

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
V NITRE**

**TECHNICKÁ FAKULTA**

**1123482**

**Niektoré aspekty kompostovania**

**Nitra 2010**

**Ladislav Csefo**

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
V NITRE**

**TECHNICKÁ FAKULTA**

**Niektoré aspekty kompostovania**

**Študijný program:** Poľnohospodárska technika a komerčné činnosti

**Študijný odbor:** Poľnohospodárska a lesnícka technika

**Školiace pracovisko:** Katedra strojov a výrobných systémov

**Školiteľ:** Doc. Ing. Juraj Maga, Dr.

### **Čestné vyhlásenie**

Podpísaný Ladislav Csefo týmto vyhlasujem, že som bakalársku prácu na tému „ Niektoré aspekty kompostovania “ vypracoval samostatne s použitím dostupnej literatúry. Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, že hore uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre, 18.5.2010

## **Pod'akovanie**

Dovoľujem si touto cestou poďakovať Doc. Ing .Jurajovi Magovi, Dr. za odborné vedenie, pomoc, ochotu a poskytnutie cenných rád potrebných pre spracovanie mojej bakalárskej práce.

## **Abstrakt**

Spracovanie odpadov je celosvetovým problémom. Na Slovensku je priemerné množstvo vyprodukovaného odpadu na jedného obyvateľa na úrovni priemeru Európskej únie, avšak stále rastie. V spracovaní odpadov však za európskou úniou zaostávame. V najvyspelejších krajinách EU sa zrecyklovaním či kompostovaním spracuje viac ako 90% vyprodukovaného odpadu zatiaľ čo u nás sa takéto množstvo vyvezie na skládky alebo spáli v spaľovniach.

Kompostovanie je prírode najbližší spôsob, ako naložiť s organickými zbytkami. V práci poukazujeme na výhody a význam tohto spôsobu spracovania odpadov a pre vybraný región navrhujeme vhodný systém spracovania odpadu pomocou kompostovania.

**Kľúčové slová:** odpad, spracovanie odpadov, kompostovanie.

## **Abstract**

Waste management is a global problem. In Slovakia, the average waste produced per capita on average in the European Union, but still growing. The treatment of waste, however, lagging behind the European Union. In most developed EU countries is recycled or composted will process more than 90% of waste produced while with us such a quantity exported to landfill or incinerated at waste incineration plants.

Composting is a natural next way to dispose of organic rest. The paper highlights the benefits and importance of this method of waste management for the selected region and suggest a suitable system for waste treatment by composting.

Keywords: waste, waste treatment, composting.

# OBSAH

OBSAH.....	8
ÚVOD.....	9
2 CIEĽ PRÁCE.....	10
3 METODIKA PRÁCE .....	11
4. PREHĽAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY .....	12
4.1 Kompostovanie .....	12
4.1.1 Význam kompostovania .....	13
4.1.2 Spôsoby kompostovania .....	14
4.1.3 Ciele kompostovania.....	20
4.1.4 Technológie kompostovania .....	20
4.1.5 Materiály vhodné na kompostovanie.....	25
4.1.6 Príprava materiálov na kompostovanie.....	26
4.1.7 Rozklad materiálu .....	28
4.1.8 Proces rozkladu.....	30
4.1.9 Fázy rozkladu.....	33
4.1.10 Mechanizačné prostriedky výroby kompostu .....	34
4.2 Legislatíva kompostovania .....	37
4.2.1 Dôležité ustanovenia zákona č 409/2006 Z.z o odpadoch.....	37
5 VLASTNÁ PRÁCA .....	39
5.1 Charakteristika vybraného regiónu.....	39
5.2 Návrh technológie kompostovania v Rožňavskom regióne .....	41
6 ZÁVER.....	43
7 POUŽITÁ LITERATÚRA .....	44
8 PRÍLOHA.....	46

## ÚVOD

Jedným z veľkých problémov dnešných dní je narastajúci objem produkovaného odpadu obyvateľstvom i výrobnou sférou. Produkcia odpadu sa zvyšuje nielen vo svete ale aj na Slovensku. Kapacity mnohých skládok sú vyčerpané a s mnohými novými skládkami rastie počet nespokojných obyvateľov protestujúcim proti týmto skládkam. Vo väčšine Európskych krajín je už niekoľko rokov samozrejماً separácia odpadov. Na Slovensku sa separuje len v poslednom období a stále ešte nie je separácia využívaná vo všetkých možných sférach. Recykláciou sa zaoberajú už všetky väčšie podniky a stáva sa už aj súčasťou domácností kde žiaľ ešte stále sú určité nedostatky. Aj poľnohospodársky producenti či potravinárska výroba sa stáva súčasťou recyklácie a konkrétne kompostovania či spracovania bioodpadov na energetické účely. Zo štatistických prehľadov o nakladaní s komunálnymi odpadmi na Slovensku je zrejmé, že 93 % komunálnych odpadov je uložených na skládkach, alebo likvidovaných v spaľovniach, 1,2 % je recyklovaných a, žiaľ, len 3,3 % sú spracované kompostovaním.

Kompostovanie je pravdepodobne najstaršou a najpoužívanejšou recyklačnou technológiou, ktorá bola vedecky opísaná. Kompostovanie je prírode najbližší spôsob, ako naložiť s organickými zbytkami. Cieľom kompostovania je premeniť organický odpad – biomasu z poľnohospodárstva, domácností, zo živností a priemyslu, ako aj čistiarenské kaly z komunálnych čistiarní odpadových vôd pomocou prirodzeného pochodu rozkladu do formy, ktorá je silne redukovaná čo do objemu a hmotnosti, je neškodná, hygienicky a esteticky nezávadná.



## **2 CIEĽ PRÁCE**

Cieľom práce je zhodnotiť možnosti kompostovania odpadov z poľnohospodárskej i potravinárskej výroby vo vybranom regióne.

Poľnohospodárstvo i potravinársky priemysel sú výraznými producentmi odpadov a preto určite spoločne so separovaným komunálnym odpadom bude produkcia odpadu vhodného na kompostovanie spojená so samotným kompostovaním pre región rentabilná aj z ekonomického hľadiska. Kompostovanie tak môže výrazne znížiť zaťaženie skládok vo vybranom regióne, ale aj ekonomicky odľahčiť rozpočet na spracovanie odpadov daného regiónu.

### **3 METODIKA PRÁCE**

Literárna štúdiá z oblasti kompostovania odpadov bola zameraná najmä na analýzu jednotlivých odpadových materiálov na kompostovanie a na analýzu možností kompostovania. Zo štatistických prehľadov o nakladaní s komunálnymi odpadmi na Slovensku je zrejmé, že 93 % komunálnych odpadov je uložených na skládkach, alebo likvidovaných v spaľovniach, 1,2 % je recyklovaných a, žiaľ, len 3,3 % sú spracované kompostovaním. Preto prácou chcem poukázať na výhody tejto metódy spracovania odpadov. Metodiku práce možno rozčleniť na:

- Analýza zberových technológií poľnohospodárskych plodín a vzniku odpadov.
- Analýza vhodnosti jednotlivých odpadových materiálov poľnohospodárskej i potravinárskej výroby na kompostovanie.
- Analýza možnosti kompostovania.
- Návrh vhodnej technológie kompostovania pre vybraný región.

## 4. PREHLAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

### 4.1 Kompostovanie

Kompostovanie je jedným z progresívnych postupov pre spracovanie a likvidáciu komunálnych odpadov organického pôvodu, živočíšnych odpadov (maštalný hnoj, odpady z bitúnkov), odpadov z údržby mestskej zelene, rastlinného odpadu z poľnohospodárskej, vinohradníckej a lesníckej činnosti, čistiarenských kalov, odpadov z priemyslu potravinárskeho, drevospracujúceho a papierenského. Hlavnou úlohou kompostovania je produkcia stabilizovanej organickej hmoty, lebo aplikáciou čerstvej a nerozloženej organickej hmoty do pôdy sa môže stimulovať rozvoj rastlinných patogénov už prítomných v pôde. Ďalšou významnou úlohou je deštrukcia patogénov a parazitov a redukcia zápachov. V procese kompostovania dochádza k transformácii organických foriem dusíka a fosforu na anorganické formy, ktoré sú dostupnejšie pre poľnohospodárske plodiny. (Keeling, 1994. Flynn et Wood, 1996, Pacha, 1996, Bernal, 1998, Michalík, 1999. Garcoa-Gil, 2000, Tölgyessy et Harangozó, 2001, Mondini, 2004, Creechio, 2004, Termorshuizen, 2004, Filip, 2005, Xi , 2005, Ntougias, 2006, Pérez-Piqueres, 2006, Rafay, 2007, Rebolledo, 2008).

