

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE**

FAKULTA ZÁHRADNÍCTVA A KRAJINNÉHO INŽINIERSTVA

NAKLADANIE S BIOLOGICKÝM ODPADOM V MESTE NITRA

Diplomová práca

Študijný program:	Krajinné inžinierstvo
Študijný odbor:	6.1.11 Krajinárstvo
Školiace pracovisko:	Katedra krajinného plánovania a pozemkových úprav
Školiteľ:	doc. Ing. Štefan Sklenár CSc.

Nitra 2010

Bc. Martin Michalička

Abstrakt

MICHALIČKA, Martin: Nakladanie s biologickým odpadom v meste Nitra. [Diplomová práca]. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva; Katedra krajinného plánovania a pozemkových úprav. Školiteľ: doc. Ing. Štefan Sklenár, CSc. Stupeň odbornej kvalifikácie: diplomant. Nitra: FZKI SPU, 2010

Hlavnou témou diplomovej práce je Nakladanie s biologickým odpadom v meste Nitra. Autor hodnotí nakladanie s biologicky rozložiteľným odpadom v meste Nitra, poukazuje na pozitívne, prípadne negatívne stránky pri hospodárení s týmto druhom odpadov. Charakterizuje množstvo vyprodukovaných biologicky rozložiteľných odpadov a ich spôsob zhodnotenia, prípadne zneškodnenia. Na základe získaných informácií autor navrhuje možné zlepšenia pri nakladaní s biologicky rozložiteľnými odpadmi v meste Nitra. Práca je rozdelená na 7 kapitol. Obsahuje 6 obrázkov a 12 tabuliek. Autor podáva výklad základných pojmov súvisiacich s nastolenou problematikou. Objasňuje problematiku odpadového hospodárstva a porovnáva legislatívne opatrenia a postupy pri nakladaní s biologicky rozložiteľným odpadom. V prvej kapitole podáva výklad termínov, ktoré súvisia s biologicky rozložiteľným odpadom. V druhej kapitole autor porovnáva právnu legislatívu v oblasti odpadového hospodárstva v Európskej únii a na Slovensku. V tretej charakterizuje postupy pri kompostovaní odpadu a anaeróbnej digescii. V štvrtej kapitole popisuje ciele práce a v nasledujúcej kapitole metodiku. V šiestej kapitole charakterizuje záujmové územie, súčasný stav v meste Nitra pri nakladaní s biologicky rozložiteľným odpadom a množstvá jednotlivých druhov odpadov v meste Nitra a vyhodnocuje získané údaje. V poslednej, siedmej, kapitole navrhuje postupy pre zlepšenie pri spracovaní biologicky rozložiteľných odpadov.

Kľúčové slová: biologicky rozložiteľné odpady, kompostovanie, kompost, anaeróbna digescia, recyklácia odpadov, Zákon 223/2001 o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov

Summary

MICHALIČKA, Martin: Biowaste management in the city of Nitra. [Master Thesis]. Slovak University of Agriculture in Nitra. Faculty of Horticulture and Landscape Engineering, Department of Landscape Planning and Land Consolidation. Academic Supervisor: doc. Ing. Štefan Sklenár, CSc. Qualification grade: Master of Engineering. Nitra: SPU FZKI, 2010

The main topic of the thesis is biowaste management in the city of Nitra. Author assesses the management of biodegradable waste in the city of Nitra and points to positive and also negative aspects in the management of this kind of waste. In addition, he measures the amount of biodegradable waste produced and he describes method of recovery or disposal of the waste in question. On the basis of the information gathered, the author suggests possible improvements in the area of management and treatment of the biodegradable waste in the city of Nitra.

The paper is divided into seven chapters. It contains six pictures and twelve graphs. In the first chapter, the author presents an interpretation of basic concepts related to the issues raised; he clarifies the subject of waste management and compares legislative provisions and procedures dealing with biodegradable waste.

In the second chapter, the author compares legislation in the field of waste management in the European Union and in the Slovak Republic. Third chapter deals with procedures for waste composting and anaerobic digestion. Fourth chapter describes aims of the thesis and the following chapter explains methodology of the research undertaken. Chapter six defines the territory of interest for the purposes of the research. Furthermore, data in regards to present situation in management of biodegradable waste and quantities of each kind of waste in the city of Nitra are gathered and evaluated in this chapter. In the last, seventh chapter, the author addresses possible areas of improvement and suggest procedures for enhancement of treatment of biodegradable waste.

Key words: biodegradable waste, composting, compost, anaerobic digestion, recycling of waste, Act 223/2001 on waste and amendments of certain acts.

ČESTNÉ VYHLÁSENIE

Podpísaný Martin Michalička vyhlasujem, že som diplomovú prácu na tému „Nakladanie s biologickým odpadom v meste Nitra" vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak hore uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 21. mája 2010

POĎAKOVANIE

Touto cestou chcem vysloviť poďakovanie doc. Ing. Štefanovi Sklenárovi CSc. a Ing. Miloslavovi Kramárovi za pomoc, rady, pripomienky a odborné vedenie a pri vypracovávaní diplomovej práce.

V Nitre 21. mája 2010

Obsah

Obsah	1
Zoznam ilustrácií:	8
Zoznam tabuliek:	9
Úvod.....	10
1. Pojmy	11
2. Legislatíva.....	14
2.1 Európska legislatíva	14
2.2 Slovenská legislatíva	18
3. Spôsoby spracovania biologicky rozložiteľných odpadov	21
3.1 Kompostovanie	21
3.1.1 Základy kompostovania.....	21
3.1.2 Fázy kompostovania	22
3.1.3 Pribeh kompostovacieho procesu	23
3.1.3.1 Doba potrebná na kompostovanie.....	23
3.1.3.2 Teplota kompostu	24
3.1.3.3 Vlhkosť kompostu	25
3.1.3.4 Obsah kyslíka.....	26
3.1.4 Spôsoby výroby kompostu	27
3.1.4.1 Kompostovanie na voľnej ploche	27
3.1.4.3 Kompostovanie v uzavretom, resp. polouzavretom zariadení.....	28
3.1.4.4 Kompostovanie vo vakoch.....	29
3.1.4.5 Vermikompostovanie.....	29
3.1.5 Kompostovanie v domácnosti	31
3.2. Anaeróbna digescia	32
3.2.1 Vstupné suroviny	32
3.2.2 Pomer C : N.....	32
3.2.3 Technológie	33
3.2.4 Bioplyn a jeho využitie.....	34
3.2.4.1 Fázy výroby bioplynu	34
3.2.4.2 Čistenie bioplynu	35
3.2.4.3 Využitie bioplynu	36
4. Cieľ diplomovej práce.....	37
5. Metodika	38
6. Charakteristika územia	40

6.1 Súčasný stav v meste Nitra	41
6.1.1 Nitrianske komunálne služby Marius Pedersen group	41
6.1.2 Zberové dvory	42
6.2 Výdavky mesta na nakladanie s odpadmi	43
6.2.1 Rozdelenie financií v odpadovom hospodárstve	44
6.3 Kompostáreň mesta Nitra.....	45
6.4 Čistička odpadových vôd	46
6.5 Bioplynová stanica v Kolíňanoch	47
6.6 Množstvo vyprodukovaných odpadov v meste Nitra.....	47
6.6.1 Celkové množstvo odpadov	47
6.6.2 Komunálne odpady	48
6.6.3 Vyseparované biologicky rozložiteľné odpady BRO.....	49
6.6.3.1 Zdroje BRO.....	50
6.6.3.2 Súčasný systém zberu	52
6.6.3.3 Porovnanie množstva vyseparovaných BRO a celkového množstva odpadov.....	52
6.6.3.4 Porovnanie množstva vyseparovaného BRO a KO	53
6.6.4 Možnosti zníženia KO	54
6.6.5 Návrh zberu BRO	56
7. Výsledky práce	58
Záver	61
Zoznam použitej literatúry	63
Prílohy:.....	67

Zoznam ilustrácií:

OBRÁZOK 1 Priebeh teploty pri kompostovaní v pásových hromadách

OBRÁZOK 2 Domáci priemyselne vyrobený komostér

OBRÁZOK 3 Mestské časti Nitry

OBRÁZOK 4 Ukážka zberu BRO spred rodinných domov

OBRÁZOK 5 Ukážka zberu BRO spred rodinných domov

OBRÁZOK 6 Návrh rozmiestnenia zberných dvorov

Zoznam tabuliek:

TABUĽKA 1 Výmera druhov pozemkov v ha

TABUĽKA 2 Výmera druhov pozemkov poľnohospodárskej pôdy v ha

TABUĽKA 3 Výška financií použitých na nakladanie s odpadmi

TABUĽKA 4 Náklady na nakladanie s odpadmi v tisícoch Sk

TABUĽKA 5 Celkové množstvo vyprodukovaného odpadu v meste Nitra

TABUĽKA 6 Množstvo komunálnych odpadov vyprodukovaných v meste Nitra

TABUĽKA 7 Množstvo vyseparovaného BRO v meste Nitra

TABUĽKA 8 Porovnanie množstva vyprodukovaných odpadov a vyseparovaného BRO v meste Nitra

TABUĽKA 9 Porovnanie množstva vyprodukovaných KO a vyseparovaného BRO v meste Nitra

TABUĽKA 10 Porovnanie množstva druhov vyprodukovaných odpadov v meste Nitra

TABUĽKA 11 Varianty návrhu na nákup odpadových nádob na BRO

TABUĽKA 12 Možné zníženie KO na základe zvýšenia vyseparovaného BRO

Úvod

„Čistota mesta je obrazom ducha a mysle ľudí, ktorí v ňom žijú.“

Citát gréckeho filozofa dokazuje, že problém odpadov nie je nový, ale uvedomovali si ho už obyvatelia antického Grécka. Pretože človek postupne vytvára stále väčšie množstvo odpadov, je potrebné venovať odpadovému hospodárstvu dostatočnú pozornosť. V minulosti, kým človek žil v súlade s prírodou a využíval prírodné materiály nebol problém s ich opätovným vrátením do kolobehu látok v prírode. Postupne však začal vytvárať syntetické a prírodným procesom dlho rozložiteľné látky. Tie po ukončení ich životnosti bolo nutné ukladať na skládky odpadov. Skládky odpadov z dlhodobého hľadiska predstavujú hrozbu pre životné prostredie, z dôvodu jeho kontaminácie. Z tohto dôvodu je nutné skládkovať čo možno najmenšie množstvo materiálov a recykláciou ich vracat späť do výrobného procesu.

Až 45 % hmotnosti komunálneho odpadu tvorí pre prírodu prirodzený, biologicky rozložiteľný odpad. Paradoxom je, že tento v prírode jednoducho rozložiteľný odpad skládkovaní spolu s ostatnými zložkami KO negatívne vplýva na ostatné skládkované zložky odpadu. Existuje niekoľko možných procesov recyklácie BRO, najjednoduchšie a najbežnejšie je ho recyklovať kompostovaním. Na konci tohto procesu vzniká prírodné hnojivo – kompost, ten je možné využiť vo veľkom aj v malom – v poľnohospodárstve aj jednotlivce vo vlastnej záhrade.

Z dôvodu neustáleho zvyšovania množstva odpadov je nutné zaviesť separáciu čo možno najväčšieho počtu zložiek odpadov, čím sa podarí nielen zlepšiť kvalitu životného prostredia, ale taktiež to prinesie ekonomické úspory v podobe znížených nákladov na ťažbu surovín.

V mojej práci som sa zamerlal na využitie BRO v meste Nitra, nakoľko v tomto meste žijem, taktiež som porovnával jednotlivé druhy recyklácie BRO, množstvá vzniknutého odpadu, pomer komunálneho a vyseparovaného odpadu.

1. Pojmy

Pre správne porozumeniu procesu kompostovania a jeho postupom je nutné najprv poznať význam termínov, ktoré s ním súvisia. Ich význam je možné nájsť na internetovej stránke venovanej biologicky rozložiteľným odpadom.

aeróbne kompostovanie - kompostovanie za dostatočného prístupu vzduchu nevyhnutného pre rozvoj aeróbnych mikroorganizmov potrebných pre rozklad organických látok;

anaeróbna digestia - premena biologicky rozložiteľného odpadu, bez prístupu vzduchu, pomocou metanogénnych baktérií, pri ktorej vzniká bioplyn a zvyšok - digestát

anaeróbny proces – proces prebiehajúci bez prístupu kyslíka

biologicky rozložiteľný komunálny odpad (BRKO) - akýkoľvek odpad, ktorý podlieha anaeróbnej a aeróbnej dekompozícii, ako je napríklad jedlo a záhradkársky odpad, ako aj papier a kartón vznikajúci v komunálnej sfére;

biologicky rozložiteľný odpad (bioodpad, organický odpad) (BRO) - akýkoľvek odpad, ktorý podlieha anaeróbnej a aeróbnej dekompozícii, ako je napríklad jedlo a záhradkársky odpad, ako aj papier a kartón;

bioodpad - biologicky rozložiteľný odpad

bioodpad kuchynský - biologicky rozložiteľný odpad z kuchyne - zvyšky z ovocia a zeleniny, zvyšky jedál, varená strava, chlieb, zvyšky použitého jedlého oleja, mäso a mliečne výrobky a pod. Obsahuje veľa dusíkatých látok ako napr. bielkoviny.

bioodpad zelený - biologicky rozložiteľný odpad zo záhrad, parkov, cintorínov - pokosená tráva, orezy stromov, konáre, zhrabané lístie, drewná šitepka, burina a pod. Obsahuje veľa uhlíkatých látok ako celulóza a lignín.

bioplyn - produkt rozkladu bioodpadu bez prístupu vzduchu pomocou mikroorganizmov; výsledný produkt anaeróbnej digestie (splyňovania bioodpadu); obsahuje : 55 - 70 % CH₄, 27 - 44 % CO₂, 1 - 3 % H₂, 0,1 - 1 % H₂S

bioplynová stanica - technologický celok, ktorý spracováva bioodpad formou anaeróbnej digestie a produkuje tak bioplyn a digestát

celkový dusík - súčet všetkých foriem dusíka (NH₃, NH₄, NO₃, NO₂);

cudzorodé látky - látky, ktoré nepriaznivo ovplyvňujú vyzrievanie kompostu, pôdnu úrodnosť, rast rastlín, alebo je ich príjem rastlinami nežiaduci s ohľadom na možnosť ohrozenia zdravia ľudí a zvierat a ďalej tie, ktorých hromadenie v pôde je nežiaduce;

digestát - vyhnitý zvyšok po anaeróbnej digescii

fermentácia - kvasenie pomocou mikroorganizmov

fermentor - hermeticky uzavreté zariadenie bioplynovej stanice, v ktorom prebieha fermentácia bioodpadu za anaeróbných podmienok a vyvíja sa bioplyn, ktorý sa odoberá z vrchnej časti fermentora; vzduchotesná nádoba s miešaním, ohrevom a odberom bioplynu

fugát - kvapalný zvyšok po odvodnení digestátu na kalolise (sušina je pod 1%)

fyto toxický - toxický pre rastliny;

geotextília - špeciálna netkaná textília, ktorá zabraňuje prístupu dažďovej vody k materiálu v zakládke, no umožňuje výmenu plynov v zakládke;

homogenita - rovnorodosť fyzikálnych vlastností a chemického zloženia zakládky kompostu, svedčiaca o správnom spracovaní surovín;

humus - súbor odumretých organických látok rastlinného a živočíšneho pôvodu nahromadených v pôde, ktoré sú v rôznom stupni rozkladu;

hygienizácia - proces, pri ktorom sa pôsobením vysokej teploty a času odstraňujú patogénne mikroorganizmy z bioodpadu. Podľa Nariadenia ES/1774/2002 musí byť kuchynský bioodpad hygienizovaný po dobu min. 1 hod. pri teplote min. 70 °C a pri max. veľkosti častíc 12 mm

hygienizačná jednotka - zariadenie na hygienizáciu bioodpadu

hygienizačný proces - odstraňuje alebo vedie k významnému zníženiu obsahu patogénnych mikroorganizmov, a tým i k redukcii zdravotného rizika spojeného s aplikáciou;

inhibícia - spomalenie

kogenerácia - súčasná výroba elektrickej energie a tepla v kogeneračnej jednotke spaľovaním energonosiča napr. bioplyn

kogeneračná jednotka - zariadenie na princípe spaľovacieho motora, ktoré spaľovaním energonosiča (napr. bioplyn) produkuje elektrickú energiu a súčasne využíva odpadové teplo spaľovania na výrobu teplej úžitkovej vody (ohrev skleníkov, domov, a pod.). Súčasným využitím odpadového tepla sa účinnosť kogeneračnej jednotky zvyšuje na

vyše 85 % v porovnaní s bežným spaľovacím motorom, ktorý dosahuje účinnosť 30 – 35 %

kompost - organické hnojivo, vznikajúce kompostovacím procesom, farby hnedej, sivohnedej až čiernej, drobovitej až hrudkovitej štruktúry, bez nerozpojitelných častíc, majúci deklarované kvalitatívne znaky;

kompostovací proces - prirodzený biochemický proces, pri ktorom z pôvodných organických látok pod vplyvom živých organizmov, obzvlášť mikroorganizmov, vzniká organické hnojivo – kompost;

ľahko rozložiteľné látky - látky, u ktorých prebieha proces rozkladu krátku dobu, alebo ich môžeme aplikovať aj priamo do pôdy (napr. maštalný hnoj, rašelina...);

nerozložiteľné prímеси - látky, ktoré sa pri procese kompostovania nemôžu meniť (hlavne kamene, kovy, plasty, sklo...)

metanogenéza - vývoj bioplynu pomocou metanogénnych baktérií, bez prístupu vzduchu

nerozpojitelné častice - častice rozmerov väčších ako 5 cm, ktoré nie je možné rozdrviť tlakom ruky, alebo ktoré bránia bezporuchovej prevádzke aplikačnej techniky;

obecné kompostovisko - vyčlenený priestor, kde prebieha zber BRO, ktorý vykonáva vyškolený pracovník od ľudí z určitej lokality (obce) s cieľom úpravy a následného spoločného kompostovania ich bioodpadu s ročnou maximálnou kapacitou vyrobeného kompostu do 10 ton;

organická látka - zlúčeniny uhlíka, vzniknuté na základe schopnosti tohto prvku vytvárať reťazce. Okrem uhlíka bývajú prítomné prvky – vodík, kyslík, dusík, fosfor, síra a ďalšie;

patogénne mikroorganizmy - mikroorganizmy, ktoré môžu vyvolať ochorenie ľudí a zvierat, rastlinných spoločenstiev;

prekopávka - premiešanie materiálu v zakládkach za účelom jeho homogenizácie a prevzdušnenia

proces mezofilný - 30 - 40 °C - priaznivá produkcia bioplynu, primeraný čas, primerané nároky na ohrev fermentora - najčastejšie používaný pri anaeróbnej digescii

proces psychrofilný - 15 - 20 °C - nízka produkcia bioplynu, dlhý čas, nízke nároky na ohrev fermentora

sledované látky - látky so sledovanými hraničnými hodnotami. Podľa STN 46 5735 Priemyselné komposty sú sledovanými látkami: arzén (As), kadmium (Cd), chróm (Cr), meď (Cu), ortuť (Hg), molybdén (Mo), nikel (Ni), olovo (Pb), zinok (Zn);

surovinová skladba - hmotnostný pomer jednotlivých odpadov (surovín) alebo hmôt, ktoré sa navážajú do kompostovacej zakládky;

ťažko rozložiteľné látky - látky, u ktorých prebieha proces rozkladu dlhodobo a neľahko, alebo ktoré je potrebné predfermentovať alebo upravovať (napr. drevná štiepka, stromová kôra, rohovina...);

technológia kompostovania - postup výroby kompostu zahŕňajúci hlavne prípravu surovín, postup ich navážania a úpravu zakládky, spôsob a termín prekopávok, zavlažovanie, minimálne teploty a doby pre ich udržanie a celkovú dobu dozrievania;

termofilný - s optimom teplôt medzi 45 – 70°C;

zakládka - zmes surovín organického pôvodu založená v rovnakom termíne;

zelený bioodpad - biologicky rozložiteľný odpad zo záhrad, parkov, cintorínov - pokosená tráva, orezy stromov, konáre, zhrabané lístie, drevná štiepka, burina a pod.

