

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BRNO 2016

DANIELA LOUKOTOVÁ

Mendelova univerzita v Brně

Agronomická fakulta

Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky



**Agronomická
fakulta**

**Mendelova
univerzita
v Brně**



**Hodnocení vlivu kompostové zakládky na průběh
kompostovacího procesu**

Diplomová práce

Vedoucí práce:

Ing. Bc. Petr Junga, Ph.D.

Vypracovala:

Daniela Loukotová

Brno 2016

ZADÁNÍ BUDE VLOŽENO

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci Hodnocení vlivu kompostové zakládky na průběh kompostovacího procesu vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s §47b zákona 111/1998 Sb. O vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé diplomové práce Ing. Bc. Petr Jungovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky při vytváření této práce. Dále chci poděkovat Ing. Jířimu Jaloveckému, Ph.D. ze společnosti Fertia s.r.o.

V Prostějově 14.8. 2016

Daniela Loukotová

Abstrakt

Předložená diplomová práce se zabývá hodnocením vlivu kompostové zakládky na průběh kompostovacího procesu. Pro tento účel bylo vybráno 5 různých druhů zakládek s různým poměrem druhů materiálů. V průběhu kompostovacího procesu se sledovala teplota a došlo k následnému porovnání této veličiny. V laboratoři Mendelovy Univerzity byl proveden laboratorní rozbor pro bližší určení obsahu sušiny, uhlíku a dusíku a dále poměr mezi C a N. Ze zaznamenaných dat v příložených tabulkách byly vytvořeny grafy jednotlivých zakládek a jejich vzájemné porovnání. Porovnání výsledků se dále použije v praxi pro účely optimalizace receptury kompostových zakládek a zvýšení kvality kompostu pro další využití v zemědělství.

The aim of this thesis is to evaluate effects of input material composition on the process of composting. Several different types of input material composition was chosen, each of which had different proportions of materials. Temperature and humidity was measured during the process of composting and those two characteristics were compared. Results were put into graphs and also compared. Results will be practically used for the purpose of optimalization of input materials composition and compost quality increase for the next agricultural use.

klíčová slova: kompostování, teplota, biologická stabilita, zakládka

keywords: composting, temperature, biological stability, material composition

1. Úvod.....	10
2. 2 CÍL PRÁCE.....	12
3. LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	13
4. 3.1 Legislativa při nakládání s bioodpady.....	13
3.1.1 Legislativa EU.....	13
3.1.1.1 Vybrané pojmy 2.....	13
3.2 Biodpad.....	16
3.2.1 zdroje odpadu pro kompostování.....	16
3.2.2 Shromažďování bioodpadu	16
3.2.3 Druhy bioodpadu	17
3.2.4 Sběr bioodpadu	17
3.2.4.1 Způsoby sběru bioodpadu.....	17
3.3. Dělení bioodpadu	18
3.3.1 Biologicky rozložitelný odpad	18.
3.3.2 Biologicky rozložitelný komunální odpad	19
3.3.2.1 Nejdůležitější související legislativní předpisy.....	19
3.3.2.2 Legislativní předpisy veterinární.....	22
3.3.2.3 Výroba a používání hnojiv.....	23
3.3.2.4 Ochrana ovzduší.....	23
3.3.2.5 Technologická rizika při kompostování.....	24
3.3.2.6 Ekonomická rizika při kompostování.....	24
3.3.2.7 Kvalitativní rizika při kompostování.....	25
3.4 Možnosti nakládání s biologicky rozložitelným komunálním odpadem	25
3.4.1 Oddělený sběr biologicky rozložitelného komunálního odpadu	25
3.4.2 Energetické využití biologicky rozložitelného komunálního odpadu..	26
3.5 Výroba kompostu.....	26
3.5.1 Fermentace bioodpadu.....	27

3.5.2	Biologická výroba kompostu	27
3.5.3	Surovinová skladba kompostu.....	28
3.5.4	Optimální surovinová skladba kompostu	28
3.5.5	Biologická stabilita kompostu.....	29
3.5.5.1	<i>Význam stability v praxi</i>	29
3.5.5.2	<i>Mikrobiologické hodnocení kompostu</i>	30
3.5.6	Teplota v kompostové zakládce.....	30
3.5.7	Vlhkost.....	31
3.5.8	Ph organických odpadů.....	31
3.5.9	Kyslík.....	32
3.5.10	Poměr C:N.....	32
3.5.11	Nerozložitelné příměsi a pórovitost.....	33
3.5.12	Nežádoucí cizorodé látky v kompostu.....	33
3.6	Technologie výroby kompostu.....	33
3.6.1	Technika pro drcení komponentů.....	34
3.6.2	Překopávače kompostu	34
3.6.3	Domácí kompostování.....	35
3.6.3.1	Domácí kompostování s využitím žížal	35
3.6.4	Komunitní kompostování	35
3.6.5	Centrální kompostování	36
3.6.6	Využití kompostu	36
3.6.7	Pozitivní vliv kompostu pro růst rostlin.....	36
3.6.8	Pozitivní vliv kompostu na vlastnosti půdy.....	37
4	MATERÁL A METODIKA.....	37
4.1.	Technologický postup.....	38
4.1.1	Naskladnění surovin.....	38
4.1.2	Překopání	39
4.1.3	Vyskladnění.....	39
4.1.4	Dozrávání.....	39
4.2	Metodika receptury zakládky.....	40
4.3	Metodika vedení procesu kompostování.....	40

4.4 Metodika zaznamenávání teploty v zakládkách.....	41
4.5 Metodika odběru a analýzy vzorků.....	41
5. VÝSLEDKY	42
5.1 Zaznamenání evidence teploty.....	43
5.2 Zaznamenání průběhu teploty.....	43
5.3. Laboratorní rozbor.....	50
6. DISKUSE.....	55
7 ZÁVĚR.....	60
8 PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY.....	61
9 SEZNAM ZKRATEK.....	65
10 SEZNAM TABULEK.....	67
11 SEZNAM GRAFŮ.....	67
12 PŘÍLOHY.....	68

5. Úvod

V České republice se v současné době produkuje velké množství biologicky rozložitelných odpadů a biologicky rozložitelných komunálních odpadů, které je třeba využívat lépe než bylo doposud, což bylo skládkováním nebo dokonce spalováním. V současné době je tato situace řešena kompostováním. (Plíva a kol. 2009).

Významnou část komunálních odpadů můžeme snížit kompostováním, neboť v celostátním měřítku vzniká ročně 1,9 milionů tun komunálních bioodpadů. Dále velkou část také tvoří bioodpady ze zemědělské a lesnické výroby, ze zpracovatelského průmyslu a odpady z čištění odpadních vod (Váňa 2009).

V současné době je situace v oblasti zpracování BRO a BRKO velmi příznivá, neboť většina zařízení kompostáren je financována z dotací EU. Vznikají kompostárny různých velikostí a s různými technickými zařízeními.

Kompostárny vznikají v obcích nebo zemědělských podnicích. Příznivá situace v poslední době je hlavně v tom, že většina vyrobeného kompostu, musí být díky legislativním předpisům navracena znovu na zemědělskou půdu, což dříve nebylo podporováno.

Proč vlastně kompostovat?

Kompostování v České republice má velikou tradici. První kompostárna vznikla již v roce 1912. Kompostování je jeden z nejlepších způsobů zpracování biologického odpadu. Produktem je dobře využitelná surovina a při zpracování biologického odpadu kompostováním není zatěžováno životní prostředí.
(<http://www.odpadovecentrum.cz/proc-kompostovat>)

Jedním z hlavních argumentů, proč kompostovat plyne z legislativy Evropské Unie, kdy z příslušné evropské směrnice nám plyne nařízení snížit množství biologického odpadu ukládaného na skládkách. Toto snížení by mělo být velmi výrazné. V roce 2020 by toto množství mělo dosahovat maximálně 35% množství, které

končilo na skládkách v roce 1995. V současné době se snažíme v České republice tohoto snížení dosáhnout.