Kompostovanie je hnilobný proces prebiehajúci v optimálnych podmienkach, ktorého podstatou je exotermický proces biologickej oxidácie, pri ktorej organické substráty podliehajú aeróbnej biodegradácii zmesnou kultúrou mikroorganizmov v podmienkach zvýšenej teploty (55 °C) a vlhkosti 40-60 %. Mikrobiologickým rozkladom organických látok a biochemickou syntézou vznikajú humusové látky, ktoré sú hlavnou zložkou kompostov, pričom túto premenou spôsobujú aeróbne i anaeróbne mikroorganizmy (Michalík, 1996).

Kompostovanie je aeróbny rozklad organickej hmoty, počas ktorého sa organické látky premieňajú na kompost obsahujúci humus s vysokým podielom minerálnych látok. Správne pripravený kompost je hnojivo zvyšujúce úrodnosť pôdy a z ktorého sa živiny uvoľňujú do pôdy postupne a obyčajne nehrozí ich rýchla migrácia do spodných vôd (Rafay, 2007).

Kompostovanie je pravdepodobne najstaršou a najpoužívanejšou recyklačnou technológiou, ktorá bola vedecky opísaná. Je to riadený prevažne aeróbnym mikrobiálnym procesom, v priebehu ktorého sú organické odpady (biomasa) premieňané na organo-minerálne hnojivo – kompost (**Maga, Piszczalka, 2006**).

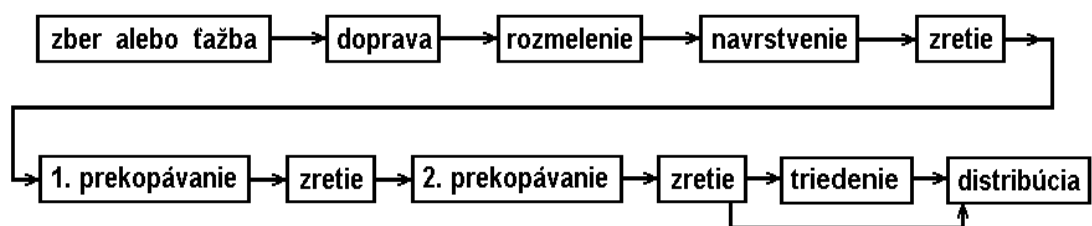
Samostatnou technológiou, ktorá sa líši od tradičného kompostovania je vermikompostovanie. Organický materiál je trávený v zažívacom trakte dážďoviek, najčastejšie druhu *Eisenia foetida*, *Eisenia Andrei*, *Lumbricus rubellus*. Tieto produkujú trus, ktorý je hodnotným hnojivom. Dážďovky sú schopné skonzumovať denne také množstvo organickej hmoty, ktoré sa rovná až dvojnásobku ich váhy. Vhodnou potravou pre dážďovky je rastlinný odpad, naopak nevhodnou sú zvyšky mäsa, kosti a tukov. Vermikomposty majú vyšší obsah dusíka, nižší obsah solí a užší pomer C:N v porovnaní s tradičnými kompostami (**Frederickson, 1997, Chaoui, 2003, Classen, 2007**).

**Eastmann (2001)** dokázal, že aj počas vermikompostovania dochádza k významnej redukcii koliformných baktérií, patogénov (*Salmonella* sp.) a zárodkov parazitov (*Ascaris* sp.)

#### 4.1.1 Význam kompostovania

Pod pojmom hospodárenia s odpadom rozumieme súhrn všetkých krokov pre najneškodnejšiu manipuláciu, opätovné použitie a ďalšie využitie až k definitívnemu zneškodneniu odpadu všetkého druhu s čo najmenším dosahom na ekologické podmienky.

Neustále sa zvyšujúce znečistenie prírody, hroziaci vznik mnohých ekologických havárií ale aj znižujúce sa zásoby nerastných surovín sú dôvodom pre zlepšenie hospodárenia s odpadmi. Vďaka opätovnému zavedeniu odpadov do výroby, prípadne do spotreby, sa zníži množstvo odpadov zaťažujúcich spoločnosť a šetria zásoby surovín.



**Obr. 1** Technologický postup výroby kompostu

#### 4.1.2 Spôsoby kompostovania

##### Prehľad technológií pre kompostovanie

Kompostovať môžeme rôznymi spôsobmi. Jednotlivé spôsoby sa medzi sebou výrazne odlišujú aj využitím rôznej technológie a techniky.

**Jednotlivé technológie môžeme rozdeliť podľa schémy:**

- kompostovanie na hromadách
- mechanicky prekopávané
- prevzdušňované tlakovou / podtlakovou aeráciou
- kombinácia mechanického prekopávania a nútenej aerácie
- prikryté kompostovacou textíliou
- neprikryté
- kompostovanie vo vakoch
- kompostovanie v boxoch
- otvorené
- uzavreté
- kontinuálne
- diskontinuálne
- vertikálne
- horizontálne
- vermikompostovanie

## **Kompostovanie na hromadách**

Kompostovanie na hromadách je najstarší a doteraz najviac používaný spôsob. Stretnúť sa s ním môžeme na záhradách, v malých komunitných kompostárňach využívajúcich malú mechanizáciu, ale aj vo veľkokapacitných kompostárňach.

Tento systém je používaný hlavne na kompostovanie odpadov z údržby verejnej zelene, záhrad, parkov, cintorínov (tzv. zeleného bioodpadu). K prevádzke potrebujeme dostatočne veľkú plochu na kompostovanie, úpravu a uskladnenie surovín. Podľa platných zákonov SR by mali byť kompostárne využívajúce túto technológiu s kapacitou väčšou ako 10 ton kompostu ročne prevádzkované na vodohospodársky zabezpečenej ploche.



**Obr. č. 13.** Kompostovanie na hromadách

## **Kompostovanie vo vakoch**

Jednou z novších technologických variant kompostovania na hromadách je kompostovanie vo vakoch. Ide o plastové vaky, ktoré majú priemer 1,5 m a 2,4 m a ich základná dĺžka je 60 m. Tieto vaky sa plnia pomocou kompostovacích lisov s vopred upraveným a namiešaným biologickým materiálom. Spoločne s biologickým odpadom sa do vaku vkladá aj perforovaná hadica, ktorou sa pomocou ventilátorov v pravidelných intervaloch do vaku vháňa vzduch.

Kompost uložený vo vaku je chránený pred poveternostnými vplyvmi, nemusí sa v lete zavlažovať, je chránený pred nadbytočnou vlhkosťou. Z vaku neunikajú žiadne výluhy a ani zápach. Cca po 8 týždňoch sa kompost vyberá z vakov a dozrieva na voľnej ploche.



**Obr. 14.** Kompostovanie vo vakoch

### **Prikrývanie kompostovanej hromady geotextíliou**

Niekedy sa pri kompostovaní na hromadách používa k zakrývaní hromád špeciálna kompostovacia textília. Je potrebné zdôrazniť, že musí ísť vždy o textíliu, ktorou môže prechádzať vzduch. V žiadnom prípade teda nie je možné používať k tomuto účelu plastové „igelitové“ fólie.

Tieto textílie znižujú ochladzovanie kompostovanej hromady, čo prispieva k dôkladnejšej hygienizácii a čiastočne tým celý proces kompostovania urýchľujú. Textília tiež čiastočne zabraňuje vyparovaniu vody a teda prílišnému vysušovaniu kompostu. Dôležitou funkciou je zabránenie vnikaniu nadbytočnej vlhkosti do kompostu v prípade dlhotrvajúcich dažďov. Rovnako chráni kompost pred UV – žiarením. Na stenách textílie dochádza ku kondenzácii vznikajúcich plynov, vďaka čomu je potlačený možný zápach.



**Obr. 15** Kompostovanie za použitia geotextílie

### **Kompostovanie v boxoch**

Kompostovanie v boxoch sa uplatňuje predovšetkým pri kompostovaní problematickejších odpadov, akými sú napr. odpady z vývarovní, potravinárskeho priemyslu a podobne.

Výhodou kompostovania v boxoch je tiež úspora miesta. V uzavretých boxoch je aj možnosť filtrácie vzduchu, čím je výrazne potláčaný zápach a znižujú sa tým emisie záťažových plynov do atmosféry.

