříděn pomocí sít. Vytříděná lehká frakce, bude transportována k dalšímu využití mimo zařízení (spoluspalování v cementárnách). Podsítná frakce se přesune do další části, kde podstoupí proces biosušení po dobu přibližně 13 dnů. Po biosušení bude odpad dále transportován do předem připraveného uložiště. Jakmile se zaplní daný prostor, položí se horní těsnící vrstvy a potrubí pro jímání plynu.[1]

Při navážení substrátu do bioreaktoru skládky, díky předešlé stabilizaci, nebude probíhat spontánně degradace odpadu, ale aktivuje se až přidáním vody po naplnění a utěsnění „boxu“. Zneškodnění skládkového plynu bude realizováno pomocí kogeneračních jednotek případně fléry. Průměrná doba jímání plynu se předpokládá na pět let. Po této době by měly být veškeré organické látky z odpadu

kompletně rozloženy. Konečným výsledkem bude úplná ztráta biologické aktivity a výrazné snížení nároků na prostor pro konečnou likvidaci.[1]

Přibližné náklady na vybudování zařízení nakládání s odpadem se liší podle krajů. Investice jsou v rozmezí 13-40 mil. eur.

Stavby pro úpravu odpadů narážejí hned na několik těžkostí, které brání v jejich rozvoji. Jednou z nich je nedostatek údajů o skladbě a množství odpadu v jednotlivých krajích. Další je nedostatek finančních prostředků. Evropská investiční banka spolufinancuje projekty výstavby celkem tří zařízení na úpravu odpadu.

Chorvatská republika se vydala dobrým směrem. Čas ukáže, zda je tato technologie v daných podmínkách udržitelná.

6.2 Kandidátské země

6.2.1 Bývalá jugoslávská republika Makedonie

Vnitrozemský stát uprostřed Balkánského poloostrova. Další z nástupnických států bývalé Jugoslávie, od které se odtrhl v roce 1991. Od prosince 2005 je kandidátským státem na vstup do Evropské unie. Počet obyvatel roku 2011 byl 2,1 mil. obyvatel. Přibližně 60% z nich žije v urbanizovaných částech země.[6]

6.2.1.1 Legislativní prostředí

Odpadové hospodářství představuje vážné ekologické téma v Makedonské republice. Naprostá většina odpadu je skládkována na otevřených, nezajištěných plochách a jen zlomek na oficiálních řízených skládkách.

Prioritou v odpadovém hospodářství v Makedonii je implementace všech právních předpisů EU do národní legislativy - za účelem vytvoření integrovaného a udržitelného nakládání s odpadem.[12]

Strategie nakládání s odpadem, v souladu s normami EU, stanovila hlavní cíle. Zamezení vzniku odpadů a snižování škodlivých vlivů odpadů na životní prostředí, ochrana lidského života a zdraví; zlepšování výrobních technologií se

snížením vzniku odpadů a obalových odpadů; recyklace odpadů a znovu použití nebo využití s výrobou energie.

Plán odpadového hospodářství Makedonie pro období 2009 – 2015 určil několik dlouhodobých vzájemně propojených aktivit a cílů směřujících ke kontrole všech toků odpadu.

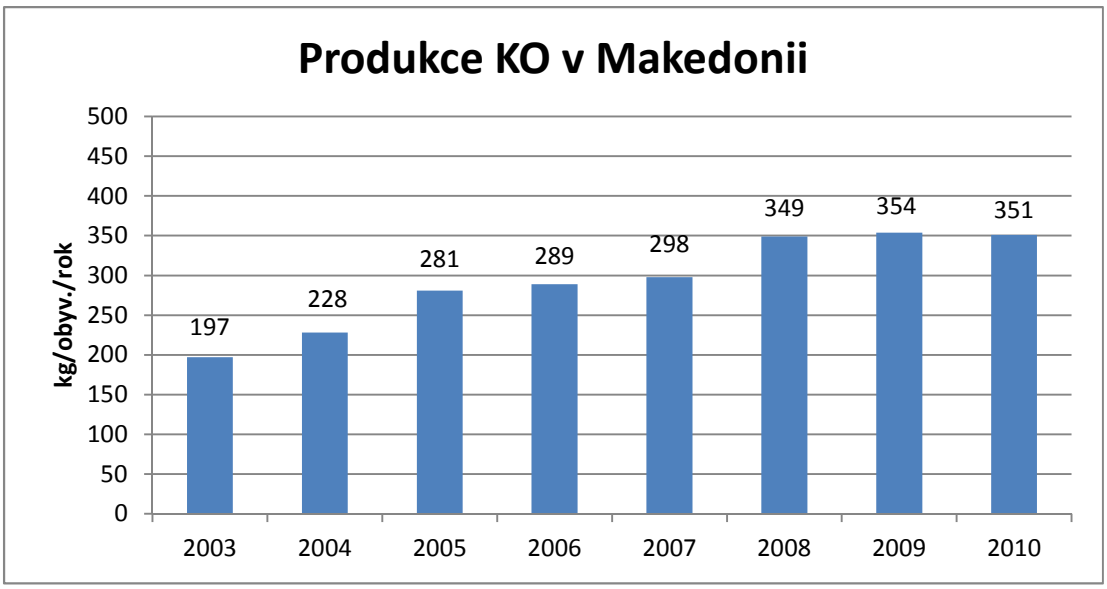
- Snížení produkce odpadu
- Materiálová nebo energetická recyklace
- Snížení množství nebezpečných látek v odpadu
- Zajištění ekologického konečného uložení odpadu
- Zabránění vzniku nových ekologických zátěží
- Sanace starých ekologických zátěží, jež jsou riziková pro ŽP a veřejné zdraví

Nejbližší cíle politiky odpadového hospodářství jsou:

- Vylepšení systému sběru a nakládání s komunálním odpadem a jeho ukládání na zabezpečené skládky
- Vybudování zařízení s infrastrukturou a zázemím pro materiálové/energetické využití odpadů.
- Konečné odstraňování odpadů v plné harmonizaci s normami EU.

6.2.1.2 Produkce komunálního odpadu

Podle statistických dat poskytovaných státním statistickým úřadem Makedonské republiky byla produkce KO v roce 2010 na každého obyvatele 351 kg - sběr 545 764 tun. Produkce je podobná jako u ostatních zemí Balkánského poloostrova.



graf 3 – Produkce KO v Makedonii[31]

V porovnání s rokem 2009 jde o nepatrné snížení 1%.

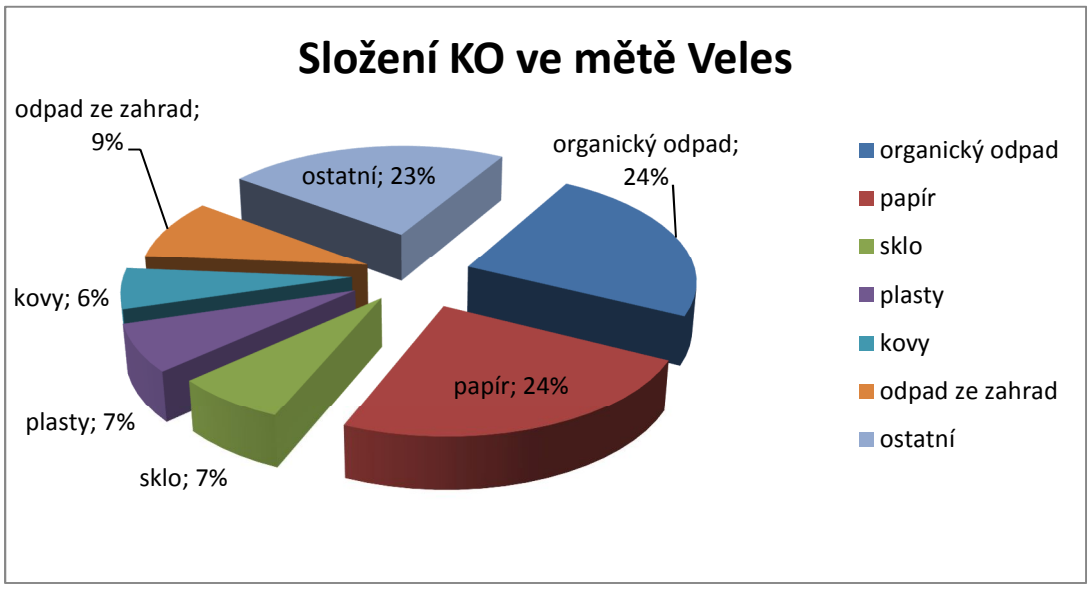
Avšak celkový objem vyprodukovaného KO je nejméně o 200 000 tun vyšší. Sběrem odpadu je obsluhováno přibližně 70% obyvatel v městských oblastech a pouhých 10% ve venkovských. V národním plánu OH se uvádí, že v oblastech, které nejsou obsluhovány sběrem odpadu, je často praktikováno jeho otevřené spalování - případně odhazování na ilegálních skládkách.

Všechen odpad byl skládkován, žádné zařízení na úpravu ani recyklaci odpadu neexistuje. Samotná recyklace probíhá neorganizovaně. Pouze sběru PET lahví probíhá tradičním systémem sběru, tento sběr zajišťují soukromé společnosti.

Významnou roli hrají „scavengers“, kteří sbírají a vyhledávají zpeněžitelné odpady. Význam a důležitost „scavengers“ je popsán podrobněji v části 6.7.

K zajímavým zjištěním došla studie Finn (2007), která se mimo jiné zabývala složením KO ve městě Kratovo (7000 obyv.). Jejich výzkum došel k závěru, že až 90% odpadu představuje organická frakce a zbylých 10% jsou recyklovatelné plasty a nemocniční odpad. Město Kratovo by tak mohlo být zajímavým místem pro pilotní projekt na úpravu BRO aerobní fermentací.

Hristovski et al. (2007) v porovnání složení KO z města Veles s daty uvedenými v Národním plánu pro ŽP došel k závěru, že data uvedená v dokumentu můžeme brát jako reprezentativní. Pouze ekonomický vývoj regionů (zvýšení životní



graf 4 – Složení KO ve městě Veles (Makedonie) v hm. %[21]

úrovně) může do budoucna navýšit podíl plastových odpadů. Pro další navrhování možných technologií úpravy odpadu je znalost složení odpadu velmi důležitá.

V celé Makedonii je 42 skládek sloužících pro ukládání KO - z toho pouze skládka u Skopije “Drisla” splňuje alespoň v minimálním měřítku evropské standardy.[12]

6.2.1.3 Nedostatky v odpadovém hospodářství a možná řešení

Odpad je občany ukládán do starých a často otevřených kontejnerů a tím dochází k nadbytečnému zvlhčování odpadu.

Östlund (2009) uvádí několik problemů týkajících se současného stavu sběru odpadů:

- Neochota platit za odvoz odpadu (především ve venkovských oblastech pouhých 50% uživatelů platí poplatky za odpad), poplatek pro domácnosti a společnosti je závislý na velikosti pozemku a neodvíjí se od počtu osob.
- Nedostatek svozové techniky a její zastaralost.

Možnou cestu, jak by se OH mohlo do budoucna vyvíjet je spojení či spolupráce více obcí (měst) za účelem vytvoření společného zařízení s větší kapacitou a tím dosažení nižších provozních nákladů.[32]

Vzhledem k tomu, že se Makedonie potýká s velkou mírou nezaměstnanosti, může rozvoj odpadového sektoru představovat cestu, jak snížit nezaměstnanost v regionu. Větší a organizované zapojení „scavengers“, kteří ručně vytřídí recyklovatelné a znovu-využitelné složky z KO přímo z popelnic nebo na skládce před uložením.

Je nutné přijetí plánu odpadového hospodářství všemi regiony. Teprve na tomto základě může začít plánování či výstavba nových zařízení na podporu recyklace a snížení množství ukládaného odpadu na skládky.

Na základě LCA analýzy porovnání kompostování s anaerobní digescí bylo zjištěno, že aerobní fermentace je lepší způsob pro prevenci znečištění ve venkovských regionech Makedonie.[18]

6.2.2 Srbsko

Srbsko jako samostatný stát vzniklo 5. června 2006 po rozpadu Unie států Srbska a Černé Hory. Leží v srdci Balkánského poloostrova a dříve tvořilo jugoslávské kulturní i politické centrum. Počet obyvatel k roku 2011 převyšoval 7,1 mil.[6]

Srbsko podalo přihlášku ke vstupu do Evropské unie 22. prosince 2009. Od března 2012 udělila Evropská unie Srbsku status kandidátské země.