Biologický odpad, který není vytríděn, končí na skládkách jako součást směsného komunálního odpadu, kde dochází k anaerobnímu rozkladu při kterém dochází k úniku skládkového plynu, ten obsahuje velké množství metanu, který je skleníkový plyn. Biologický odpad ukládaný na skládkách výrazně přispívá k poškozování životního prostředí, a dále ke klimatickým změnám. Biologicky rozložitelný odpad, který se zpracovává kompostováním, jelikož prochází aerobním rozkladem, nezatěžuje atmosféru. (<http://www.odpadovecentrum.cz/proc-kompostovat>)

Kompostování má také velkou ekonomickou výhodnost. Pokud biologicky rozložitelný odpad není tříděn, dosahuje 41% objemu komunálního odpadu a obce mají vysoké náklady na likvidaci komunálního odpadu. Při třídění biologicky rozložitelného odpadu, sníží se množství komunálního odpadu ukládaného na skládkách a tím se sníží náklady. (<http://www.odpadovecentrum.cz/proc-kompostovat>)

Výchozí surovinou kompostování je kvalitní surovina použitelná při zlepšování vlastností půdy, proto je v zájmu všech, aby se kompostovalo maximální množství biologicky rozložitelného odpadu. (<http://www.odpadovecentrum.cz/proc-kompostovat>)

Proč jsem si vybrala pro svoji práci téma týkající se kompostování?

Od roku 2013 do roku 2016 jsem pracovala pro firmu, která se zabývala prodejem strojní technologie pro kompostování. O téma kompostáren jsem se zabývala již dříve při studiu a shodou okolností mnou vybrané téma se velmi blížilo mému zaměstnání, kde jsem pracovala jako obchodní zástupce. Mojí náplní práce bylo nabízet drtící a míchací vozy, překopávače, prosévací síta, traktory, a vše co se týkalo zřízení kompostáren, včetně rad zákazníkům ohledně získávání dotací. Touto prací jsem se sblížila s technologií kompostování a také pronikla do legislativy pořizování kompostáren. Myslím, že tato pracovní zkušenost mi pomohla při zpracování mé závěrečné práce.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce je zjistit, jak složení různých zakládek navezených na kompostárnu mají vliv na výstupní složení kompostu. Celkový cíl práce, zjišťování teploty v průběhu kompostovacího procesu a laboratorní rozbor vzorků kompostu, byl proveden na základě dílčích celků:

1. Vytvoření metodiky měření a laboratorních rozborů na základě dostupných metodik a norem.
2. Vytvoření pokusných zakládek v kompostárně s různým poměrem C : N, to znamená různé složení zakládek. Složení z různých druhů materiálu, kde je více dřevní štěpky, je více uhlíkatých látek a při větší množství travní hmoty v zakládce je v ní obsaženo více dusíkatých látek. Dále jejich následná úprava vlhkosti, provzdušnění v rámci překopávek, průběžné měření teplot.
3. Provádění měření teploty pro jednotlivé kompostovací fáze, jejich zaznamenání do denních záznamů
4. Zanesení výsledků měření teplot do tabulek a vytvoření grafů, ze kterých je možno graficky porovnat jak různé druhy zakládek mají různé průběhy teplot při kompostování.
5. Zhodnocení zjištěných výsledků.
6. Porovnání zjištěných výsledků s dostupnými informacemi z literatury

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

Kapitola 3, Literární přehled, nás seznamuje se základními informacemi potřebnými při kompostování, je tu přehled vybraných pojmů, týkajících se kompostování, popisuje zdroje odpadu pro kompostování, jaké může být způsoby

shromažďování bioodpadu, druhy bioodpadu, co řadíme mezi biologicky rozložitelné odpady a biologicky rozložitelné komunální odpady.

3.1 Legislativa při nakládání s bioodpady

3.1.1 Legislativa EU

Právní úprava odpadového hospodářství České republiky uplatňuje předpisy Evropské Unie (EU). EU zásadně ovlivňuje hospodaření s biologicky rozložitelným odpadem v souvislosti se skládkování. Priority hospodaření s biologicky rozložitelnými odpady se zakládají na obecně uznávaných zásadách odpadového hospodářství, v první řadě prevence směřující ke snížení produkce bioodpadu, dále opakované použití bioodpadu, recyklace odděleně sebraného bioodpadu na původní materiál, kompostování, nebo anaerobní rozklad odděleně sebraného bioodpadu, mechanicko-biologická úprava bioodpadu, použití bioodpadu jako zdroje energie. (Kotoulová, Váňa 2001)

3.1.1.1 Vybrané pojmy

Zelený odpad

BRO rostlinného původu, rostlinné pletivo, snadno rozložitelný materiál (Chudárek 2013)

Dřevo

Dřevní hmota, rostlé i zpracované dřevo – obtížně rozložitelný materiál

Živočišný odpad

Vedlejší produkty živočišného původu, odpad s obsahem živočišných tkání, převážně snadno rozložitelných materiálů

Kaly z ČOV

Biologicky aktivní kaly z komunálních nebo potravinářských čistíren vod s vysokým obsahem organické složky

Komunální odpad

Komunální odpad je dle zákona 185/2001 Sb., §4 Sb., o opadech veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob, s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání. V Katalogu odpadů (vyhláška MŽP č. 381/2001 Sb.) (Kotoulová, Váňa 2001)

Odpad podobný komunálnímu odpadu

Odpad podobný komunálnímu odpadu je považován odpad z činnosti právnických a fyzických osob oprávněných k podnikání. Odpad vznikající v obchodech, kancelářích, úřadech, a institucích a který je podobné povahy a složení jako odpad komunální. (Kotoulová, Váňa 2001)

Biologicky rozložitelný odpad – BRO

Biologicky rozložitelný odpad, je takový odpad, který je schopen anaerobního nebo aerobního rozkladu mikroorganismy, např. odpad ze zeleně, papír, potraviny. (Kotoulová, Váňa 2001)

Biologicky rozložitelný komunální odpad – BRKO

Za biologicky rozložitelný komunální odpad je považován odpad biologicky rozložitelný, obsažený v komunálním odpadu v odpadu podobném komunálnímu. (Kotoulová, Váňa 2001)

Kompost

Kompost je stabilizovaná, nepáchnoucí, hnědá až černá homogenní hmota, drobtovitá až hrudkovitá struktury, vzniká aerobním biologickým zráním rozložitelných odpadů, bohatá na humusové látky a rostlinné živiny. (Kotoulová, Váňa 2001)

Mechanicko-biologická úprava

Mechanicko-biologickou úpravou se předpokládá úprava zbytkového komunálního odpadu, netříděných nebo jiných biologicky rozložitelných odpadů nevhodných ke kompostování nebo pro anaerobní rozklad s cílem stabilizovat a snížit objem odpadů. (Kotoulová, Váňa 2001)

Domácí kompostování

Domácí kompostování obnáší kompostování a využívání kompostu v soukromých zahradách u domů. (Kotoulová, Váňa 2001)

Komunitní kompostování

Komunitním kompostováním se rozumí kompostování biologicky rozložitelných odpadů určité komunity, sídliště, školy, zahrádkářské kolonie a využívání kompostu touto komunitou. (Kotoulová, Váňa 2001)

3.2 Biodpad

3.2.1 Zdroje odpadu pro kompostování

Ke zdrojům odpadu pro kompostování můžeme zařadit odpady ze zeleně, z oblasti veřejné i soukromé, především je to tráva, mezi sezonně vyskytující řadíme listí, dále to může být dřevní odpad, případně kůra stromů, dřevní štěpka. .Dalším zdrojem mohou být odpady z květinových záhonů, odpad ze hřbitovů. Mezi zvláštní odpad vhodný ke kompostování může být i odpad z expanzních rostlin, zejména křídlatky sachalinské nebo japonské. Pro kompostování je třeba rostliny zpracovat štěpkovačem nebo řezačkou. (Kotoulová, Váňa 2001)

Bioodpad z domácností je většinou součástí směsných komunálních odpadů, jeho následná separace je obtížná s ohledem na kontaminaci cizorodými látkami. Proto je důležité zavádět separovaný sběr bioodpadu z domácností. (Kotoulová, Váňa 2001)

Často se také kompostuje bioodpad z provozoven veřejného stravování, jako jsou jídelny, restaurace, přípravný lahůdek.