(<http://www.bioodpady.sk/slovník>)

2. Legislatíva

Legislatíva v oblasti odpadového hospodárstva a nakladania s odpadmi sa venuje najmä prevencii vzniku odpadov a následne keď už vzniknú tak je zameraná na ich možné znovu využitie a recykláciu. Ju nutné aby sa na skládky odpadov dostával odpad v čo najmenšej možnej miere. Podstatným cieľom legislatívnych opatrení venujúcich sa odpadovému hospodárstvu je predovšetkým ochrana ľudského zdravia a ochrana životného prostredia pred škodlivým účinkom činností, ktoré sú vykonávané v súvislosti so zberom, prepravou, úpravou, odstraňovaním a skladovaním odpadov. Jurík, Medovičová a Palšová opisujú hlavné časti v súčasnosti platných právnych predpisov.

2.1 Európska legislatíva

Legislatívu v oblasti odpadového hospodárstva európskej únie je možné rozčleniť do niekoľkých skupín podľa ich zamerania. Sú to najmä:

Európska rámcová smernica o odpadoch

Legislatíva EÚ o prevádzkových činnostiach v odpadovom hospodárstve – skládkovanie odpadov, spaľovanie odpadov

Legislatíva EÚ o špecifických druhoch odpadov – nebezpečné odpady, odpady z obalov

**Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2006/12/ES z 5. apríla 2006 o odpadoch
Úradný vestník-L114, 27/04/2006 S. 0009 – 0021**

Členské štáty prijímú vhodné opatrenia na podporu predchádzania alebo obmedzenia vzniku

odpadov a ich škodlivosti najmä:

- vývojom čistých technológií, pri ktorých používaní sa viac šetria prírodné zdroje;
- technickým rozvojom a marketingom výrobkov navrhnutých tak, aby spôsobom svojej výroby, použitia či zneškodnenia neprispievali k zvyšovaniu množstva alebo škodlivosti odpadov alebo nebezpečenstvu znečistenia;
- vývojom vhodných metód konečného zneškodňovania nebezpečných látok obsiahnutých v

odpadoch určených na zhodnocovanie;

Potrebné a vhodné opatrenia sa prijímú na podporu zhodnocovania odpadov prostredníctvom recyklácie, opätovného použitia alebo spätného získavania či akéhokoľvek iného procesu umožňujúceho získanie druhotných surovín, alebo využitia odpadov ako zdroja energie.

Pri riešení odpadového hospodárstva je nevyhnutné zabezpečiť, aby sa odpady zhodnocovali alebo zneškodňovali bez ohrozenia zdravia ľudí a bez použitia postupov alebo metód, ktoré

by mohli poškodiť životné prostredie, a najmä:

- a) bez ohrozovania vody, ovzdušia, pôdy, rastlín alebo živočíchov;
- b) bez obťažovania okolia hlukom alebo zápachom;
- c) bez nepriaznivého ovplyvňovania krajiny alebo miest osobitného záujmu.

Na to aby boli dosiahnutú ciele smernice vypracuje príslušný orgán Program odpadového hospodárstva (POH). Tieto plány sa vzťahujú najmä na:

- a) druh, množstvo a pôvod odpadov, ktoré sa majú zhodnocovať alebo zneškodňovať;
- b) všeobecné technické požiadavky;

- c) všetky osobitné opatrenia týkajúce sa určitých odpadov;
- d) vhodné miesta alebo zariadenia na zneškodňovanie odpadov.

Náklady na zneškodňovanie odpadov znáša držiteľ podľa zásady “znečisťovateľ platí”.

Obsahom smernice sú taktiež tri prílohy. Prvá príloha uvádza kategórie odpadu, kde sú za odpady zatriedené do skupín Q1 – Q16. V prílohe II.A je uvedených 15 možných spôsobov zneškodňovania odpadov a v prílohe II.B 13 spôsobov zhodnocovania odpadov. V poslednej prílohe sú obsiahnuté smernice, ktoré sa touto smernicou rušia.

Smernica 91/689/EHS Rady z 12. decembra 1991 o nebezpečnom odpade, Úradný vestník L 377, 31/12/1991 S. 0020 - 0027

Táto smernica dopĺňa rámčovú smernicu o odpadoch. Do kategórie nebezpečný odpad patria odpady, ktoré sú uvedené v prílohách I a II. Tieto odpady musia mať minimálne jednu alebo viac vlastností, ktoré sú uvedené v prílohe III. Podľa skupenstva môžeme rozoznávať nebezpečné odpady kvapalné, tuhé a vo forme kalov.

Rozhodnutie (2000/S32/EG) Komisie z 3. mája 2000 o nebezpečných odpadoch (Európsky katalóg odpadov) Úradný vestník L 226 , 06/09/2000 S. 0003 – 0024

Podľa článku 2 sú nebezpečné odpady látky, majúce jednu alebo viac z uvedených vlastností:

- bod horenia do 55 °C
- celková koncentrácia viac ako 0,1 % jednej alebo viac obsiahnutých veľmi jedovatých látok
- celková koncentrácia viac ako 3 % jednej alebo viacerých obsiahnutých jedovatých látok
- celková koncentrácia viac ako 25 % jednej alebo viacerých obsiahnutých zdraviu škodlivých látok
- celková koncentrácia viac ako 1 % jednej alebo viacerých obsiahnutých zdraviu škodlivých látok

Smernica Rady 1999/31/ES z 26. apríla 1999 o skládkach odpadov, Úradný vestník L 182,16/07/1999 S. 0001 – 0019

Základné ciele smernice:

- je potrebné podporovať prevenciu vzniku odpadu, recykláciu a zhodnocovanie odpadu, ako aj využívanie druhotných surovín a energie získaných zo spracovania odpadu, s cieľom chrániť prírodné zdroje a vyhnúť sa nehospodárnemu využívaniu pôdy;
- je potrebné ďalšie zváženie otázok týkajúcich sa spaľovania komunálneho odpadu a odpadu, ktorý nie je nebezpečný, kompostovania, biologického získavania metánového plynu zo skládok odpadu a spracovania kalov z bagrovania dna vodných tokov alebo plôch;
- podľa princípu "znečisťovateľ platí" je potrebné brať do úvahy okrem iného aj všetky škody na životnom prostredí spôsobované skládkou;
- je potrebné prijať opatrenia na zabezpečenie toho, aby cena účtovaná za uloženie odpadu na skládku pokrývala všetky náklady vynaložené na jej zriadenie a prevádzku, vrátane, pokiaľ je to vhodné, finančnej rezervy alebo jej ekvivalentu, ktoré musí prevádzkovateľ poskytnúť, ako aj odhadované-náklady na- uzatvorenie skládky; vrátane nákladov potrebných na starostlivosť o skládku po skončení prevádzky.

Vďaka tejto smernici sa má zabezpečiť, aby sa postupne znižovalo množstvo biodegradovateľných komunálnych odpadov zneškodňovaných skládkovaním na 35 % celkového množstva biodegradovateľného odpadu oproti stavu z roku 1995. Každý členský štát musí zabezpečiť, aby sa na skládky neprijímali kvapalné a nebezpečné odpady. Taktiež je zakázané zriedovať zmes odpadu, za účelom splnenia akceptačných kritérií.

Členské štáty taktiež musia prijať opatrenia, ktoré zabezpečia aby prevádzkovateľ skládky mal potrebné finančné prostriedky na uzatvorenie skládky a starostlivosť o ňu na dobu minimálne 30 rokov po jej uzatvorení.

Smernica obsahuje tri prílohy. Prvá – Všeobecné požiadavky pre všetky triedy skládok sa venuje priestorovému umiestneniu skládok v krajine. Sú tu obsiahnuté nariadenia, ktoré ju nutné dodržať, aby bola zachovaná bezpečnosť zdravia obyvateľstva a ochrana prírody a krajiny. Zvýšená pozornosť sa venuje ochrane pred priesakmi zo skládky do podzemných vôd a úniku skládkových plynov do ovzdušia.

Tretia príloha obsahuje postupy pre kontrolu a monitorovanie skládky počas prevádzky a taktiež po jej uzavretí.

2.2 Slovenská legislatíva

Členstvo Slovenskej republiky v EÚ jej ukladá povinnosti implementovať jej smernice do slovenských zákonov. Preto legislatíva SR je v mnohom podobná až rovnaká ako legislatíva EÚ ako celku. Priority v oblasti odpadového hospodárstva sú vyjadrené v Programe odpadového hospodárstva SR 2005-2010. Odpadové hospodárstvo SR sa riadi týmito princípmi:

prevencia v odpadovom hospodárstve

predchádzať vzniku odpadov a obmedzovať ich tvorbu

vývojom vhodných metód zneškodňovania nebezpečných látok

Zákon 223/2001 Z.z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov

Zákon upravuje pôsobnosť orgánov štátnej správy a obcí, práva a povinnosti fyzických a právnických osôb pri predchádzaní vzniku odpadov a nakladaní s nimi, sankcie za jeho porušenie a zriadenie Recyklačného fondu.

Účelom odpadového hospodárstva je v zmysle zákona:

a) predchádzať vzniku odpadov a obmedzovať ich tvorbu najmä

- rozvojom technológií šetriacich prírodné zdroje,

- výrobou výrobkov, ktorá rovnako ako výsledné výrobky čo možno najmenej zvyšuje množstvo odpadov a čo možno najviac znižuje znečisťovanie životného prostredia,

- vývojom vhodných metód zneškodňovania nebezpečných látok obsiahnutých v odpadoch určených na zhodnotenie,

b) zhodnocovať odpady recykláciou, opätovným použitím alebo inými procesmi umožňujúcimi získavanie druhotných surovín, ak nie je možný alebo účelný iný skôr uvedený

postup,

c) využívať odpady ako zdroj energie, ak nie je možný iný predchádzajúci postup,

d) zneškodňovať odpady spôsobom neohrozujúcim zdravie ľudí a nepoškodzujúcim životné prostredie nad mieru ustanovenú zákonom.

Program odpadového hospodárstva (POH)

je to základný strategický dokument odpadového hospodárstva

má ho povinnosť vypracovať PO alebo FO – podnikateľ, ktorého ročná produkcia prevyšuje 500 kg nebezpečných odpadov alebo 10 ton ostatných odpadov

vypracováva sa na obdobie 5 rokov

obsahuje záväznú a smernú časť

Zákon sa taktiež zaväzuje vytvárať finančnú rezervu prevádzkovateľovi skládky, aby ju bolo možné uzatvoriť, rekultivovať a následne monitorovať.

V piatej časti sa zákon venuje nakladaniu s odpadom, nebezpečným odpadom a polychlórovanými bifenyli. V tejto časti sa uskutočnila aj posledná úprava s účinnosťou od 1.1.2010 venujúca sa povinnosti obcí zaviesť separovaný zber papiera, plastov, kovov a skla.

Na základe tohto zákona sa taktiež zriaďuje Recyklačný fond. Je to neštátny účelový fond, v ktorom sa sústreďujú peňažné prostriedky na podporu zberu, zhodnotenia a spracovania:

- a) opotrebovaných batérií a akumulátorov
- b) odpadových olejov
- c) opotrebovaných pneumatík
- d) viacvrstvových kombinovaných materiálov
- e) elektrozariadení
- f) plastov
- g) papiera
- h) skla
- i) vozidiel
- j) odpadov z kovových obalov

V desiatej časti sú určené orgány štátnej správy a pole ich pôsobnosti. V jedenástej časti sú určené sankcie za porušenie tohto zákona. V niektorých prípadoch je možné uložiť pokutu a ž do výšky 165 969, 59 eura.

Zákon obsahuje celkovo sedem príloh, ktoré uvádzajú kategórie pre zaradenie odpadov, ich vlastnosti alebo spôsoby nakladania s odpadmi.

Vyhláška Ministerstva životného prostredia SR č. 283/2001 o vykonaní niektorých ustanovení zákona o odpadoch

Táto vyhláška upravuje podrobnosti o obsahu programov odpadového hospodárstva o spôsobe vypracúvania programu kraja, programu okresu, programu pôvodcu odpadu, programu držiteľa polychlórovaných bifenylov a programu obce; obsah a spôsob vedenia a uchovávanía evidencie odpadov; podrobnosti o spôsobe označovania batérií a akumulátorov; podrobnosti o nakladaní s odpadmi, požiadavky na zariadenia na nakladanie s odpadmi, podrobnosti o prevádzkovaní zariadenia na nakladanie s odpadmi.

Taktiež je podľa zákona obec je povinná separovať biologicky rozložiteľný odpad podľa stratégie nakladania s biologicky rozložiteľným odpadom schválenej vládou Slovenskej republiky.

Vyhláška Ministerstva životného prostredia SR č. 284/2001 ktorou sa ustanovuje Katalóg odpadov

Katalóg odpadov tvoria:

- a) zoznam skupín, podskupín a druhov odpadov
- b) zoznam nebezpečných vlastností odpadov podľa Bazilejského dohovoru,
- c) zoznam skupín odpadov podliehajúcich režimu kontroly a zoznam škodlivín podľa Bazilejského dohovoru
- d) zoznam kritérií na posudzovanie nebezpečných vlastností odpadov

Podľa katalógu odpadov je biologicky rozložiteľný odpad za radený v kategórií ostatný odpad s číslom 20 02 01.

STN 465735 Priemyselné komposty

Ustanovuje hlavné akostné znaky kompostu a obmedzuje stopové toxické prvky v bioodpadoch použitých pri výrobe kompostu. Jednotlivé znaky sú uvedené v prílohách.

3. Spôsoby spracovania biologicky rozložiteľných odpadov

Biologicky rozložiteľné odpady (BRO) sú najväčšou zložkou komunálnych odpadov, ktoré sú podľa zákona charakterizované podľa zákona 223/2001 o odpadoch ako odpady z domácností, záhrad, chát, garáží, parkovísk vznikajúce na území obce, taktiež odpady z čistenia verejných komunikácií, pri údržbe verejnej zelene vrátane parkov a cintorínov.

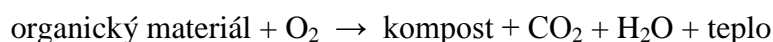
Rovnako ako všetky oblasti v živote, ani (BRO) nemajú len jeden spôsob spracovania a je možné pri nich použiť rozličné postupy a technológie na ich využitie. Každý z nich má pozitíva, ale aj negatíva, každý je viac alebo menej ohľaduplný k životnému prostrediu, každého finančná nákladnosť je rozdielna.

3.1 Kompostovanie

3.1.1 Základy kompostovania

Kompostovanie je proces, ktorý prebieha za aeróbných podmienok a dochádza pri ňom k rozkladu organických látok v kompostovaných materiáloch, kde jeho výsledkom je stabilizácia nestabilných organických surovín na stabilný produkt – kompost. Pri tomto procese dochádza k zníženiu objemu a hmotnosti, poklesu vlhkosti a potlačeniu nežiaducich organizmov v pôvodných surovinách.