### **Otvorené boxy**

Tento spôsob je v podmienkach SR zastúpený predovšetkým systémom kompostovania v silážnych žľaboch.

V špeciálne vytvorených boxoch sa môže prevzdušňovanie vykonávať pomocou nútenej aerácie alebo kombináciou nútenej aerácie a prekopávania čelným nakladačom.





**Obr. 16.** Kompostovanie v otvorenom boxe

### **Uzavreté boxy**

Uzatvorené boxy môžeme rozdeliť na boxy s kontinuálnym plnením (tunely) a na diskontinuálne boxy.

### **Diskontinuálne boxy**

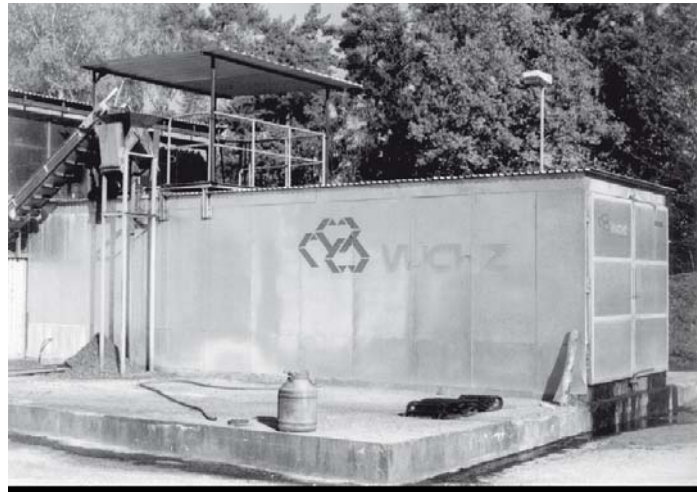
Sú jednoduchšej stavby. Ide o „garáž“ väčších rozmerov s kapacitou asi 30 – 80 t/jedna vsádzka. Vsádzka je obyčajne do boxu navážaná jednorázovo pomocou čelného nakladača. Preto musí byť vopred namiešaná, pretože dodatočné premiešavanie je veľmi komplikované. V podlahe boxu sú umiestnené perforované trubky, ktorými je do zrejúceho kompostu vháňaný vzduch. Množstvo prúdiaceho vzduchu je regulované podľa teploty kompostovaného materiálu a v niektorých prípadoch dokonca v závislosti na obsahu kyslíka v zrejúcej kope meraného pomocou špeciálnej kyslíkovej sondy. Vzduch, ktorý prešiel kompostom, je odvádzaný vzduchovodom do čistiaceho systému.

### **Kontinuálne – tunelové boxy**

U týchto systémov je vsádzka vkladaná zvyčajne otvorom v hornej časti reaktora a druhým otvorom, zvyčajne lokalizovaným v najvzdialenejšej bočnej stene, je vybraný zrelý kompost.

Spôsob prevzdušňovania a čistenia vzduchu je podobný ako u diskontinuálnych boxov. Obidva typy boxov sú vhodné pre kompostovanie hlavne potencionálne rizikových materiálov, akými môžu byť napríklad medziprodukty živočíšnej výroby,

kaly z ČOV, exkrementy z chovu zvierat... V boxoch prebieha rovnomerné zahrievanie v celom objeme vsádzky, čím dochádza k vyššej deaktivácii potenciálnych patogénov.



**Obr. 17.** Kontinuálny kompostovací box

### **Kompostovacie bubny**

Zvláštnym typom uzavretých kompostovacích boxov sú kompostovacie bubny. Jedná sa o vodorovné bubny, ktoré sa v niekoľkohodinových intervaloch otáčajú a tým dochádza k dôkladnému premiešavaniu a aerácii. Kompostovacie bubny sú používané na začiatku kompostovacej linky. Odpad je tu kompostovaný asi týždeň. Behom tejto doby dochádza vďaka intenzívnej aerácii k rýchlemu štartu kompostovacieho procesu. Až potom je odpad kompostovaný v tuneloch.

### **Vermikompostovanie**

Vermikompostovanie využíva schopnosť niektorých druhov dážďoviek (*Eisenia foetida*, *E. andrei*, *Lumbricus rubellus*, *Eudrilus eugenie*, *Perionyx excavatus* atd.) zintenzívňovať mikrobiálne procesy v organickej hmote.

Klasická metóda vermikompostovania spočíva v pridávaní 2 až 3 cm substrátu (najlepšie predkompostovaného), každý týždeň na vermikompostovacie lôžko, ktoré musí byť umiestnené v uzavretej a hlavne v zime dobre tepelne izolovanej nádobe, aby sa k dážďovkám nedostali ich prirodzení predátori a aby násada dážďoviek nevymrzla.



Obr. 18 **Dážďovky na verikompostovanie**

### **4.1.3 Ciele kompostovania**

Cieľom kompostovania je premeniť organický odpad – biomasu z poľnohospodárstva, domácností, zo živností a priemyslu, ako aj čistiarenské kaly z komunálnych čistiarní odpadových vôd pomocou prirodzeného pochodu rozkladu do formy, ktorá je silne redukovaná čo do objemu a hmotnosti, je neškodná, hygienicky a esteticky nezávadná, pričom konečný produkt – kompost môže byť použitý pri pestovaní rastlín ako humusové hnojivo, alebo ako organicko-minerálne hnojivo (Maga, Piszczalka, 2006).

### **4.1.4 Technológie kompostovania**

Kompostovať môžeme rôznymi spôsobmi. Jednotlivé spôsoby sa medzi sebou výrazne odlišujú aj využitím rôznej technológie a techniky.

**Jednotlivé technológie môžeme rozdeliť podľa schémy:**

- Kompostovanie na hromadách
- mechanicky prekopávané
- prevzdušňované tlakovou / podtlakovou aeráciou

- kombinácia mechanického prekopávania a nútenej aerácie
- prikryté kompostovacou textíliou
- neprikryté
- kompostovanie vo vakoch
- Kompostovanie v boxoch
- otvorené
- uzavreté
- kontinuálne
- diskontinuálne
- vertikálne
- horizontálne
- Vermikompostovanie (**Maga, Piszczalka, 2006**)

Existuje niekoľko technológií kompostovania, ale nech je už použitá akákoľvek z nich, je nutné z dôvodu správneho priebehu výroby kompostovací proces monitorovať a riadiť. Riadenie kompostovacieho procesu začína už v jeho prvej fáze – pri optimalizácii surovinovej skladby základky kompostu. Obzvlášť dôležité faktory sú pomer C:N a vlhkosť. (**Richard et Trautmann, 1996, Pliva, 2006**).

		Surovina B								
		Odpad zo zeleniny	Suché listie	Kuchynský bioodpad	Hnojovica ošipáných	Čerstvá tráva	Štiepka	Zemina	Hydinový trus	
Surovina A	Odpad zo zeleniny	X	50:10:10:10	20:20:30:30	70:0:0:30	80:20:0:0	40:20:10:30	40:10:10:40	X	Hydinový trus
	Suché listie	40:30:10:20	X	10:60:20:10	40:20:10:30	50:10:10:30	10:10:10:70	X	45:30:10:50	Zemina
	Kuchynský bioodpad	50:20:20:10	50:10:10:30	X	10:40:30:20	15:10:25:50	X	70:10:0:20	5:45:40:10	Štiepka
	Hnojovica ošipáných	10:70:10:10	30:40:20:10	20:20:30:30	X	X	10:30:50:10	10:10:40:40	20:0:0:80	Čerstvá tráva
	Čerstvá tráva	70:20:5:5	30:40:30:0	70:0:0:30	X	X	20:20:20:40	40:20:10:30	90:0:10:0	Hnojovica ošipáných
	Štiepka	40:10:0:50	0:30:60:10	X	30:25:0:45	25:45:30:0	X	15:10:75:0	10:0:20:70	Kuchynský bioodpad
	Zemina	30:50:20:0	X	0:70:30:0	0:0:40:60	10:25:40:25	0:10:10:80	X	30:10:20:40	Suché listie
	Hydinový trus	X	10:30:60:0	40:10:10:45	0:5:80:15	10:10:80:0	30:30:30:10	20:10:20:50	X	Odpad zo zeleniny
	Hydinový trus	Zemina	Štiepka	Čerstvá tráva	Hnojovica ošipáných	Kuchynský bioodpad	Suché listie	Odpad zo zeleniny		
		Surovina D								
Orientácia v diagrame: číselné údaje uvádzajú percentuálny pomer jednotlivých surovín zmesi, pričom prvá hodnota zodpovedá surovine A, druhá surovine B, tretia surovine C a štvrtá surovine D.										
Farebné rozloženie:			zmesi s optimálnym pomerom C:N ale vyššou hodnotou vlhkosti							
			zmesi s nízkym pomerom C:N potreba pridať štruktúrne suroviny (štiepka, piliny..)							
			zmesi s optimálnym pomerom C:N (30-35:1) a optimálnou vlhkosťou (50-60 %)							