Lze také využít odpady rostlin ze zemědělských provozů, např. slámu, chrást, nat'. Také zvířecí fekálie, hnůj, kejda, drůbeží trus. (Kotoulová, Váňa 2001)

3.2.2 Shromažďování bioodpadu

Kvalita vstupní suroviny při výrobě kompostu, má zásadní vliv na kvalitu a způsoby použití výsledných produktů zpracování bioodpadu. Pro nejkvalitnější výrobu kompostu je dle zkušeností z praxe, doporučeno kompostovat výhradně bioodpad získaný odděleným sběrem. Zdroje výskytu komunálního bioodpadu představují odpad ze zeleně, bioodpad z domácností, odpad papíru, a různé další specifické odpady. Bioodpad z domácností je třeba třídít v místě jeho výskytu, neboť ne všechny kuchyňské odpady lze kompostovat. (Kotoulová, Váňa 2001)

3.2.3 Druhy bioodpadu

V komunálním bioodpadu je nejčastější složkou odpad ze zeleně, bioodpad z domácností, odpad papíru, a dále specifické odpady. Specifické odpady představují bioodpady z některých živnostenských provozů. Zejména odpady z květinářství, obchodů s potravinami, odpady z restaurací a hotelů, školních a firemních jídelen. (Kotoulová, Váňa 2001)

3.2.4 Sběr bioodpadu

Kvalitu a množství získaného materiálu ovlivňuje způsob sběru a jeho organizace. Pro výrobu kvalitního kompostu se doporučuje kompostovat výhradně bioodpad získaný odděleným sběrem. (Kotoulová, Váňa 2001)

Oddělený sběr bioodpadu je možno z hlediska technického provádět prostřednictvím sběrných dvorů, velkoobjemovými kontejnery, sběrnými nádobami na odpad, sběrnými nádobami upravenými pro sběr bioodpadu, pytlovým způsobem sběru

Z organizačního hlediska se oddělený sběr provádí dvěma způsoby, donáškovým nebo odvozovým způsobem. (Kotoulová, Váňa 2001)

3.2.4.1 Způsoby sběru bioodpadu

Donáškový způsob sběru

Donáškový, nebo-li dovozový způsob sběru do sběrných dvorů se ukládá do velkoobjemových kontejnerů. Je také vhodný pro profesionálně prováděnou údržbu zeleně. Pro sběr odpadu ze zeleně na území měst, mohou být zřizována stálá sběrná místa. Při údržbě zahrad a parků je produkováno velké množství odpadu z prořezávek, ale i odpadů a kamenů, které nejsou přijatelné pro kvalitní kompostování. Firmy pro údržbu zeleně musí stejně jako občasně provádět oddělený sběr. Provozovatelé kompostáren v dohodě s těmito firmami vymezí odpady přijatelné pro kompostování s ohledem na technické vybavení kompostáren, to se týká příměsí minerálních a jiných tuhých odpadků, ale i optimální velikosti dřevní hmoty. (Kotoulová, Váňa 2001)

Odvozový způsob sběru

Pro bioodpad z domácností je nejlépe využívat odvozový způsob sběru. Bioodpad je možno sbírat svozovými auty se systémem rotačního i lineárního stlačování. Cyklus sběru bioodpadu z domácností by měl být shodný s cyklem svozu

komunálního odpadu. Pro sběr bioodpadu z domácností jsou většinou využívány nádoby o objemu 120 l a 240 l. Pro společný sběr bioodpadu z domácností a ze zeleně je vhodné používat nádoby větších rozměrů, odpovídající 14 dennímu cyklu odvozu. Mezi nejvýznamnější problémy při sběru bioodpadu z domácností, považujeme namáhavost při nakládání sběrných nádob, zápach v okolí nádob a při nakládce, rozptyl vody při nakládce, rozptyl jemných částic bioodpadu při nakládce, rozptyl vody kondenzované na stanovišti. (Kotoulová, Váňa 2001)

3.3. Dělení bioodpadu

Kapitola 3.3 je věnována členění jednotlivých druhů bioodpadu, dále obsahuje související legislativní předpisy, uvádí možná technologická, ekonomická a kvalitativní rizika při kompostování

3.3.1 Biologicky rozložitelný odpad

Biologicky rozložitelný odpad je takový odpad, který je schopen aerobního a anaerobního rozkladu mikroorganismy. Zjednodušeně jej nazýváme bioodpad. Mezi biologicky rozložitelné odpady (BRO) řadíme všechny kompostovatelné odpady z prvovýroby v zemědělství, rostlinné i živočišné, lesnictví, myslivost, rybářství a zpracování potravin. Mohou to být také opady papírové, různé zbytky lepenky a jiných papírových obalů, odpady z kožedělného, textilního, průmyslu, kaly z čistíren odpadních vod. (Kotoulová, Váňa 2001)

3.3.2 Biologicky rozložitelný komunální odpad

Biologicky rozložitelný komunální odpad (BRKO) je specifický odpadový materiál s výrazným potencionálem růstu.

Od roku 2010 umožňuje obcím zákon č 185/2010 stanovit obecně závaznou vyhláškou obce systém shromažďování sběru, přepravy, třídění, využívání a odstraňování komunálních odpadů vznikající na jejím území včetně biologicky rozložitelné složky. (Chudárek 2013)

Obce mohou produkovat biologicky rozložitelný odpad dle původu.

- BRKO z údržby obecní zeleně
- BRKO separovaná z domácností - separace ve sběrných dvorech
 - separace z nádobového sběru
 - separace ze sezónních kontejnerových kampaní

(Chudárek 2013)

3.3.2.1 Nejdůležitější související legislativní předpisy

Zákon č. 185/2001 Sb. O odpadech ustavuje základní požadavky na nakládání s odpady, zejména.

- Stanoví působnost zákona
- Definuje pojmy v odpadovém hospodářství
- Deklaruje hierarchii nakládání s odpadem
- Stanoví všeobecné požadavky na evidenci v odpadovém hospodářství a dále povinnosti původců odpadu, povinnosti provozovatelů zařízení k nakládání s odpadem
- Stanoví požadavky na evidenci s ohlašování produkce a nakládání s odpady
- Určuje požadavky na ukládání a povinnosti při nakládání se specifickými odpadovými proudy
- Stanoví ekonomické nástroje odpadového hospodářství, zejména poplatky za ukládání odpadů
- Definuje přestupky v odpadovém hospodářství a stanoví sankce za jednotlivé přestupky
- Vymezuje orgány, které se účastní veřejné správy v odpadovém hospodářství a

Zmocňuje ministerstvo životního prostředí k vydání prováděcích vyhlášek k určeným bodům zákona (Chudárek 2013)

Nářízení vlády č. 197/2003 Sb. O plánu odpadového hospodářství ČR

- Vyhláší politiku odpadového hospodářství České republiky a rámec nakládání s odpady podle odpadových proudů a charakteru nakládání.
- Přejímá cíle dle legislativy odpadového hospodářství EU a zavazuje ČR k jejich plnění.