6.2.2.1 Legislativní prostředí

Odpadové hospodářství v Srbské republice představuje závažné environmentální téma. Nevhodné nakládání s odpady a špatná organizace odpadového hospodářství v minulosti vedla k nízké úrovni poskytovaných služeb, nízké péči o životní prostředí a vysokým nákladům na odpadové služby.[12]

Národní plán pro nakládání s odpadem byl přijat v roce 2003. Tvoří základní dokument zajišťující podmínky pro racionální a udržitelné odpadové hospodářství. V dokumentu jsou uvedeny krátko i střednědobé cíle v souladu se směrnicemi EU a hlavní principy udržitelného OH. [12]

K uplatnění základních principů platných v EU (zabránění dalšímu znečišťování životního prostředí a jeho zachování pro budoucí generace) pomáhá od roku 2004 Národní strategie pro nakládání s odpady. V této strategii jsou uvedena řešení, která zahrnují výstavbu infrastruktury skládající se z pěti typů zařízení, jež tvoří efektivní a komplexní nakládání s odpady. Jde o výstavbu regionálních skládek, překládacích stanic, recyklačních center, kompostáren a spaloven.[2]

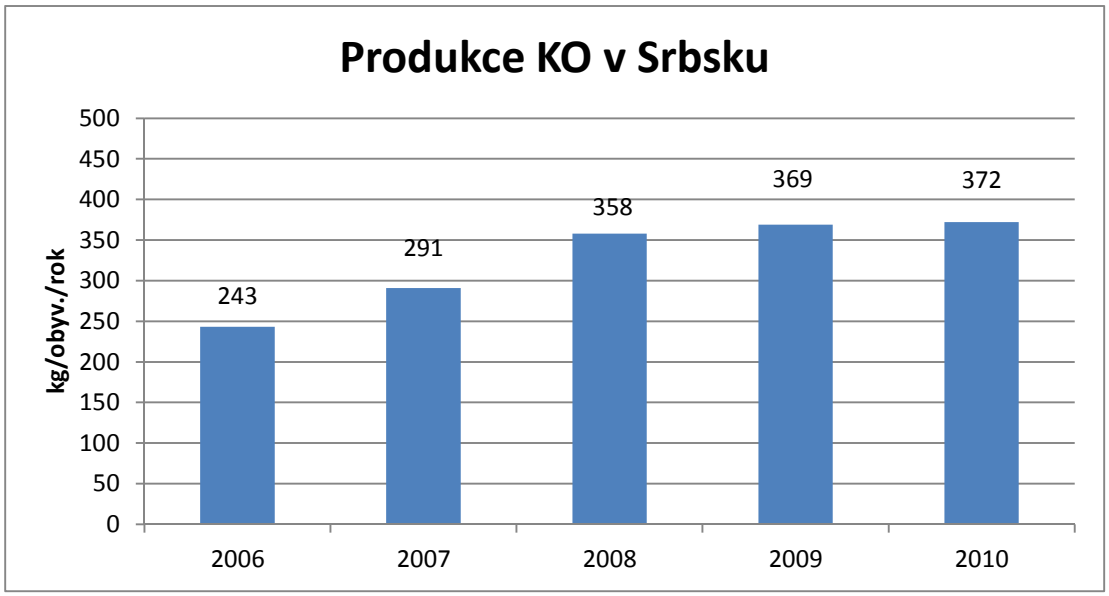
Zákon na ochranu ŽP stanovil integrovaný systém nakládání s odpady, upravující toky odpadů od jejich vzniku až po uložení, školení zaměstnanců, přístup k informacím a účast veřejnosti v rozhodovacích procesech.

Plán odpadového hospodářství Srbska předpokládá na regionální úrovni ustanovit 29 odpadových regionů - každý s environmetálním a ekonomicky udržitelným odpadovým hospodářstvím. Podle tohoto plánu by se mělo vystavět 29 regionálních skládek (podle norem EU), 44 překládacích center, 17 recyklačních zařízení, 7 kompostáren a 4 spalovny. [2]

6.2.2.2 Produkce komunálního odpadu

V roce 2010 byla produkce komunálního odpadu v Srbské republice 372 kg/obyvatele/rok. Celkem je obsluhováno sběrem 72% obyvatel a veškerý odpad končí na skládkách.

Nárůst odpadu mezi roky 2006 a 2008 lze vysvětlit několika způsoby. Jedním

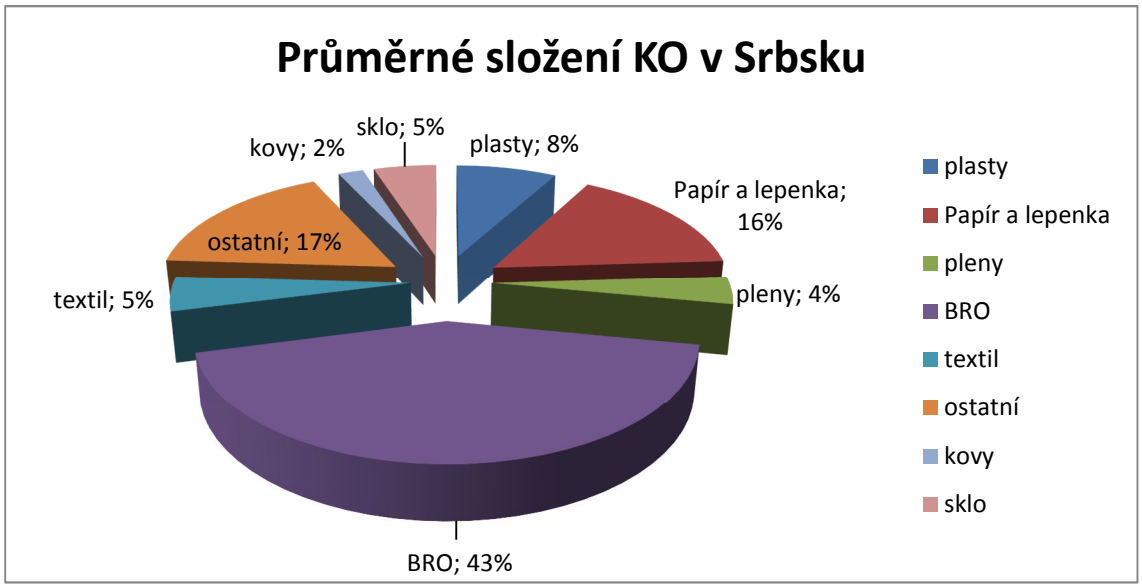


graf 5 – Produkce KO v Srbsku[43]

z vysvětlení je zvýšená životní úroveň občanů, avšak více pravděpodobné je zlepšení kvality poskytovaných dat a navýšení počtu obsluhovaných domácností svozem odpadu. Celková produkce KO však bude o několik tisíc tun vyšší, v důsledku absence sběru odpadu v těžko dostupných venkovských oblastech.

Celkový obsah biologicky rozložitelné frakce odpadu tvoří 59% (BRO, papír).

Srbsko má 164 (2010) provozovaných skládek odpadu. Z toho 12 z nich je umístěno ve vzdálenosti do 100 m od obydlené části a představuje velké riziko pro



graf 6 – Průměrné složení KO v Srbsku v hm. %[43]

místní obyvatele a jejich zdraví.[12]

6.2.2.3 Problémy brzdící rozvoj OH

V současné době Srbský plán OH počítá s vybudováním zabezpečené skládky v každém z 29 regionů. Tento plán se zdá být ekonomicky těžko realizovatelný vzhledem k nákladům na vybudování a provozování skládky (splňující přísné EU předpisy).

Vylepšení stávajícího stavu OH podporuje i ČR v rámci mezivládní dohody o ekonomické spolupráci mezi Českou a Srbskou republikou, která umožňuje podporu vzájemných obchodně-ekonomických vztahů.

Česká strana se podílí v Srbsku na rozvoji odpadového hospodářství v oblasti města Valjevo. Cílem tohoto projektu je zlepšit systém nakládání s komunálním odpadem v regionu Kolubara prostřednictvím pilotního projektu výstavby překládací stanice se sběrným dvorem. Projekt podporuje snahu srbské vlády zavést v souladu s Národní strategií odpadového hospodářství regionální systémy odpadového hospodářství. V rámci systému mají být vybudovány regionální zabezpečené skládky odpadů, recyklační centra, překládací stanice a další potřebná zařízení, splňující přísné mezinárodní standardy. Celkem se předpokládá vybudování 44 překládacích stanic a 26 regionálních skládek pro 160 municipalit. Vytvořené regionální plány odpadového hospodářství zajistí decentralizaci a rozvoj místních, unikátních systémů odpadového hospodářství přizpůsobených podmínkám jednotlivých regionů.[7]

Důležité je zvýšení ekologického povědomí u občanů s tím, aby přestali chápat odpad, který produkují, jako problém někoho jiného. Řešením může být osvěta a zvyšování zájmu obyvatel o ŽP respektive odpadové hospodářství.

6.2.3 Černá Hora

Černá Hora je velmi hornatý stát ležící v jihovýchodní Evropě při pobřeží Jaderského moře. Od 3. Června 2006 bylo přijato usnesení o nezávislosti Republiky

Černá Hora a Deklaraci nezávislé Republiky Černá Hora. Populace roku 2011 čítala 620 029 obyvatel. Černá Hora je kandidátskou zemí Evropské unie, o něž zažádala v prosinci roku 2008. Dohoda o stabilizaci a přidružení byla podepsána v roce 2007, ale dosud nebyla ratifikována.

6.2.3.1 Legislativní prostředí

Odpadové hospodářství je jedním z ekologických témat, které je po stránce legislativní poměrně dobře vyvinuto.

Plán pro další zavádění předpisů EU o odpadech existuje a je uveden v Národním programu pro integraci. Od roku 2008 dochází k postupné transpozici jednotlivých rámcových směrnic (nebezpečný odpad a skládkování) do národní legislativy.

Na poli infrastruktury začalo fungovat první recyklační středisko v Podgorici. Většina odpadu je však stále ukládána na otevřených legálních i nelegálních skládkách.

Rozvoj integrovaného systému nakládání s odpady je v rané fázi a prozatím bylo dosaženo jen malého pokroku.[13]

Strategický plán pro nakládání s odpady byl přijat v roce 2004 a je v něm zakotveno několik cílů vedoucích k udržitelnému snižování odpadů (recyklace, opětovné použití) a zlepšování kvality života v Černé Hoře. Hlavními cíli tohoto plánu jsou:

- Zavedení ekonomicky udržitelného systému odpadového hospodářství, který je v souladu se současnou a připravovanou legislativou. [41]
- Minimalizace vzniku odpadu
- Zvýšení povědomí o odpadu
- Zavedení odpovídající struktury poplatků a jejich kontroly

Celkové náklady na implementaci strategického plánu pro nakládání s odpady jsou odhadovány na 120 mil. € (2010). V nákladech jsou zahrnuty i remediace černých sládek, vylepšení systému sběru a recyklace.[12]

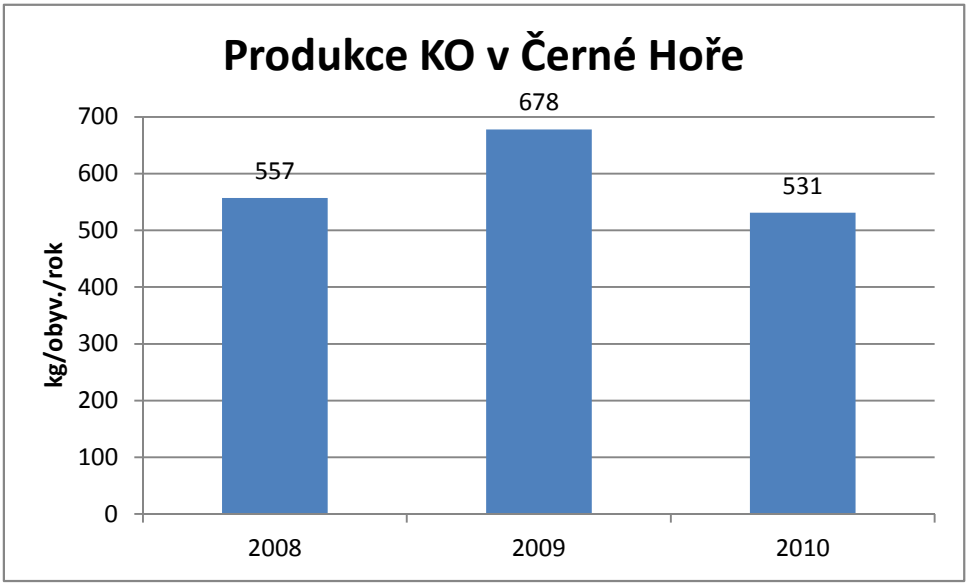
Plán odpadového hospodářství pro období 2008 – 2012 tvoří základní dokument, který ustanovil střednědobé cíle i podmínky pro racionální a udržitelné nakládání s odpady v Černé Hoře. Hlavním cílem je snížit nepříznivý vliv odpadu na lidské zdraví a životní prostředí.

Zveřejnění tohoto plánu představuje pro Černou Horu významný milník na cestě ke zlepšení ekologických podmínek v rámci celé republiky. Tím je vytvořena strategie pro racionální a efektivní rozvoj odvětví nakládání s odpady. [12]

Zákon o odpadech přijatý v roce 2005 (OG. No. 80/05) vytváří předpoklady, které přispívají k předcházení vzniku odpadů a k postupnému snižování negativních vlivů odpadů na ŽP a lidské zdraví. Dále snížení množství produkovaných odpadů pomocí recyklace, znovu-použití, kompostování nebo výroby energie. K dosažení snížení množství ukládaného odpadu na skládky má pomoci vytvoření integrovaného a účinného systému nakládání s odpady.