Zjednodušená rovnica kompostovania:



Všetky zmeny sú spôsobené mikroorganizmami, tie rozkladajú vyššie organické molekuly na jednoduchšie zlúčeniny a prvky. Rovnako ako pri iných chemických reakciách je aj pri kompostovaní dôležitá rýchlosť chemickej reakcie, čiže rýchlosť premeny organických látok na kompost. Aby boli zaistené optimálne podmienky pre proces kompostovania za aeróbných podmienok je nutné dodržiavať niekoľko technologických predpokladov:

- zvoliť vhodnú technológiu kompostovania
- previesť kontrolu fyzikálnych, chemických a mikrobiologických vlastností kompostovaných surovín

- vhodne skladovať suroviny, prípadne použiť ich úpravu pred založením kompostu
- zvolit' vhodnú receptúru zakládky
- kompostovať dostatočne dlhú dobu
- monitorovať priebeh kompostovacieho procesu
- rozhodnúť, či je kompost dostatočne zrelý a stabilizovaný
- používať vhodné mechanizmy

3.1.2 Fázy kompostovania

Kompostovanie prebieha v štyroch postupne nasledujúcich fázach. Prechod medzi nimi je plynulý a jednotlivé štádiá sa nedajú presne oddeliť. Dĺžka jednotlivých fáz závisí od materiálu a použitej kompostovacej technológie.

Fáza odbúravania

Mikrobiologickou činnosťou prebieha rozklad v prvých dňoch veľmi rýchlo. Teplota môže dosiahnuť (v závislosti od vstupných materiálov) až 65°C. Ľahko odbúrateľné makromolekuly, ako bielkoviny a škrob, podporujú rozmnožovanie a činnosť baktérií. Ich látkovou výmenou vzniká teplo. Jednoduché molekuly, ktoré vznikli rozkladom makromolekúl, odchádzajú z kompostu ako plyny alebo vo výluhu, alebo sú využité pre tvorbu buniek mikroorganizmov či humusových látok (v ďalších fázach). Po 3 - 6 týždňoch tieto odbúravacie baktérie odumierajú a slúžia ďalším mikroorganizmom a hubám ako potrava. Teplota postupne klesá.

Fáza prestavby

Ťažko odbúrateľné látky ako kryštalická celulóza a lignín sú rozkladané hubami. Mikrobiologická činnosť ustupuje. Pri procesoch prestavby bielkovinového materiálu sa uvoľňuje amoniak. Nastupuje tvorba dusičnanov. Teplota sa pohybuje medzi 30 - 45°C. Už čiastočne rozložený kompost postupne klesá (zosadá).

Fáza výstavby

Nastupuje tvorba humusových látok a hromadné rozmnožovanie malých živočíchov ako roztočov, chvostoskokov, nematód, ktoré brzdia rast húb. Prichádzajú aj

niektoré druhy dážďoviek, zodpovedné za tvorbu stabilných hrudiek alebo koprolytov, čo sú dážďovkové výkaly, ktoré majú dobré hnojivové a fytosanitárne vlastnosti.

Fáza stabilizácie a dozrievania

Prechod do poslednej fázy je plynulý. Tvorba humusu a mineralizácia končia. Kompostovacie dážďovky opúšťajú kompostovaciú kopu. Vzniknutý zrelý kompost obsahuje dlhodobo viazané živiny a prispieva k vylepšeniu pôdy. Humusové látky mu dávajú tmavohnedú farbu. Lhká a hrudkovitá štruktúra napovedá o dokončenom procese rozkladu.

(<http://www.biodpady.sk>)

3.1.3 Priebeh kompostovacieho procesu

3.1.3.1 Doba potrebná na kompostovanie

Doba, ktorá je potrebná na premenu organických odpadov na stabilizovaný kompost je závislý na mnohých faktoroch. Ako uvádza Plíva čas za ktorý sa rozložia organické odpady ovplyvňuje predovšetkým pomer C:N, vlhkosť, teplota, obsah kyslíka, a charakter kompostovanej biomasy.

Dĺžka periódy kompostovania je závislá aj na predpokladanom využití výsledného produktu. V niektorých prípadoch nie je nutné, aby kompost bol úplne stabilizovaný. Napríklad v prípade aplikácie kompostu v dostatočne dlhej dobe pred siatím, ktorá zaručí jeho dozretie na poli. Menej zrelé komposty sú dobrým zdrojom rastlinných živín a naopak vyzreté komposty zvyšujú účinky minerálnych hnojív.

Pre zaistenie optimálnej doby kompostovania je nutné monitorovať určité fyzikálne, fyzikálno-chemické, chemické a mikrobiologické vlastnosti spracovávaných surovín a kompostu, aby bolo možné v prípade, že v aktuálnych hodnotách príde k odchýleniu od optimálnych previesť vhodný zásah do procesu kompostovania. Poznanie týchto hodnot je taktiež dôležité pre stanovenie doby ukončenia kompostovacieho procesu.

K zisťovaným hodnotám patria:

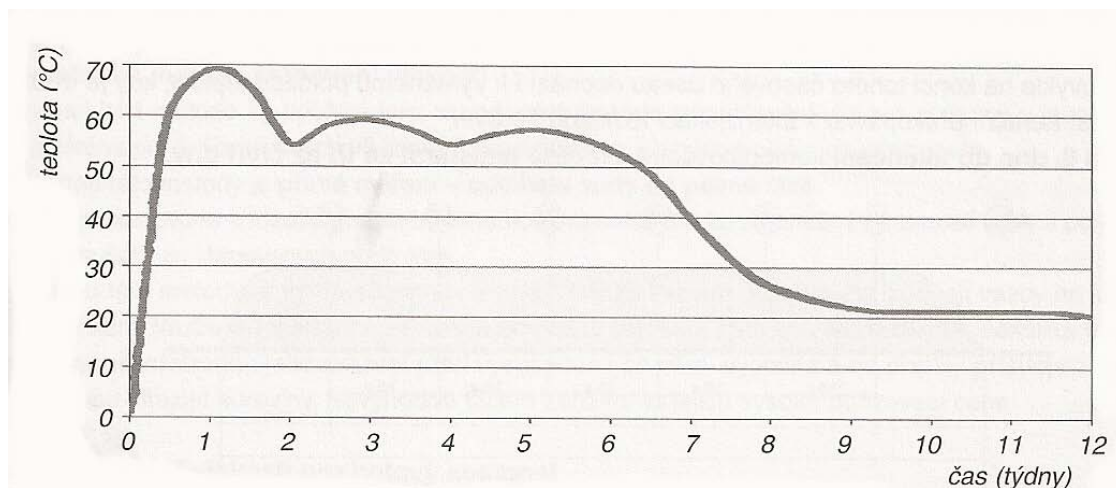
- meranie teploty kompostu
- hodnotenie vlhkosti kompostu

- meranie obsahu kyslíka v komposte
- stanovenie stability a zrelosti kompostu
- mikrobiologické hodnotenie kompostu
- chemické hodnotenie kompostu

Počas kompostovacieho procesu sú zisťované prvé tri vlastnosti – teplota, vlhkosť a obsah kyslíka. Po jeho ukončení sú zisťované zvyšné tri hodnotenia, ktoré vypovedajú o finálnej kvalite kompostu.

3.1.3.2 Teplota kompostu

Teplota základky kompostu je najľahšie zistiteľným ukazovateľom zrenia kompostu, ktorý zodpovedá intenzite činnosti mikroorganizmov. Preto meranie a evidovanie teplôt je jednou zo základných podmienok na kontrolu správneho priebehu kompostovacieho procesu. Ak po založení kompostu a po prvej prekopávke teplota nestúpa, alebo po predchádzajúcom náraste teploty nastáva jej výrazný pokles, sú podmienky pre mikroorganizmy nevyhovujúce. Môže to byť spôsobené v nesprávnej surovinovej skladbe, nadmernej vlhkosti surovín, v obmedzenom prístupe kyslíka a pod. Pokles teploty však nastáva aj pri malej vlhkosti kompostovaných surovín, prípadne vyschnutí kompostu.



obr.1 priebeh teploty pri kompostovania v pásových hromadách

Pre meranie teploty kompostu sa používajú kontaktné zapichovacie teploměry s analógovým alebo digitálnym ukazovateľom, najlepšie s možnosťou dátového výstupu. Teplomer je vybavený zapichovacou sondou dlhou minimálne jeden meter, čím je zabezpečená možnosť merať teplotu v celom profile.

Časové intervaly meraní sa menia v priebehu kompostovacieho procesu. Do siedmeho dňa od zakládky sa teplota meria každodenne. V tomto období prebieha najväčší nárast teploty a prebieha kontrola, či teplota neprekročí hodnotu 65°C. Zvyčajne po siedmich dňoch dochádza k zníženiu teploty a treba previesť aeračnú prekopávku, kvôli intenzifikácii rozkladu. Od ôsmeho dňa až do ukončenia kompostovacieho procesu postačuje mrať teplotu jedenkrát za tri až štyri dni.

3.1.3.3 Vlhkosť kompostu

Pri zakladaní a taktiež počas celej doby zrenia patrí vlhkosť medzi parametre, ktoré do veľkej miery ovplyvňujú priebeh kompostovacieho procesu. Rovnako ako každý iný organizmus, tak aj mikroorganizmy žijúce v komposte potrebujú k svojej existencii určité množstvo vody. Za optimálnu vlhkosť sa považuje vlhkosť pri ktorej je 70 % pórov zaplnených vodou. V prípade nedostatku vlhkosti mikroorganizmy spomaľujú až úplne zastavujú svoju činnosť, a naopak pri nadbytku rýchlo dochádza k nežiaducim hnilobným procesom – tzv. skysnutie kompostu. Všeobecne platí, že je vhodné voliť radšej nižšiu vlhkosť kompostu, ktorú je možné jednoduchšie korigovať zavlhčením kompostu. Vyššia vlhkosť sa upravuje náročnejšie.

Určovanie vlhkosti je možné uskutočniť niekoľkými metódami. Pri gravimetrickej metóde sa vlhkosť určuje pomocou priameho oddelenia vody od pevnej fázy. Vlhkosť sa určí z rozdielu hmotnosti vlhkého vzorku a hmotnosti vzorku po jeho úplnom vysušení. Výhodou tejto metódy je jej veľká presnosť a nevýhodou je nutnosť laboratórneho vybavenia. Výsledná hodnota sa udáva v percentách. Pri určovaní vlhkosti pomocou prenosných vlhkomerov sa využíva niektorá z fyzikálnych vlastností vody – napr. vodivosť, kapacita. Ide o nepriamu metódu merania vlhkosti. Jej výhodou je okamžité poznanie výsledku, no nevýhodou je menšia presnosť výsledku a nutná kalibrácia prístroja. Taktiež je možné vykonať orientačnú skúšku vlhkosti. Je to jednoduchá skúška, keď sa kompostovaná surovina vezme do ruky sa pevne sa stlačí. Pri optimálnej vlhkosti sa nesmie objaviť medzi prstami voda. V prípade, že sa objaví viac ako jedna kvapka vody, je surovina príliš vlhká. Po otvorení päste, ak je vlhkosť ideálna, musí surovina držať v celku, no ak je príliš suchá po otvorení päste sa rozpadne.

Určovanie vlhkosti kompostu sa odporúča vykonať po prvej homogenizačnej prekopávke. Následne v dobe intenzívneho aeróbnej činnosti Plíva odporúča určiť

vlhkosť minimálne jeden krát, následne v priebehu kompostovania každé tri týždne. Po ukončení kompostovacieho procesu je nutné určiť vlhkosť hotového kompostu.

3.1.3.4 Obsah kyslíka

Jedno z hlavných zásad kompostovania je vytváranie aeróbnych podmienok prevzdušňovaním kompostu. Mikroorganizmy, ktoré premieňajú organickú hmotu počas kompostovania, majú vysoké nároky na kyslík a produkujú pri tom oxid uhličitý. Technológia kompostovania musí zabezpečiť aby bola dostatočná výmena plynov medzi kompostom a okolím, tak aby bol v komposte dostatok čerstvého vzduchu s kyslíkom. Podľa Plívu by mal byť minimálny obsah kyslíka v póroch zrejúceho kompostu minimálne šesť objemových percent. Spôsoby zabezpečenia kyslíka sa líšia od použitej technológie kompostovania. Pri zakrývaní pásových hromád, z dôvodu zabráneniu atmosférických vplyvov je nutné použiť špeciálne priedušné kompostárenské plachty.

Určovanie obsahu kyslíka v poľných podmienkach nie je jednoduché. V praxi je možné využiť vzťah medzi obsahom kyslíka a metabolizmom mikroorganizmov. V prípade ak je množstvo kyslíka dostatočné, je veľká väčšina plyných produktov oxidovaná na látky, ktoré takmer nezapáchajú. No ak je, z akéhokoľvek dôvodu, obsah kyslíka nedostatočný, plyné produkty metabolizmu mikroorganizmov v prípade, že nemôžu byť úplne zoxidované, do prostredia sa začnú uvoľňovať látky, ktoré sú veľmi ľahko identifikovateľné nakoľko zapáchajú. Sú to predovšetkým amoniak (NH_3), sírovodík (H_2S) a rôzne kyseliny – ako napr. mliečna, octová. Čiže kompost sa prejavuje kyslým až hnilobným zápachom.

Pre určovanie obsahu kyslíka v komposte možno použiť sorpčnú metódu. Pri nej sa využíva špeciálna sorpčná kvapalina, ktorá v závislosti na parciálnom tlaku mení svoj objem. Taktiež je možné použiť aj elektrochemickú metódu. Tá využíva elektrochemickú sondu a elektrické plynové čerpadlo. Namerané hodnoty sa zobrazujú priamo na digitálnom displeji.

Pre vykonávanie meraní kyslíku sa neuvádzajú intervaly merania, no podľa Plívu je ho vhodné merať v intervaloch rovnakých ako teplotu.

3.1.4 Spôsoby výroby kompostu

Až na malé odchýlky je priebeh kompostovacieho procesu pri všetkých technikách kompostovania podobný. Pri rôznych použitých technológiách sa odlišuje iba intenzita prebiehajúcich dejov.

Rozdelenie výroby kompostu podľa technologického hladiska:

- I. Kompostovanie na voľnej ploche
 - kompostovanie na plošných hromadách
 - kompostovanie na pásových hromadách
- II. Kompostovanie v uzavretom, resp. polouzavretom zariadení
 - kompostovanie v bioreaktoroch
 - kompostovanie v boxoch alebo žľaboch
- III. Kompostovanie vo vreciach
- IV. Vermikompostovanie

Výber kompostovacieho postupu do značnej miery závisí na množstve financií, ktoré sú dostupné na realizáciu projektu, nakoľko technicky vyriešiť akúkoľvek kompostovacu technológiu nie je problém. Tá závisí od výšky začiatočnej investície, od čoho sa následne odvíja cena vyrobeného kompostu.

3.1.4.1 Kompostovanie na voľnej ploche

Kompostovanie na plošných hromadách

Tento spôsob kompostovania organických látok je najstaršou kompostovanou technológiou. V minulosti sa uplatňovala najmä, kvôli absencii vhodnej techniky na zakladanie pásových hromád. Kompost sa zakladal vrstvením maštalného hnoja, slamy a ďalších odpadov do výšky 0,5 m a zvyčajne bol zavlažovaný močovkou. Takýto kompost bol prevrstvovaný pomocou pluhu, ktorý vrchnú vrstvu zapravoval dole rovnako ako pri hlbokj orbe. Plocha, ktorá takto vznikla, bola po 2 - 3 rokoch využitá na tzv. tučný hon. Tento hon sa využíval k pestovaniu krmovín alebo teplomilných zelenín. Okopávanie týchto plodín čiastočne nahrádzalo prekopávanie kompostu. Po ukončení „tučného honu“ sa kompost rozťahne na zvyšnú časť pozemku.

V súčasnosti sú plošné hromady využívané najmä v kompostárňach pri veľkých mestských aglomeráciách, kde je zpracovávané veľké množstvo biologicky rozložiteľných odpadov, zvlášť biologicky rozložiteľných komunálnych odpadov

(BRKO). Plošné hromady sú zakladané až do výšky 5 m a sú prekopávané špeciálnymi prekopávačmi kompostu s pracovnými nástrojmi, ktoré pracujú z boku akompostovacej hromady a kompost je vrstvený na nové, vedľajšie stanovisko.

Kompostovanie na pásových hromadách

Pri tejto technológii kompostovania sú kompostované suroviny ukladané do pásových hromád trojuholníkového alebo lichobežníkového prierezu. Ich dĺžka je obmedzená veľkosťou disponibilnej plochy. Celkový profil a veľkosť pásovej hromady spolu úzko súvisí a závisí od nich veľkosť použitej mechanizácie.

Podľa kvality zabezpečenia kompostovacej plochy pred prípadným ohrozením povrchových a podzemných vôd a podľa množstva kompostovaných surovín je možné prevádzkovať kompostovisko alebo priemyselnú kompostáreň. Pri prevádzke kompostoviska sa počíta so spevnenou plochou a s ročnou produkciou kompostu od 50 do 500 t, kým pri priemyselnej kompostárni je požadovaná vodohospodársky zabezpečená plocha a ročná tvorba kompostu je minimálne 500 t.

3.1.4.3 Kompostovanie v uzavretom, resp. polouzavretom zariadení

Je to intenzívna kompostovacia technológia, ktorej podstata v spočíva v intenzívnení prvej fázy odbúravania. Jej nevýhoda je zvýšná finančná náročnosť.

Zariadenia pre intenzívne kompostovanie:

Polouzavreté zariadenia:

- kompostovacie žľaby
- kompostovacie boxy

Uzavreté zariadenia

- rotačné biostabilizátory
- uzavreté kompostovacie boxy
- vežové bioreaktory
- tunelové bioreaktory

(Pastorek, Plíva)

3.1.4.4 Kompostovanie vo vakoch

Ide o variant kompostovania na hromadách. Pri tejto technológii prebieha kompostovací proces v uzatvorených plastových vakoch. Ich základná dĺžka je 60 m a priemer 1,5 alebo 2,4 m. Do týchto vakov sa plní namiešaný biologický materiál pomocou špeciálnych kompostovacích lisov. Súčasne s biologickým odpadom sa do vaku vkladá aj perforovaná hadica, ktorou sa do vaku pomocou ventilátorov vháňa v pravidelných intervaloch vzduch, čím sa zabezpečuje dostatočné prevzdušnenie.