Vyhláška č. 381/2001 Sb., Katalog odpadů:

- Stanovuje postup zařazování odpadů podle Katalogu odpadů a podle kategorií
- Vyhláší Katalog odpadů

Vyhláška č. 383/2001 Sb. O podrobnostech nakládání s odpady upřesňuje a rozvádí požadavky zákona o odpadech zejména v následujících oblastech:

- vymezuje náležitosti žádostí o souhlasy v odpadovém hospodářství
- stanovuje základní technické požadavky na zařízení ke sběru, výkupu a využívání odpadu
- upřesňuje a rozvádí požadavky zákona na nakládání s některými odpadovými proudy
- definuje náležitosti dokladování odpadů při jejich přepravě a předání oprávněné osobě, požadavky na vedení evidence o produkci a nakládání s odpady, požadavky na ohlašování nakládání s odpady a požadavky na ohlašování zařízení k nakládání s odpady.

Vyhláška 382/2001Sb. O podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě:

Řeší použití kalů na zemědělské půdě, stanoví požadavky na kvalitu kalů a kvalitu půdy určené k aplikaci kalů, definuje možnou dávku kalů na hektar v čase a stanoví záležitosti programu použití kalů

Vyhláška 341/2008 Sb. O nakládání s BRO

Přináší seznam BRO, stanovuje způsoby biologického zpracování BRO, stanovuje technické požadavky na zařízení a definuje skupiny výstupů ze zpracování dle kvalitní hodnoty škodlivin pro jednotlivé skupiny, Vyhláška dále určuje možnosti použití výstupů jednotlivých skupin k sadovým úpravám a rekultivacím. Výstupy dle vyhlášky nelze použít na zemědělské půdě jako hnojiva nebo pomocnou půdní látku, je nutná registrace podle zákona o hnojivech. (Chudárek 2013)

Vyhláška 294/2005 Sb. O podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu o změně vyhlášky č. 383/2001 Sb. O podrobnostech nakládání s odpady

Tato vyhláška přebírá cíle dle Plánu odpadového hospodářství ČR (postupné snižování komunálního BRO ve skládkovaném odpadu až na 35% stavu z roku 1995 do roku 2020) a dále zakazuje ukládání BRO na skládky s výjimkou komunálního BRO, pro který platí výše uvedený harmonogram postupného snižování skládkového objemu. (Chudárek 2013)

3.3.2.2 Legislativní předpisy veterinární

Nařízení Evropského parlamentu a Rady ES č. 1096/2009 Sb. O hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou

určeny lidské spotřebě a o zrušení nařízení (ES) č. 1774/2002 (nařízení o vedlejších produktech živočišného původu). (Chudárek 2013)

Nařízení Komise EU. 142/2011 Sb., se kterým se provádí nařízení EP a rady ES č.1069/2009 Sb. O hygienických pravidlech pro VPŽP

Zákon č. 166/1999 Sb. Veterinární zákon

Vyhláška č. 295/2003 Sb. O konfiskátech živočišného původu, jejich neškodném odstraňování a dalším zpracování

Vyhláška č. 375/2003 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona č. 166/1999 Sb., o veterinární péči

3.3.2.5 Technologická rizika při kompostování stanicích Vyhláška č. 289/2007 Sb., o veterinárních a hygienických požadavcích na živočišné produkty, které nejsou upraveny přímo použitelnými předpisy Evropských společenství

Nařízení EP a rady ES 1069/2009 Sb. Definuje produkty živočišného původu, rozděluje VPŽP dle rizika do kategorií 1-3 a stanoví základní požadavky a pravidla pro nakládání s VPŽP.

Nařízení komise EU č. 142/2011 mimo jiné stanovuje požadavky na sběr a přepravu VPŽP, požadavky na zpracování VPŽP na kompostárnách a v bioplynových

3.3.2.3 Výroba a používání hnojiv

Zákon č. 156/1998 Sb. V platném znění. O hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech)

Vyhláška MZ č. 474/2000 Sb. O stanovení požadavků na hnojiva.

Vyhláška MZ 274/1998 Sb. O skladování a způsobu používání hnojiv.

Zákon č. 156/1998 Sb. Definuje hnojiva, pomocné půdní látky a přípravky a substráty, stanovuje podmínky uvádění hnojiv na trh a požadavky na registraci hnojiv.

Vyhláška č. 474/2000 Sb. Zavádí kvalitativní znaky pro organická hnojiva, stanoví limity pro obsah rizikových prvků v organických hnojivech a stanoví aplikační dávku organických hnojiv na hektar zemědělské půdy.

3.3.2.4 Ochrana ovzduší

Zákon č. 201/2012 Sb. O ochraně ovzduší

Vyhláška MŽP č. 415/2012 Sb. O přípustné úrovni znečištění a jejím zjištění a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší

Zákon č. 180/2005 Sb. V platném znění O podpoře výroby elektrické elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů)

Vyhláška MŽP č. 475/2005 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů

Vyhláška MŽP č. 482/2005 Sb. O stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny a biomasy

3.3.2.5 Technologická rizika při kompostování

Při kompostování odpadů ze zeleně a ostatních bioodpadů, nejsou z technologického hlediska žádná rizika. Při kompostování se používá technologie, která je nastavená na místní podmínky města nebo obce a to tak, aby byla prospěšná pro životní prostředí. (Kotoulová, Váňa 2001)

3.3.2.6 Ekonomická rizika při kompostování

Ekonomická rizika při kompostování se týkají především kompostování na centrální úrovni. Zde se mohou vyskytnout ekonomické neefektivnosti provozu kompostáren. Jde především o pořizovací cenu kompostárny, která je však částečně podporována dotacemi EU. Proto je vhodné přípravu investičního záměru kompostárny svěřit odborníkům se znalostí vývoje budoucí legislativy nakládání s bioodpady a znalostmi, umožňující efektivní uplatňování vyrobených kompostů na trh. (Kotoulová, Váňa 2001)

3.3.2.7 Kvalitativní rizika při kompostování

Mezi kvalitativní rizika při kompostování řadíme nedodržení technických norem, které může znemožňovat odbyt kompostu. Jedná se především o obsah cizorodých

látek, neboť normy na obsah cizorodých látek v kompostu jsou velmi přísné. Kompost nevyhovující jakosti, je kategorizován jako nebezpečný odpad, kód odpadu 190503. Trvalé nedodržení jakosti vyráběných kompostů, může být důvodem k uzavření kompostárny. Dobrou surovinovou skladbou a dlouhodobým monitorováním chemického složení odpadů, je možno tomuto riziku přecházet. (Kotoulová, Váňa 2001)

3.4. Možnosti nakládání s biologicky rozložitelným komunálním odpadem

Kapitola 3.4 pojednává o možnostech nakládání s biologicky rozložitelným odpadem, jaké jsou možnosti využití, například jeho energetické využití, jak probíhá oddělený sběr bioodpadu.