**Obr.2** Diagram možných surovinových skladieb kompostu (Pliva, 2006)

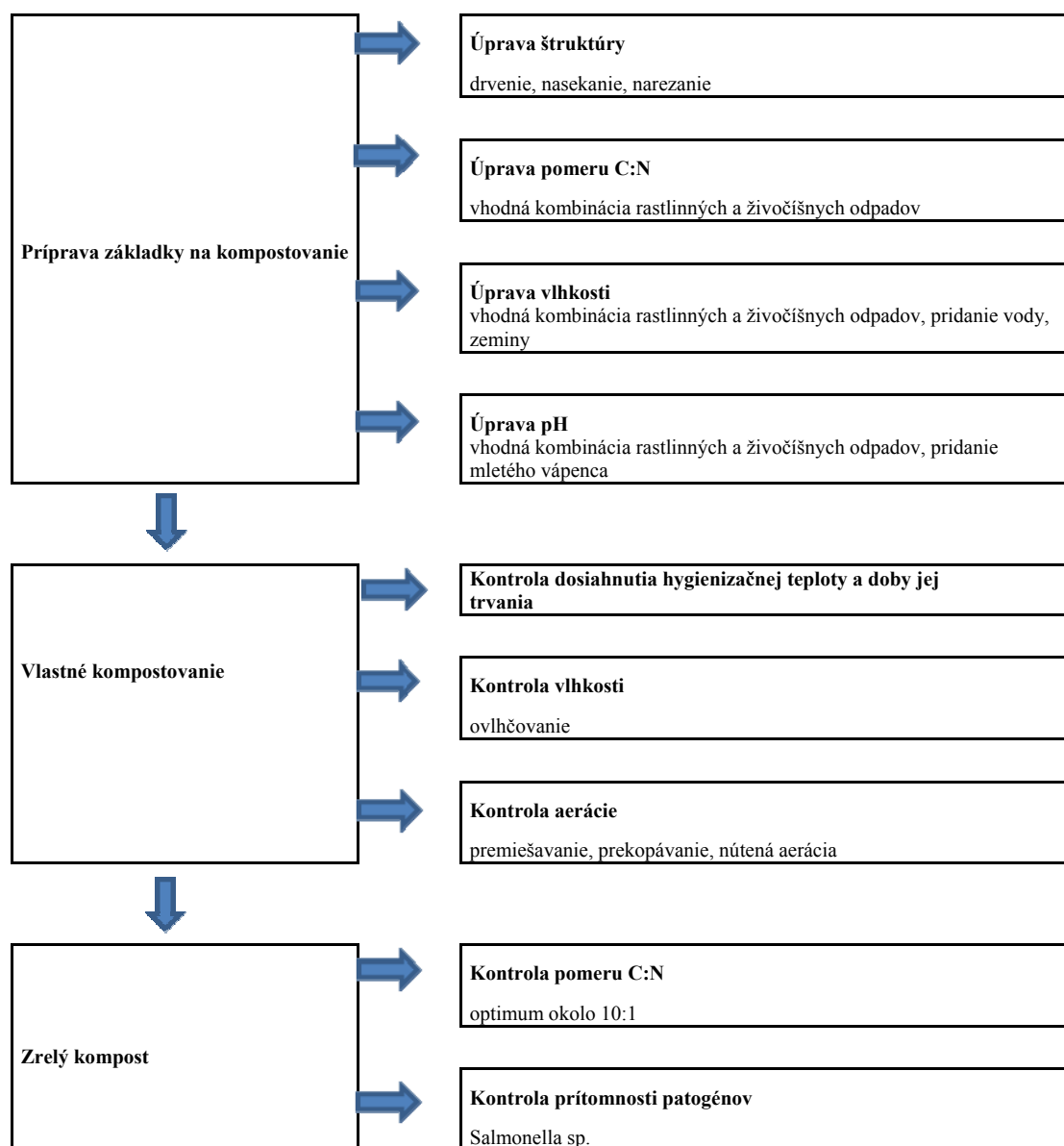
V jednotlivých fázach kompostovania je dôležité sledovať základné veličiny a teplotu, obsah kyslíka a vlhkosť. Na základe týchto veličín sa robia zásahy do kompostovacieho procesu, ako sú prevzdušnenie kompostu, úprava vlhkosti a prípadne aj doplnenie surovínovej skladby. Schéma pracovných operácií počas kompostovania je zobrazené na obrázku 2. Monitorovaním a zásahmi môžeme vplývať i na dobu trvania rozkladu organickej hmoty. Rýchlosť procesu ovplyvňuje surovínová skladba i zvolená technológia. Dĺžka periódy kompostovania je kľúčovým faktorom ekonomickej náročnosti kompostovacieho procesu (**Medvecký, 2004, Pliva, 2006**)

Priebeh kompostovania je až na malé odchýlky u všetkých technológií kompostovania podobný. Rôzne technológie sa líšia intenzitou prebiehajúcich rozkladných procesov a finančnou náročnosťou. Medzi najdôležitejšie technologické faktory, ktoré sa výhľadne podieľajú na výslednej kvalite kompostu, patria (**Pliva, 2006**):

- ✓ zvolená technológia kompostovania,
- ✓ fyzikálne, chemické a mikrobiologické vlastnosti kompostovaných surovín,
- ✓ receptúra zakládky,
- ✓ príprava surovín pred založením kompostu a ich skladovanie,
- ✓ doba kompostovania,
- ✓ monitorovanie priebehu kompostovacieho procesu,
- ✓ konečná zrelosť a stabilita kompostu.

Z technologického hľadiska môžeme spôsoby kompostovania rozdeliť na (**Pliva, 2006**):

- ✓ kompostovanie v plošných alebo pásových hromadách,
- ✓ intenzívne kompostovacie technológie:
  - a) kompostovanie v bioreaktoroch – kompostéroch,
  - b) kompostovanie v boxoch alebo žľaboch.
- ✓ kompostovanie vo vakoch (Ag Bag kompostovanie),
- ✓ vermikompostovanie.



**Obr. 3** Schéma najdôležitejších pracovných operácií počas výroby kompostu.

#### 4.1.5 Materiály vhodné na kompostovanie

Pre výrobu a používanie kompostu platí STN 465735 Priemyselné komposty, ktorá stanovuje hlavné akostné znaky kompostu a obmedzuje stopové toxické prvky v bioodpadoch použitých pre výrobu kompostu.

Vhodné suroviny sa určujú rôznymi kritériám, dôležitý je predovšetkým obsah živín, štruktúra a stupeň vlhkosti. Do kompostu nesmú byť použité suroviny, ktoré majú nadlimitný obsah cudzorodých látok. Nemali by sa používať odpady obsahujúce nerozložiteľné prímеси, masťotu, zvyšky pesticídov, ropné uhľovodíky a ťažké kovy.

Kompostovaním je možné využiť poľnohospodársku odpadovú biomasu, odpady potravín, pochutín a krmív, hlavne zvieracie fekálie a rastlinný odpad, drevený odpad – hlavne stromovú kôru, piliny a štiepky, primárne a biologické papierenské kaly, textilný odpad, bioodpad vytriedený pri zdroji z domového odpadu, stabilizované čistiarenské kaly, odpady zo septikov a žump a pod..

Kompostovať možno takmer všetko, materiál nevhodný na kompostovanie uvádzam v tabuľke č.1.