6.2.3.2 Produkce komunálního odpadu

Produkce KO v roce 2010 činila 329,6 tis. tun - což představuje produkci 531



graf 7 – Produkce komunálního odpadu v Černé Hoře[52]

kg/obyvatele/rok. Takto vysoká produkce je srovnatelná s Evropskými zeměmi, ale mnohem reálnější je špatná evidence komunálního odpadu a systému jeho výpočtu. Jako pravděpodobnější se jeví roční produkce KO na obyvatele mezi 214 kg v horských a 320 kg v městských oblastech.[12] Taková produkce by odpovídala ostatním Balkánským zemím.

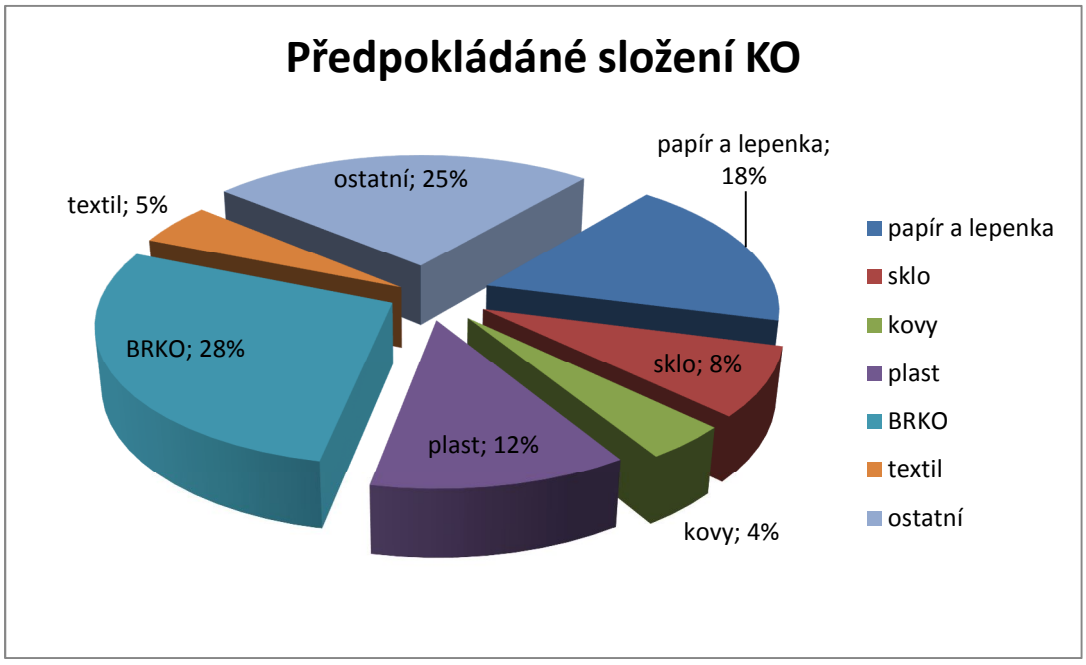
Do roku 2004 se veškerý odpad skládkoval na neřízených a často ilegálních skládkách. S postupným vylepšováním sběru komunálního odpadu a kvality sbíraných dat je pravděpodobné zvýšení produkce komunálních odpadů.

V roce 2004 bylo obsluhováno sběrem KO 85% obyvatel ve městech a pouhých 15% ve venkovských oblastech. Nízké procento obsluhovaných obyvatel ve venkovských oblastech je zapříčiněno několika faktory. Hlavním z nich je nedostatek (zastaralost) techniky a nepřístupnost horských oblastí.

Pravděpodobné složení KO je uvedeno v grafu č. 8. Celkové množství biologické rozložitelného odpadu představuje přibližně 50%.

V době vypracovávání této práce nebyly k dispozici žádné materiály, které by byly zaměřeny na problematiku nakládání s odpady v Černé Hoře.

Obecně lze usuzovat, že odpadové hospodářství se potýká se stejnými problémy jako Srbské, jelikož od roku 1992 až do rozdělení v roce 2006, se jednalo o jeden stát.



graf 8 – Předpokládané složení KO v Černé Hoře v hm. %[38]

6.2.4 Turecká republika

Země ležící z větší části v Malé Asii a z menší části v jihovýchodní Evropě. V roce 2011 byl počet obyvatel 74,7 milionu. Podle výše hrubého domácího produktu vyjádřeného v paritě kupní síly se jedná o 17. největší ekonomiku na světě.[6]

Turecko má od roku 1999 status kandidátské země a přístupové rozhovory začaly v říjnu 2005.

6.2.4.1 Legislativní prostředí

Nakládání s odpady je právně upraveno již od roku 1991. Velkou roli v přijímání nových legislativních opatření hrálo neštěstí na skládce Umraniye-Hekimbasi. Dne 28. Dubna 1993 na této skládce, nacházející se v blízkosti Istanbulu, explodoval nahromaděný skládkový plyn. Následný sesun masy odpadu pohřbil několik domů i s jejich obyvately, celkem si neštěstí vyžádalo život 39 lidí (viz. příloha č.1).

Od tohoto roku je legislativa průběžně vylepšována s cílem předcházet takovýmto neštěstím.

Nakládání s odpady se řídí především nařízením Solid Waste Control Regulation z roku 1991 (OG. 14/91), které bylo naposledy změněno v roce 2005. Toto nařízení stanovilo pravidla pro sběr, přepravu a ukládání komunálního odpadu. S nimi musí být nakládáno vždy v souladu s cílem, aby při jejich odstraňování nedošlo k poškození životního prostředí. Zároveň uvádí do praxe minimalizaci vzniku a využití odpadů. Nařízení také ukládá povinnost ukládat odpad na řízené skládky se systémem zachycování průsakových vod a skládkových plynů.

Podpora pilotních projektů na podporu recyklace a sběru odpadu přímo u zdroje by měla být zvýšena a rozšířena ve všech provinciích.

Národní plán odpadového hospodářství pro období 2009-2013 určil vnitrostátní politiku a rozhodovací uspořádání pro přípravu podrobného regionálního plánu pro nakládání s odpady. Tento plán byl vytvořen v souladu s legislativou EU, cílem je dosáhnou lépe organizovanou, integrovanou a pevně institucionalizovanou strukturu odpadového hospodářství.

Cílovou skupinou tohoto plánu jsou následující body:

- Veřejné instituce a organizace, které jsou odpovědné za nakládání s odpady
- Obce a další významní producenti odpadů
- Zástupci soukromého sektoru, organizací, které provozují zařízení související s nakládáním s odpady nebo dodavatelé speciálních služeb

V současnosti není ustanoven žádný regionální plán pro nakládání s odpady. Jedním z důvodů je přítomnost mnoha malých obcí, které nemají technické ani finanční kapacity pro uskutečnění potřebných a požadovaných postupů při nakládání s odpady. Touto problematikou se zabývá Národní akční plán pro nakládání s odpady, který navrhuje vytvoření svazku obcí. Model navrhuje spojení a spolupráci sousedních malých obcí, které se potýkají s podobnými problémy v oblasti odpadů. [6]

Existují ekonomické nástroje podporující zemědělské využití kompostu na půdu - jde o nařízení na podporu a technickou pomoc pro producenty uplatňující programy na ochranu ekologicky citlivých zemědělských oblastí.[6]

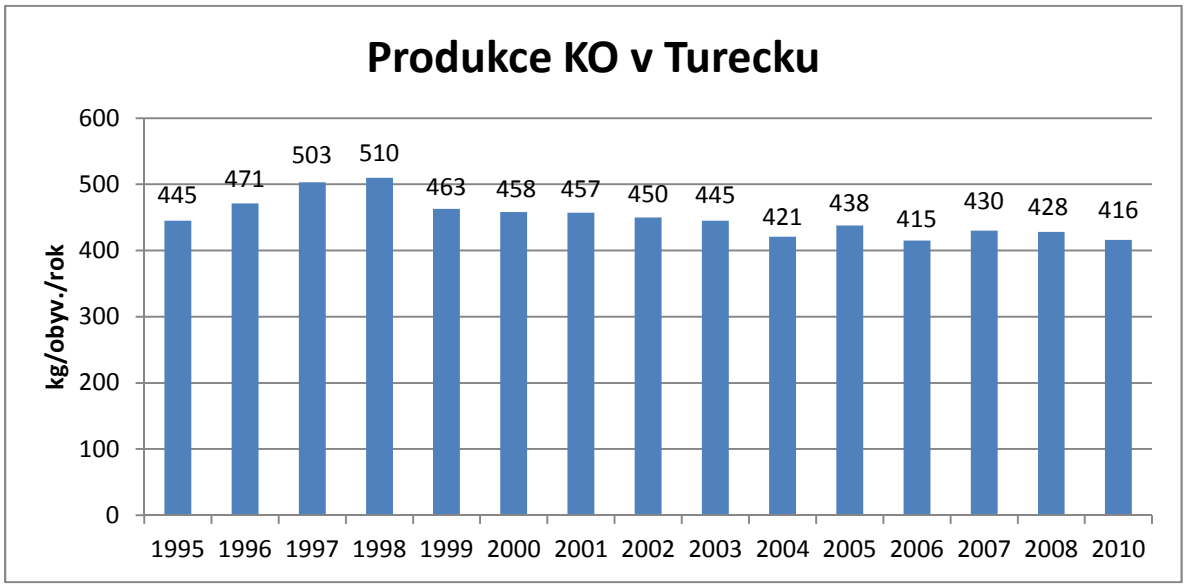
Zákony a předpisy přijaté v různých časových horizontech vedly k nerealizaci některých důležitých opatření, jako např. Národní akční plán pro životní prostředí. Nedostatek organizačních a technických kapacit měl za následek, že důležitá opatření na ochranu ŽP zůstala jen na papíře.

Ještě dnes několik institucí a orgánů sdílí společnou odpovědnost v oblasti odpadů. Tato skutečnost vede k neefektivnímu překrývání pravomocí a povinností nad dohledem v odpadovém hospodářství.

Minimalizace odpadu v podmínkách zvyšování populace a ekonomického rozvoje je náročný a těžce dosažitelný úkol.[6] Proto je důležité zabezpečit politiku a udržení dlouhodobého úsilí pro dosažení stanoveného cíle.

6.2.4.2 Produkce komunálního odpadu

25 milionu tun KO bylo sesbíráno v roce 2010. To představuje produkci 416 kg/obyvatele/rok. Obsluhováno sběrem odpadu je 77% obyvatelstva.[47] Pouhých



graf 9 – Produkce KO v turecku[32]

55% odpadu skončilo na řízených skládkách. Zkompostováno bylo přibližně 299 250 tun odpadu, což představuje přibližně 1%. Zbytek byl uložen na otevřených pololegálních skládkách.

Složení KO respektive obsah BRO se liší v závislosti na velikosti města (viz tab.1). Průměrné složení TKO může obsahovat až 60% organické složky ve venkovských oblastech a kolem 50% v městské zástavbě. V letních měsících lze předpokládat navýšení organické složky odpadu - lidé konzumují velké množství zeleniny a ovoce.[30]

	velká města	střední města	malá města a vesnice
BRO	45-50	50-55	60
Recyklovatelný o.	30-35	20-25	15
Ostatní odpad	20-25	25	25

Tabulka 2 – Průměrné složení KO v Turecku[30]

V Turecké republice je (díky obrovské populaci) velký potenciál k rozvoji MBU s aerobním či anaerobním zpracováním organického odpadu.

Kanat et al. (2006) ve své práci uvádí, že v hlavním městě Turecka Istanbulu, končí každý den na skládkách přes 7 tisíc tun organického opadu (14000 tun TKO) vhodného pro kompostování.

Sběr recyklovatelných složek z KO je realizován pomocí „scavengers“, kteří prodávají posbírané recyklovatelné odpady překupníkům. Vybírání recyklovatelných materiálů z popelnic a kontejnerů je velmi rozšířená činnost.[30]

6.2.4.3 Návrh řešení minimalizace odpadu

Minimalizovat či odklonit biologicky rozložitelnou frakci komunálního odpadu od skládkování bude velmi složitá a těžká cesta vzhledem k rostoucí populaci a tím i zvyšující se produkci KO.

Köse 2007 v auditu odpadového hospodářství Turecké republiky uvádí několik problémů současného OH:

- Odpadové hospodářství není prioritní oblast zájmu
- Pravomoci jsou rozděleny mezi několik institucí a organizací
- Nedostatečná technická infrastruktura
- Špatně organizovaný systém sběru pro recyklovatelné odpady
- Nedostatek financí

Výsledkem tohoto auditu je několik doporučení:[28]

- Důležitější než implementace nové legislativy je vynucení (prosazení, dohled) nad fungováním současné legislativy
- Absence vyšší právní instituce, která by na nakládání s odpadem dohlížela
- Dřívější investice do automatizovaných Hi-tech (drahých) technologií používaných v rozvinutých zemích se v Turecku neosvědčily. Proto doporučuje šetřit vzácnými finančními prostředky a raději upřednostnit nízkonákladové alternativy.