3.4.1 Oddělený sběr biologicky rozložitelného komunálního odpadu

Oddělený sběr BRKO je možno z hlediska technického provádět prostřednictvím sběrných dvorů, velkoobjemovými kontejnery, sběrnými nádobami na odpad, sběrnými nádobami upravenými pro sběr bioodpadu, pytlovým způsobem sběru

Z organizačního hlediska se oddělený sběr provádí dvěma způsoby, donáškovým nebo odvozovým způsobem. (Kotoulová, Váňa 2001)

3.4.2 energetické využití biologicky rozložitelného komunálního odpadu

Se spalováním bez Energetického využití BRKO, můžeme se s ním setkat například ve spalovnách nebezpečného odpadu, může to být v případě, že je možnost znečištění kalů nebo jiného BRKO. (Chudárek 2013)

Ve spalovnách komunálního odpadu dochází k přímému energetickému využití BRKO, uvolněné teplo se využívá k výrobě elektrické a tepelné energie. (Chudárek 2013)

Také je možnost využívání k výrobě tuhého alternativního paliva TAP, určeného k energetickému využití v cementárnách, ale z důvodu menší výhřevnosti, se moc nepoužívá, ale je to i jedna z alternativ. (Chudárek 2013)

Pro výrobu biopaliv je nejvhodnější dřevo, sláma apod., používá se ve formě drtě, štěpky, briket, nebo pelet. (Chudárek 2013)

3.5 Výroba kompostu

Kapitola 3.5 je věnována výrobě kompostu, průběhu kompostování, vhodnosti surovinové skladby kompostu, biologické stability kompostu, významu stability v praxi, mikrobiologickému hodnocení kompostu, teplotě v kompostovací zakládce, pH organických odpadů, důležitosti kyslíku při kompostování, poměru C:N v kompostovací zakládce, struktuře surovinové skladby, pórovitostí a strukturou kompostovací zakládky, možnost obsahu nežádoucích cizorodých látek v kompostu.

3.5.1 Fermentace bioodpadu

Při kompostování probíhá přeměna organických látek v různých fázích, fáze rozkladu, fáze přeměny a fáze dozrávání. Fáze rozkladu je provázena uvolňováním tepla a zahříváním substrátu na teplotu 50-60 C. Její doba trvání může být při intenzivním provzdušňování 2-3 týdny, ale u kompostů s velkým podílem dřevní štěpky trvá i 2 měsíce. Aerobní mikroorganismy rozkládají celulózu, škrob, hemicelulózu, bílkoviny a tuky na nižší látky a ke svému metabolismu využívají uvolněné živiny. (Kotoulová, Váňa 2001)

V druhé fázi přeměny s poklesem teploty na 40-45 C dochází ke změně složení mikroorganismů. Nelze již poznat původní hmoty odpadů a kompost mění svůj vzhled. Kompost získává stejnoměrnou hnědou barvu a slabou vůni po lesní zemině. (Kotoulová, Váňa 2001)

Ve fázi dozrávání se zvyšuje stabilita kompostu ,tvoří se nové humusové látky, především huminové kyseliny a molekulová váha humusových látek se zvyšuje, živiny se pevněji zabudovávají do organických vazeb. Struktura má být drobtovitá a výrazný zápach po zahradní nebo lesní zemině. (Kotoulová, Váňa 2001)

3.5.2 Biologická výroba kompostu

Organickou hmotu na humusové látky přeměňují při kompostování převážně mikroorganismy. Jsou to analogické pochody stejné jako při přeměně organické hmoty v půdním prostředí. Při kompostování je možno vytvořit lepší podmínky pro rozvoj mikroorganismů a dosáhnout až desetkrát většího počtu mikroorganismů než v půdě. Při kompostování lze získat humusové látky rychleji a produktivněji ve srovnání s půdními podmínkami. Pro zdárný rozvoj mikroorganismů musíme zabezpečit optimální podmínky. Jde především o úpravu uhlíku a dusíku výběrem vhodných surovin, úpravou vlhkosti, zabezpečením minimální přítomnosti fosforu, úpravou pH, úpravou zrnitosti a homogenity substrátu, provzdušněním substrátu a v neposlední řadě regulací teploty v průběhu kompostování. (Váňa 1997)

Důležité je zaměřit se při kompostování na správné sestavení surovinové skladby kompostu aby vzniklý substrát vytvářel vhodné prostředí pro rozvoj mikroflóry a tyto vhodné podmínky udržovat v průběhu zrání kompostu zabezpečením vhodné technologie překopáváním a závlahou. (Váňa 1997)

3.5.3 Surovinová skladba kompostu

Správná surovinová skladba kompostové zakládky rozhoduje o úspěšnosti průběhu vlastního kompostování a o výsledné kvalitě vyzrálého kompostu. Optimální

surovinovou skladbu dosáhneme propočtem přepokládané hmotnosti a výběrem odpadů které budou kompostovány, odhadem vlhkosti, obsahu organických látek, propočtem čerstvého kompostu, provedení korelací surovinové skladby tak, aby byly u čerstvého kompostu optimální vlhkost 55_65% a C:N 30-35:1, odhadnout ztráty v průběhu kompostování. (Kotoulová, Váňa 2001)

3.5.4 Optimální surovinová skladba kompostu

Hmotnostní poměr jednotlivých odpadů nebo hmot, které navážíme do kompostovací zakládky nazýváme surovinová skladba čerstvého kompostu.

Organická hmota je různě odolná různým druhům mikroorganismů, neboť představuje pestrou skladbu látek. Kompostované hmoty, jejichž poměr C:N je užší než 10:1 se rozkládá velmi rychle a jsou dobře využitelné mikrobiologicky. Naproti tomu hmoty se širokým poměrem C:N nad 50:1 se rozkládají velmi pomalu. (Váňa 1997)

Biologicky rozložitelný odpad, to jsou především zbytky a odpady rostlinného původu, odpad živočišného původu, s tím se musí nakládat ve zvláštním režimu dle legislativy v oblasti veterinární ochrany, zejména při splnění požadavku hygienizace odpadu. Vedlejší produkty živočišného původu mohou být v zařízení kompostárny zpracovány pouze v případě, že je kompostárna vybavena reaktorem pro zajištění hygienizace živočišných zbytků, to znamená, že musí být dosaženo teploty alespoň 70°C po dobu 60 minut. Pro tyto teploty musí být takový teplotní režim, aby docházelo ke kontinuálnímu záznamu teplot. (Chudárek 2013)

3.5.5 Biologická stabilita kompostu

Biologická stabilita je jednou za základních charakteristik kompostu. Není ovšem v normě uvedeno, jakou metodou by se měla stabilita měřit, ani nejsou učeny žádné

hodnoty, kterých by měla dosahovat. Stabilita může být hodnocena jako dočasná, nebo jako trvalá. (Altman 2013)

3.5.5.1 Význam stability v praxi

Stabilní komposty mají vlastnosti, kdy se živiny v půdě uvolňují postupně, působí i v dalších letech po aplikaci do půdy. Po aplikaci do půdy také mají díky obsahu humusových látek výraznější pozitivní vliv na kvalitu půdy a obsah organické hmoty. (Altman 2013)

3.5.5.2 Mikrobiologické hodnocení kompostu

Skupiny mikroorganismů, které se podílí na procesu kompostování jsou tři nejdůležitější, především to jsou bakterie, aktinomycety a nižší houby. (Altman 2013)

Termofilní bakterie v kompostové zakládce převažují sporotvorné bacily, *Geobacillus* a *Thermobacillus*, tvoří 71 až 92 % z celkového počtu. (Ruprich, 1990)

Některé postupy kompostování doporučují aplikaci mikroorganismů různými mikrobiologickými přípravky k podpoření přeměny organických látek. V provozních podmínkách jsou tyto preparáty většinou bez prokazatelného účinku. Původní mikroflóra

odpadních hmot a kompostovaných stájových hnojiv je natolik vitální, že se vnášené mikroorganismy nemohou uplatnit a nákup a aplikace těchto přípravků výrobu kompostu zbytečně prodražuje. Většina odpadů a stájových hnojiv obsahuje dostatečné množství mikroorganismů. Nejvhodnější skladbu mikroorganismů je možno vnést do kompostu ornicí, pařeništní zeminou nebo zrajícím kompostem. V praxi se tohoto způsobu očkování využívá při kompostování chlévské mrvy s přídatkem zeminy nebo

dodáváním některých rostlinných odpadů jako je tráva, lístí, zbytky zeleniny a ovoce. (Váňa 1997)

Na základě zkušeností z praxe, (Váňa 1997) je nutno se zaměřit při kompostování na správné sestavení surovinové skladby kompostu tak, aby vzniklý substrát – čerstvý kompost, vytvářel vhodné prostředí pro rozvoj mikroflóry a tyto vhodné podmínky udržovat v průběhu zrání kompostu zabezpečením vhodné technologie, jako jsou závlahy a překopávky. (Váňa 1997)

3.5.6 Teplota v kompostové zakládce

Teplota v kompostové zakládce může být velmi různorodá. Ve vrchní části dochází k vysušování a provzdušňování a teplota dosahuje 10-30 °C, střední chráněná vrstva, která je také dobře provzdušňována dosahuje teplotu 30-40°C. (Tesařová 2010)

Uvnitř zakládky je nejvyšší teplota, maximální teploty zde mohou dosahovat až 82 °C.