**Tab. 1** Materiály nevhodné na kompostovanie

<ul style="list-style-type: none"><li>▪ druhotné suroviny</li><li>▪ kovy</li><li>▪ plasty</li><li>▪ textil</li><li>▪ sklo</li><li>▪ nebezpečné látky</li><li>▪ farby</li><li>▪ staré lieky</li><li>▪ staré oleje</li><li>▪ batérie</li><li>▪ chemické postreky</li><li>▪ problémové látky</li><li>▪ prach zo smetí a vysávania</li><li>▪ šupy citrusových plodov</li><li>▪ zvieracie kosti</li><li>▪ mliečne výrobky</li></ul>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



**Tab. 2** Príklad materiálov vhodných na kompostovanie

Kuchynský odpad	Odpad zo záhrad	Ostatný organický odpad z potravinárstva
Zvyšky zeleniny z prípravy a konzumácie jedál (šalát, rajčiny, fazuľa, atď) <input type="checkbox"/> Šupky a zvyšky z ovocia (pomaranče, jablká, banány a pod.) <input type="checkbox"/> Varené jedlá (zemiaky, ryža, cestoviny, polievky a pod.) <input type="checkbox"/> Mäso a ryby <input type="checkbox"/> Škrupiny z vajčiek <input type="checkbox"/> Vrecúška z čaju, filtre z kávovarov a pod.	<input type="checkbox"/> Pokosená tráva <input type="checkbox"/> Zvyšky z orezávania stromov <input type="checkbox"/> Lístie <input type="checkbox"/> Drevo (neupravené !, nábytok je vylúčený) <input type="checkbox"/> Zvyšky odumretých rastlín <input type="checkbox"/> Zvyšky kvetov	Zvyšky zo spracovania potravín, z extrakcie, lisovania, filtrácie a pod <input type="checkbox"/> Semená nevhodné na osev <input type="checkbox"/> Zvyšky zo zvieracích rohov, srsti, peria a vlny <input type="checkbox"/> Odpad z vnútorností <input type="checkbox"/> Zvyšky z pivovarov a liehovarov <input type="checkbox"/> Škrupiny z kakaových bobov

#### 4.1.6 Príprava materiálov na kompostovanie

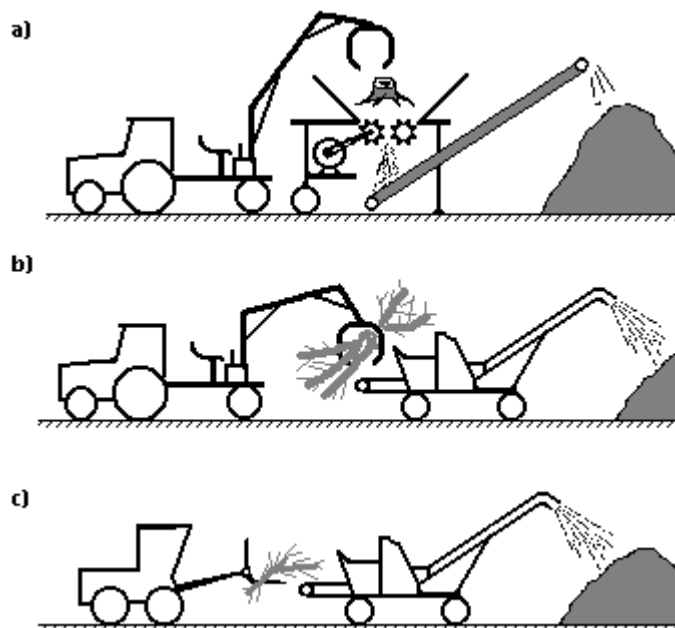
Materiál určený na kompostovanie musí byť pred samotným procesom kompostovania spracovaný na vhodné zloženie nielen z hľadiska štruktúry ale aj z hľadiska veľkostných rozmerov jednotlivých častíc spracovávaných odpadov.

Preto pred samotným kompostovaním prichádza k spracovaniu materiálov. Spracovanie možno rozdeliť :

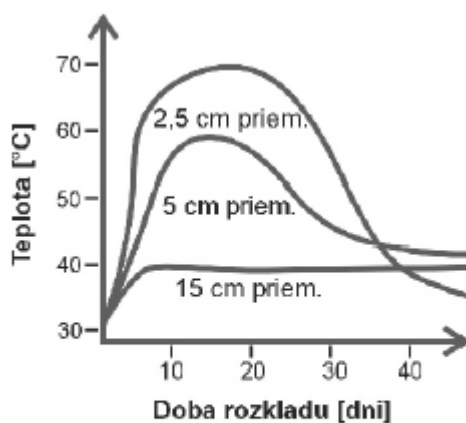
- **Zmenšovanie častíc – drvenie materiálu**
- **Miešanie**

##### **Zmenšovanie častíc – drvenie materiálu**

Zmenšovanie (drvenie, rozmelenie, sekanie) na dĺžku prsta, je vhodné tam, kde pripadá veľa hrubého, suchého materiálu. Ťažko odbúrateľné látky sa v menších častiach, za dostatočného prístupu kyslíka, rozkladajú oveľa rýchlejšie a zmenšený materiál sa dá ľahšie prekopávať. Rozdrvením sa zmení štruktúra materiálu a dosiahne určitá homogenizácia.



**Obr. 4** Drvenie pňov, haluzín na veľkosť vhodnú na kompostovanie



*Graf 1.: Vplyv veľkosti častíc na proces kompostovania*

## Miešanie

Základným predpokladom pre dobrý rozklad je vyvážené miešanie materiálov. Už pri plnení prizmy treba dbať na to, aby sa spolu miešali materiály bohaté na živiny a štruktúrne materiály.

#### 4.1.7 Rozklad materiálu

Podobne ako pri procese v najvrchnejšej vrstve pôdy sa organické látky rozkladajú na základné látky. Prestavbovými postupmi sa behom rozkladu vytvárajú vysokomolekulárne väzby. Zúčastňujú sa na tom dva druhy mikroorganizmov. V dobre prevzdušnených zónach sú to aeróbne baktérie, v zónach s malou výmenou vzduchu to sú anaeróbne organizmy. Voľný kyslík v organických zlúčeninách sa pri aeróbnom rozklade väčšinou spáli na CO<sub>2</sub>. Priebeh rozkladu ovplyvňujú tieto tri faktory :

- vzduch
- voda
- obsah živín

##### **Vzduch : voda**

Voda je nevyhnutnou súčasťou väčšiny životných pochodov a ani kompostovanie sa bez nej nezaobíde. Keď je však materiál nasýtený vodou, nezostáva miesto pre vzduch, ktorý je tiež nevyhnutný pre kompostovací proces. Aeróbne mikroorganizmy, ktoré zaisťujú rozklad, potrebujú na prežitie kyslík. Bez prístupu kyslíka môžu prežiť len anaeróbne organizmy, ktoré neumožňujú zdravý priebeh rozkladu organickej hmoty. Pri anaeróbnom procese preto nevzniká príjemne voňajúca zemina vhodná na pestovanie rastlín, ale zapáchajúca hnilúca hmota, obsahujúca množstvo jedovatých látok. Preto je nutné snažiť sa dosiahnuť rovnováhu medzi obidvoma životne dôležitými činiteľmi. Optimálny obsah vody je 50-70 %. Pri nižších hodnotách sa pôdny život zredukuje a začnú sa rozširovať anaeróbne organizmy.

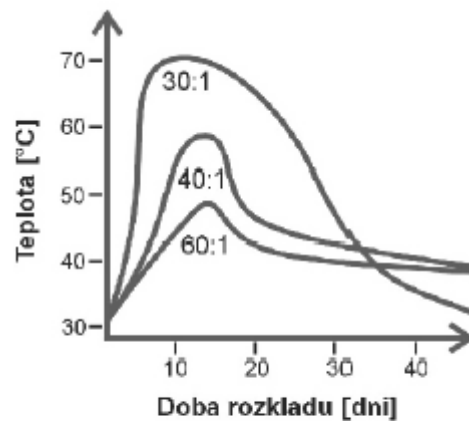
Pri pokročilejšom rozklade sa dá optimálna vlhkosť zistiť jednoduchým spôsobom: hrst kompostovacieho materiálu sa stisne v ruke, pričom by sa medzi prstami malo objaviť len niekoľko kvapiek tekutiny. Po roztvorení ruky by mal materiál zostať pohromade. Ak vytečie veľa vody, je kompost prevlhčený a musí sa doňho pridať suchý, hrubší materiál. Ak sa medzi prstami kvapôčky neobjavia a po otvorení ruky sa materiál rozsype, znamená to, že kompost je suchý a treba ho zavlažiť.