- Nedostatek informací o odpadech (množství skladba)
- Nekontrolovaný růst populace

Jedna z mála kompostáren byla na počátku století vybudována v Istanbulu s kapacitou 1000 tun denně. Zařízení se potýká s problémy z důvodu nárůstu objemného odpadu (až 40%) v komunálním odpadu. Absence „otevírače igelitových tašek a pytlů“ vede ke zvýšení nezpracovaného odpadu. Objemný odpad projde přes mechanickou část v nezměněné podobě a končí neupraven na skládce. Zařízení tak přichází o cenné kompostovatelné a recyklovatelné suroviny.

Množství obyvatel a jejich velká produkce odpadu představuje obrovský potenciál k uplatnění různých technologií vedoucích k úpravě či minimalizaci skládkování komunálního odpadu.

6.3 Potenciální kandidátské země EU

6.3.1 Bosna a Hercegovina

Hornatá přímořská země nacházející se na Balkánském poloostrově, do roku 1992 byla součástí Jugoslávie. Bosna a Hercegovina je rozdělena na dvě samosprávní jednotky. První je Federace Bosny a Hercegoviny, druhou je Republika srbská. Roku 2011 činil počet obyvatel 3,8 milionu.

Dne 16 června 2008 zástupci Evropské unie a Bosny a Hercegoviny podepsali dohodu o stabilizaci a přidružení, která vstoupila v platnost. Její ratifikační proces je dokončen.

6.3.1.1 Legislativní prostředí

Odpad představuje jeden z hlavních environmentálních problému v Bosně a Hercegovině. Hlavní právní předpis upravující problematiku odpadů je zákon o odpadech (OG. FBiH 33/2003). Je v souladu s nařízením EU 94/904/EEC a směrnicí 91/689/EEC, zahrnuje v sobě nakládání se všemi druhy odpadu.[12]

Strategie nakládání s pevnými odpady v Bosně a Hercegovině tvoří základní dokument pro odvětví odpadového hospodářství.

V roce 2008 byla přijata strategie pro životní prostředí Federace Bosny a Hercegoviny pro období 2008 – 2018. Tento dokument představuje jasnou dlouhodobou koncepci v otázkách ŽP.

Na tuto strategii navazuje plán odpadového hospodářství pro období 2012 – 2017. Jde o hlavní dokument Bosny a Hercegoviny v oblasti nakládání s odpady a tvoří základ pro vytváření kantonálních a obecních rozvojových plánů v oblasti OH.

Federální plán odpadového hospodářství stanovil několik cílů ochrany životního prostředí - zejména propagaci a podporu udržitelného využívání přírodních zdrojů vytvořením integrovaného systému nakládání s odpady. Dosažení cílů je plánováno pomocí následujících strategických bodů:

- Omezení rizika pro životní prostředí a lidské zdraví, zřízení prioritní infrastruktury pro integrované nakládání s odpady
- Snížení množství odpadu ke konečnému zneškodnění
- Zajištění provádění právního, institucionálního a ekonomického rámce
- Zajištění systematického sledování parametrů pro hodnocení životního prostředí

Provádění tohoto plánu bude dosaženo pomocí několika klíčových oblastí:

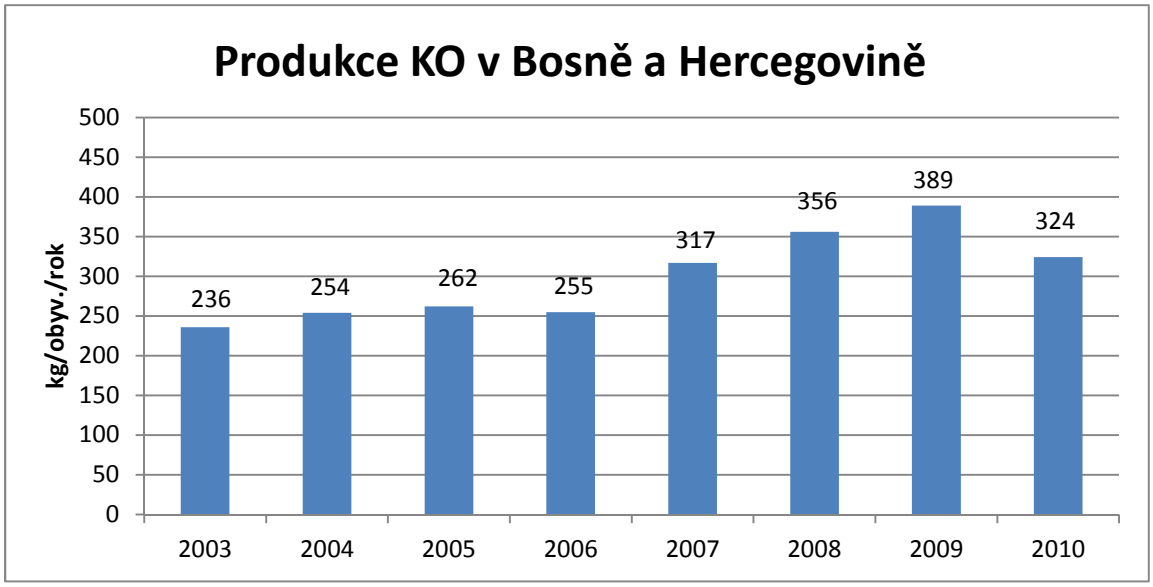
- Vytvoření integrovaného systému nakládání s odpady
- Zvýšení podílu odděleně sebraného odpadu
- Zvýšení recyklace a opětovného použití odpadů
- Předúprava odpadů před konečným odstraněním
- Snížení množství odpadů ukládaných na skládky
- Snížení škodlivého dopadu na životní prostředí
- Udržitelný rozvoj odpadového hospodářství

Odpovědnost za politiku odpadového hospodářství je sdílena mezi ministerstvem pro životní prostředí a kantónními ministerstvy federace B. a H..

6.3.1.2 Produkce komunálního odpadu

V roce 2009 bylo kolektivním systémem sběru odpadu sesbíráno 1 184 056 tun komunálního odpadu, to představuje produkci 324 kg/obyvatele/rok.

Přibližně 70% obyvatelstva je obsluhováno sběrem odpadu.[34] Avšak plán



graf 10 – Produkce KO v Bosně a Hercegovině[51]

odpadového hospodářství udává 63%. Rozdílnost údajů může být zapříčiněna nedostatkem dat případně jejich nízkou kvalitou. Podle plánu OH federace je cílem do roku 2014 obsluhovat 85% obyvatel.

Odděleně sbíraný odpad představuje přibližně 7,5% z celkové produkce KO.

Díky špatnému pokrytí a technickému vybavení pro sběr a uložení odpadu - bylo velké množství odpadu odhazováno na různá nelegální místa (kolem silnic, řek a dolů). Takové odstraňování odpadu představuje přímé nebezpečí pro veřejné zdraví a celé ŽP.[8]

Spolu s ekonomickým rozvojem a zvyšující se spotřebou obyvatelstva můžeme do budoucna počítat s mírně rostoucí tendencí produkce KO.

V Bosně a Hercegovině je 21 řízených skládek, dalších 33 je částečně či vůbec neorganizováno.[8] Ročenka ŽP 2010 uvádí počet nelegálních skládek a míst kam byl odpad nekontrolovaně ukládán na více jak tisíc.

6.3.1.3 Příčiny špatného stavu OH

Špatný stav odpadového hospodářství v Bosně a Hercegovině je srovnatelný s ostatními kandidátskými zeměmi.

Jedním z problémů je upřednostňování výstavby nových skládek, místo komplexního řešení nakládání s odpady, pomocí některé technologie na jejich úpravu.

Od Mezinárodní asociace pro rozvoj (člen skupiny Světové banky) dostala vláda Bosny a Hercegoviny bezúročný úvěr pro financování projektů v oblasti odpadového hospodářství.

Hlavní cíle prvního projektu.[8]

- Vylepšení sběru odpadu
- Zvýšení administrativních a technických kapacit
- Zlepšení návratnosti investic v sektoru a zapojení soukromého sektoru
- Napravení environmentálních problémů a snížení rizika způsobeného nesprávným sběrem a uložením odpadu

Mezi vedlejší akce tohoto programu patří rehabilitace skládek komunálních odpadů, uzavření černých skládek a vytvoření infrastruktury pro sběr odpadu. Dále posílení institucionální složky podporující veřejnou komunikaci, environmentální monitoring a vzdělávání v oboru.[8]

Světová banka schválila pro tento projekt 18 mil. US$. Projekt běžel v letech 2002 až 2010. V současnosti je v průběhu druhý program pro podporu OH.

Druhý program pro odpadové hospodářství v Bosně a Hercegovině pokračuje a v několika bodech rozšiřuje již skončený program. Skládá ze tří částí podpor. První

je zaměřena na odpadové hospodářství, druhá na vytvoření technických kapacit a třetí má za cíl projektový management.[8]

Z výsledků práce tohoto programu benefitovalo kolem 1,7 milionu obyvatel - především díky zlepšení kvality sběru odpadu a uzavření černých skládek, které měly nepříznivý vliv na okolí.[8]

Integrovaný plán nakládání s odpady obsažený v plánu OH pro období 2012 – 2017, nastiňuje možné alternativy úpravy odpadu pomocí vybudování odpadových center na lokální či regionální úrovni. Lokální zařízení by měla především mechanicky odseparovat recyklovatelné, znovupoužitelné materiály ze směsného komunálního odpadu. Na regionální úrovni by se jednalo o komplexní úpravu odpadu pomocí technologie MBU. Je potřeba vypracovat studie o proveditelnosti jednotlivých modifikací MBU tak, aby byly vybrány efektivní a ekonomicky udržitelné.

Strategie pro ŽP pro období 2008-2018 má za cíl do roku 2018 zpracovávat 18% (147 986 tun) KO pomocí technologie MBU.

6.3.2 Albánie

Albánie je malý stát na západním pobřeží Balkánského poloostrova. Populace v roce 2011 tvořila 2,8 milionu. Navzdory zvyšující se ekonomice, patří mezi nejchudší evropské státy. V rozvoji brání především šedá ekonomika a nedostatečná energetická i dopravní infrastruktura.[6]

V dubnu 2009 byla podepsána dohoda mezi představiteli Albánie a EU o stabilizaci a přidružení.

6.3.2.1 Legislativní prostředí

Odpadové hospodářství představuje jednu z velkých výzev pro Albánii. V současnosti je odpadové odvětví na velmi nízké úrovni, postrádající organizovaný systém sběru, přepravy a odstranění odpadu. Tyto problémy vyžadují velkou pozornost do budoucna.

Všechny snahy vlády vedou ke zvládnutí a kontrolování toků nebezpečných a komunálních odpadů tak, aby mířily jen na zabezpečené skládky.

Strategie životního prostředí pro odpadové hospodářství stanovila prioritní cíle:[12]

- Bezpečné uložení na skládky 75% nebezpečného odpadu
- Recyklace 10% KO
- Eliminace nesprávného ukládání odpadu na nelegální místa
- Vylepšení podmínek řízených skládek, minimalizace odpadu a požární prevence
- Ukládání 50% odpadu na nově plánované skládky

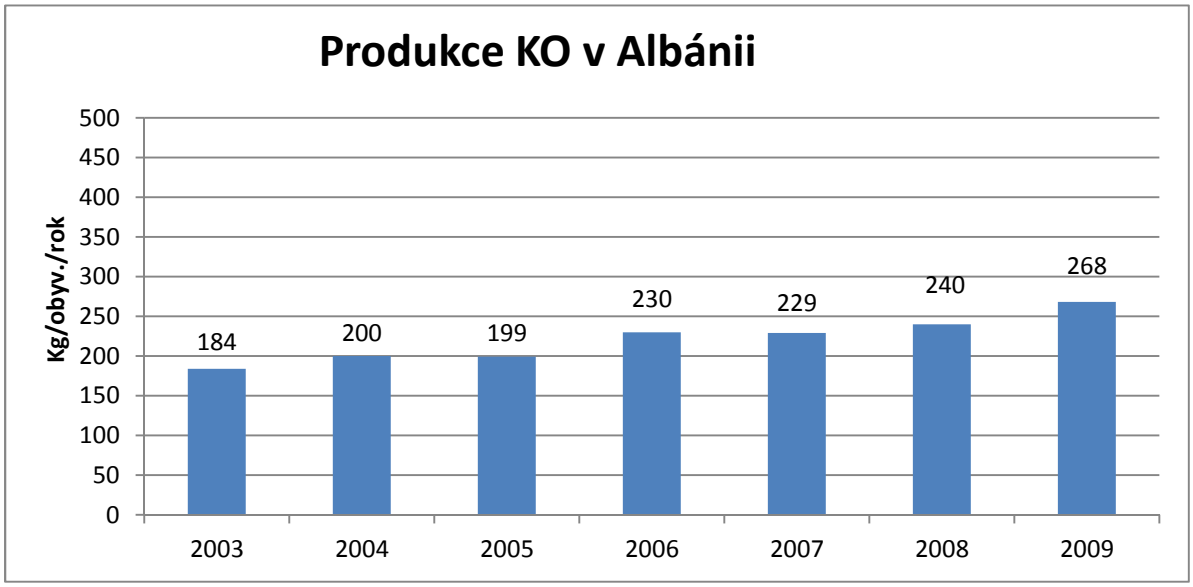
Podle plánu odpadového hospodářství Albánie se plánuje rozdělení státu podle stávajících administrativních hranic na 12 odpadových krajů. Každý kraj bude mít své vlastní řešení problematiky nakládání s odpadem, vystihující jeho specifické charakteristiky v této oblasti.