Různý vývoj teploty bývá především uvnitř kompostových zakládek větších rozměrů, naopak při domácím kompostování je samozahřívání kompostovaného materiálu značně omezeno z důvodu unikání tepelné energie do prostředí. (Lott-Fischer et.al. 2001)

Pro hygienizaci kompostu je nezbytné zvýšení teplot v průběhu kompostování 55 – 60 °C, tato teplota je důležitá pro snížení patogenních organizmů, zejména bakterií. Tato zvýšená teplota by měla být stabilní nejméně 3 – 5 dní, aby se trvale zničily patogenní organizmy, ale také vajíčka škůdců a semena plevelů. (Tesařová 2010)

Pro optimální mineralizaci organických látek je důležitá teplota 45 – 55 °C a teplota v rozmezí 35 – 45 °C nejvíce vyhovuje k rozvoji mikrobiálních společenstev v kompostovacím materiálu. (Stentiford 1996)

3.5.7 Vlhkost

Při kompostování je životně důležitou složkou voda, protože zajišťuje podmínky, které většina mikroorganismů potřebuje pro pohyb plynu a kapaliny buněčnými membránami. V kompostovaném odpadu by obsah vlhkosti neměl klesnout pod 3 - 40 % vlhkosti, v začátcích kompostovacího procesu je vhodnost obsahu vlhkosti 55 – 65 %, protože dochází ke ztrátám odpařování. Vlhkost kompostovaného materiálu v průběhu procesu

je zajišťováno dle orientační zkoušky vlhkosti. Orientační zkouška vlhkosti je založena na principu silného makání odebraného substrátu v lidské dlani. Optimální vlhkost je taková, při níž je 70% pórovitosti čerstvého kompostu zaplněno vodou. Nedostatečná vlhkost způsobuje vývoj nevhodné mikroflóry s převahou plísní a aktinomycet. Při nadbytečné vlhkosti dochází rychle k nedostatku kyslíku v kompostu, k vývoji anaerobní mikroflóry a ke zksnutí kompostu. (Váňa 1997)

3.5.8 Ph organických odpadů

Pro činnost mikroorganismů zabezpečující činnost při kompostování, je neoptimálnější hodnota pH v oblasti neutrální, to znamená v rozmezí pH 6,0-8,0. Řada zbytků i odpadů z chovu zvířat vykazuje slabě kyselou až kyselou reakci. (Tesařová 2010)

V počáteční fázi kompostování má hodnota pH velmi nízké hodnoty, okolo 5 pH. Způsobuje to termický rozklad substrátu a tvorbu organických kyselin. Převážně v této fázi působí houby a plísně, které jsou odolné vůči nízkému pH. Dále jsou však kyseliny rozkládány působením mikroorganismů, tím se pH zvedá směrem k neutrálním až zásaditým hodnotám přes 8 ,0 pH. Nadále se rozklad organických látek děje působením bakterií, pro které je neutrální či mírně zásadité pH příznivé. (Plíva a kol. 2006)

3.5.9 Kyslík

Kyslík hraje důležitou roli při kompostování, protože je důležitý pro metabolické potřeby mikroorganismů. Úroveň mikrobiální aktivity v kompostovacím materiálu, se odráží v rychlosti spotřeby kyslíku. (Kuraš 2014)

Vhodně zvolená technologie kompostování musí zabezpečit optimální podmínky pro činnost vhodných mikroorganismů přeměňujících organickou hmotu. Jde o mikroorganismy aerobní a vysokými nároky na kyslík a produkující oxid uhličitý. Technologie musí umožnit výměnu plynů mezi zrajícím kompostem a okolím tak, aby v substrátu bylo dostatek čerstvého vzduchu s kyslíkem. Substrát musí být kyprý, porézní a nepřevlhčený. Tím se kompostování zásadně liší od zrání hnoje na hnojišti, neboť tam se hnůj ukládá kompaktně a zamezuje se vstup vzduchu do hromady utěsněním. (Váňa 1997)

3.5.10 Poměr C:N

Pro správný průběh kompostování je důležitý poměr C:N v kompostovací zakládce. Zakládka, kde poměr C:N je menší než 10:1, se substrát rozkládá velmi rychle a je dobře mikrobiologicky využitelný. Může to však při zásaditém pH vést k uvolňování dusíku ve formě amoniaku. Celkové ztráty dusíku se mohou pohybovat mezi 37% - 60%. V kompostovací zakládce, kde je vysoký poměr C:N nad 50:1, dochází k velmi pomalému rozkladu. (Plíva a kol 2006)

3.5.11 Nerozložitelné příměsi a pórovitost

Surovinová skladba zakládky má vliv na proces kompostování, fyzikální vlastnosti surovin souvisejí s pórovitostí a strukturou, která ovlivňuje množství vzduchu v hromadě kompostu. Čím je větší výskyt větších a homogenních částic v kompostovací hromadě, tím větší je pórovitost. Vlastní pórovitost můžeme klasifikovat jako poměr

objemu dutin k celkovému množství hmoty. Kvalitní struktura kompostované hmoty snižuje zhoršování pórovitosti ve vlhkém prostředí. Pro nejlepší výsledky při kompostování je ověřeno používat surovin s velikostí částic v rozmezí 20 až 50 mm. Menší částice mohou způsobovat problémy se snížením pórovitosti, při kompostování může docházet k horšímu provzdušňování. Mají ovšem menší povrchovou plochu v porovnání s jejich objemem a mikroorganismy na ně mohou lépe působit, a tím je urychlen proces rozkladu a tím lepší výsledky kompostování. (Plíva a kol. 2006)

3.5.12 Nežádoucí cizorodé látky v kompostu

V kompostovacích komponentech mohou být obsaženy nežádoucí cizorodé látky, které mohou nepříznivě ovlivňovat zrání kompostů a následně růst rostlin, kdy se tyto nežádoucí látky mohou hromadit v rostlinách a mohou ohrožovat zdraví lidí i zvířat. (Váňa 1997)

Nejvíce nebezpečné jsou toxické látky, jejichž maximální koncentrace se stala jakostním znakem pro komposty

3.6 Technologie výroby kompostu

Kapitola 3.6 pojednává o vlastní výrobě kompostu, o technice pro drcení komponentů používaných pro kompostování mezi kterou patří drtiče a štěpkovače, pro překopávání kompostu překopávače, a na konečnou úpravu hotového kompostu prosévací síta. V dalších částech této kapitoly jsou popsány jiné možnosti kompostování, jako je domácí kompostování, domácí kompostování s využitím žížal, tzv. vermikompostování, komunitní kompostování, centrální kompostování a možnosti využití kompostu.