Kompost uložený vo vaku je chránený pred poveternostnými vplyvmi, nemusí sa v lete zavlažovať a je chránený pred nadbytočnou vlhkosťou. Z vaku neunikajú žiadne výluhy ani zápach. Približne po 8 týždňoch sa kompost vyberá z vakov a dozrieva na voľnej ploche. (<http://www.biodpady.sk>)

3.1.4.5 Vermikompostovanie

Je to kompostovanie pomocou dážďoviek, ktorého výsledným produktom je vermikompost. Princíp výroby vermikompostu je založený na schopnosti dážďoviek premieňať vo svojom tráviacom trakte organickú hmotu, pričom vylučujú látky bohaté na živiny – takto charakterizuje vermikompostovanie Branislav Moňok z neziskovej organizácie Spoločnosť priateľov zeme.

Pre tento spôsob kompostovania sa využíva dážďovka hnojná (*Eisenia foetida*), ktorá žije vo vrchných vrstvách odumierajúcej vegetácie, kopách kompostu a v hnoji. Ďalej je možné použiť *Eisenia Andrei*, *Lumbricius rubellus*. Dážďovka hnojná má jemne pásikavé telo so žltými a tmavými červeno-hnedými prúžkami. Dospelá dážďovka má hmotnosť 0,4 až 1,2 g, no najmladšie jedince majú len niekoľko miligramov. Pri optimálnych podmienkach je dážďovka schopná spracovať množstvo substrátu rovnajúce sa tretine jej telesnej hmotnosti, no pri založenom vermikompostovaní nie je možné dosiahnutie optimálnych podmienok, preto schopnosť spracovania substrátu klesá len na pätinu až desatinu hmotnosti dážďovky. Dážďovky sú citlivé na nízke a vysoké teploty, sucho a priame slnečné žiarenie. Optimálna teplota pre ich chov je 18 – 25°C.

Výber vhodnej plochy na kultiváciu závisí od rozmerov, v ktorých sa bude táto činnosť realizovať.

Pri spracovaní malých objemov substrátu u záhradkárov, drobnochovateľov alebo biologicky rozložiteľný odpad z domácnosti postačí niekoľko metrov štvorcových, najlepšie na tienistom mieste. Tam sa umiestnia kultivačné bedničky alebo jednoduchá konštrukcia z tvárnic, tehál, prípadne z dreva.

Pre možnosť spracovať väčšie množstvo materiálu metódou vermikompostovania, je potrebné mať dostatočnú plochu na realizáciu, nakoľko je potrebné umiestniť vlastné kultivačné hromady, predpripravený substrát a taktiež plochy pre pohyb mechanizácie. Pri sformovaní materiálu do hromád 1,2 m širokých a 10 m dlhých, sa do jednej hromady môže umiestniť približne 5 až 10 ton hnoja, v prípade vrstvenia materiálu do výšky 60 cm. Medzi jednotlivými hromadami je nutné umiestniť meter široké kontrolné chodníky a 2,5 m cesty pre možnosť vjazdu mechanizačných vozidiel. Pre plochu na dozrievanie hnoja či iného substrátu je potrebné vyčleniť približne polovicu celkovej plochy.

Ako substrát na výrobu vermikompostu možno použiť rozličné materiály, ktorých základom je celulóza, ktoré však zároveň obsahujú aj dostatok bielkovín, škrobových látok, tukov, vitamínov a samozrejme minerálií. Materiál, ktorý kompostujeme musí zabezpečovať dážďovkám vhodné životné prostredie a súčasne poskytovať aj dostatok potravy. Dôležitým ukazovateľom kvality materiálu na kompostovanie je pomer uhlíka a dusíka C/N, ktorý má byť 15 – 25 / 1. Optimálny pomer týchto zložiek je 22/1. Pri vysokom obsahu dusíka upravujeme substrát pridaním celulózoového materiálu, ako napríklad slama. Naopak zvýšiť podiel dusíka môžeme pridaním napr. slepačieho trusu alebo iných výkalov hospodárskych zvierat. Veľmi nepriaznivo pôsobí vysoký obsah solí (nad 0,5%) a prítomnosť močoviny. Ich obsah môžeme znížiť intenzívnym zavlažovaním materiálu, pri ktorom nadbytočné soli vyplaví voda.

Ďalším významným činiteľom, ktorý je nutné sledovať je kyslosť kompostovanej zmesi, ktorá by mala byť približne neutrálna – pH 6,5 – 7,5. Príliš kyslé substráty môžeme upraviť neutralizáciou, ktorú zabezpečíme vápnením. Vlhkosť by mala byť 70 – 80 %.

Pri zakladaní vermikompostu sa najčastejšie používa hovädzí hnoj, ktorý je najdostupnejší. Rovnako dobre vyhovuje aj hnoj konský, ovčí alebo králičí. Použiť možno aj výkaly ošípaných a slepačí trus, ale po dlhšom vyzretí a prípadne pri kombinovaní s inými surovinami. Vhodné sú aj odpady z rastlinnej výroby,

potravinárskeho priemyslu, domový odpad a pod. Výhodne je kombinovať zvieracie výkaly a rastlinné odpady, čím dosiahneme potrebné vyrovnanie pomeru uhlíka a dusíka v zmesi.

Výsledný kompost má hmotnosť redukovanú na tretinu až štvrtinu a objem je znížený na 30 až 40 % oproti pôvodnému materiálu.(SPZ, Vermikompostovanie)

3.1.5 Kompostovanie v domácnosti

Kvantitatívne najvýznamnejšou zložkou komunálnych odpadov tvoria biologické odpady. V závislosti od miestnych podmienok tvoria 30 až 70 % hmotnostného podielu zo všetkých odpadov. Aj napriek možnostiam ich spracovania značné množstvo sa bez využitia zneškodňuje na skládkach komunálnych odpadov. Najjednoduchšia a najznámejšia technológia ich zhodnotenia je kompostovanie. (<http://www.priateliazeme.sk>)

Zvlášť v rodinných domoch je jednoduché vytvoriť vhodné podmienky pre kompostovanie organických látok. Vhodné materiály z domácností na kompostovanie sú najmä pokosená tráva, lístie, ovocné a zeleninové odpady, piliny, exkrementy hospodárskych zvierat. Kompostovať je možné podobne ako pri priemyselných kompostárňach, no v menšom na voľnej ploche, avšak vhodnejšie je kompostovanie v uzavretých, príp. polouzavretých zariadeniach – bioreaktoroch alebo boxoch. Zvlášť vhodné je použitie vermikompostovacej technológie.



Obr. 2. Domáci priemyselne vyrobený komostér

3.2. Anaeróbná digestia

Anaeróbná digestia, čiže splyňovanie bioodpadu, je kvasný proces, počas ktorého sa z bioodpadu uvoľňuje bioplyn. Celý proces prebieha vo fermentore bioplynovej stanice v prostredí výlučne bez prístupu vzduchu, za pôsobenia metanogénnych baktérií (zmiešané kultúry baktérií /najmä methanococcus a methanobacterium/) najčastejšie pri teplote okolo 30 - 40 °C (mezofilná oblasť).

Bioplyn je bohatý na metán (CH₄) a je tak nosičom energie. Jeho spaľovaním dokážeme získať z bioodpadu energiu vhodnú na výrobu tepla a elektrickej energie.

Po fermentácii ostáva zvyšok – digestát, ktorý je buď kvapalný alebo má kašovitú konzistenciu. Je ho možné aplikovať priamo na poľnohospodársku pôdu, alebo pri nižšom obsahu vody sa môže stabilizovať kompostovaním.

(<http://www.bioodpady.sk>)

3.2.1 Vstupné suroviny

Pre možnosť zriadenia bioplynovej stanice je nutné zabezpečiť stabilný prísun suroviny. Ideálnym zdrojom surovín je hovädzí hnoj a hnojovica, preto je vhodné zriadiť bioplynovú stanicu v blízkosti poľnohospodárskeho družstva s chovom hovädzieho dobytku. Pre fermentačný proces sú vhodné baktérie nachádzajúce sa v tráviacom trakte kráv. Taktiež bioodpad z domácností a reštaurácií je dobrým doplnkom surovinovej základne pre bioplynovú stanicu. Vhodné sú aj materiály ako pokosená tráva, zhrabané lístie, rôzne poľnohospodárske odpady a energetické plodiny. Veľmi vhodnou surovinou je kukuričná siláž, ktorá je však pomerne drahá.

3.2.2 Pomer C : N

Pre vstupný materiál treba použiť pravidlo, že pomer C : N musí byť namiešaný približne v pomere 30 : 1.

Pri použití príliš veľa uhlíkatých materiálov, ktoré sú bohaté na celulózu a lignín ako slama, tráva, drevná štiepka, papier a pomer C : N bude väčší ako 30 : 1, tieto suroviny prejdú procesom fermentácie bez úžitku a produkcia bioplynu bude nízka. Slama a rastlinné zvyšky podobnej štruktúry nepatria medzi materiály veľmi vhodné pre bioplynové stanice.

V prípade použitia surovín s veľkým obsahom dusíka bohatých na bielkoviny ako mliečne výrobky a mäso, a pomer C : N bude menší ako 30 : 1, dochádza k zvýšenej tvorbe amoniaku (NH_4) a teda zápachu. Bielkoviny sú aj zdrojom síry, ktorá v procese fermentácie vytvára nežiaduci H_2S .

Obsah sušiny vo vstupných surovinách by nemal klesnúť pod 3 %, inak fermentácia začína mať zápornú energetickú bilanciu, čo znamená, že viac energie sa spotrebuje na manipuláciu a ohrev, ako sa získa využívaním bioplynu. pH vo fermentore by malo byť v neutrálnej až veľmi mierne alkalickéj oblasti (7 – 7,8). Hnojovica od hovädzieho dobytku vykazuje dobrý pufrálny efekt – udržiava pH na približne neutrálnej hodnote.

Vstupný materiál, najmä hnoj a hnojovica, by nemal obsahovať antibiotiká, používané pri chove zvierat. Pretože antibiotiká ničia metanogénne baktérie a tak brzdia tvorbu bioplynu.

3.2.3 Technológie

Spracovanie bioodpadu a iných surovín anaeróbnou digesciou možno rozdeliť na dva druhy:

1. Mokrú fermentáciu – sušina spracovávaných surovín je pod 12 % - je v súčasnosti najpoužívanejšia
2. Suchú fermentáciu - sušina spracovávaných surovín je 30 - 35 % - je pomerne zriedkavá

Na základe teploty udržiavanej vo fermentore je možné proces anaeróbnej digescie deliť na:

1. psychrofilný – 15 – 20 °C, nízka produkcia bioplynu, nízke nároky na ohrev, dlhý čas fermentácie
2. mezofilný – 30 – 40 °C, primeraná produkcia bioplynu aj nároky na ohrev – najpoužívanejšie
3. termofilný – 50 – 70°C, vysoká produkcia bioplynu, vysoké nároky na ohrev, krátky čas fermentácie

V súčasnosti je najčastejšie používaný mezofilný proces mokrej fermentácie, ktorý nie je tak náročný na spotrebu energie na ohrev a je menej citlivý na výchyly v

kvalite vstupnej suroviny ako termofilný proces, hoci čas fermentácie je dlhší ako pri termofilnej fermentácii. Doba zdržania materiálu vo fermentore závisí od použitej technológie a pohybuje sa od 20 až do 110 dní.

(<http://www.biodpady.sk>)

3.2.4 Bioplyn a jeho využitie

Bioplyn je hlavným záujmovým produktom bioplynovej stanice. Väčšinou sa spaľuje v kogeneračnej jednotke a získava sa elektrická energia a teplo. Bioplyn vzniká zo vstupných surovín činnosťou metanogénnych baktérií bez prístupu vzduchu. Na fermentácií sa zúčastňujú rôzne druhy mikroorganizmov.

3.2.4.1 Fázy výroby bioplynu

1. **Hydrolýza** – v prostredí sa ešte nachádza vzdušný kyslík. Polymérne organické látky (polysacharidy, tuky, bielkoviny) sa rozkladajú na jednoduchšie monoméry – alkoholy, mastné kyseliny, uvoľňuje sa vodík (H_2) a oxid uhličitý (CO_2).
2. **Acidogenéza** – spotrebuje sa zvyšný vzdušný kyslík a vytvára sa anaeróbne prostredie (bez kyslíka). Tejto fázy sa zúčastňujú fakultatívny anaerobionti – mikroorganizmy schopné existencie v prostredí s alebo bez kyslíka. Vznikajú vyššie organické kyseliny.
3. **Acetogenéza** – pomocou acidogénnych baktérií sa menia vyššie organické kyseliny a alkoholy na kyselinu octovú, H_2 a CO_2 .
4. **Metanogenéza** – záverečná fáza rozkladného procesu. Pomocou metanogénnych baktérií, ktoré sú striktnými anaerobiontmi (schopné života len v prostredí bez prístupu vzduchu) sa kyselina octová rozkladá na metán (CH_4) a CO_2 . Niektoré kmene vytvárajú metán z H_2 a CO_2 . Táto záverečná fáza prebieha asi 5 krát pomalšie ako predchádzajúce 3 fázy, preto tomu musí byť prispôsobená aj veľkosť fermentora a dávkovanie vstupných surovín.

Vzniknutý bioplyn je zmesou metánu a CO_2 , ktorá obsahuje prímеси ako N_2 , H_2S , NH_3 , H_2O .

Z prímеси je najproblémovnejší sírovodík (H_2S), pretože ak sa nachádza v bioplyne v množstve nad 0,1 %, pôsobí korozívne na motory a technologické

zariadenia. Amoniak (NH_3) je zdrojom zápachu. Prítomnosť CO_2 v bioplyne je prospešná, ak sa bioplyn spaľuje v kogenerácií, pretože CO_2 pôsobí ak antidetonátor v spaľovacích motoroch.

Výhrevnosť bioplynu sa pohybuje okolo 20 – 25 MJ/m^3 . Jeden m^3 bioplynu obsahuje toľko energie ako 0,6 – 0,7 l vykurovacieho oleja. Pri výrobe bioplynu z odpadových surovín vznikajúcich pri chove hovädzieho dobytku (hnoj, hnojovica) sa uvažuje s výkonom 1 kW elektrickej energie na 7 – 10 ks dobytku.

Tvorba bioplynu, jeho zloženie a obsah prímiesí závisí od vstupných surovín. Ak vstup obsahuje veľa bielkovín a polysacharidov typu celulóza a lignín, produkcia bioplynu je nižšia a bioplyn obsahuje veľa amoniaku. Najviac bioplynu vzniká zo surovín bohatých na tuky a škrob.

3.2.4.2 Čistenie bioplynu

Bioplyn zo spracovania kalov ČOV je nutné čistiť pretože obsahuje siloxány. Sú to organické zlúčeniny kremíka, ich zdrojom je silikónový olej v kozmetických prípravkoch a avivážnych prostriedkoch. Pri spaľovaní bioplynu, ktorý obsahuje siloxány v spaľovacích motoroch vznikajú na spaľovacích komorách nánosy oxidu kremičitého (SiO_2). Jeho mechanickým pôsobením sa môžu poškodiť funkčné časti motora, preto je nutné bioplyn čistiť, čo čiastočne zvyšuje náklady na spracovanie bioplynu. Pre jeho čistenie sa často používa absorpcia na aktívnom uhlí alebo silikagéli.

Sírovodík (H_2S) v zvýšenom množstve tiež predstavuje problém v ďalšom využití bioplynu. Pri jeho spaľovaní vzniká korozívna kyselina sírová. Akceptovateľná úroveň H_2S v bioplyne je do 0,1 % (1 000 ppm). Pri prekročení tejto úrovne sa musí surový bioplyn čistiť. Najjednoduchším a najlacnejším čistením bioplynu (pokiaľ je účelom len zníženie koncentrácie H_2S) je privádzanie vzduchu do bioplynu – max. do 2 %, pretože vzduch vytvára s bioplynom v istom pomere (nad 4 %) výbušnú zmes. Pri reakcii vzdušného kyslíka s H_2S vylučuje z bioplynu elementárna síra (S_8). V bioplynovej stanici v Kolíňanoch takýmto spôsobom znižujú množstvo H_2S z 2 600 ppm na približne 200 ppm.

Čistenie bioplynu môžeme rozdeliť na:

- **biologické** – pomocou špeciálnych rodov baktérií (napr. rod *Tiobacillus*) sa odstraňuje z bioplynu sírovodík. Síra z H_2S sa oxiduje na elementárnu síru a vylučuje sa z bioplynu ako S_8 .

- **chemické** – do bioplynu sa pridáva vzduch (max. do 2 %). Vzdušný kyslík oxiduje H_2S na elementárnu síru S_8 . Pri pridávaní sa vzduch nesmie dostať do fermentora, pretože brzdí proces digescie a znižuje tak výťažnosť bioplynu.
- **adsorpčné** – na materiáloch s veľkým povrchom (aktívne uhlie) sa zachytia nežiaduce prímesi z bioplynu.

3.2.4.3 Využitie bioplynu

Vzniknutý bioplyn sa najčastejšie využíva na výrobu elektrickej energie a tepla v kogenerácií. Motory kogeneračných jednotiek dosahujú účinnosť pri výrobe elektrickej energie 32 až 40 %. Využitím odpadového tepla motora je možné dosiahnuť celkovú účinnosť 80 – 85 %. V porovnaní s klasickou výrobou tepla a elektrickej energie je takýmto spôsobom možné ušetriť až 40 % paliva.

Ak sa bioplyn dôkladnejšie vyčistí môže sa využívať v palivových článkoch. Z bioplynu je technologicky možné extrahovať takmer čistý metán a CO_2 a ďalej tieto plyny využívať. Stlačený bioplyn sa využíva na pohon dopravných prostriedkov, metán sa môže dodávať do siete ako zemný plyn. Čistý CO_2 sa využíva v potravinárstve alebo ako technický plyn.