Pro další vývoj a výstavbu nových kapacit je nutné vypracování regionálních plánů OH, které budou obsahovat přehled současných kapacit a zdrojů, potřebných pro danou oblast k dosažení cílů.

V letech 2003 – 2008 byly přijaty právní předpisy vycházející ze směrnic EU upravující nakládání s odpady (včetně nové směrnice o skládkování), tím bylo dosaženo velkého zlepšení legislativní úrovně oblasti OH.

6.3.2.2 Produkce komunálního odpadu

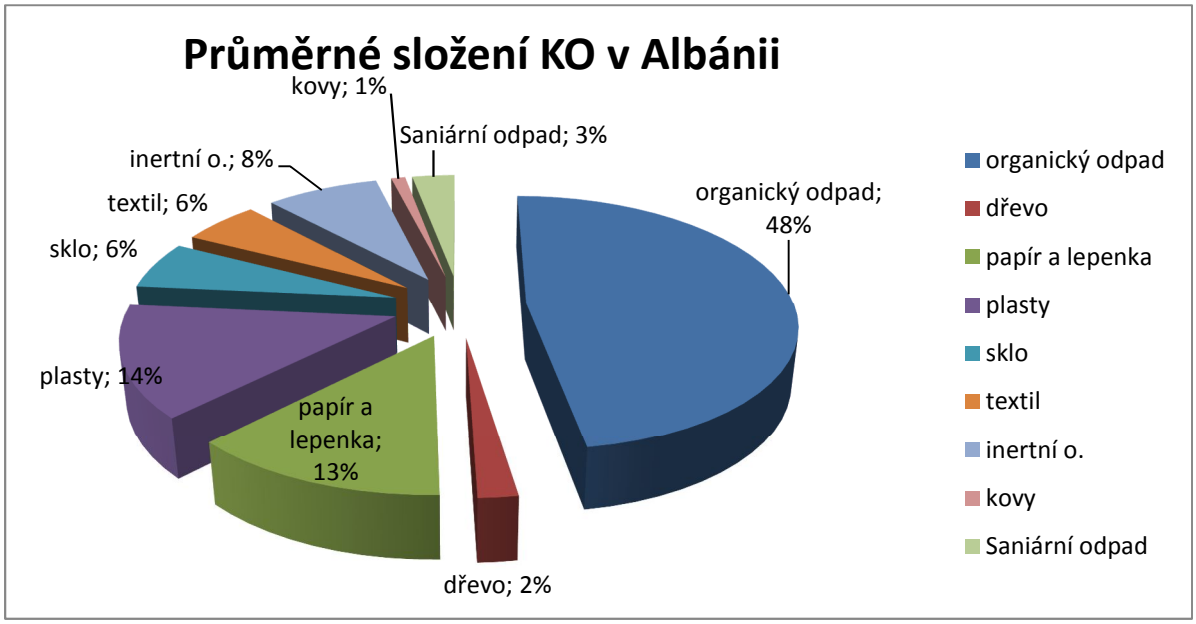
Roční produkce KO na obyvatele činila v roce 2009 přibližně 268 kg. Zvýšení produkce komunálního odpadu v roce 2009, v porovnání s předchozími roky, je důkazem zvyšující se kvality a rozšiřování sběru odpadu spolu s lepší kvalitou poskytovaných dat. Možný podíl na zvyšování může mít i zvyšující se úroveň obyvatel Albánie.



graf 11 – Produkce KO v Albánii[12]

Většina odpadu je skládkována na nezabezpečených skládkách a vede k neustálému znečišťování všech složek ŽP. Odpad často končí na nejrůznějších místech. Rizikové je hlavně odhazování odpadu kolem vodních toků, kde je dále transportován vodou do jiných míst.

Podle národní strategie pro nakládání s odpady, biologicky rozložitelná složka komunálního odpadu představuje přibližně 63%. To představuje roční produkci 530 710 tun BRO, který končí na skládkách.



graf 12 – Průměrné složení KO v albánii v hm. %

Nové skládky sice vznikají, avšak nejsou vhodně vystavěny a tudíž dochází k dalšímu znečišťování ŽP.

6.3.2.3 Problémy v oblasti OH

Systém sběru odpadu je pouze ve městech (kde žije přibližně 50% populace), ostatní žijí ve venkovských oblastech, které jsou obsluhovány jen částečně nebo vůbec. Běžné nakládání s odpadem je vyhazování (ukládání) kolem silnic a řek.

Nejvýznamnější problémy OH v několika bodech podle národní stategie pro ŽP.

- Systémy sběru a svozu odpadu jsou nedostatečné a neúčinné
- Nízká kvalita dat
- Nedostatek kvalifikovaných pracovníků
- Nedostatek finančních zdrojů
- Nízké povědomí občanů o rizicích odpadu
- Slabá komunikace mezi občany a svozovými firmami

Systém sběru a odstraňování odpadu je neefektivní a nedostatečný. Svůj podíl na tom mají:

- Zastaralý vozový park
- kontejnery na odpadky, které jsou ve většině případů ve špatném stavu
- méně častý sběr vede k přetékání těchto kontejnerů a šíření zápachu i zdravotním rizikům

Důležité je navýšit úroveň investic tak, aby mohlo být dosaženo evropských standardů EU v oblasti nakládání s odpady.

7 Návrh vhodného zařízení

Analýzou složení odpadu v těchto zemích bylo zjištěno, že složení odpadu, především množství biologicky rozložitelné frakce, je vhodné pro aplikaci technologie MBU odpadu s aerobní fermentací organického odpadu.

Všechny popisované země se potýkají s nedostatečným množstvím financí na projekty odpadového hospodářství. V mnoha státech má přednost výstavba nových skládek, splňujících alespoň částečně evropské standardy, před úpravou odpadů. Přitom vhodně zvolenou technologií MBU lze dosáhnout výsledků i s minimálními investičními a provozními náklady.

Při správně zvoleném technologickém postupu mechanicko-biologické úpravy odpadů, lze dosáhnout částečné náhrady za systém tříděného sběru tak, aby byly dosaženy cíle recyklace podle plánů OH.

V následující části bude popisována možná úprava komunálních odpadů pomocí technologie MBU s aerobním zpracováním organické frakce.

Recyklování inertních odpadů je běžná praxe v mnoha státech. Na druhé straně kompostování není široce rozšířeno, přestože ve většině měst je často více jak 50% celkového odpadu tvořeno biologicky rozložitelným materiálem.[27]

7.1 Mechanické (pře) třídění

Cílem této části úpravy odpadu je vytřídění inertních materiálů a zároveň maximalizace množství organické frakce vstupující do biologické části.
Z ekonomického hlediska je důležité, aby fáze přetřídění byla efektivní. Výsledek efektivního přetřídění vede na výstupu ke kvalitnímu kompostu, který může být prodán na trhu (zemědělcům). Zároveň vyseparované (recyklovatelné) odpady, které lze velmi dobře zpeněžit tvoří část příjmů zařízení, proto je důležité dosáhnout co největšího množství vytříděných odpadů.

Důvody zařazení přetřídění:

- Získat co největší množství recyklovatelných materiálů (Plasty, sklo, kovy)

- Připravení materiálu pro biologickou část
- Odstranění nežádoucích příměsí z materiálu 30- 40%(objemný, nebezpečný)

Výhodné je nadrcení a následné přesátí odpadu, tímto procesem se dosáhne větší výtěžnosti organické frakce.[29]

Třídění může probíhat s větší či menší mírou zapojení strojní techniky. Při dostatku pracovních sil je možné odpad vysypat na plochu a takto vysypaný odpad nechat pracovníky případně „scavengers“ vytřídit na využitelné složky.

Při zapojení mechanizace, odpad projde nejprve přes bubnový třídič, na kterém se oddělí lehká (spalitelná, recyklovatelná) a podsítná (organická) frakce. Roztřídění pomocí bubnového třídiče (dle velikosti částic) pomáhá zjednodušit další práci. S materiálem o přibližně stejné velikosti se lépe pracuje.[39]

Kanat et al. (2006) zistil, že až 40% odpadu v Istanbulu tvořil objemný odpad. Domácnosti vyhazují odpad v igelitových taškách a pytlích. Tento odpad projde přes bubnová síta v nezměněné podobě a končí neupravený na skládce. Je proto důležité začlenit do procesu před tříděním otevírač igelitových tašek a pytlů, případně pracovníka, který bude mít na starosti tuto činnost.

Při dostatku financí je možné zapojit i dopravníkový pás s magnetickou separací odpadu.

Je lepší zvolit větší množství zpracovávaného odpadu a mechanizovanou úpravu pro snížení nákladů.[9]

7.2 Příprava před biologickou fází

Pro správně fungující aerobní fermentaci je potřeba zajistit a dodržet několik důležitých bodů, aby kompostovaný odpad dosahoval vhodných charakteristik pro správný chod celého kompostovacího procesu.

K dosažení co největšího povrchu částic je nutné odpad nadrtit pomocí drtiče. Nejvhodněji se jeví pomaluběžné drtiče, jež mají oproti rychloběžným drtičům výhodu v menším opotřebení dílů a v nižších nákladech.

Odpad kompostovaný bez nadrcení s velkými částmi odpadu, znamená prodloužení celého rozkladného procesu.[29]

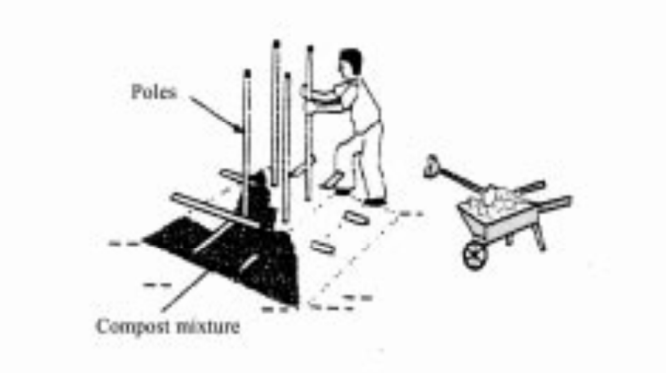
Další fází je úprava vlastností odpadu před vlastním kompostováním. Obsah vody v odpadu, představuje jeden z klíčových parametrů pro aerobní zpracování organického odpadu.[29] Vlhkost může být považována jako limitující faktor v prvních 10 týdnech zpracování. Úprava vlhkosti odpadu pro dosažení optimální vlhkosti mezi 50-65%.[26]

Úprava poměru C:N, optimální je dosažení poměru mezi 20–30:1.[48] Dosažení správného poměru pomocí smíchání s potřebným množstvím jiného organického odpadu (odpad ze zahrad, ořezu stromů).

Po úpravě vlhkosti a poměru C:N přichází na řadu promíchání surovin. Tento proces je velmi důležitý. Cílem je vytvoření homogenního substrátu.

7.3 Biologická fáze

Po nadrcení přichází na řadu vytvoření kompostovací zakládky. Výběr tvaru zakládky je nutno volit dle způsobu překopávání.



Obrázek 6 – Pasivně aerovaný kompost zdroj: www.elaw.org

Kompostování v pásových trojúhelníkových hromadách bez překopávání, využití systému pasivní aerace (komínového efektu).[48] Do zakládky kompostu se umístí perforované trubky, jak horizontálně tak vertikálně, aby mohl být zajištěn přístup vzduchu (viz. obrázek č.6).

U překopávaných hromad musí být jejich rozměry v souladu s možnostmi používané překopávací techniky. Hromady je možné překopávat ručně (do 500 tun/rok) i strojně. Výhodné jsou při větším množství zpracovávaného odpadu lichoběžníkové profily hromad a mechanické vlečené překopávače. Vlečené překopávače za traktorem jsou vhodné, pokud chceme dosáhnout co nejmenších investičních nákladů. Traktor (vlečný stroj) musí být vybaven redukční převodovkou,

s níž je možné dosáhnout pracovní pojezdové rychlosti 0,1 až 1,0 km.h^{-1}. Samotná četnost překopávání se odvíjí od teploty dosahované v zakládce.

Po provedení zakládky na otevřené ploše, doporučuje Váňa (2002) zakrytí porézní fólií, která omezuje teplotní ztráty a atmosférické vlivy.

Po založení kompostovací hromady následuje neméně důležitý krok a to monitoring hlavních charakteristik kompostovacího procesu (teplota, vlhkost a obsah kyslíku). Na základě průběžného sledování hodnot se lze rozhodovat o potřebných krocích zabezpečujících optimální průběh kompostovacího procesu.

Častějším překopáváním ze začátku procesu dosáhneme vyšších teplot, které zaručí zánik hnilobných patogenních bakterií a potlačení klíčivosti semen. Pro správnou hygienizaci kompostu je nutné udržet teplotu mezi 55 až 65°C po dobu 3 dnů.[9]

V ekonomicky bohatších regionech je možné použít intenzivní diskontinuální kompostování v biofermentorech, které mají řízenou aeraci. Použití těchto zařízení výrazně sníženuje dobu zdržení na celkové 4 týdny, včetně dozrávání kompostu mimo fermentor.[48]

Kompostovací proces je ukončen v době, kdy teplota kompostu se přibližuje teplotám okolí.