3.6.1 Technika pro drcení komponentů

Pro kompostování na zakládkách jsou základním vybavením drtiče a štěpkovače., pro přípravu rostlinného odpadu, na překopávání překopávače a na prosévání síta. (Kotoulová, Váňa 2001)

Drtiče a štěpkovače zabezpečují mechanickou úpravu dřevního odpadu zeleně, který je třeba pro správnou strukturu materiálu pro kompostování. Mohou být v různých velikostech, dle potřeby kompostárny, a jsou vybaveny různými druhy motorů, elektrickými, spalovacími, ale nejčastěji jsou připojitelné k vývodovému hřídeli traktoru nebo malotraktoru. (Kotoulová, Váňa 2001)

3.6.2 Překopávače kompostu

Překopávače hrají nejdůležitější roli pro technologii strojní linky při výrobě kompostů. (Groda 1997) .

Dříve k překopávání kompostu stačily různé univerzální nakladače s drapákem nebo čelní lžicí, dnes se již používají překopávače kompostů, které bývají připojené k traktoru s plazivou rychlostí do jednoho kilometru za hodinu, jako stroje tažené, tlačené, nebo bočně nesené nebo jde o stroje samojízdné. Pohon rotačního připojitelného překopávače je uskutečňován od náhonového hřídele traktoru. (Kotoulová, Váňa 2001)

3.6.3 Domácí kompostování

Pro domácí kompostování je nejvhodnější umístit jednu zakládku na zastíněném místě zahrady s dobrým přístupem i za nepříznivého počasí. Velikost zakládky je nejlépe dva metry široká, jeden metr až metr a půl vysoká, délka může být libovolná, záleží na velikosti zahrady. Na kompost je možno přidávat hmotu dle potřeby, promísit ji a provzdušnit jednou za 3-6 měsíců. Pro intenzivní provzdušňování je možno vytvořit průduchy z dřevní kulatiny. (Kotoulová, Váňa 2001)

3.6.3.1 Domácí kompostování s využitím žížal

Výroba biohumusu s pomocí žížal, neboli vermikompostování, dosahuje vyššího stupně přeměny organické hmoty odpadů než běžné komposty. Nejcennější částice vyrobeného vermikompostu jsou žížalí výkaly. Domácí kompostování s využitím žížal je náročná záležitost. (Kotoulová, Váňa 2001)

3.6.4 Komunitní kompostování

Komunitní kompostování je vhodné pro sídliště nebo majitele zahrad. Vhodnou formou podpory jsou granty místních úřadů pro organizátory komunitního kompostování. Pro společné kompostování několika majitelů zahrad, je vhodné společně zakoupený štěpkovač, nebo i překopávač kompostů. (Kotoulová, Váňa 2001)

3.6.5 Centrální kompostování

Centrální kompostování zajišťují obce, podniky veřejných služeb a také soukromí podnikatelé. Jeho provozování je náročnější, neboť je třeba pro provoz centrální kompostárny splňovat mnoho legislativních předpisů. (Kotoulová, Váňa 2001)

3.6.6 Využití kompostu

Průmyslový kompost v souladu s normou ČSN 46 5735 musí být hnědá, šedočerná až černá homogenní hmota, drobtovitá až hrudkovité struktury bez nerozpojitelných částic. Nesmí vykazovat pachy svědčící o přítomnosti nežádoucích látek. (Kotoulová, Váňa 2001)

Do oběhu prodejem se uvádějí komposty dle zákona č.156/1998 o hnojivech, ve znění zákona č. 308/2000 Sb. Podle tohoto zákona smějí výrobci a dodavatelé uvádět do oběhu pouze komposty, které jsou registrované podle tohoto zákona. O registraci hnojiva rozhoduje Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský na žádost výrobce, který je oprávněn k podnikání. (Kotoulová, Váňa 2001)

Vyhláška ministerstva zemědělství č. 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva, uvádí rizikové prvky a jejich limitní hodnoty v hnojivech a stanoví typy hnojiv.

3.6.7 Pozitivní vliv kompostu pro růst rostlin

Využitím kompostu přidáním do půdy je možno zvýšit výnosy zemědělských plodin a také zlepšit jejich kvalitu. Kompost je nejlépe aplikovat jednou za tři roky v množství 20 – 30 tun na hektar. Po použití kompostu se rostlinná produkce zvyšuje dle druhu plodiny a kvality půdy o 14 – 21 %. Při aplikaci chlévského hnoje do půdy, není možno dosáhnout těchto hodnot. (Goldbach et.al.2003)

3.6.8 Pozitivní vliv kompostu na vlastnosti půdy

Po zapravení kompostu do půdy je možno dosáhnout vyšších výnosů a kvality zemědělských produktů. Dochází k pozitivním změnám vlastností půdy, jak fyzikálních, chemických i biologických. (Epstein 1996).

Kompostování je často spojeno s výrobou různých pěstebních substrátů pro zakládání nových záhonů, skleníkové plochy, hrnkové kultury, balíčkovanou sadbu nebo pro prodej. Substrát se připravuje zrnitostí úpravou vyzrálého kompostu na sítěch o průměru ok 2 – 4 cm, odpad nad sítím je možno použít znovu pro kompostování. (Váňa 1997)

4 MATERIÁL A METODIKA

Praktická část diplomové práce byla prováděna na kompostárně města Blanska, kterou provozuje společnost Fertia s.r.o. z Třebíče.

Zde bylo umožněno provést měření teploty a vlhkosti v průběhu kompostování, které bylo následně zaznamenáno do tabulek a znázorněno graficky.

Pro účely měření, byly založeny různé druhy zakládek s různým poměrem biologicky rozložitelných odpadů.

Pro potřeby porovnání jsme vybrali 5 zakládek, které měly dostatečně rozdílné složení, aby bylo možno parametry posoudit a následně výsledky využívat pro optimální provoz při kompostování na kompostárně v Blansku.

Kompostárna je zaměřena na zpracování bioodpadů ve městě Blansko a okolních obcích. Jedná se o technologii biologického rychlokompostování ve fermentačních žlabech. Kapacita kompostárny je 2 173 tun bioodpadu ročně. Svozové území tvoří cca 21 386 obyvatel. V kompostárně jsou zpracovávány bioodpady z údržby zeleně města Blanska, od soukromých firem a také od občanů města.

Kompostovací linka je umístěna v hale, která má půdorysné rozměry 17,19 krát 40,69 m. Provozní hala slouží hlavně jako ochrana technologie a připravované zakládky pro kompostování před povětrnostními vlivy, čímž je zajištěna možnost dokonalého řízení provozu biologického rychlokompostování.

Venku, kolem haly je asfaltová plocha. První část plochy je využívána pro příjem bioodpadu (rozměry 10 krát 18 m) a jeho krátkodobé skladování. Druhá část plochy je určena pro dozrávání a uskladnění kompostu (rozměry 18 krát 20 m). Obě

plochy jsou vodohospodářsky zabezpečené a svedené do dvou záchytných jímek o objemu 3 a 4 m³

4.1. Technologický postup

Kapitola technologický postup pojednává o postupu při celém procesu kompostování, od naskladnění surovin, drcení, homogenizování, překopávání, zrání, vyskladnění a závěrečnému dozrívání na volné ploše

4.1.1 Naskladnění surovin

Při naskladnění jsou kompostované suroviny dopraveny manipulačním prostředkem do zásobníku homogenizátoru, odkud je přes dopravník krátkodobě ukládán do manipulačního prostoru haly, poté nakládacím mechanismem do dávkovacího zařízení, pásovým dopravníkem do šnekové míchačky, kde se znovu homogenizuje a provzdušňuje. Zde jsou pak doplňovány tekuté složky. Sestavou dopravníků a naskladňovacím šnekovým zařízením jsou postupně suroviny vloženy do fermentačního žlabu (cca 30-50 tun). Požadovaná výška zakládky (max. 2 m) je hlídána obsluhou.