##### **Pomer C : N (uhlík : dusík)**

Pre proces zmeny potrebujú organizmy dusík, aby mohli produkovať bielkoviny, a uhlík potrebný na ich prežitie. Pritom je v zásade potrebný väčší obsah uhlíka ako dusíka. Vhodný pomer C:N je 25-35:1, ako napr. pri hnoji hovädzieho dobytká

bohatom na slamu. Pri vyššom pomere než 50:1, ako napr. pri posekanom dreve (100-150:1), sa spotrebuje príliš veľa dusíka, vzniká kompost s nízkym obsahom živín. Ak je nedostatok uhlíka (menej ako 15:1), napr. pri posekanej tráve (10-15:1), dusík sa mení na amoniak, a kompost zapácha. V obidvoch prípadoch dochádza k spomaleniu rozkladu.

Konečný produkt – stabilizovaný kompost, by mal mať pomer C:N približne 10:1. V praxi sa však pomer C:N v zmesi nedá presne vypočítať a riadiť. Dôležité je dobré premiešanie materiálov bohatých na dusík s materiálmi bohatými na uhlík, to znamená suchých, drevnatých so šŕavnatými a zelenými (Maga, Piszczalka, 2006).



Graf 2.: Vplyv pomeru C:N na proces kompostovania

**Tab. 3** Pomer C:N v rozličných kompostovateľných materiáloch

Dusíkaté suroviny	C: N	Uhlíkaté suroviny	C:N
Pokosená tráva	12: 1	Kukuričné stebľá	60:1
Odpad zo zeleniny	20: 1	Piliny, hobliny	120:1
Zemiaková vňať	30: 1	Papier	110:1
Zvyšky strukovín	23: 1	Slama	70:1
Buriny	23: 1	Starina z lúk	50:1
Biodpad z domácnosti	25: 1	Odreзки z kríkov	125:1
Konský hnoj	25: 1	Listy z ovocných stromov (jeseň)	45:1
Ovčí hnoj	17: 1	Opadánka z lístia (lipa, breza, topoľ, buk, dub)	50:1
Hovädzí hnoj	20: 1	Opadánka ihličnanov	65:1
Hydinový trus	10: 1	Stromová kôra	100:1
Králičí hnoj	25: 1		
Močovka	3:1		

#### 4.1.8 Proces rozkladu

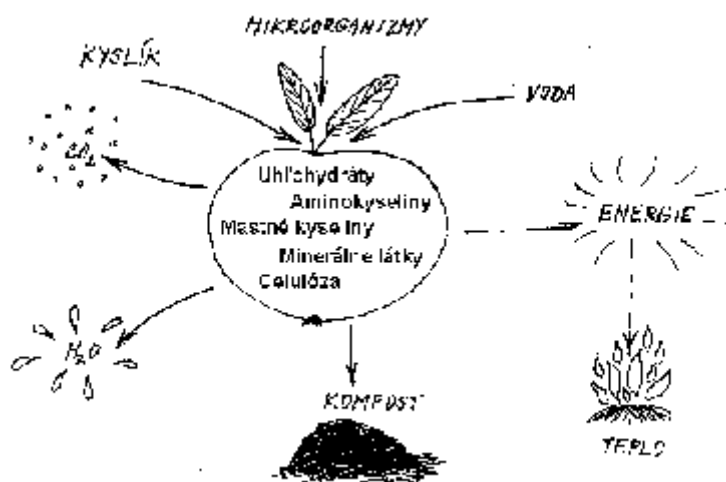
##### Mikrobiologické procesy

Podobne ako pri procese v najvrchnejšej vrstve pôdy sa organické látky rozkladajú na základné látky. Prestavbovými postupmi sa behom rozkladu vytvárajú vysokomolekulárne väzby. Zúčastňujú sa na tom dva druhy mikroorganizmov. V dobre prevzdušnených zónach sú to aeróbne baktérie, v zónach s malou výmenou vzduchu to sú anaeróbne organizmy. Voľný kyslík v organických zlúčeninách sa pri aeróbnom

rozklade väčšinou spáli na CO<sub>2</sub>. Umenie riadenia rozkladu teda spočíva v tom, aby sme v komposte zabezpečili aeróbne odbúravanie (hlavne v počiatkových fázach).

Anaeróbne procesy nevedú k úplnému odbúravaniu. Pri dozrievaní kompostu je však pre tvorbu kvalitného humusu vhodné striedanie aeróbnych a anaeróbnych fáz.

Pri aeróbnom priebehu sú rôzne živiny, ako bielkovinové zlúčeniny (proteíny) a ich aminokyseliny, mastné kyseliny (lipidy) a uhľohydráty, relatívne ľahko prístupné mikroorganizmom a môžu sa rýchlo odbúrať. To sa deje počas uvoľňovania energie (vo forme tepla) a vedie cez rôzne medzistupne k hlavným konečným produktom – CO<sub>2</sub> a vode. Celulóza, lignín a minerálne látky slúžia v prvom rade na tvorbu humusu. Sú priamo zabudované do humusu. Proteíny, aminokyseliny a dusík sa naproti tomu musia premeniť. Z odbúravania ľahko dostupných látok a humusu sa môže znovu vytvoriť dusík, ktorý môžu rastliny priamo využiť. Pri zodpovedajúcom obsahu vzduchu, vlhkosti a živín sa mikroorganizmy rozmnožujú a biochemicky premieňajú živiny.

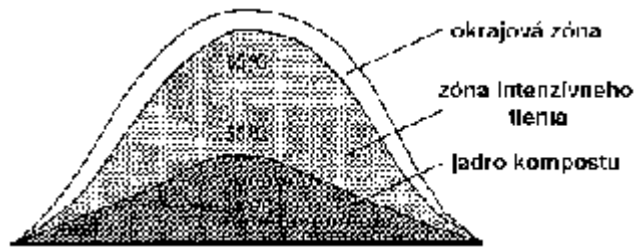


**Obr. 5** Mikrobiologické procesy v kompostovanej zmesi

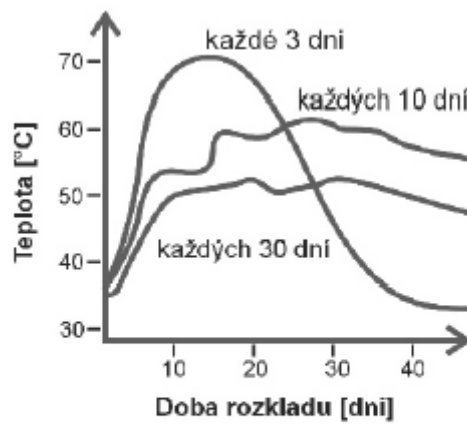
### Teplota

Energia, ktorú použijú mikroorganizmy na látkovú výmenu sa uvoľňuje vo forme tepla, ktoré podporuje rozklad. Organický materiál je zlým vodičom tepla, takže dochádza k jeho hromadeniu (samooteplovanie). Vyššie teploty (asi 65 °C) sú vhodné na hygienizáciu. Dohľad na priebeh rozkladu pomáha rýchlo spoznať možné poruchy procesu mineralizácie. Okrem nedostatku živín a jednostranného zásobovania anaeróbnych zón živinami, môže kompostovacia kopa aj vyschnúť. Sledovaním teploty získame veľmi výstižný parameter procesu rozkladu. Na meranie potrebujeme špeciálny vpichový teplomer s dlhým bodcom. Teplomer vpichneme do kompostu asi 1/2 m od

povrchu, pretože v povrchových zónach je teplota podstatne nižšia ako v jadre. Aby sme dosiahli rovnaký stupeň rozkladu vo všetkých zónach kompostu musíme kompost z času na čas prehodiť, čím dosiahneme premiešanie materiálu.



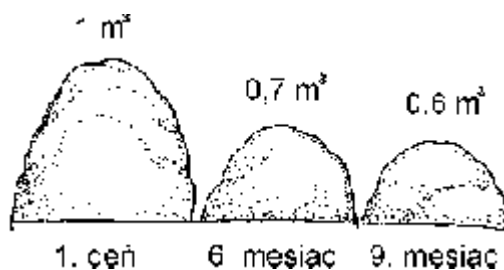
**Obr. 6** Jadro a povrchové zóny kompostovacej kopy



*Graf 3.: Vplyv prekopávania na proces kompostovania vo veľkých kompostárňach*

### Zmenšovanie objemu

Počas rozkladu stráca kompostovacia kopa váhu a objem. Tieto straty sú dosť veľké a závisia od použitého materiálu. Napr. pri vysokom podiele pokoseného trávniku s vysokým obsahom vody, je strata hmotnosti podstatne vyššia, ako pri kompostovaní záhradných odpadov. Strata objemu kolíše medzi 20 - 60 %. Aj podiel suchej substancie sa zníži o tretinu, až polovicu. Klesanie kopy je znakom pokračujúceho rozkladu. Z jedného m<sup>3</sup> záhradného odpadu zostane po šiestich mesiacoch ešte asi 0,7 m<sup>3</sup>. Po ďalších 3 - 4 mesiacoch klesne objem na 0,6 m<sup>3</sup>.