(<http://www.biodpady.sk>)

4. Ciel diplomovej práce

- posúdenie aktuálneho stavu v odpadovom hospodárstve vo vybranom meste
- posúdenie aktuálneho stavu v oblasti s nakladaním s biologicky rozložiteľným odpadom
- navrhnúť vhodné postupy, ktoré budú viesť k podpore zberu BRO
- navrhnúť vhodné postupy, ktoré budú viesť k zvýšeniu podielu BRO na celkovom podiele zhodnotenia
- vyriešenie koncového spracovania BRO

Pre možnosti dosiahnutia cieľov je nutné sa oboznámiť s platnou legislatívou v oblasti OH, taktiež je nutné poznať najnovšie technologické postupy pri spracovaní BRO, no najdôležitejšie je pre možnosti navrhnutia riešenia mať k dispozícii štatistické údaje.

5. Metodika

V práci som si zvolil postup, ktorý pozostával z dvoch častí. V prvej časti som analyzoval legislatívne opatrenia týkajúce sa odpadového hospodárstva a súčasné trendy spracovania BRO. Táto časť pozostávala zo štúdia dostupnej literatúra venujúcej sa danej problematike a taktiež právnej legislatívy v danej oblasti. V druhej časti práce som sledoval vývoj separácie BRO v porovnaní s celkovým množstvom spracovaného odpadu a taktiež s inými separovanými zložkami odpadu.

Za objekt teoretického skúmania som si zvolil mesto Nitra, ktorého som obyvateľom. Pri mojom skúmaní som narazil na problém s absenciou POH, ktorý má mesto povinnosť podľa zákona 223/2001 Z.z. vypracovávať. Táto situácia spôsobuje, že chýba orgánmi mesta schválená koncepcia pre nakladanie s odpadmi a jeho budúce smerovanie je nejasné. Absencia POH znemožňuje zodpovedné posúdenie či výsledky, ktoré mesto dosahuje v oblasti odpadového hospodárstva a recyklácie odpadov boli naplnené. Preto je možné len posúdenie množstevných ukazovateľov. Potrebné štatistické údaje mi pre potreby môjho skúmania poskytol Mestský úrad mesta Nitra, ktorý v spolupráci s Komunálnymi službami mesta Nitry dlhodobo monitorujú množstvo vyprodukovaného odpadu v meste Nitra.

Pre dosiahnutie cieľov práce bolo dôležité v prvom rade sledovať veľké množstvo štatistických údajov, zameral som sa na sledovanie hmotností KO a ďalších vyseparovaných zložiek odpadu, ako sklo, plast a papier a svoje zistenia som porovnal s údajmi vyseparovaného BRO v meste Nitra. Štatistické údaje sú dôležitými ukazovateľmi vývoja spracovania jednotlivých zložiek odpadu a pre možné potreby riešenia je nutné poznať množstvo jednotlivých spracovaných zložiek odpadu.

Z množstva dostupných podkladov som navrhol možné postupy a zmeny v aktuálnych postupoch pri nakladaní s BRO.

V práci používam doplňujúce fotografie, ktoré boli vyhotovené počas jarného zberu BRO v meste Nitra. Pri spracovávaní tabuliek a následne grafov som využíval bežné štatistické metódy. Ako podklad pri ich vypracovaní mi poslúžili údaje z Mestského úradu v Nitre, alebo jeho oficiálnej internetovej stránky.

Rámcová metodika:

- oboznámenie sa s danou problematikou

- oboznámenie sa s platnou legislatívou
- analýza vstupných údajov
- vyhodnotenie získaných údajov
- návrh zmien na zlepšenie nakladania s BRO

6. Charakteristika územia

Nitriansky kraj nachádzajúci sa v juhozápadnej časti Slovenskej republiky je piatym najväčším krajom s rozlohou 6343,4 km² a susedí s Trnavským, Trenčianskym a Banskobystrickým krajom a na juhu s Maďarskou republikou. Nitriansky kraj sa skladá zo siedmich okresov. Mesto Nitra je okresným a zároveň krajským mestom. V Nitrianskom okrese s rozlohou 861 km² sa nachádza 60 obcí a dve mestá. Mesto Nitra má rozlohu 10 797 ha a počet obyvateľov bol k 31.12.2009 82 261. Mesto sa skladá z 12 mestských častí.



Obr. 3. Mestské časti Nitry

Mesto Nitra leží na severe Podunajskej nížiny zo severu ohraničené pohorím Tríbeč. Tríbeč pokrývajú listnaté dubovo-hrabové a vo vyššej nadmorskej výške bukové lesy, sú preň typické teplomilné rastlinné spoločenstvá so vzácnymi a chránenými druhmi.

Geologická stavba

Podunajská nížina je tvorená neogénnymi sedimentmi, vytvorenými v mladších treťohorách a starších štvrťohorách. Vznikala sedimentáciou ílov a pieskov. Pohorie Tríbeč patrí k druhohorným kryštálickým pohoriam. Obal kryštálického jadra je tvorená usadeninami vápencov, dolomitov a pieskocov.

Charakteristika pôdneho fondu

Nitra leží na severe Podunajskej nížiny, čo je jedna z najúrodnejších oblastí Slovenska. Preto aj v okrese Nitra prevládajú pôdne typy charakteristické pre celú

oblasť tohto regiónu. Prevládajúcimi typmi sú černoziem, regozem a hnedozem a mierne zastúpenie majú fluvizem a čiernica. Humusový horizont je hlboký (24– 30cm) až veľmi hlboký (>30cm).

Výmera druhov pozemkov

Poľnohospodárska pôda	68445
Lesné pozemky	8823
Vodné plochy	1368
Zastavané plochy	6571
Ostatné plochy	1867
Celková výmera	87073

Tab. č. 1 Výmera druhov pozemkov v ha

Výmera druhov pozemkov poľnohospodárskej pôdy

Orná pôda	61528
Vinice	2218
Záhrady	2692
Ovocné sady	267
TTP	1740

Tab. č. 2 Výmera druhov pozemkov poľnohospodárskej pôdy v ha

Ohrozenosť eróziou

Ako dokumentuje pôdna mapa ohrozenosti vodnou eróziou, ohrozenosť pôd je v okrese Nitra malá. Väčšina pôdneho fondu sa nachádza v prvej alebo druhej kategórií ohrozenosti pôd. Čo predstavuje ročný odnos menej ako 4 t/ha až 4-10 t/ha.

Ohrozenosť pôd v Nitrianskom okrese je minimálna, ako dokazuje mapa ohrozenosti veternou eróziou. Ročný odnos je menej ako 0,7 t/ha.

6.1 Súčasný stav v meste Nitra

6.1.1 Nitrianske komunálne služby Marius Pedersen group

Pre zber a spracovanie odpadov má mesto v súčasnosti vytvorenú vlastnú spoločnosť Nitrianske komunálne služby s.r.o., ktorá pôsobí na slovenskom trhu od

roku 1993. Spoločnosť Nitrianske komunálne služby je od roku 2003 súčasťou skupiny Marius Pedersen, ktorá získala 50%-ný majetkový podiel a 50%-ný podiel si ponechalo mesto Nitra. Táto dánska firma sa zaoberá modernými metódami nakladania so všetkými druhmi odpadov. Svoje zastúpenie má okrem Dánska a Slovenska aj v Českej republike a Bulharsku.

6.1.2 Zberové dvory

Obyvatelia mesta Nitra majú možnosť okrem pravidelného zberu odpadu vykonávaného spoločnosťou NKS odpad, ktorý vyprodukuje odovzdať aj v zberných dvoroch. Na území mesta sa nachádzajú dva takéto objekty. Prvý sa nachádza v areáli firmy NKS s.r.o. na Nábřeží mládeže 87. Druhý zberový dvor leží na Cabajskej ceste v areáli skládky Katruša. Obidva zberné dvory majú celoročnú prevádzku. Pre oba zberné dvory platia rovnaké podmienky na prijatie odpadu od občanov.

Podmienky pre prijatie odpadu:

- Občan mesta Nitry musí preukázať svoju totožnosť predložením občianskeho preukazu. Odpad sa nemôže odovzdať na cudzí OP.
- Občan mesta Nitry môže 4 krát za rok jednorázovo uložiť max.1,5m³ vytriedeného odpadu (jeden prívesný vozík za osobný automobil)
- Drobný stavebný odpad do 400kg môže občan uložiť na zberovom dvore len 2x za rok
- Veľkoobjemový odpad – skrine, stoly občan musí odovzdať v rozloženom stave, aby objemovo zabral čo najmenej miesta v kontajneri
- Konáre z orezov stromov upraviť na max. dĺžku 1,5m, priemer max. 80mm
- Počet odovzdaných pneumatík z osobných vozidiel je stanovený na 5ks na občana na rok, počet autobaterií je 2ks na rok
- Dovožca je povinný pod dohľadom pracovníka ZD odpad vyseparovať, ak odpad priviezol nevyseparovaný

Zoznam odpadov, ktoré sa môžu odovzdať na oboch zberových dvoroch:

- papier – vlnitá lepenka, brožúry bez obalov, noviny, časopisy
- kovy – železný odpad a iné kovy

- sklo – obaly z kompótov, nevratné fľaše, tabuľové sklo (NIE: drôtené sklo, zrkadlo, porcelán)
- plasty – sploštené, prázdne a uzatvorené PET fľaše, čisté obalové fólie
- odpad zo zelene - orezy zo stromov, kríkov, tráva, lístie. Všetko len voľne ložené - to znamená, že nie vo vreciach alebo v iných obaloch
- pneumatiky, autobatérie – len z osobných automobilov (5 ks), 2 ks autobatérie
- drobný stavebný odpad –max. 400 kg
- veľkoobjemový odpad – skrine, stoly, stoličky a iné bytové doplnky
- elektronický odpad – malé elektrické spotrebiče, PC, tlačiarne, chladničky, televízory
- žiarivky, výbojky

6.2 Výdavky mesta na nakladanie s odpadmi

Tak ako si ľudia uvedomujú stále zväčšujúci problém odpadov a nutnosť ho riešiť, tak sa aj zväčšuje objem financií, ktoré sú použité na jeho zmiernenie.

Kým v období platnosti POH v rokoch 1996-2000 boli výdavky z mestského rozpočtu vo výške 7,297 mil. Sk (1997) až po 14,411 mil. Sk (1998), tak už v nasledujúcom POH sa objem peňazí na nakladanie s odpadmi výrazne zvýšil. Zatiaľ čo v rokoch 2001 to bolo 8,879 mil. Sk a v roku 2002 9,000 mil. Sk, v nasledujúcich rokoch sa navýšil niekoľko násobne. V roku 2003 sa na nakladanie s odpadmi použilo 55 mil. Sk. Z to ho najväčšia časť sa spotrebovala na uloženie a likvidáciu odpadu – 52,8 mil. Sk. (rozp.2003) V roku 2004 sa z mestského rozpočtu vyčlenilo 76,05 mil. Sk, z čoho pripadlo 70 mil. Sk na cyklický zvoz komunálneho odpadu. Taktiež v nasledujúcom roku si výdavky na nakladanie s odpadmi zachovali rastúci charakter. V roku 2005 sa na nakladanie s odpadmi vynaložilo 82,6 mil. Sk, z toho 75 mil. Sk na cyklický odvoz KO. V POH (2000-2005) bol predpokladaný rozpočet na nakladanie s odpadmi v roku 2005 110 mil. SK. Celková suma na nakladanie s odpadmi bola v roku 2006 87,2 mil. Sk. V roku 2007 sa na nakladanie s odpadmi použila suma 95,1 mil. Sk. Predpoklad na súčasný rok 2008 si zachováva nastolenú tendenciu vysokej finančnej náročnosti najmä zberu odpadu. Na pravidelný odvoz KO sa plánuje vynaložiť 77,0 mil. Sk z celkovej predpokladanej sumy 90,1 mil. Sk, ktorá je určená na

nakladanie s odpadmi. (rozp.2008) V roku 2009 bolo na odpadové hospodárstvo ako celok vynaložených viac ako 3,267 mil. eur.

rok	suma (mil. Sk)	suma (mil. €)
1996	8,900	0,2955
1997	7,297	0,2423
1998	14,411	0,4785
1999	10,686	0,3548
2000	8,808	0,2924
2001	8,879	0,2948
2002	9,000	0,2988
2003	55,000	1,8260
2004	76,050	2,5249
2005	82,600	2,7424
2006	87,200	2,8951
2007	95,100	3,1574
2008	90,060	2,9900
2009	98,400	3,2669

Tab. 3. Výška financií použitých na nakladanie s odpadmi

6.2.1 Rozdelenie financií v odpadovom hospodárstve

Vyššie uvedené finančné zdroje sa v odpadovom hospodárstve mesta Nitry používajú na rozličné úlohy. Pravidelne najväčšia časť z rozpočtu odpadovom hospodárstve sa vynakladá na cyklický zvoz komunálnych odpadov. Táto čiastka zahŕňa sumu potrebnú pre pravidelný zvoz odpadu vyprodukovaný fyzickými alebo právnickými osobami. Táto položka predstavuje 85,5 % až 92 % z celkovej sumy z nakladania s odpadmi. Nakoľko počet čiernych skládok klesá a existujúce sa odstraňujú a rekultivujú, majú aj výdavky určené na likvidáciu čiernych skládok stagnujúci resp. mierne klesajúci charakter. Od roku 2003 až po rok 2007 výdavky na rekultiváciu čiernych skládok činili 500 – 750 tis. Sk, v tomto roku sa predpokladajú náklady vo výške 500 tis. Sk. Obec je povinná podľa zákona¹ zabezpečiť minimálne dvakrát do roka a prepravu objemných odpadov na účely ich zhodnotenia alebo zneškodnenia, oddelene vytriedených odpadov z domácností s obsahom škodlivín a drobných stavebných odpadov. Tento zber sa uskutočňuje pravidelne v jarných a jesenných mesiacoch od roku 2001 kedy sa táto norma uviedla zákonom 223/2001 do platnosti. Výdavky na toto „jarné a jesenné upratovanie“ sú vo výške 1,6 v roku 2003 až 2,0 mil. Sk v roku 2007. Na separovaný zber mesto Nitra vynakladá čoraz viac finančných prostriedkov. Od roku 2003 sa objem

¹ Zákon č. 223/2001 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov

financií takmer zdvojnásobil. Kým v roku 2003 sa na separovaný zber použilo 800 tis. Sk, tak predpoklad na rok 2008 je už 1,5 mil. Sk. Taktiež zvyšovanie financií na kompostovanie je pozitívny trend. Na zber a efektívnejšie využívanie biomasy sa v roku 2003 vyčlenilo 700 tis Sk, čo predstavuje 1,27 % z celkového rozpočtu na nakladanie s odpadmi, predpoklad na rok 2008 sú 2,2 mil. Sk, ktoré budú použité na kompostovanie. Taktiež prevádzka zberných dvorov si vyžaduje zvýšený prísun finančných prostriedkov na ich chod. Na prevádzku zberných dvorov, ktoré slúžia na uloženie vyseparovaných odpadov od občanov mesta, sa použilo v roku 2007 2,5 mil. Sk, kým v roku 2003 len 600 tis. Sk.

rok	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Nakladanie s odpadmi	55000	76050	82600	87200	95146	90060
jarné a jesenné upratovanie	1600	1700	1700	2000	2000	1800
likvidácia ČS	500	700	700	700	750	500
poplatky za uloženie odpadu	700	750	800	800	3200	4000
kompostovanie	700	700	1000	1500	1900	2000
separovaný zber (sklo, papier, plasty)	800	1000	1000	1000	1300	1500
zberový dvor	600	1200	1500	2000	2500	2600
cyklický odvoz KO	50000	70000	75000	78000	81400	77000

Tab. č. 4 Náklady na nakladanie s odpadmi v tisícoch Sk

6.3 Kompostáreň mesta Nitra

Mesto Nitra sa v roku roku 2008 úspešne uchádzalo o európske fondy na výstavbu kompostárne pre mesto Nitra. Umiestnenie kompostárne by malo byť za areálom ČOV v Dolných Krškanoch. Má byť vybudovaná na ploche 9822 m² v súlade s územným plánom mesta. Začiatok výstavby bol naplánovaný na máj 2009 a predpokladané ukončenie stavby v októbri 2010. Podiel mesta na spolufinancovaní je 5 % a 95 % uhrádza EÚ z prostriedkov Európskych fondov.

Maximálna kapacita kompostárne je 16 000 ton ročne spracovaného organického odpadu z čoho cca 7 – 8 tisíc ton tvorí organický odpad a cca 8 tisíc ton sú kaly z ČOV.

Predstava zberu organického odpadu

- z údržby verejnej zelene cez dodávateľov prác
- z činnosti Mestských služieb – údržba parkov a cintorínov

- zber organického odpadu z rodinnej zástavby – zvoz organizovaný mestom
- organický odpad z tržníc
- perspektívne zo špecifických plôch a od subjektov produkujúcich organický odpad – napr. poľnohospodárstvo, areál nemocnice a podobné plochy

Pri zbere a následnom zvoze organického odpadu bude preferovaný systém smerujúci k úprave hmoty a jej zhutneniu pred prevozom do kompostárne v snahe eliminovať počet jazd a s tým spojeným zaťažením dopravy v meste Nitra

Využitie kompostu:

- spätné zapracovanie do plôch verejnej zelene
- pre obyvateľov individuálnej bytovej výstavby
- pri sadových úpravách verejnej zelene
- predaj

6.4 Čistička odpadových vôd

Čistička odpadových vôd (ČOV) sa v Nitre nachádza v mestskej časti Krškany na ľavom brehu rieky Nitra. Jej prevádzkovateľom je Západoslovenská vodárenská spoločnosť, a.s. Nitra a vo vlastníctve ju má mesto Nitra. V rokoch 2004 až 2006 bola kapacita čistiarny rozšírená a v roku 2007 bolo vydané kolaudačné rozhodnutie o uvedení stavby do užívania.