7.3.1 Technika potřebná pro monitorování kompostovacích procesů:

Jeden z klíčových parametrů kompostovacího procesu je teplota. Existují dva typy teploměrů pro měření teploty v kompostovací zakládce kontaktní a bezkontaktní. Pro sledování teploty v kompostu se více hodí kontaktní teploměry. Jedním z nich, nejjednodušší a nejdostupnější, je kontaktní elektronický zapichovací teploměr s digitálním či analogovým ukazatelem. Dalším typem jsou automatické zapichovací elektronické teploměry se záznamem a přenosem dat do Pc.

Měření vlhkosti lze uskutečnit dvěma způsoby. Orientačně pomocí stisku kompostu v ruce, při správné vlhkosti by se neměla objevit voda, nebo pomocí přenosných vlhkoměrů.

Provzdušňování kompostu a vytváření aerobních podmínek je hlavní zásadou aerobního kompostování. Obsah vzdušného kyslíku by měl být nejméně 6% obj..[37]

Měření obsahu kyslíku pomocí přenosného zapichovacího přístroje.[36]

7.4 Konečná úprava materiálu

Přiblížení teploty zakládky k okolní teplotě je indikátor dozrání kompostu, při kterém můžeme ukončit kompostovací proces. Následuje konečná fáze úpravy materiálu (pokud je vyžadována).

Kompost není nutné dále upravovat v případě, že je určen k dennímu překryvu skládek. Pokud bude výsledný kompost dále prodáván, je nutné zařadit do procesu prosévací zařízení. Přesátím můžeme dostat dvě i více frakcí. Podsítná frakce představuje velmi jemný materiál vhodný pro prodej. Nadsítnou frakci (hrubé části) pokud je tvořena z většiny organickou složkou je možné vrátit znovu do kompostovacího procesu a využít ji k naočkování nově založeného kompostu. Pokud nadsítná frakce obsahuje větší množství inertních materiálů, odstraní se uložením na skládku.

7.5 Technika potřebná pro kompostování

Pro snížení vstupních investic je vhodný nákup použitých strojů z Evropské unie. Použité stroje jsou oproti novým přibližně o třetinu lacinější.

Větší smysl u těchto kompostáren dává použití mobilního zařízení na drcení a prosévání odpadu. Mobilní zařízení může obsluhovat několik kompostáren v okolí.

Potřebné základní mechanické vybavení kompostárny:

- Mostní váha
- Drtič odpadu
- Prosévací a separační zařízení (nejlépe s magnetickým odlučovačem)
- Překopávač kompostu s úpravou vlhkosti

- Kolový traktor s čelním nakladačem (popř. kolový nakladač)

Přítomnost levné pracovní síly v regionu je možné využít namísto mechanizovaných postupů úpravy odpadu.

7.6 Ekonomické a environmentální výhody MBU

Nízkonákladová úprava odpadů představuje výraznou úsporu financí oproti high-tech zařízením používaným ve střední Evropě. V tabulce č. 3 je uvedeno porovnání nákladů na výstavbu a provoz MBU linek v rozvojových zemích a Německa.

	Nízkonákladové provozy	Hitech provozy
Investiční náklady		
Rozvíjející a rozvojové země	10-30 US$/t	80-220 US$/t
Německo	40-100 US$/t	250-450 US$/t
Provozní náklady		
Rozvíjející a rozvojové země	8-12 US$/t	15-30 US$/t
Německo	20-30 US$/t	>50 US$/t

Tabulka 3 – Porovnání nákladů na provoz MBU[16]

V podmínkách ČR bylo vypočítáno, že investiční náklady na vybudování linky MBU při roční kapacitě 90 000 tun by činily 566 mil. Kč. S ročními provozními náklady 1 668 Kč/t.[10] Investiční a provozní náklady tak odpovídají výsledkům nákladů uvedených v práci Fricke et al. (2001) pro hi-tech provozy. Na základě informací o investičních a provozních nákladech lze prohlásit, že ve státech s nízkými příjmy, lze vybudovat zařízení MBU přibližně o třetinu laciněji, než v rozvinutých státech EU.

Snížení investičních nákladů lze docíliti i nákupem použité techniky. V konečném srovnání se může tato alternativa stát mnohem dražší než nákup nových strojů, v důsledku možných poruch a oprav staršího vybavení. Pokud se

vyžaduje, aby strojní technika pracovala jen se základním servisem, je potřeba pořídit nové stroje.

Nízké investiční náklady na MBU linku pozitivně ovlivňují ekonomickou efektivnost. Kompostárny vzniklé rekolaudací silážních žlabů, hnojišť vybavených levnou mechanizací, která je využívána ještě pro jiné účely (univerzální nakladače) mají režii podstatně nižší než dokonalé kompostárny vybavené mechanizací z dovozu.[48]

Při porovnání dvou systému kompostování uzavřeného (boxového) a otevřeného, můžeme pozorovat velké rozdíly v investičních a provozních nákladech.

Uzavřené systémy kompostování (bubnové nebo boxové) vyžadují komplexní vybavení. Systémy jsou vysoce technicky, kapitálově náročné a vyžadují každodenní řízení. Jsou vybaveny zařízeními ke snížení rizika zdraví pracovníků, znečištění ŽP a vzduchu. Investiční náklady se pohybují v rozmezí 1500 – 5000 Kč/t instalované roční kapacity.[17]

Naproti tomu otevřené kompostování v hromadách je jednodušší, vyžaduje méně kapitálu. Obecně je tato metoda více závislá na lidské práci než na mechanizaci. Hromady zabírají větší množství země a je potřeba více času než při kompostování v řízených uzavřených systémech. Investiční náklady činí 1 000 až 3 500 tis. Kč na 1 tunu instalované kapacity zařízeni za rok. [17]

Investice do základního strojního vybavení se v podmínkách ČR pohybuje kolem 5 mil. Kč.

Odpadové hospodářství nemusí představovat jen starosti a zápach, může být příležitostí ke snížení nezaměstnanosti v regionu.

„Scavengers“ jsou v mnoha státech součástí odpadového hospodářství. Většinou se jedná o lidi (imigranty) s nízkými nároky na život. Tito lidé si vydělávají sběrem veškerého odpadu (materiálu), který lze následně zpeněžit.[46]

Při správně zvolené finanční motivaci mohou hrát „scavengers“ důležitou a významnou roli v systému OH. Vhodné je využít tyto lidi k přetřídění odpadu nejen u MBU linky, ale i před samotným skládkováním (viz. obr. 9).

Typickými materiály vytříděnými touto metodou jsou nepoškozené lahve, kovy, plasty, karton a textil.

Obrázek 8 – Scavengers v akci zdroj: http://www.rheynsweert.nl/rhw/aware/scav.php

Důležité při každém rozhodování o vybudování zařízení na kompostování je průzkum trhu. Marketing kompostu je důležitou součástí celého procesu úpravy odpadu technologií MBU. Dobrá marketingová strategie by měla předcházet vzniku MBU. Při správně zvolené a definované potřebě konečných zákazníků kompostu, můžeme zefektivnit celý proces tak, aby splňoval jejich specifické požadavky na výstup.

Marketingová strategie má dva důležité cíle:[9]

- Najít uplatnění pro co největší množství vznikajícího kompostu
- Identifikovat a vytvořit okruh potenciálních zákazníků ochotných platit za kompost

Dva důležité aspekty v procesu marketingu kompostu, kvalita a komunikace. Kvalita je klíčem k úspěšnému zpeněžení kompostu, je určena čistotou vstupních materiálů, pracovním zaujetím a vzděláním v oboru. Komunikace s okruhem koncových zákazníků, vysvětlení výhod plynoucích z aplikace kompostu na půdu. Tyto aspekty tvoří základ pro správný a bezproblémový proces kompostování respektive pro celý proces úpravy odpadů.

Dobře vyladěné a fungující odpadové hospodářství může představovat chloubu regionu.

7.7 Výhody a nevýhody MBU s aerobním zpracováním BRO

Mezi hlavní výhody celé linky MBU s aerobním zpracováním biologicky rozložitelného odpadu patří:

- Ušetření místa na skládkách snížením objemu ukládaného odpadu
- Snížení produkce skleníkových plynů
- Vytřídění recyklovatelných složek

Snížení objemu odpadu ukládaného na skládky až o 80%.[49] To má velký vliv na prodloužení životnosti skládky.

Technologie mechanicko – biologické úpravy odpadu snižuje produkci skládkového plynu až o 90% v porovnání s neupraveným SKO. Výsledný produkt (kompost) MBU může být velmi dobře zhutněn (cca 1.5 t. / m3). Důsledkem je nízká infiltrace vody, výrazné snížení průsakových vod až o 95%.[42]

Smysl budování zařízení na principu MBU je v naplnění legislativních plánů, třídění, materiálové recyklaci a snížení množství odpadu ukládaného na skládky.

Využívání kompostu pro vylepšení vlastností půdy v zemědělství, zahradnictví a ve veřejných parcích má několik výhod:[9]

- Kompost jako zdroj cenných minerálů a organického materiálu, včetně pomalu se uvolňujícího dusíku a fosforu
- Vylepšení pufrovací kapacity půdy
- Výzkumy ukázaly, že kompost je nejvíce účinný pro rostliny v aplikaci spolu s komerčními hnojivy - snižuje jejich potřebné množství
- Aplikace kompostu na půdu zlepšuje její strukturu, vylepšuje vodní a vzdušné charakteristiky v půdě
- Použití kompostu při remediacích

Aplikace kompostu na půdu Farrell (2009) může zvýšit výnosy plodin, v oblastech dříve industriálně využívaných. Zvyšujet kvalitu a strukturu půdy, čímž snižuje riziko půdní eroze.

Vhodné se jeví použití kompostu na remediaci kontaminovaných lokalit. Koncentrace těžkých kovů v KO je běžně velmi malá v porovnání s koncentracemi na těchto místech.

Výhody nízkonákladového procesu jsou vyváženy prodlouženou dobou potřebnou k biologickému rozkladu materiálu.

Mnoho pilotních projektů na úpravu odpadů selhalo. Selhání je většinou připisováno nedostatku porozumění biologickým procesům, vysoká cena mechanizace, vysoká ekonomická hodnota, nedostatečné roztřídění vstupujícího odpadu a nepochopení tržních podmínek.[20]

Jednu z nevýhod kompostování KO mohou představovat těžké kovy, které jsou přítomny v odpadu a které by limitovaly možnost využití kompostu.

Ekonomické a provozně správné provozování MBU linky vede ke zlepšení situace v regionu - v oblasti nakládání s odpady. Z čistého životního prostředí budou profitovat nejen obyvatelé, ale i region díky vyšší turistické atraktivitě.

8 Výsledek práce a diskuse

Analýzou současného stavu odpadového hospodářství ve státech přistupujících k EU bylo zjištěno, že implementace evropské legislativy probíhá a je na různých stupních vývoje.

Při porovnání problematiky odpadů balkánských zemí se studií Barton et al. (2008) prováděnou v rozvojových zemích, můžeme dojít k závěru, že se tyto země v problematice odpadového hospodářství velmi podobají. Především ve složení odpadu (Hoornweg et al., 1999) a nedostatcích způsobených zastaralou technikou

Při porovnání produkce KO v analyzovaných zemích se pohybuje v rozmezí 268 kg v Albánii – 416 kg/obyvatele/rok v Turecku. Při porovnání s produkcí států EU 27 (522 kg/obyvatel/rok)[12] dojdeme k závěru, že tyto země nedosahují takové

produkce jako rozvinuté evropské státy. Možnou příčinou je ekonomická úroveň těchto států. Nízká koupěschopnost obyvatelstva vede i k menší spotřebě věcí. Navzdory relativně malé produkci KO, představuje obecně odpad velký problém, a to především díky jeho nevhodnému ukládání. Častým úkazem v popisovaných zemích je jeho odhazování kolem řek a silnic.

Dále bylo zjištěno, že průměrný obsah organické složky v odpadu převyšuje 50 %. Vhodnou cestou pro úpravu odpadu v popisovaných zemích je aerobní fermentace organické frakce KO.

Münnich et al. (2006) uvádějí kompostování v trojúhelníkových hromadách s pomocí využití komínového efektu jako jednoduché, ekonomicky nenáročné a dostatečně zajišťující ochranu životního prostředí.

Z výsledku práce Barrington et al. (2002) vyplývá, že aktivní i pasivní způsoby aerace jsou ve výsledku srovnatelné. Jediný rozdíl byl pozorován v maximálních dosažených teplotách, aktivně aerovaný kompost dosahoval přibližně o 7 °C vyšší teploty.

Systém MBU je při vhodně zvoleném uspořádání investičně méně náročný, než běžně využívané systémy v evropských zemích. Investice do základního vybavení menší linky se pohybuje přibližně od 200 000 € (váha, překopávač, traktor, mobilní síto, drtič).