**Obr. 7** Zmenšovanie objemu kompostovacej kopy

## 4.1.9 Fázy rozkladu

### Fáza odbúravania (hygienizácia)

1 - 3. týždeň : mikrobiologickou činnosťou prebieha rozklad v prvých dňoch veľmi rýchlo. Teplota môže dosiahnuť (v závislosti od vstupných materiálov) až 70°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). Pri dodržiavaní základných zásad kompostovania zostáva prevažná väčšina živín v komposte. Po 3 - 6 týždňoch tieto odbúravacie baktérie odumierajú a slúžia ďalším mikroorganizmom a hubám ako potrava. Teplota postupne klesá.

### Fáza prestavby

3 - 7. týždeň : Ťažko stráviteľné látky (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 (malé živočíchy)

8 - 12. týždeň : Nastupuje tvorba humusových látok a hromadné rozmnožovanie malých živočíchov ako roztočov, chvostoskokov, nematód, ktoré brzdia rast húb. Prichádzajú aj niektoré druhy dážďoviek, najmä Eisenia foetida, zodpovedné za tvorbu stabilných hrudiek alebo koprolytov, čo sú dážďovkové výkaly, ktoré majú skvelé 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. Ľahká a hrudkovitá štruktúra napovedá o dokončenom procese rozkladu (Maga, Piszczalka, 2006).



#### 4.1.10 Mechanizačné prostriedky výroby kompostu

Mechanizačné prostriedky používané na kompostovanie by mali byť prispôsobené kapacite kompostárne, množstvu a druhu spracovávaného bioodpadu. Kompostárne, ktoré počítajú s používaním už dostupnej viacúčelovej mechanizácie (napr. čelné nakladače) majú investičné náklady spravidla podstatne nižšie ako kompostárne vybavené jednoúčelovými strojmi, napr. z dovozu. V niektorých prípadoch môže byť lacnejšie a výhodnejšie namiesto kupovania vlastných mechanizačných prostriedkov požičiavanie vysoko výkonnostných strojov zo susednej kompostárne alebo poľnohospodárskeho podniku (**Maga, Piszczalka, 2006**).

Základné vybavenie kompostovacej linky tvorí (**Maga, Piszczalka, 2006**) :

- energetický prostriedok (nakladače, nosiče náradia, kolesové traktory...),
- drvič alebo štiepkovač,
- prekopávač kompostu,
- preosievač kompostu,
- ostatné zariadenia (sterilizátor, miešač substrátov, prostriedky na prepravu, balenie, aplikáciu kompostu,...).

##### Čelné nakladače

Najjednoduchším a najľahšie dostupným mechanizačným prostriedkom pre prekopávanie kompostovaných hromád sú čelné nakladače. Tie sú potrebné aj pre manipuláciu so surovinou a finálnym kompostom, takže sú na kompostárni k dispozícii veľmi často.



**Obr. 8** Čelný nakladač so špeciálnym nástavcom

### **Drvič alebo štiepkovač**

Slúžia na spracovanie biomasy alebo štiepky. Dokážu spracovať komunálny odpad stavebnú suť ale napríklad aj pneumatiky.



**Obr. 9** Drvič



**Obr. 10** Štiepkovač

### **Prekopávač**

Po ukončení navážania materiálu do zakládky je základným predpokladom úspešnosti procesu jeho zvlhčenie na požadovanú hodnotu a čo najlepšie premiešanie – prekopanie prekopávačom.



**Obr. 11** Prekopávač odpadu, kompostu

### **Preosievač**

Preosievaním kompostu oddeľujeme prímеси a látky, ktoré sa len ťažko alebo vôbec neodbúravajú. Takto získame z hotového kompostu homogénny produkt s požadovanou zrnitosťou.



**Obr. 12** Vibračný preosievač

## **4.2 Legislatíva kompostovania**

Opatrenia v Slovenskej republike by mali zabezpečiť zníženie množstva biologicky rozložiteľného komunálneho odpadu na skládkach v roku 2010 na 75 % množstva ukladaného odpadu v roku 1995, v roku 2013 by toto zníženie malo dosiahnuť 50 % a v roku 2020 - 35%.

### **4.2.1 Dôležité ustanovenia zákona č 409/2006 Z.z o odpadoch**

#### **§ 18 ods. 3 písm. m) zákona o odpadoch**

Od 1.1.2006 je zakázané zneškodňovať biologicky rozložiteľný odpad zo záhrad a z parkov vrátane odpadu z cintorínov a z ďalšej zelene na pozemkoch právnických osôb, fyzických osôb a občianskych združení, ak sú súčasťou komunálneho odpadu – len „zelený bioodpad“.

#### **§ 39 ods. 14 zákona o odpadoch**

Obce sú od 1.1.2010 povinné zaviesť separovaný zber papiera, plastov, kovov, skla a biologicky rozložiteľných odpadov – všetok bioodpad vrátane kuchynského odpadu.

Podľa vyššie uvedeného ustanovenia budú mať od 1.1.2010 obce povinnosť separovane zbierať oddelene biologicky rozložiteľný odpad, pričom podľa definície separovaného odpadu v nadväznosti na katalóg odpadov bude musieť byť biologicky rozložiteľný odpad rozdelený podľa druhov odpadov. To znamená, že nebude možné zbierať „zelený bioodpad“ spolu s „kuchynským odpadom“ ale pre každý druh odpadu bude potrebné zabezpečiť samostatné zberné nádoby.

#### **§ 2 ods. 18 zákona o odpadoch**

Zariadenie na zhodnocovanie odpadov je zariadenie určené na výkon aspoň jednej z činností uvedených, ktoré je tvorené technickou jednotkou so súborom strojov a zariadení prevádzkovaných podľa dokumentácie k nim, pričom činnosti nimi vykonávané navzájom súvisia a majú technickú nadväznosť, ak je takéto zariadenie vzhľadom na jeho konštrukčné riešenie pevne spojené so stavbou, za zariadenie na zhodnocovanie odpadov sa považuje aj priestor, v ktorom sa zariadenie nachádza. Za

zariadenie na zhodnocovanie odpadov sa nepovažuje zariadenie, ktorého ročná produkcia kompostu neprevyšuje 10 ton – tzv. „komunitná kompostáreň“.

**§ 7 ods. 1 písm. c) zákona o odpadoch**

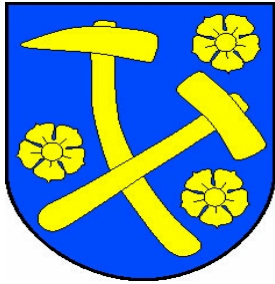
Súhlas na prevádzkovanie zariadenia na zhodnocovanie odpadov okrem spaľovní odpadov a zariadení na spoluspaľovanie odpadov a vodných stavieb, v ktorých sa zhodnocujú osobitné druhy kvapalných odpadov.

**§ 7 ods. 1 písm. č) zákona o odpadoch**

Súhlas na vydanie prevádzkového poriadku zariadenia na zneškodňovanie odpadov a zariadenia na zhodnocovanie nebezpečných odpadov. Z uvedeného vyplýva, že na zhodnocovanie ostatných odpadov nie je predmetný súhlas potrebný, napriek tomu je potrebné pri prevádzke zariadenia na zhodnocovanie odpadov viesť prevádzkovú dokumentáciu zariadenia podľa § 30 ods. 1 vyhlášky MŽP SR č. 283/2001 Z.z. o vykonaní niektorých ustanovení zákona o odpadoch.

## 5 VLASTNÁ PRÁCA

### 5.1 Charakteristika vybraného regiónu



V súčasnosti má Rožňava okolo 20 000 obyvateľov, je okresným mestom a sídlom dôležitých úradov a organizácií, ako aj strediskom služieb cestovného ruchu turistického regiónu Slovenský kras. Leží v Rožňavskej kotline medzi Slovenským rudohorím na severe a Slovenským krasom na juhu. Rozprestiera sa na brehoch rieky Slaná.