Kapacita ČOV je 212 000 ekvivalentných obyvateľov. Za rok sa do rieky Nitra vypustí $13\,249\,500\text{ m}^3\cdot\text{rok}^{-1}$ vyčistených odpadových vôd. V súčasnosti sa ČOV skladá z 59 stavebných objektov a 18 prevádzkových súborov.

(<http://www.msunitra.sk>)

Ročná produkcia kalu za rok 2009 bola 1900 t sušiny. Je to stabilizovaný, vyhnitý kal s obsahom sušiny 2,8 % a s organickým podielom asi 60%, ktorý je zahustený na odstredivke na 20% tuhý kal. Kal je likvidovaný za účelom kompostovania. Množstvá jednotlivých ukazovateľov – obsah ťažkých kovov, živín a mikrobiologických ukazovateľov sú uvedené v prílohách.

6.5 Bioplynová stanica v Kolíňanoch

Táto prevádzka sa síce nenachádza priamo v meste Nitra, no je to k mestu najbližšia bioplynová stanica. Je to demonštračné bioplynové zariadenie postavené v areály Vysokoškolského poľnohospodárskeho podniku SPU. Do prevádzky bolo uvedené v roku 2000. Je projektované na využitie exkrementov od 80 tzv. veľkých dobytčích jednotiek na produkciu bioplynu a následnej v kogeneračnej jednotke, TEDOM PREMI S 22 AP BIO, k výrobe elektrickej energi s výkonom 22 kW a tepelnej energie s výkonom 45 kW. Ako dosahujú aj dosahované výkony zariadenie slúži hlavne na prevádzkové overovanie laboratórne získaných poznatkov z oblasti produkovania energie z biomasy. (www.intechenergo.sk)

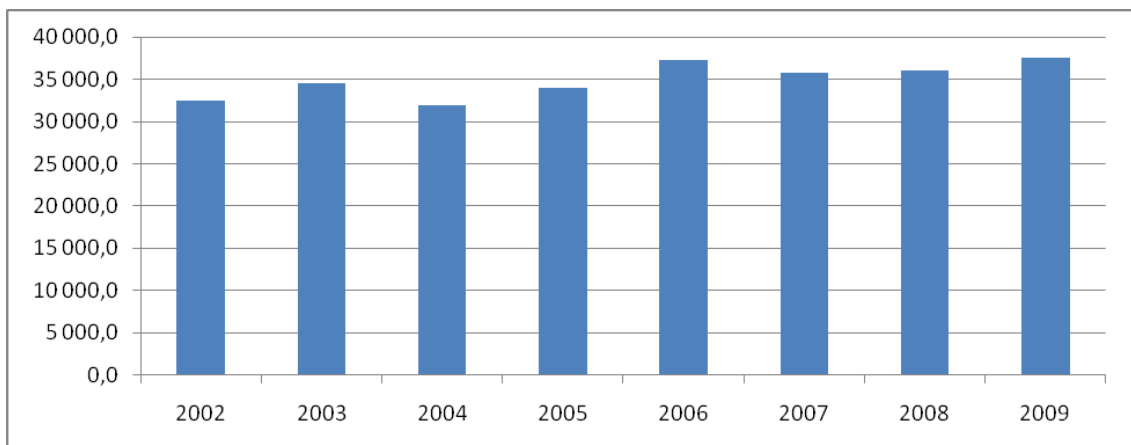
6.6 Množstvo vyprodukovaných odpadov v meste Nitra

6.6.1 Celkové množstvo odpadov

Celkové množstvo odpadov predstavuje sumu všetkých druhov odpadov, tak ako vyseparovaných zložiek aj zmesového komunálneho odpadu. Ide o súčet hmotností vyseparovaného papiera, plastov, kovov, skla, BRO, vyradených elektrických a elektronických zariadení, žiaroviek, batérií a akumulátorov, zmiešaných odpadov zo stavieb, odpadu z čistenia verejných plôch, objemného odpadu a zmesového komunálneho odpadu.

Rok	Množstvo [t]
2002	32 455,5
2003	34 538,7
2004	31 879,6
2005	33 984,4
2006	37 225,0
2007	35 687,1
2008	36 087,9
2009	37 504,5

Tab. č. 5 Celkové množstvo vyprodukovaného odpadu v meste Nitra



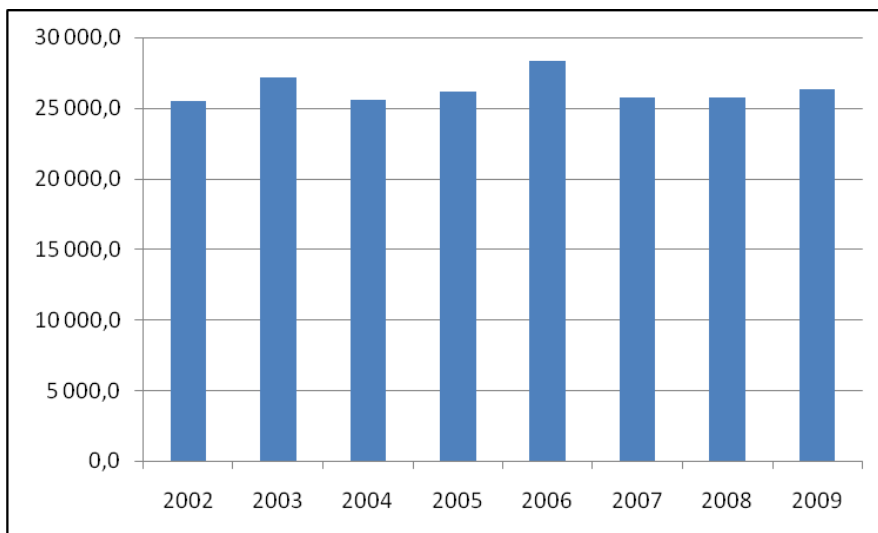
6.6.2 Komunálne odpady

Najväčšie množstvo odpadov vyprodukovaných na území mesta Nitra pripadá na tuhé komunálne odpady TKO. Sú to odpady heterogénneho zloženia, ktoré vznikajú v domácnostiach, ale aj z čistenia verejných priestranstiev. Tento odpad je produkovaný celoplošne, vo všetkých mestách a obciach na Slovensku a je potrebné ho bezpečne zneškodňovať. Okrem priameho vplyvu KO na životné prostredie, skládkovaním alebo spaľovaním, nepriamo ich nepriamy vplyv je vo vysokých nákladoch na ich prepravu a nakladanie s ním.

Množstvo vyzbieraných KO kolíše v od 25 519,3 t z roku 2002 až po 28 324,0 t z roku 2006. Za posledné tri roky sa ich množstvo ustálilo v rozmedzí 25 720,6 t až 26 295,8 t.

Rok	Množstvo [t]
2002	25 519,3
2003	27 145,6
2004	25 568,4
2005	26 154,0
2006	28 324,0
2007	25 761,2
2008	25 720,6
2009	26 295,8

Tab. č. 6 Množstvo komunálnych odpadov vyprodukovaných v meste Nitra

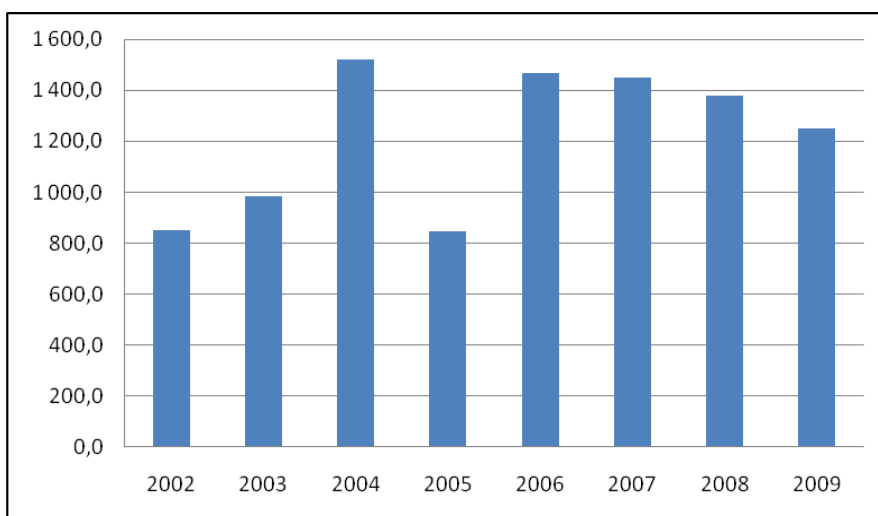


6.6.3 Vyseparované biologicky rozložiteľné odpady BRO

Predstavuje množstvo BRO, ktoré boli vyseparované a následne zhodnotené jednou z technológií. Množstvo vyseparovaných odpadov kolíše v rozmedzí 849,0 t z roku 2002 až po 1522,0 t v roku 2004. Od roku 2006 kedy bolo vyseparovaných 1465,7 t BRO množstvo vyseparovaného BRO mierne klesá na 1250,0 t v roku 2009.

Rok	BRO vyseparovaný [t]
2002	849,0
2003	985,0
2004	1 522,0
2005	845,3
2006	1 465,7
2007	1 450,0
2008	1 380,0
2009	1 250,0

Tab. č. 7 Množstvo vyseparovaného BRO v meste Nitra



6.6.3.1 Zdroje BRO

Zo štatistických údajov nie je možné určiť priamo pôvod BRO. Mestské služby túto charakteristiku ani nerobia, je známa len hmotnosť BRO ako celku. Do celkovej sumy hmotnosti BRO sa započítavajú orezy stromov z verejných plôch, pokosená tráva z verejných plôch, cintorínov, športovísk, odpady z reštaurácií a kuchýň.

Najväčší producenti BRO v meste Nitra:

- Agrokomplex
- Areál nemocnice na Špitálskej ul.
- Ústav TaRCH
- Správa cintorínov Cintorínska ulici
- Areály škôl a materských škôl a ich jedálne
- Veľké kuchyne
- Reštauračné zariadenia
- Poľnohospodárske družstvá
- Slovenská správa ciest
- Železnice SR
- Povodie Váhu
- Agro Tami, a.s. Nitra

Taktiež nie nevýznamným zdrojom BRO je dvakrát za rok, spravidla v jarňoch a jesenných mesiacoch, prebiehajúci zber BRO spred rodinných domov. Pri tomto zbere majú možnosť ho odovzdať obyvatelia, ktorý nie sú schopní alebo ochotní tento odpad v domácich kompostoviskách kompostovať. Medzi významných producentov BRO patria aj firmy, z ktorých areálov pri ich estetickej úprave sa vyprodukuje veľké množstvo BRO medzi tie patrí aj výstavisko Agrokomplex. No najväčší producenti BRO sú poľnohospodárske družstvá, no tie svoje vzniknuté BRO dokážu samy zužitkovať, či už pri opätovnom zapracovaní do pôdy, kompostovaním, alebo pri vyhrievaní budov. Nezanedbateľnou sumou prispievajú aj správcovia líniových stavieb ako cesty a železnice – Slovenská správa ciest a Železnice SR. Taktiež značné množstvo BRO vzniká pri udržiavaní brehov rieky Nitra, ktoré je vykonávané Povodím Váhu.



Obr. 4. Ukážka zberu BRO spred rodinných domov

K producentom vo veľkej miere patria taktiež reštauračné zariadenia, kuchyne veľkých firiem, jedálne škôl a materských škôl a tržnica, ktoré však nemajú v súčasnosti vytvorené podmienky na separáciu BRO.

K producentom BRO taktiež patria nemocničné zariadenia, Fakultná nemocnica na Špitálskej ulici a Vysokošpecializovaný odborný ústav TaRCH na Zobori, okrem BRO vzniknutých pri úprave ich areálov taktiež produkujú infekčné odpady a ktoré však z hygienických dôvodov musia spaľovať.

Agro Tami, a.s. Nitra je aktuálnym majiteľom nitrianskej mliekarene. Táto prevádzka produkuje odpady vhodné pre spracovanie pri výrobe bioplynu v bioplynových staniciach.

Okrem týchto priamych producentov BRO na území mesta Nitra figurujú firmy venujúce sa nakladaniu s odpadmi. Väčšina z nich sú menšie firmy, ktoré svoju činnosť sústredia na čiastkové časti OH – venujú sa len zberu kovového odpadu, plastov, prípadne nakladaniu s nebezpečným odpadom. No okrem ich pôsobia v Nitre aj firmy, ktoré poskytujú kompletne služby v oblasti OH. Okrem Nitrianskych komunálnych služieb, sú to najmä:

- EKOPAT, s.r.o.
- Elkapo, s.r.o.
- Envi-Geos Nitra, s.r.o.

No žiaľ mesto nevedie podrobné hodnotenie údajov o množstvách ktoré vznikajú separáciou BRO. Preto nie je možné rozlíšiť pôvody hmotností BRO jednotlivých odpadov od jednotlivých producentov odpadu.

6.6.3.2 Súčasný systém zberu

V súčasnosti zber BRO, vyprodukovaný občanmi mesta Nitra v rodinných domoch, prebieha dvakrát ročne v jarných a jesenných mesiacoch. Zber plynule prechádza všetkými mestskými časťami. BRO obyvatelia ukladajú pred svoje domy, odkiaľ ich pracovníci Mestských služieb postupne zberajú. Jedna pracovná skupina pozostáva z vodiča traktora s vlečkou a dvoch pomocných pracovníkov, ktorý nakladajú BRO. Väčšie predmety ako konáre z orezov stromov sa ukladajú voľne pred dom a drobný odpad ako pokosená tráva sa ukladá do vriec. BRO sa následne odváža do jedného zo zberných dvorov.



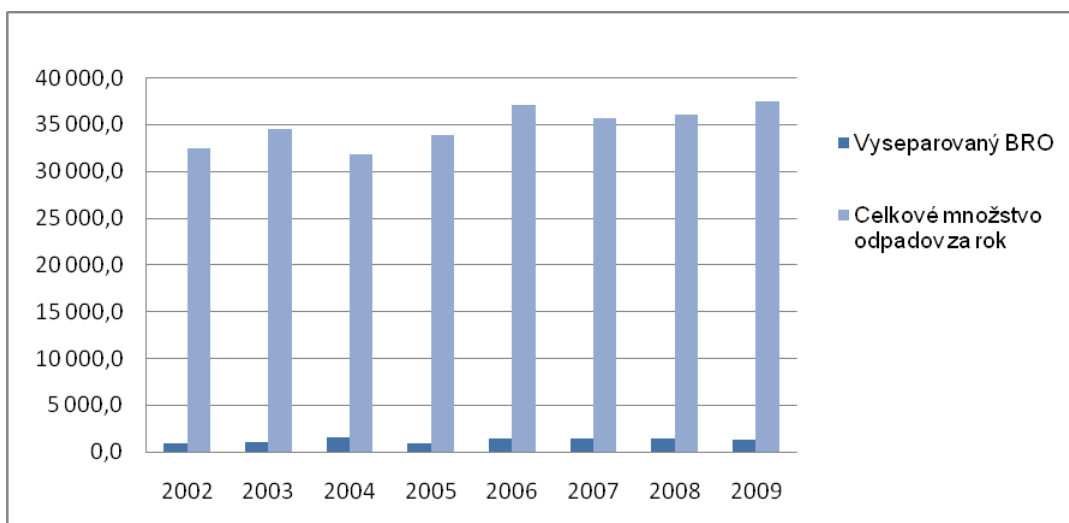
Obr. 5. Ukážka zberu BRO spred rodinných domov

6.6.3.3 Porovnanie množstva vyseparovaných BRO a celkového množstva odpadov

Pomer BRO k celkovému množstvu odpadov vyprodukovaných na území mesta Nitra sa pohybuje od 2,49 po 4,06 %.

Rok	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Množstvo odpadov za rok [t]	32 455,5	34 538,7	31 879,6	33 984,4	37 225,0	35 687,1	36 087,9	37 504,5
Vyseparovaný BRO [t]	849,0	985,0	1 522,0	845,3	1 465,7	1 450,0	1 380,0	1 250,0
%	2,62	2,85	4,77	2,49	3,94	4,06	3,82	3,33

Tab. č.8 Porovnanie množstva vyprodukovaných odpadov a vyseparovaného BRO v meste Nitra

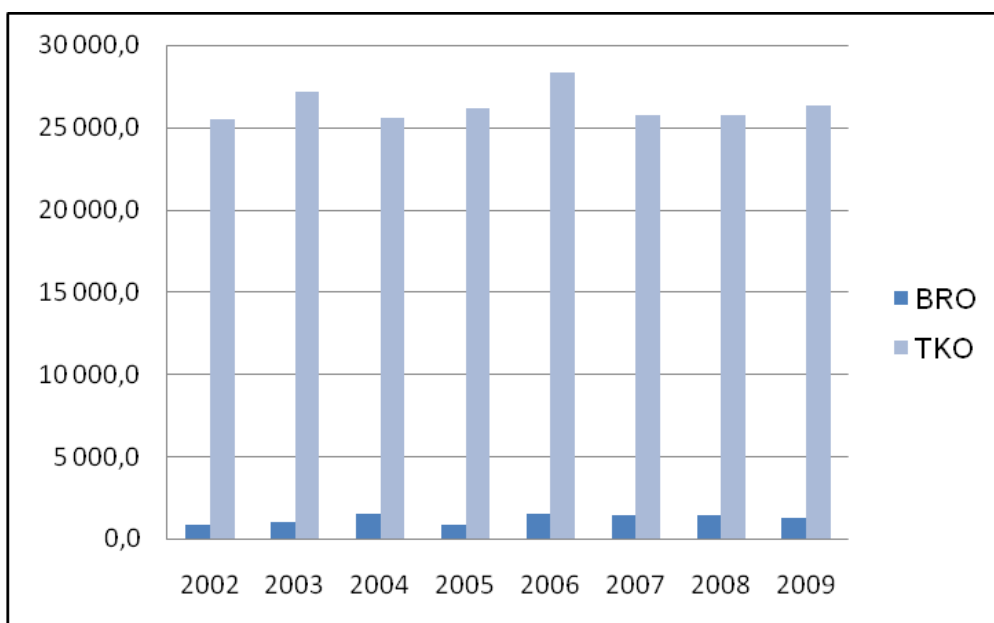


6.6.3.4 Porovnanie množstva vyseparovaného BRO a KO

Predstavuje pomer medzi množstvom vyseparovaného BRO a KO. Ich pomer sa pohybuje od 3,23 po 5,63 %.