Výhody anaerobní fermentace (pozitivní energetická bilance, atd.) uváděné v Straka (2006) před kompostováním v těchto zemích jsou sice aplikovatelné, ale Barton et al. (2008) identifikoval kompostování jako první možnost na zvážení při odklonu od otevřeného skládkování v rozvojových zemích a toto tvrzení platí i pro analyzované státy.

Kompostováním lze dosáhnout snížení množství ukládaného odpadu na skládky a tím prodloužit její životnost. Zároveň se dosáhne snížení emisí skleníkových plynů.

Aby byla jakákoliv technologie úpravy odpadu aplikovatelná v těchto zemích ve větším měřítku, je potřeba navýšit poplatky za ukládání odpadu na skládky, eventuálně ekonomicky zvýhodnit zařízení na úpravu odpadu, případně zvýhodnit používání kompostu (digestátu) místo průmyslových hnojiv.

Při aplikaci kompostu na skládky, polní zkoušky Hurst et al. (2005) dokázaly, že kompost má schopnost snižovat pachové látky ze skládek až do 97%. Účinnost odstraňování roste s objemovou hmotností kompostu. Proto použití kompostu na denní překryv odpadu by mohlo snížit riziko emisí na veřejné zdraví v okolí skládky. Zabránění uvolňování jednotlivých složek vede ke snížení stížností na zápach a tím lepší vztahy mezi veřejností a firmou.

Vyřešení či částečné zlepšení oblasti nakládání s odpady zabere delší časový horizont. Důležité je zvýšit u lidí povědomí o důležitosti správného nakládání s odpady a jejich roli v tomto systému.

V popisovaných zemích je potřebné prosadit pilotní projekty na vylepšení OH v popisovaných zemích. Pilotní projekty mohou prokázat proveditelnost a udržitelnost nízkonákladových technologií v těchto regionech.

Aplikace mechanicko-biologické úpravy odpadů je v těchto zemích realizovatelná jen v případě použití modifikovaných nízkonákladových technologií. Jak vyplývá ze studie v Brazílii Münnich et al. (2006), kde investovali velké množství peněz do zařízení na úpravu odpadu. Byla zvolena cesta vysoce mechanizované úpravy odpadu, ale tyto stavby za pár let skončily z důvodu ekonomické neudržitelnosti.

Kvalita životního prostředí je velmi důležitá pro všechny Balkánské státy. Pokud chtějí i nadále udržet, či zvyšovat jejich turistickou atraktivitu je potřebné, aby své úsilí více zaměřily na oblast nakládání s odpady. Čisté ulice a životní prostředí bez odpadků jsou předpokladem pro spokojený život občanů těchto států.

Kompostování může být trvale udržitelnou volbou pro většinu nízko a středně příjmových zemí s omezeným rozpočtem pro nakládání s odpady.

9 Závěr

Na základě studia literárních článků, vědeckých publikací a dostupných dokumentů, považuji technologii mechanicko-biologické úpravy odpadu s aerobním zpracováním biologicky rozložitelné složky odpadu jako možnou cestu jak nakládat s komunálními odpady v analyzovaných státech.

V přistupujících a kandidátských zemích je situace v oblasti OH na dobré cestě. Tyto státy mají snahu a hlavně řeší své environmentální problémy. U států se statusem potenciálních kandidátů do EU je limitující jejich nízký domácí produkt. Obecný nedostatek financí vede k omezeným možnostem zlepšování úrovně OH.

Minimalizace vznikajícího odpadu bude pro tyto země velkou výzvou. Především pro Turecko představuje snížení množství skládkovaného odpadu při současném zvyšování populace velký problém.

Při správně zvolené modifikaci systému MBU, lze dosáhnout nízkých investičních a provozních nákladů na zpracování odpadu při zachování technologických standardů.

Obecně můžeme říci, že aplikace technologie MBU vede ke zlepšení situace v odpadovém hospodářství regionu. Může pomoci snížit nezaměstnanost a množství odpadu ukládaného (často) na nezabezpečené skládky.

Odpadové hospodářství komunálních odpadů ve městech je důležité pro udržení ekonomické, sociální a zdravotní stability městského života. Slabé řízení odpadů může vést k narušení ekonomického rozvoje regionu, šíření nemocí a nepohodlí.

Poznatky z této práce vedou k závěru, že úspěšné technologie na úpravu odpadů nemusí fungovat jen ve vyspělých zemích. Navzdory nižšímu rozpočtu lze vybudovat zařízení, které bude provozuschopné a udržitelné i v zemích s nízkými finančními možnostmi.

10 Seznam použité literatury

1) Agencia za zaštitu okoliša republike Hrvatske, gospodarenje otpadom, [cit. 2012-2-6], dostupné z: <http://www.azo.hr/Otpad>
2) Agentura pro ochranu životního prostředí republiky Srbska, odpad a nakládání s odpadem, [cit. 2012-2-8], dostupné z: <http://www.sepa.gov.rs/index.php?menu=9&id=202&akcija=showXlinked#a3>
3) Bačík, O. 2005. Jak na bioodpady? Zkušenosti z Německa (3), Biom.cz, ISSN: 1801-2655, [cit. 2012-03-31], Dostupné z <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/jak-na-bioodpady-zkusenosti-z-nemecka-3>
4) Barrington, S., Choinière, D., Trigui, M., Knight, W. 2003. Compost convective airflow under passive aeration, Bioresource Technology, roč. 86, číslo 3, str. 259-266, ISSN 0960-8524, [cit. 2012-3-14], dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852402001554>
5) Barton, J.R., Issaias, I., Stentiford E. I. 2008. Carbon – Making the right choice for waste management in developing countries, Waste Management, roč. 28, číslo 4, str. 690-698, ISSN 0956-053X, [cit. 2011-12-12], dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X0700342X>
6) Central intelligence agency. The world factbook [online]. [cit. 2012-03-28]. Dostupné z: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>
7) Česká rozvojová agentura: Rozvoj odpadového hospodářství v oblasti města Valjevo. [online]. [cit. 2012-03-28]. Dostupné z:<http://www.czda.cz/cra/projekty/srbsko/rozvoj-odpadoveho-hospodarstvi-v-oblasti-mesta-valjevo.htm>
8) Document of The World Bank, implementation completion and results report to the government of bosnia and herzegovina for a solid waste management project (Report No: ICR00001647),2010, 22 str., [cit. 2011-10-30], dostupné z: <http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2011/10/12/000386194_20111012014501/Rendered/INDEX/ICR16470P057950Official0Use0Only090.txt>
9) Dulac, N. 2001. The organic waste flow in integrated sustainable waste management, Tools for decison-makers, Experiences from the Urban Waste Expertise Programme (1995-2001), ISBN: 90-76739-02-7, Netherlands, 52 str. [cit. 2011-12-30], dostupné z: <http://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/DULAC%202001%20Organic%20Waste%20Flow%20in%20ISWM.pdf>
10) Dvořáček, T., Rosenberg T., Urban, J. 2009. Příprava výzvy k předkládání žádostí na projekty zařízení mechanicko-biologické úpravy odpadu a příslušné infrastruktury a výzvy na úpravu kotlu za účelem splnění pro spoluspalování odpadu, Bioprofit s.r.o. Praha. 70 str.
11) ETC Consulting Group s.r.o., Mechanicko – biologická úprava. [online]. [cit. 20011-12-18]. Dostupné z: <http://www.mbu.cz/cz/Cojembu.php>
12) European environment agency, [cit. 2012-03-27], dostupné z: <http://www.eea.europa.eu/>
13) Evropská komise, popis jednotlivých zemí, [cit. 2012-1-15], dostupné z: <http://europa.eu/about-eu/countries/index_cs.htm>
14) Farrell, m., Jones, L., D. 2009. Critical evaluation of municipal solid waste composting and potential compost markets, Bioresource Technology, svazek 100, číslo 19, str. 4301-4310, ISSN 0960-8524, [cit. 2012-1-30], dostupné z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852409004167>
15) Finn, R. K. 2007. A study of the households' willingness to contribute to an improved solid waste management program in Kratovo, Macedonia, Michigan technological university, 83 str., [cit. 2012-1-3], dostupné z: <http://www.cee.mtu.edu/peacecorps/studentfiles/Finn_Final_Report.pdf>
16) Fricke, K., Santen, H., Bidlingmaier, W. 2001. Biotechnological processes for solving waste management problems in less economically developed countries. In: Proceedings of 8th International Waste Management and Landfill Symposium, Cagliari,Italy, ročník.5., str. 181–194
17) Habart, J., Hrčka, M., Humplík, M., Marešová, K. 2009. Příprava a výstavba kompostáren využívajících biologicky rozložitelné odpady z domácností a údržby městské zeleně, Státní fond životního prostředí ČR, Praha, 20 str., [cit. 2012-3-1], dostupné z: <http://www.opzp.cz/soubor-ke-stazeni/20/6021-08_2009_kompost_09_11_18web.pdf>
18) Hensley, B., Nepal, S., Keddy, S., Wei-Ting, 2006. Modernizing Solid Waste Management in Rural Macedonia, Appendix B ,Life cycle analysis of anaerobic digester vs. Composting in the city of Kratovo, Macedonia, Environmental engineering sciences, str. 35, [cit. 2012-1-5], dostupné z: <http://www.ewbuf.org/docs/ISWMP-AB.pdf>

19) Hnilo, V., 2011. Právní režim skládek odpadů, Diplomová práce. Masarykova univerzita, Právnická fakulta. [cit. 2012-03-27], dostupné z: <http://is.muni.cz/th/199287/pravf_m/>
20) Hoornweg, D., Thomas, L., Otten, L., 1999. Composting and its applicability in developing countries, urban waste management, working paper series 8, The world bank, USA, [cit. 2012-03-31], dostupné z: <http://www.web-resol.org/textos/compostagem_banco%20mundial.pdf>
21) Hristovski, K., Olson, L., Hild, N.,Peterson, D., Burge, S. 2007. The municipal solid waste system and solid waste characterization at the municipality of Veles, Macedonia, Waste Management, roč. 27, číslo 11, str. 1680-1689, ISSN 0956-053X, [cit. 2012-2-29], dostupné z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X06002662>
22) Hurst, C., Longhurst, P, Pollard, P., Smith, R., Jefferson, B, Gronow, J. 2005. Assessment of municipal waste compost as a daily cover material for odour control at landfill sites, Environmental Pollution, číslo 135 roč. 1, str. 171-177, ISSN 0269-7491, [cit. 2012-3-12], dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749104003768>
23) Huvaj-Sarihan, N., Stark, D. T. 2008. Back-analyses of landfill slope failures, 6th international conference on case histories in geotechnical engineering, Arlington, VA, 11. – 16. srpna 2008, [cit. 2012-03-30]. Dostupné z: <https://netfiles.uiuc.edu/tstark/website/Conference_Publications/CP84.pdf>
24) Juniper Consultancy Services Ltd. 2005. Mechanical-Biological-Treatment: A Guide for Decision Makers Processes, Policies and Markets. [cit.2011-11-30] Dostupné také z: <http://www.cti2000.it/Bionett/BioG-2005-004%20MBT_Annexe%20A_Final_Revised.pdf>.
25) Kanat, G., Demir, A., Ozkaya, B., Bilgili,M.S. 2006. Addressing the operational problems in a composting and recycling plant, Waste Management, roč. 26, číslo 12, str. 1384-1391, ISSN 0956-053X, [cit. 2012-2-20], dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X06000031>
26) Kára, J., Pastorek, Z., Jelínek, A.,2002 Kompostování zbytkové biomasy, Biom.cz, ISSN: 1801-2655, [cit. 2012-03-23]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kompostovani-zbytkove-biomasy>
27) Klundert, v. d. A., Anschutz, J. 2001. Integrated sustainable waste management. A set of five tools for decision-makers. Experiences from the urban waste expertise programme 1995–2001, Waste Advisers on Urban Environment and Development, The Netherlands 2001 ISBN: 90-76639-02-7
28) Köse, Ö., H.m Ayaz, S., Köroğlu, B. 2007. Waste management in Turkey – national regulations and evaluation of implementation results,Turkey, [cit. 2012-1-10], dostupné z: <http://www.sayistay.gov.tr/english_tca/Performance/TCA_Waste_Management_Report.pdf>
29) Lornage, R., Redon, E., Lagier, T., Hébé, I., Carré, J. 2007. Performance of a low cost MBT prior to landfilling: Study of the biological treatment of size reduced MSW without mechanical sorting, Waste Management, svazek 27, číslo 12, str. 1755-1764, ISSN 0956-053X, [cit. 2012-1-21], dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X06003254>
30) Metin, E.,Eröztürk, A.,Neyim, C. 2003. Solid waste management practices and review of recovery and recycling operations in Turkey, Waste Management, roč.23, 49slo 5, str. 425-432, ISSN 0956-053X, cit. [2012-12-1], Dostupné z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X03000709>
31) Municipal waste 2010, State statistical office: Environment news realese, Skopje, republic of Macedonia
32) Municipal waste statistics 2010. TurkStat, Press release 2012, Republic of Turkey
33) Münnich, K., Mahler, C.F., Fricke, K. 2006. Pilot project of mechanical-biological treatment of waste in Brazil, Waste Management, svazek 26, číslo 2, str. 150-157, ISSN 0956-053X, [cit. 2012-2-11], dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X05002187>
34) Nevenko, H., Cero, M. 2010. State of the environment in the federation of Bosnia and Herzegovina, Federal ministry of environment and tourism, Bosnia and Herzegovina, 88 str., ISBN 978-9958-9089-9-6, [cit. 2012-1-9], dostupné z: <http://www.fmoit.gov.ba/download/State%20of%20The%20Environment%20in%20Federation%20of%20Bosnia%20and%20Herzegovina.pdf>
35) Östlund, C. 2009. Comparative study of solid waste management in Macedonia and Sweden, Swedish environmental protection agency, Stockholm, [cit. 2011-12-1], dostupné z: <http://www.moepp.gov.mk/WBStorage/Files/Improved%20System%20for%20Communal%20Waste%20Management.pdf>
36) Plíva, P., Jelínek, A., Kollárová, M: 2005. Využití technických prostředků pro technologii zpracování bioodpadu kontrolovaným kompostováním na malých hromadách, Biom.cz, ISSN: 1801-2655, [cit.