**Obr. 19** Mesto Rožňava

Rožňavský región zahŕňa obce:

Ardovo	Betliar	Bohúňovo
Bôrka	Brdárka	Bretka
Brzotín	Čierna Lehota	Čoltovo
Čučma	Dedinky	Dlhá Ves
Dobšiná	Drnava	Gemerská Hôrka
Gemerská Panica	Gemerská Poloma	Gočaltovo
Gočovo	Hanková	Henckovce
Honce	Hrhov	Hrušov
Jablonov nad Turňou	Jovice	Kečovo
Kobeliarovo	Kočeľovce	Kováčová
Krásnohorská Dlhá Lúka	Krásnohorské Podhradie	Kružná
Kunova Teplica	Lipovník	Lúčka
Markuška	Meliata	Nižná Slaná
Ochtiná	Pača	Pašková
Petrovo	Plešivec	Rakovnica
Rejdová	Rochovce	Roštár
Rozložná	Rožňava	Rožňavské Bystré
Rudná	Silica	Silická Brezová
Silická Jablonica	Slavec	Slavoška
Slavošovce	Stratená	Štítnik
Vlachovo	Vyšná Slaná	



**Obr. 20** Rožňavský región

V meste a okolí sa sústreďí výroba: drevovýroba, nábytkárstvo, cukrárska papierenská. Produkcia odpadov je preto vo vysokom objeme a odpady sú vo veľkom množstve vhodné na ďalšie spracovanie. Na kompostovanie možno použiť separovaný komunálny odpad, odpad z reštaurácií, pekární, cukrárenskej ale aj papierenskej a drevárskej výroby. V meste a okolí sa sústreďí aj poľnohospodárska výroba ktorej produkcia taktiež vytvára značné množstvo odpadu vhodné na kompostovanie.

## 5.2 Návrh technológie kompostovania v Rožňavskom regióne



**Obr. 21** GreenBagger lis na plnenie kompostu do vaku.

Vzhľadom na skladbu odpadu ale aj klimatické pomery navrhujem využiť kompostovanie na hromadách vo vaku. Ide o plastové vaky, ktoré majú priemer 1,5 m a 2,4 m a ich základná dĺžka je 60 m. Tieto vaky sa plnia pomocou kompostovacích lisov s vopred upraveným a namiešaným biologickým materiálom. Kompost uložený vo vaku je chránený pred poveternostnými vplyvmi, nemusí sa v lete zavlažovať, je chránený pred nadbytočnou vlhkosťou. Z vaku neunikajú žiadne výluhy a ani zápach.



Vzhľadom na špecifiká regiónu by nebola jedna centrálna kompostáreň vhodným riešením preto by boli vhodné menšie obecné kompostárne, ktoré nie su tak náročné na prevádzku a ani technické vybavenie. Obce by mohli spolupracovať pri obstaraní GreenBagger lisu, ktorý by bol využívaný na jednotlivých kompostoviskách a mohol by slúžiť aj na služby v okolí.

### **GreenBagger lis**

Greenbagger je stroj vyvinutý špeciálne na likvidáciu organického odpadu jeho natlačením do vakov a skompostovaním. Je jedinečný hlavne v metóde plnenia. Nenachádza sa tu totiž plniaci šnek, ale tzv. hydraulický štít, ktorý je schopný dosiahnuť vyšší výkon, pracovať aj s väčšími kusmi materiálu a do procesu kompostovania hneď na začiatku vnáša veľké množstvo vzduchu potrebné na kvalitný proces kompostovania. Do vakov sa priebežne ťahajú rúry zabezpečujúce prívod vzduchu do vakov pomocou ventilátorov na ich koncoch. Stroj obsahuje vlastnú pohonnú jednotku a možnosť diaľkového ovládania.



**Obr. 22** GreenBagger plniaci hydraulický štít

## 6 ZÁVER

Spracovanie odpadov na Slovensku výrazne zaostáva za celou Európou. V tých najvyspelejších krajinách končí na skládkach len minimálne množstvo odpadu väčšina je separovaná a recyklovaná či spracovaná kompostovaním. Situácia u nás je presne opačná väčšina odpadu končí n skládkach a len minimum je zrecyklované či spracované kompostovaním. Na Slovensku sa skompostuje len 3,3 % odpadov čím sa vyrovnáme krajinám ako Rumunsko či Bulharsko. Ak sa chceme vyrovnat' vyspelej Európe musíme sa jej vyrovnat' aj v spracovaní nášho odpadu.

Cieľom mojej bakalárskej práce bolo poukázať na možnosti kompostovania na Slovensku na výhody tohto spôsobu spracovania odpadov. Vo vybranom regióne s prihliadnutím na špecifiká a zloženie odpadov sme navrhli vhodný spôsob kompostovania ktorí danej lokalite pomôže po stránke ekologickej ale aj ekonomickej.

## 7 POUŽITÁ LITERATÚRA

1. Čermák, O. 2006. Kompostovanie – požiadavky na materiál. In Odpady, roč.6, 2006, č.8, s.11-15
2. Friends of Earth 1993. Compost 2. Friends of Earth guide for local authorities, London 1993
3. Gallovič, P. – Záhorský, M. – Lipovská, I. – Kuna, P. – Krakovská, V. – Moňok, B. 2007. Technológie na zhodnocovanie biologického odpadu v komunálnej sfére. Bratislava: MŽP SR, 2007
4. Giba, M. – Sklenár, Š. 1994. Použitie odpadov v krajine. Nitra: VŠP NITRA, 1994 ISBN 80-7137-163-7
5. Haug, R. 1993. The practical Handbook of Compost Engineering. Boca Raton: Lewis publishing, 1993
6. Janoško, I. – Piatrik, M. 2001. Ekologické aspekty komunálnej techniky, Technika zneškodňovania odpadov 2. Nitra SPU Nitra 2001
7. Jelínek, A. 2001. Hospodáření a manipulace s odpady ze zemědělství a venkovských sídel. Praha: Agrospoj, 2001
8. Jelínek, A. 2005. Malá mechanizace. Praha: Agrospoj, 2005
9. Kalina, M. 1999. Kompostování a péče o půdu I. Praha 7: Grada Publishing. 1999 ISBN 80-7169-697-8
10. Klukan, J. 2006. Bioodpady, ich pôvod a rozdelenie. In: Odpady, roč.6, 2006, č.10, s.20-22
11. Maga, J. – Piszczalka, J. 2006. Biomasa ako zdroj obnoviteľnej energie. Nitra: SPU, 2006 ISBN 80-8069-679-9
12. Moňok, B. 2006. Prehľad technológií pre kompostovanie. In: Odpady, roč.6, 2006, č.3, s.3-7
13. Moňok, B. 2005. Kompostovanie. Košice: Priatelia Zeme – SPZ, 2005 ISBN 80-967972-2-0
14. Plíva, P. – Jelínek, A. – Kollárová, M. 2007. Využitie technologických prostriedkov pro technologii zpracování bioodpadu kontrolovaných kompostovaáním na malých hromadách. Praha: VÚZT, 2007
15. Propagačné materiály GreenBagger

16. Ricci, M. – Favoino, E. – Hogg, D. – Amlinger, F. Príručka pre nakladanie s biologicky rozložiteľnými odpadmi. In: Twinning light project, č SR 0110 0101 0011
17. Salzberger, R. 1996. Kompost, pôda, hnojenie. Bratislava: Príroda a.s. , 1996 ISBN 80-07-00836-5
18. Sklenár, Š. 2006. Biologicky rozložiteľné odpady v komunálnom odpade. In: Odpady, roč.6, 2006, č.8, s.8-10
19. Sklenár, Š. 2006. Analýza zloženia odpadu. In: Odpady, roč.6, 2006, č.12, s.12-15
20. STN 465 735: Priemyselné odpady
21. Švejtkovský, J. 2002. Současné trendy v mechanizaci pro kompostování v západní Evropě. Praha. 2002
22. Zákon 409/2006 Z.z.
23. [www.agroporadenstvo.sk](http://www.agroporadenstvo.sk)

## 8 Prílohy



Dovoz organickej hmoty na kompostovanie



Materiál na kompostovanie pred úpravou



Drvenie organickej hmoty



Práca prekopávača kompostu



Materiál na kompostovanie po úprave



Manipulácia materiálu s čelným nakladačom



Kompostovacia plocha



Vibračný preosievač kompostu



Manipulácia dozretého kompostu