Rok	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
BRO	849,0	985,0	1 522,0	845,3	1 465,7	1 450,0	1 380,0	1 250,0
TKO	25 519,3	27 145,6	25 568,6	26 154,0	28 324,0	25 761,2	25 720,6	26 295,8
%	3,33	3,63	5,95	3,23	5,17	5,63	5,37	4,75

Tab. č. 9 Porovnanie množstva vyprodukovaných KO a vyseparovaného BRO v meste Nitra

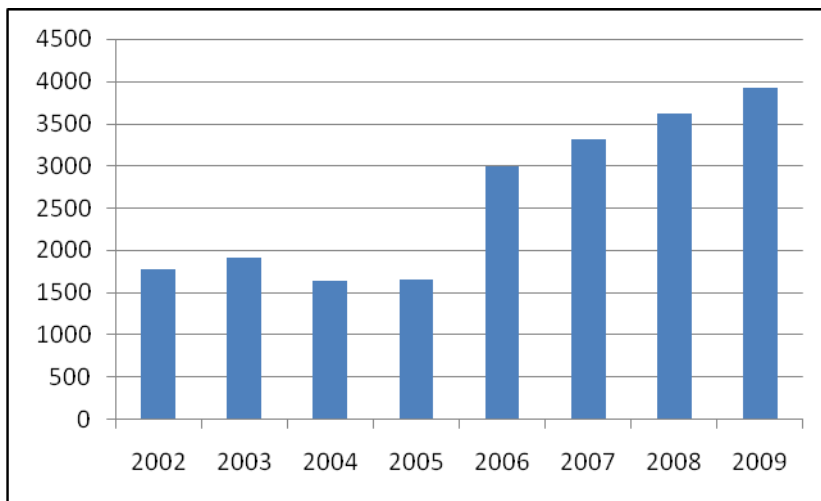


6.6.4 Možnosti zníženia KO

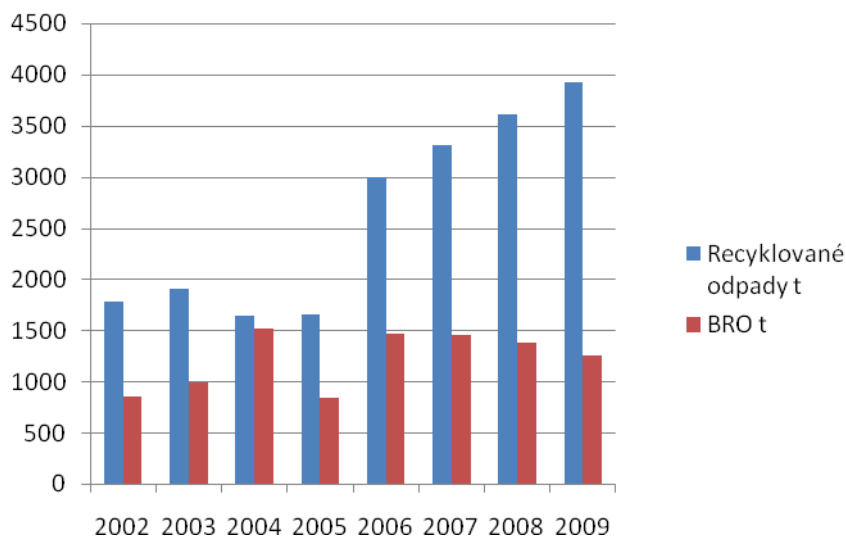
Kým celkové množstvo odpadov vyprodukovaných na území obce je veľmi ťažké priamo ovplyvniť, množstvo KO je možné znížiť zvýšením podielu vyseparovaných zložiek. Tieto recyklované zložky je potom možné znovu použiť. Pre pomer KO a všetkých vyseparovaných zložiek možno použiť nepriamu úmernosť – čím je viac vyseparovaných odpadov, tým menšie je množstvo odpadov, ktoré je nutné skládkovať.

No množstvo všetkých vyseparovaných odpadov má stúpajúcu tendenciu, množstvo vyseparovaných BRO mierne klesá.

Celkové množstvo vyseparovaných odpadov t



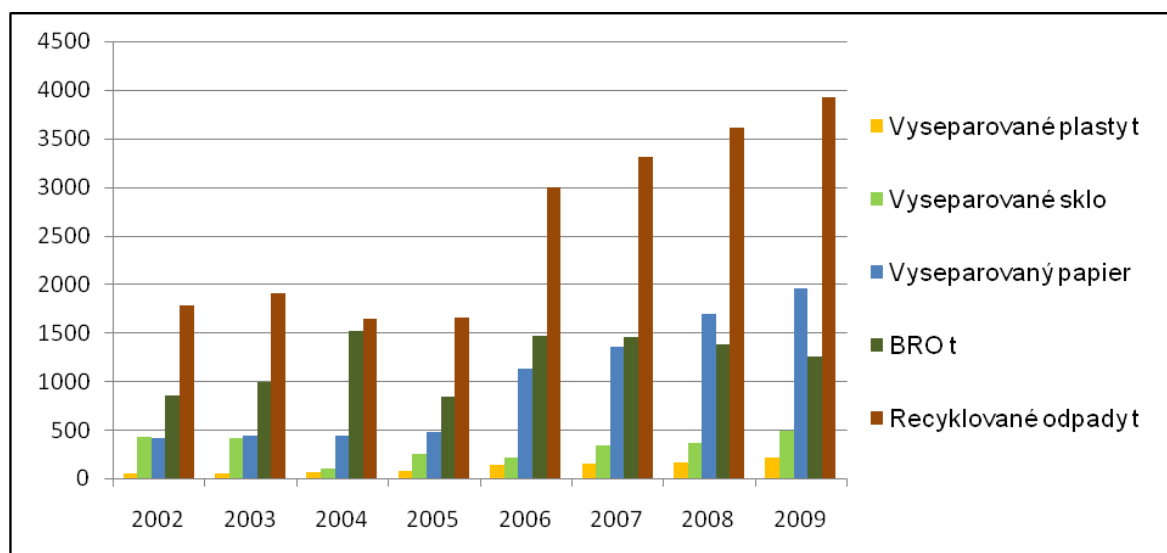
Pomer množstva všetkých vyseparovaných odpadov vyseparovaného BRO t



Pri podrobnejšom skúmaní jednotlivých vyseparovaných zložiek odpadu zistíme, že najväčším podielom na zvýšení separácie sa podieľajú papier, sklo a plasty. Na zložení KO sa papier podieľa 20 %, sklo 12% a plasty 7 %.

Rok	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Množstvo recykl. odpadov t	1777,9	1911,3	1638,5	1652,6	2999	3307,8	3614,3	3928,8
BRO	849,0	985,0	1 522,0	845,3	1 465,7	1 450,0	1 380,0	1 250,0
Papier	419,2	435,7	440,5	482,4	1131,9	1351,9	1692,7	1956,9
Sklo	430,4	410,2	106,5	256,7	209,3	342,4	367,5	487,5
Plasty	50	51,9	64,9	79,6	136,3	147,2	159,9	212,8

Tab. č. 10 Porovnanie množstva druhov vyprodukovaných odpadov v meste Nitra

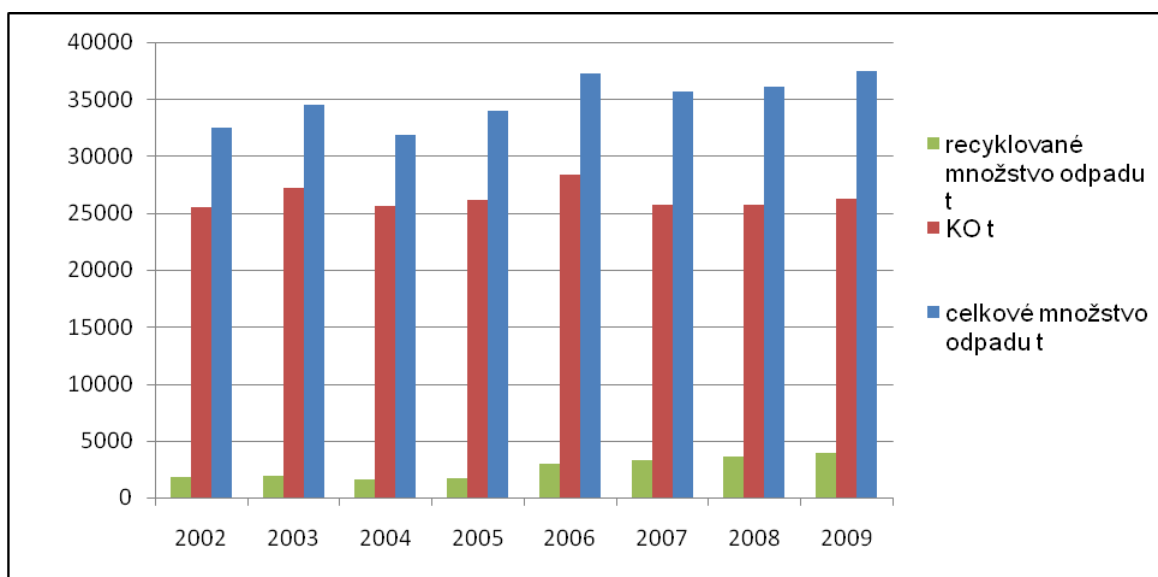


Z vyššie uvedených údajov vyplýva, že množstvá vyseparovaného papiera, skla a plastov, ktoré sa spolu podieľajú na zložení KO 39 %, sa na celkovom množstve vyseparovaných odpadov podieľajú podstatne väčším pomerom ako BRO, ktorý samostatne tvorí 45 % KO. Kým v roku 2009 sa vyseparovalo 1250,0 t BRO, v tom istom roku suma vyseparovaného papiera, skla a plastov činila 2 657,2 t.

Z tohto dôvodu je nutné pristúpiť k opatreniam, ktoré povedú k zvýšeniu množstva vyseparovaných BRO, ktoré sa na KO podieľajú najväčším podielom.

Pri porovnaní množstva KO a celkového množstva vyseparovaného odpadu by sa mohlo zdať, že separácia nemá vplyv na množstvo KO. No pre porovnanie je nutné uvažovať aj s celkovým množstvom odpadu, ktoré za obdobie 2002 – 2009 mierne

stúpa. Táto skutočnosť ukazuje, že v prípade nezvyšovania podielu vyseparovaných odpadov, by bol podiel KO vyšší.



6.6.5 Návrh zberu BRO

Nakoľko si mesto uvedomuje vzťah medzi množstvom KO a množstvom vyseparovaného odpadu je jednou z jeho hlavných priorít zníženie podielu BRO na množstve KO. Preto uvažuje o zakúpení zberných nádob na BRO pre rodinné domy. V meste je približne 8500 rodinných domov a pre každý z nich uvažuje o zakúpení samostatnej zbernej nádoby. Nákup zberných nádob chce spolufinancovať prostriedkami EÚ 95 %-ami a 5 %-ami z vlastných zdrojov. Mesto uvažuje s niekoľkými možnými variantmi, ktoré sú prehľadne zobrazené v tabuľke.

Nádoby ks á 120 l	Frekvencia vývozu	Denne počet vývozov	Počet zber. áut	Cena za 1ks nádobu s DPH	Cena za 1ks auta s DPH	Suma za nádoby	Suma za autá	Suma spolu v €	5% Spoluúčasť mesta
8 500	1x7 dní	1 700	1	38,56	214582	327760	214 582	542 142	27 108
BIO		850	2			327760	429 164	756 924	37 847
		566	3			327 760	643 748	971 506	48 576
8500		1 700	1	60,57	214 582	514 845	214 582	729 427	36 472
GASTRO		850	2			514 845	429 164	944 009	47 201
		566	3			514 845	643 746	1 158 591	57 930

Tab. č. 11 Varianty návrhu na nákup odpadových nádob na BRO

Uvažuje sa s dvomi nádobami na zber BRO.

Charakteristika uvažovaných nádob podľa katalógu výrobkov Rožňavskej spoločnosti MEVAKO, s.r.o.

Nádoba 120 l BIO

- objem 120 l
- nabokoch vetracie otvory, ktoré umožňujú prístup vzduchu
- nádoba je vhodná triedenie bio odpadu z domácností
- cena 38,56 €s DPH

Nádoba 120 l GASTRO

- nádoba s objemom 120 l
- veko nádoby je vybavené špeciálnym gumovým tesnením, ktoré zabraňuje unikaniu zápachu
- nádoba je vhodná predovšetkým na zber kuchynského odpadu a odpadu z reštaurácií
- cena 60,57 €s DPH

Mesto plánuje okrem samotných nádob na BRO taktiež kúpiť vozidlá, ktoré budú zber realizovať. Pre dostatočné zabezpečenie územia je nutný nákup minimálne dvoch zberových vozidiel. Ktoré budú raz do týždňa vykonávať zber nádob na BRO. Pri tejto frekvencii pripadá na jedno vozidlo 850 nádob denne. Ak by sa mesto rozhodlo investovať len do jedného vozidla pripadalo by naň až 1700 nádob, ktoré by bolo muselo za jeden pracovný deň obslúžiť. No ak by sa uskutočnil nákup až troch vozidiel na zber BRO, neboli by dostatočne efektívne využité, pretože by na jedno vozidlo pripadalo len 566 nádob na BRO. Okrem zvýšených prvotných investícií by boli vyššie aj náklady na mzdy zamestnancov, ktorých vy bolo nutné viacero.

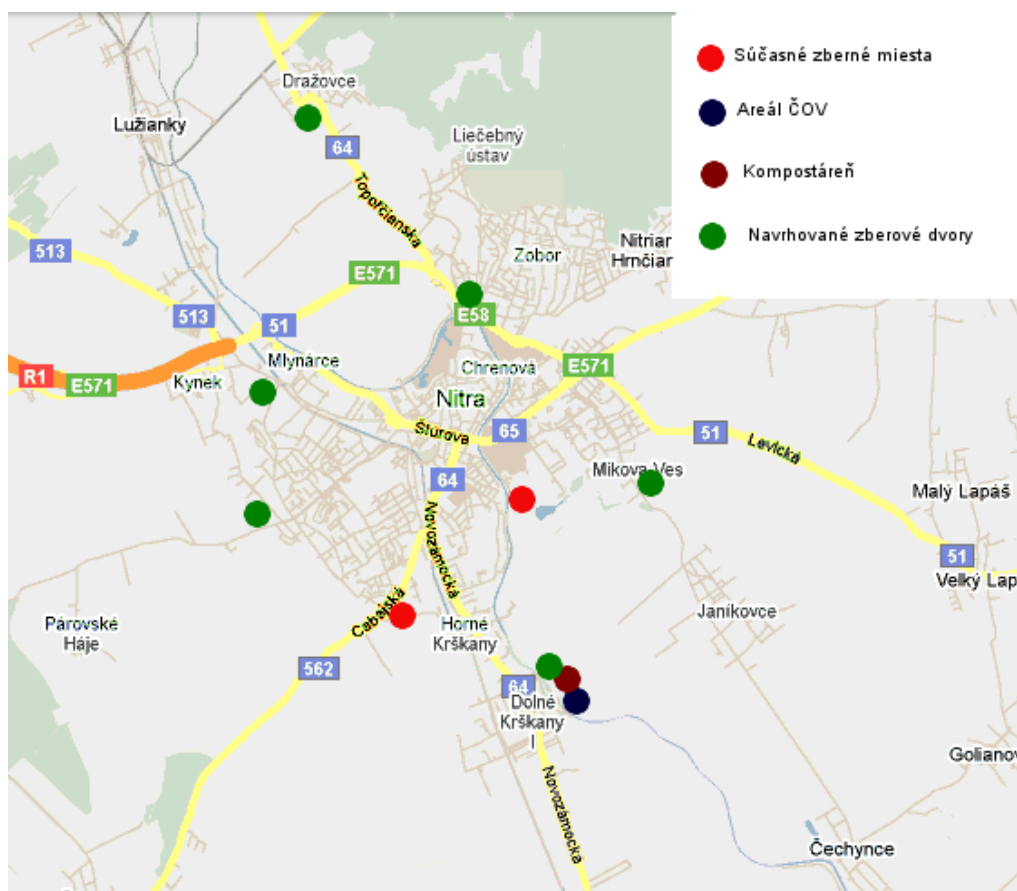
7. Výsledky práce

V súčasnom období prebieha využitie BRO v meste Nitra v dvoch hlavných rovinách. Prvou je domáce kompostovanie a druhou z hľadiska objemu dôležitejšou je zber a následná úprava BRO na obecnej úrovni v zberových dvoroch. Mesto Nitra má schválený projekt na výstavbu kompostárne, z financií EÚ, na jeho území, ktorá v prípade súčasného nákupu 8 500 nádob na separáciu BRO, bude mať pozitívny vplyv na množstvo vyseparovaného odpadu a jeho následným kompostovaním tvorba kompostu. Týmto prirodzeným organickým hnojivom bude môcť mesto zvyšovať úrodnosť pôdy na jeho území, a taktiež ho predávať záujemcom oň. Pre potrebu zvozu zberných nádob na BRO je podľa môjho názoru zakúpiť dve zberové vozidlá, ktoré každé dokáže denne obslúžiť 850 nádob. Tento krok by priamo súvisel so zvýšením vyseparovaného BRO, ktorého vývoj je momentálne negatívny. Jeho hmotnosť klesla za posledné tri roky o 215,7 t čo predstavuje viac ako 14 %-ný pokles, kým za rovnaké obdobie množstvo vyseparovaných odpadov vzrástlo o 31 %, čo predstavuje hmotnostný rast 929,8 t. Preto je nutné pozitívny vývoj v oblasti separovania odpadov preniesť aj na oblasť BRO, pretože obyvatelia majú záujem o separáciu, čo dokazuje kulminujúce množstvo vyseparovaných odpadov.