2012-04-03], dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-technickych-prostredku-pro-technologii-zpracovani-bioodpadu-kontrolovanym-kompostovanim-na-malych-hromadach>
37) Plíva, P., Kollárová, M. Kompostování na volné ploše, [cit. 2012-3-22], Dostupné z: <http://svt.pi.gin.cz/vuztweb/doc/clanky/zivotniprostredi/VUZT14Kompost.pdf?menuid=150>
38) Preparation and Implementation of a Republic-Level Solid Waste Strategic Master Plan Republic of Montenegro, Podgorica, Montenegro, [cit. 2011-12-23], dostupné z: <http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=republic-level%20waste%20strategic%20master%20plan%2C%20montenegro&source=web&cd=1&ved=0CCYQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.mipa.co.me%2Fuserfiles%2Ffile%2FRepublic-Level%2520Waste%2520Strategic%2520Master%2520Plan%2C%2520Montenegro.pdf&ei=eWlzT5mAHsSq0QWj9t3wDw&usg=AFQjCNG3XalVdhaXGvxMEUBoxyKI63BBkg>
39) Richard, L. T. 1992. Municipal solid waste composting: Physical and biological processing, Biomass and Bioenergy, svazek 3, číslo 3–4, str 163-180, ISSN 0961-9534, [cit. 2011-12-12], dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/096195349290024K>
40) Schneider, R. S. 2008. Sustainable Environmental Management in Croatia – Waste and Climate Change, NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security, str. 75-85, DOI: 10.1007/978-1-4020-8494-2_6, [cit. 2012-1-22], dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-8494-2_6>
41) Sirotková, D. 2006. Legislativa biologicky rozložitelných odpadů, Biom.cz, ISSN: 1801-2655, [cit. 2012-03-07]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/legislativa-biologicky-rozlozitelnych-odpadu>
42) Smith, A., Brown, K., Ogilvie, S., Rushton, K., Bates, J. 2001. Waste management options and climate change, Brussels 2001, ISBN 92-894-1733-1, [cit. 2012-3-13], Dostupné z: <http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/climate_change.pdf>
43) Statistical office of the republic of Serbia: ECO-BULLETIN 2010[online]. Belgrad, 2011, ISSN 0354-3641, [cit. 2012-03-28], dostupné z: <http://webrzs.stat.gov.rs/WebSite/repository/documents/00/00/52/89/EKOBILTEN-2010.pdf>
44) Straka, F. 2006. Bioplyn: příručka pro výuku, projekci a provoz bioplynových systémů. II. rozšířené a doplněné vydání. Praha: GAS s.r.o. Říčany. 706 str., ISBN 80-7328-090-6.
45) Šiljeg, M., 2011. Agencija za zaštitu okoliša, odabrani pokazatelji stanja okoliša u republici Hrvatskoj 2011. [online]. Zagreb, ISBN 978-953-7582-06-7, [cit. 2012-03-27].dostupné z: <http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCcQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.azo.hr%2Flgs.axd%3Ft%3D16%26id%3D4215&ei=gDByT6ecM-eL4gSHzZH4Dg&usg=AFQjCNGjsRMFXTGJ_5udm8HV2ciwOWWJkA&sig2=0bcTvlZl1g2nEbJlazzZLA>
46) Thomas-Hope, C. 1998 .Solid waste management: Critical Issues for developing countries, Canoe Press, ISBN 976-8125-43-8, str. 16 -17.
47) Turan, N.G., Coruh, S.,, Akdemir, A., Ergun, N. 2009. Municipal solid waste management strategies in Turkey, Waste Management, roč. 29, číslo 1, str. 465-469, ISSN 0956-053X, [cit. 20.2.2012], dosupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X08001748>
48) Váňa, J, 2002. Kompostování biodegradabilních odpadů v České republice, Biom.cz, ISSN: 1801-2655, [cit. 2012-03-14]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kompostovani-biodegradabilnich-odpadu-v-ceske-republice>
49) Váňa, J. 2003. Mechanicko - biologická úprava odpadů, Biom.cz, ISSN: 1801-265, [cit. 2012-03-27]. Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/mechanicko-biologicka-uprava-odpadu>
50) Velis,C. A., Longhurst, J.P., Drew, H. G., Smith, R., Pollard, S.J.T. 2008. Biodrying for mechanical–biological treatment of wastes: A review of process science and engineering, Bioresource Technology, svazek 100, číslo 11, str. 2747-2761, ISSN 0960-8524, [cit. 2012-2-12], dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852408010912>
51) Waste from production activities in 2010, federal office of statistics, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, 2011 [cit. 2012-04-01]. ISSN 1840-3478.
52) Water use and protection against pollution in the industry, and quantity of collected municipal waste in Montenegro 2010, Montenegro statistical office release no. 178, Podgorica, Montenegro

Právní předpisy

Albánská národní strategie pro nakládání s odpady, Komise Evropského společenství 2010

Federalna strategija zaštite okoliša 2008-2018, Federacij Bosne i Hercegovine

Federalni plan upravljanja otpadom za razdoblje 2012-2017, Federalno ministarstvo okoliša i turizma, Bosna i Hercegovina.

Nacionalna strategija zaštite okoliša , Narodne novine, 82/94. i 128/99, Republika Hrvatska

National Environment Strategy, 2006. Ministry of the Environment, Forests and Water Administration

National Waste Management Plan (2009 - 2015) of the Republic of Macedonia

National Waste Management Plan, 1998, National Environment Agency Albania

National waste strategy for Albania, 2010. Implementation of national plan for approximation of environmental legislation in Albania, Commission of European communities, on behalf of the Albanian government, Ref.: Help Europiane/124909/C/SER/AL

Plan gospodarenja otpadom u republici Hrvatskoj za razdoblje 2007. – 2015 Godine, Narodne novine NN 85/07, 126/10,31/11

Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008/ES ze dne 19.listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic, Úřední věstník L 312, p. str.30.

Směrnice Rady 1999/31/ES ze dne 26.dubna 1999 o skládkách odpadů, v platném znění, Úřední věstník L 182, str. 19

Solid Waste Control Regulation, Turkey (Official Newsletter dated: 14/03/1991; číslo: 20814)

Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske, Narodne novine, ze dne 14.listopadu 2005

Waste Management Strategy of the Republic of Macedonia (2008 - 2020)

The waste management plan in Montenegro for 2008-2012 ("Official Gazette", no.16/08)

The Waste Management Law of Montenegro (Official Gazette , no.80/05)

Zakon o otpadu, Narodne novine., 178/04, 111/06, 110/07, 60/08, 87/09, republika Hrvatske

11 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Jednotlivé kroky MBÚ odpadu[11] 17
Obrázek 2 – Schéma mechanicko-biologické stabilizace[11] 20
Obrázek 3 – Schéma machan.-fyzikální úpravy[11] 21
Obrázek 4 - Schéma vstupů a výstupů z MBU linky zdroj: www.mbt.landfill-site.com 22
Obrázek 5 – Mapa Evropy, země se statusem přistupujících, kandidátských a potenciálně kandidátských zemí k Evropské unii[13] 23
Obrázek 6 – Pasivně aerovaný kompost zdroj: www.elaw.org 53
Obrázek 7 – Diagram hmontnostích ztrát během procesu kompostování zdroj: VUZT 53
Obrázek 8 – Scavengers v akci zdroj: http://www.rheynsweert.nl/rhw/aware/scav.php 58

12 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Parametry zbtkového KO před a po zpracování metodou MBÚ [49] 18
Tabulka 2 – Průměrné složení KO v Turecku[30] 41
Tabulka 3 – Porovnání nákladů na provoz MBU[16] 56

13 SEZNAM GRAFŮ

graf 1 – Produkce KO v Chorvatské republice[45] 26
graf 2 – Složení KO v Chorvatské republice v hm. %[1] 26
graf 3 – Produkce KO v Makedonii[31] 30
graf 4 – Složení KO ve městě Veles (Makedonie) v hm. %[21] 31
graf 5 – Produkce KO v Srbsku[43] 34
graf 6 – Průměrné složení KO v Srbsku v hm. %[43] 34
graf 7 – Produkce komunálního odpadu v Černé Hoře[52] 37
graf 8 – Předpokládané složení KO v Černé Hoře v hm. %[38] 38
graf 9 – Produkce KO v turecku[32] 41
graf 10 – Produkce KO v Bosně a Hercegovině[51] 45
graf 11 – Produkce KO v Albánii[12] 49
graf 12 – Průměrné složení KO v albánii v hm. % 49

14 Přílohy

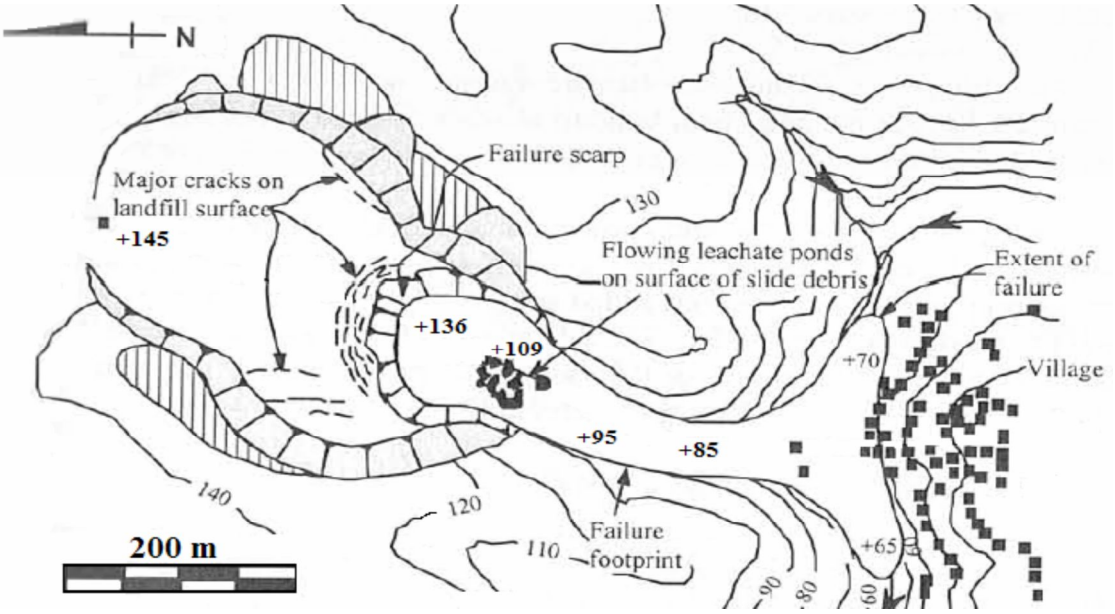
Příloha č.1 Neštěstí na skládce Ümraniye-Hekimbaşi, Turecko

Neštěstí se událo 28. Dubna 1993 na skládce Ümraniye-Hekimbaşi, asi 30 km od hlavního města Turecka Istanbulu.

Skládka je v provozu od roku 1972. Od té doby bylo denně ukládáno přibližně

1 500 – 2 000 tun odpadu denně a během provozu neprobíhalo žádné zhutňování navezeného odpadu.

Před samotným sesunem v polovině roku 1992, 3 - 5 metru demoličního odpadu a zeminy bylo navezeno na dříve nezhutněný odpad, materiál sloužil jako překryv odpadu. Tento odpad byl na skládku přijat částečně i z důvodu zvýšení příjmu provozovatele skládky. Zároveň svah vytvořený odpady, byl příliš strmý (3 vertikálně : 1 horizontálně). V den neštěstí, v důsledku nahromaděného skládkového plynu uvnitř tělesa skládky, došlo k explozi. Avšak samotný výbuch nebyl hlavní příčinou sesunu odpadu. Uvádí se, že spouštěcím mechanismem byly předchozí silné deště, které vedly k nasycení odpadu vodou. Výše zmíněné faktory vedly k nestabilitě tělesa skládky, které vyústily v sesuv odpadu (o objemu 500 000m3 až 1 000 000 m3). Sesun zasypal 11 domů a usmrtil 39 lidí.[23]



Obrázek – Plán skládky Ümraniye-Hekimbaşi