Súčasné množstvo zberných dvorov je pre potreby mesta veľkosti Nitry nepostačujúci najmä pre dochádzkové vzdialenosti pre potreby občanov mesta nepostačujúci. Preto v závislosti potreby jednotlivých mestských častí ho navrhujem zvýšiť v postupných krokoch na konečný počet osem. Ich umiestnenie by malo byť mimo ich centrálnych častí.

Návrh umiestnenia novovybudovaných zberných dvorov:

- obec Janíkovce
- mestská časť Zobor
- medzi mestskými časťami Kynek a Mlynárce
- medzi mestskou časťou Chrenová a obcou Janíkovce
- za sídliskom Klokočina smerom na mestskú časť Párovské Háje
- v mestskej časti Dolné Krškany v blízkosti ČOV a kompostárne



Obr. 6 Návrh rozmiestnenia zberných dvorov

Keďže množstvo BRO tvorí až 45 % komunálneho odpadu je nutné v záujme zníženia množstva skládkovaného odpadu zvýšiť pomer medzi vyseparovaným BRO a KO. Najvyšší pomer vyseparovania bol v roku 2004 a to 5,95 %, no v nasledujúcom roku klesol len na 3,23 %. V období rokov 2002 až 2009 bol priemerný pomer medzi vyseparovaným BRO a KO 4,63 %, s priemernou hmotnosťou vyseparovaného BRO 1218,4 t z priemerného množstva KO 26 311,1 t za rovnaké obdobie. Ak by sa podiel vyseparovaného množstva BRO zvýšil na 10 %, čo predstavuje hmotnosť 2 631,1 t, hmotnosť KO by klesla oproti priemeru z posledných ôsmich rokov o 1 412,7 t na 24 898,4 t. Ak by sa podarilo vyseparovať 20 % BRO, predstavovalo by to zníženie množstva KO na 22 267,3 t, čo by predstavovalo zníženie o 4 043,8 t. Pri hypotetickom vyseparovaní všetkých 45 % BRO, ktorý obsahuje KO, by sa jeho hmotnosť znížila na 15 689,5 t, čo by bola o 10 621,6 t nižšia hmotnosť KO v porovnaní s priemerom za obdobie 2002 – 2009, ktorý je 26 311,1 t.

	Priemer 2002-2009			
Percento vyseparovania	4,6	10,0	20,0	45,0
Nárast vyseparovaného BRO o (t)		1 412,7	4 043,8	10 621,6
Množstvo vyseparovaného BRO na (t)	1 218,4	2 631,1	5 262,2	11 840,0
Zníženie množstva KO na (t)		24 898,4	22 267,3	15 689,5

Tab. č. 12 Možné zníženie KO na základe zvýšenia vyseparovaného BRO

Všetky opatrenia na zvýšenie separácie BRO sa však minú účinkom, ak občania nebudú mať dostatočné informácie o výhodách separácie. Pre zvýšenie povedomia občanov v oblasti BRO je v súčasnej dobe najvhodnejšie využitie masmédií, ako tlač a televízia, a taktiež organizovanie workshopov a prezentácií o kompostovaní. Preto musí mesto využiť svoje noviny Echo, v ktorých pravidelne informuje v týždenných intervaloch, na oboznámenie obyvateľov Nitry so separáciou BRO a kompostovaním. Bolo by vhodné, aby pri tejto činnosti spolupracovali s niektorou z neziskových organizácií, ktoré problému BRO venujú a aktívne informujú o pozitívach kompostovania. Z dlhodobého hľadiska je vhodné zapájanie do týchto aktivít školy, čím sa zvýši povedomie o kompostovaní u budúcej generácie.

V prípade, že by nebolo možné realizovať, z akéhokoľvek dôvodu, projekt pre samostatné odpadové nádoby pre RD, bolo by vhodné doplnenie veľkoobjemových kontajnerov pre zber separovaného BRO k už existujúcim stojiskám pre zber iných separovaných zložiek odpadu. Existencia kompostárne by nebola ani v takomto prípade ohrozená, kôly nedostatočnému prísunu materiálu, pretože v meste existuje dostatočné množstvo veľkoproducentov BRO.

V súčasnej celosvetovej ekonomickej situácií, by bola veľmi vhodná stimulácia občanov k separácií BRO, ako aj iných zložiek odpadu spôsobom zníženia poplatkov za zvoz KO, pri ktorom by bolo možné v prípade vyseparovania dostatočného množstva odpadu predĺžiť frekvenciu cyklického zvozu nádob na KO, na ktorý sú mestom vynakladané najväčšie prostriedky z rozpočtu pre OH.

Rovnako ako pri spracovaní BRO neexistuje iba jediná technológia na jeho spracovanie, tak ani pri zvyšovaní vyseparovaného množstva BRO nie je možné použiť iba jedinú, ale ich vzájomnú kombináciu.

Záver

Na základe získaných štatistických údajov z rokov 2002 – 2009 som mohol charakterizovať vzniknuté množstvá jednotlivých druhov odpadov, výšku financií vynakladaných na OH a množstvo vyseparovaného následne zhodnoteného BRO v meste Nitra.

Množstvo o ktoré sa zvýši množstvo vyseparovaného BRO sa priamo odzrkadlí na znížení množstva skládkovaného KO. A tým že BRO sa podieľa na celkovom zložení KO najväčším pomerom, zo všetkých zložiek, bude táto úspora o to väčšia.

No zníženie množstva KO nie je jediným pozitívnym faktorom separácie BRO. V prípade jeho kompostovania je to taktiež získanie kvalitného organického hnojiva – kompostu. Nakoľko sa Nitra nachádza v intenzívne poľnohospodársky využívanej oblasti, je kompost adekvátnym doplnkom anorganického hnojenia. Taktiež je možné vhodný BRO využiť pri anaeróbnej digescii, čím sa získa bioplyn, ktorý je vhodný pre výrobu elektrickej energie a tepla v kogeneračných jednotkách.

Z toho dôvodu je nutné efektívne sa venovať problematike odpadov, nielen BRO, stanoviť jasný cieľ a kroky do budúcnosti. Tie sú obsiahnuté v Programe odpadového hospodárstva, ktorý žiaľ Nitra nemá pre súčasné obdobie 2005 – 2010 vypracovaný. Mesto pri nakladaní s odpadmi postupuje podľa koncepcie na roky 2008 – 2013, avšak toto nemôže byť plnohodnotná náhrada POH. Podľa môjho názoru by malo ísť krajské mesto príkladom a POH si v čo najbližšej možnej dobe vypracovať. Aj napriek tomuto závažnému nedostatku je vývoj do budúcnosti v oblasti odpadového hospodárstva priaznivý. V prípade, že mesto Nitra neupustí od plánovaného zámeru vybudovania kompostárne a tiež zakúpenia nádob na BRO, čím sa množstvo vyseparovaného BRO zvýši, čoho následok bude zníženie množstva KO, ktorý je nutné skládkovať. Preto, aby bolo možné efektívne pracovať s BRO je nutné poznať nielen jeho celkové množstvo, ale aj parciálne podiely z jednotlivých zdrojov BRO.

Podľa môjho názoru, ďalšou z možností pre zvýšenie nielen vyseparovaného BRO ale taktiež aj ostatných druhov separovaného odpadu je vybudovanie väčšieho počtu zberných dvorov. Rovnakého názoru je aj Ing. Kramár z Mestského úradu v Nitre dva zberové dvory sú pre celé mesto Nitra málo a ideálne riešenie by bolo zvýšiť ich počet až na osem. Týmto zvýšením by sa znížila dochádzková vzdialenosť občanov k nim a priaznivo by sa tým ovplyvnila hmotnosť vyseparovaných odpadov. Okrem

takýchto opatrení je nutné zvyšovať osvetu medzi obyvateľmi, aby boli ochotný separovať BRO a ostatné druhy odpadov. Mesto Nitra by malo vo zvýšenej miere podporovať povedomie aj o výhodách domáceho kompostovania biologického odpadu, čím by obyvatelia získali kvalitný organický kompost pre svoje záhrady, a taktiež by sa o množstvo, ktoré by využili pri kompostovaní znížilo množstvo skládkovaných komunálnych odpadov. Nakoľko vytvorenie nového zberového dvora je finančne náročné a nie každý má možnosť kompostovať BRO v domácnosti, čiastkovým riešením by podľa môjho názoru bolo rozšírenie existujúcich stojísk nádob na vyseparovaný odpad o veľkoobjemové kontajnery na BRO. Avšak najideálnejším riešením, ktoré mesto do budúcnosti plánuje, je nákup nádob pre vyseparovaný BRO určené pre rodinné domy.

Primárne nie je dôležité či sa občan rozhodne pre separovanie BRO do nádob určených na jeho zber alebo pre domáce kompostovanie, ale dôležité je zníženie jeho podielu v KO, čím sa zníži množstvo odpadu, ktoré je zbytočne skládkované a teda nevyužitú.

Zoznam použitej literatúry

GIBA Michal, SKLENÁR Štefan. Skladovanie a využitie odpadov. 1. vyd. Vydavateľské a edičné stredisko VŠP v Nitre, 1994, 222s. ISBN 80-7137-163-7

INTECH, Elektriny z exkrementov zvierat v Kolíňanoch [online] [Citované 2010-5-10] Dostupné na internete: <<http://www.intechenergo.sk/sekcie/kogeneracia/moznosti-vyuzitia/polnohospodarstvo-cisticky-odpadovych-vod/elktrina-exkrementy-kolinanoch>>

JURÍK Ľuboš, MEDOVIČOVÁ Monika, PALŠOVÁ Lucia. Krajinné inžinierstvo a právo. 2. preprac. vyd. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2009, 126 s. ISBN 978-80-552-0216-7

MARIUS PEDERSEN. Vodca v environmentálnych riešeniach. [online]. [Citované 2010-5-2] Dostupné na internete: <http://www.mariuspedersen.dk/?sc_lang=en>

MEVAKO, Katalóg výrobkov, 26. vyd., 2009

MOŇOK Branislav, Biologický odpad, [online] [Citované 2010-4-1] Dostupné na internete < <http://www.priateliazeme.sk/spz/?q=sk/biologicky-odpad>>

MOŇOK Branislav, Kompostovanie[online] [Citované 2010-4-1] Dostupné na internete < <http://www.spz.sk/sk/info/kompostovanie/13c.htm>>

Moňok Branislav, Kompostovanie na hromadách, [online] [Citované 2010-4-10] Dostupné na internete < <http://www.biodpady.sk/kompostovanie/najpouzivanejsie-technologie-rozdelenie-a-popis/kompostovanie-na-hromadach>>

MSÚ NITRA. Nitrianske komunálne služby. [online]. [Citované 2010-5-2] Dostupné na internete: <http://www.msunitra.sk/?id_menu=8679&firmy_slovenska_flag=0>

MSÚ NITRA. Rozpočet mesta Nitry na rok 2003[online]. [Citované 2010-3-5] Dostupné na internete: <http://www.msunitra.sk/download_file_f.php?id=1020>

MSÚ NITRA. Rozpočet mesta Nitry na rok 2004 [online]. [Citované 2010-3-5]
Dostupné na internete: <http://www.msunitra.sk/download_file_f.php?id=1021>

MSÚ NITRA. Rozpočet mesta Nitry na rok 2005 [online]. [Citované 2010-3-5]
Dostupné na internete: <http://www.msunitra.sk/download_file_f.php?id=3136>

MSÚ NITRA. Rozpočet mesta Nitry na rok 2006 [online]. [Citované 2010-3-5]
Dostupné na internete: <http://www.msunitra.sk/download_file_f.php?id=8055>

MSÚ NITRA. Rozpočet mesta Nitry na rok 2007 [online]. [Citované 2010-3-5]
Dostupné na internete: <http://www.msunitra.sk/download_file_f.php?id=39531>

MSÚ NITRA. Rozpočet mesta Nitry na rok 2008 [online]. [Citované 2010-3-5]
Dostupné na internete: <http://www.msunitra.sk/download_file_f.php?id=34923>

MSÚ NITRA. Rozpočet mesta Nitry na rok 2009 [online]. [Citované 2010-5-5]
Dostupné na internete: <<http://www.msunitra.sk/%E2%96%BA-rozporcet-mesta-na-rok-2009.phtml?id3=41269>>

MSÚ NITRA, Čistička odpadových vôd [online]. [Citované 2010-3-5] Dostupné na internete:
<http://www.msunitra.sk/main.php?id_menu=18737&firmy_slovenska_flag=0>

PASTOREK Zděnek, PLÍVA Petr, Kompostování. [online]. [Citované 2010-4-18]
Dostupné na internete:
<http://www3.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=64&idkapitola=17>

PLÍVA Petr, a kol., Kompostování v pásových hromadách na volné ploše. 1.vyd.Profi Press, s.r.o., 2009, 136 s. ISBN 978-80-86726-32-8>

SAZP. Chránená krajinná oblasť Ponitrie. [online]. [Citované 2010-3-20] Dostupné na internete:
<http://www.sazp.sk/slovak/struktura/copk/chodniky/chkupon3/kapitoly/kap_09.html>

SPZ Spoločnosť priateľov zeme, Vermikompostovanie,

SÝKORA, Matej. Druhy odpadu. [online]. [Citované 2010-4-27]. Dostupné na internete:

<<http://www.triedenieodpadu.sk/index.php?id=triedenieodpadu/druhyodpadu#m6>>

TOLGYESSY Juraj, Piatrik Milan. Odpad – surovina budúcnosti. 1. Vyd. Vydavateľstvo Obzor. Bratislava, 1984.

VEVERKA Miloš, Bioplyn a jeho využitie, [online] [Citované 2010-4-10] Dostupné na internete < <http://www.biodpady.sk/anaerobna-digescia/bioplyn-a-jeho-vyuzitie>>

VEVERKA Miloš, Anaeróbna digescia, [online] [Citované 2010-4-10] Dostupné na internete < <http://www.biodpady.sk/anaerobna-digescia/vstupne-suroviny>
<http://www.biodpady.sk/anaerobna-digescia/bioplyn-a-jeho-vyuzitie>>

VÚPOP. Hrúbka humusového horizontu. [online]. [Citované 2010-3-20]. Dostupné na internete: http://www.podnemapy.sk/portal/verejnost/hrubka_hum_hor/hrubka.aspx>

VÚPOP. Zastúpenie pôdnych typov. [online]. [Citované 2010-3-20] Dostupné na internete: <http://www.podnemapy.sk/portal/reg_pod_infoservis/pt/pt.aspx>

Vyhláška č. 284/2001 Zb. Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 11. júna 2001, ktorou sa ustanovuje Katalóg odpadov

Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy. Potenciálna ohrozenosť poľnohospodárskej pôdy veternou eróziou. [online]. [Citované 2010-3-20]. Dostupné na internete:

<http://www.podnemapy.sk/portal/verejnost/erozia/vet/mapy_detail.aspx?mapa=NR.jpg&okres=Nitra>

Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy. Potenciálna ohrozenosť poľnohospodárskej pôdy pôdnou eróziou. [online]. [Citované 2010-3-20].Dostupné na internete:

<http://www.podnemapy.sk/portal/verejnost/erozia/vod/mapy_detail.aspx?mapa=NR.jpg&okres=Nitra>

Zákon č. 223/2001 Z.z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov

Prílohy:

Znak akosti	Hodnota
vlhkosť v %	40-65
spáliteľné látky v sušine (%)	min. 25
celkový dusík v sušine (%)	min.0,6
pomer C:N	max. 30
pH	6-8,5
nerozložené prímesi v (%)	max. 2

Akostné znaky priemyselného kompostu (STN 465735)

Prvok	Kompostovateľný odpad	Kompost I.trieda
As	50	10
Cd	13	2
Cr	1000	100
Cu	1200	100
Hg	10	1
Mo	25	5
Ni	200	50
Pb	500	100
Zn	3000	300

Najvyššie prípustné množstvo stopových toxických prvkov v kompostovateľných odpadoch a v kompostoch v mg v 1 kg sušiny (STN 465735).

Dátum	Živiny				
	K	Ca	Mg	P	N _{tot}
	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹
Limit STN 465735					
Limit 188/2003 Z.z.					
2009	1900-2500	44000-52000	4800-8000	28000-31000	37000-43000

Rozbor kalov v ČOV Nitra za rok 2009 a k nim prislúchajúce limity

Dátum	Ťažké kovy							
	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg
	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹	mg.kg ⁻¹
Limit STN 465735	50	13	1000	1200	1200	500	3000	10
Limit 188/2003 Z.z.	20	10	1000	1000	300	750	2500	10
2009	8,2-10,3	0,7	19-24	288-396	15-19	21-28	810-960	1,5-2,4

Rozbor kalov v ČOV Nitra za rok 2009 a k nim prislúchajúce limity

Dátum	Mikrobiologické ukazovatele			
	EC	TKB	Enterokoky	Fek. Streptokoky
	KTJ.g ⁻¹	KTJ.g ⁻¹	KTJ.g ⁻¹	KTJ.g ⁻¹
Limit STN 465735				
Limit 188/2003 Z.z.		2.10 ⁶		2.10 ⁶
2009	40-8300	40-32000		0-10

Rozbor kalov v ČOV Nitra za rok 2009 a k nim prislúchajúce limity