Teplota zakládky je měřena dvěma teplotními snímači, zabudovanými v každém žlabu, s přenosem naměřených dat na ovládací panel kompostovací linky. Teplota pro potřeby zaznamenání hodnot do evidence zakládek je měřena ručně vypichovacím tyčovým teploměrem. Vpich tyčovým teploměrem má být veden kolmo k povrchu hromady tak, aby mířil do jejího středu příčného profilu. Teploměr musí být zasunut až do středu hromady a odečte se ustálená teplota. Vzdálenost jednotlivých vpichů po horizontále jsou dány celkovou délkou kompostovací zakládky

4.1.2 Překopávání

Překopávání zakládky zajišťuje pojízdné frézovací zařízení uvnitř fermentačního žlabu. Při dosažení teploty zakládky 65°C jsou ručně sepnuty elektromotory spodní vybírací frézy, příslušných pásových dopravníků a šnekové míchačky, v případě potřeby dávkovacího čerpadla tekuté složky a plnicího pásového dopravníku se shrnovacím vozíkem, čímž dojde k provzdušnění a promíchání zpracovávaných surovin a odpaření vodní páry.

4.1.3 Vyskladnění

Vyskladnění je zajištěno pomocí překopávací frézy s vyskladňovacím dopravníkem v reverzním chodu a vynášecím dopravníkem. Po vyskladnění je prostor fermentačního žlabu připraven pro další cyklus zpracování.

4.1.4 Dozrávání

Po zajištěné hygienizaci ve fermentačním žlabu probíhá dozrávání kompostu na dozrávací ploše za halou kompostárny v trvání cca 50 dnů. Celková doba procesu po homogenizaci je potom 60 dnů. Dle normy ČSN 455735 průmyslové komposty je tato technologie pro výrobu kompostu dostatečná z hlediska hygienizace i z hlediska kvality kompostu.

Technologické schéma kompostárny Blansko je zobrazeno v příloze č.1 včetně doplňující specifikace

4.2 Metodika receptury zakládky

Receptura jednotlivých zakládek byla závislá na surovinách navezených na kompostárnu, jelikož se jednalo o provozní měření. Poměr C:N a vlhkost byly korigovány pouze namícháním suchého materiálu, který je k dispozici na skladu kompostárny. U různých zakládek se jednalo o dřevní štěpku, slámu a seno. V tabulkách je uvedeno množství jednotlivých surovin v receptuře zakládek.

4.3 Metodika vedení procesu kompostování

Sledována byla zejména první fáze kompostování, která byla v rámci našich experimentů 15 – 30 dní. V průběhu tohoto procesu bylo provedeno nejméně 4 x překopání celé zakládky. Nebylo používáno zavlažovací zařízení, jelikož zakládky měly při svém založení vysokou vlhkost a její snížení bylo tudíž žádoucí. Sledován byl proces od naskladnění zakládky do aerobního žlabu po její vyskladnění na volnou plochu k dozrání. Vzhledem k provozní povaze experimentu nebylo možné zajistit, aby byla sledovaná první fáze kompostovacího procesu vedena u všech zakládek stejný počet dní. Délka procesu byla závislá na provozních podmínkách a možnostech.

4.4 Metodika zaznamenávání teploty v zakládkách

Teploty v zakládkách byly měřeny každý provozní den kompostárny a to na vypichovacím tyčovým teploměrem s délkou sondy 1,5 m tak, aby se čidlo nacházelo vždy co nejbližší středu profilu zakládky. Pokaždé byla teplota změřena tímto způsobem na 3 různých místech rovnoměrně po délce zakládky. Výsledná teplota použitá v grafu je průměrem naměřených hodnot. Teplotu pro experimenty mojí diplomové práce zaznamenávali zaměstnanci firmy provozující kompostárnu. byli řádně poučeni, jakým způsobem teplotu měřit, aby byly výsledky optimální. Ne vždy jsem mohla teploty měřit, neboť každý den jsem se nemohla z důvodu pracovní vytíženosti k měření dostavit. Proto jsem se musela spolehnout na to, že teploty byly měřeny bez odchylek s stále stejnou metodikou.

4.5 Metodika odběru a analýzy vzorků

Vzorky byly odebírány vždy při zakládání (tedy po homogenizaci materiálu) a při vyskladňování každé zakládky. Jedná se o směsný vzorek, který byl dosažen smísením dílčích vzorků odebraných na různých místech zakládky. Hmotnost směsného vzorku pro analýzy byla cca 500 g. Vzorky byly přepravovány v PE sáčcích a před samotnou analýzou uchovávány v chladu. Vzorky byly odebírány zaměstnanci firmy provozující kompostárnu. Vzorky odebírali průběžně a nebylo možno těchto úkonů z hlediska mé časové pracovní vytíženosti se účastnit. V průběhu experimentů jsem několikrát kompostárnu navštívila a seznámila se s jejím provozem a strojní technologií.

Vzorky byly analyzovány v laboratořích Mendelovy univerzity v Celorepublikové referenční laboratoři bioplynových transformací, Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky. Rozbory byly prováděny v časovém horizontu podzim roku 2014.

Vlhkost a sušina vzorku byly určovány gravimetricky, tedy vysušení vzorku a určením jeho hmotnosti před a po vysušení

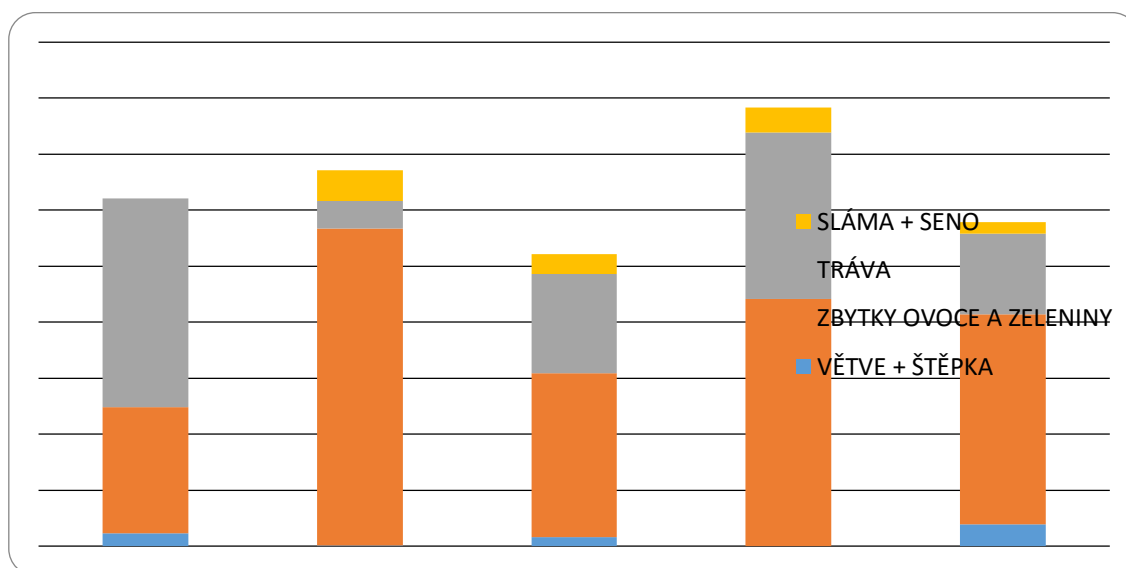
5. VÝSLEDKY

Pro práci bylo vybráno 5 vytipovaných zakládek, které měly různé složení vstupních surovin.

Dle tabulky č 1. vidíme, jaké bylo hmotnostní složení jednotlivých zakládek. Pro lepší představivost je zde uvedeno také grafické znázornění hmotnostního složení zakládek. Zakládky měly složení dle momentální dostupné biomasy. Bylo možné ovlivnit množství přidaného suchého materiálu skladovaného na kompostárně.

Tabulka č. 1: Hmotnostní složení jednotlivých zakládek (kg)

Číslo zakládky	VĚTVE + ŠTĚPKA (kg)	ZBYTKY OVOCE A ZELENINY (kg)	TRÁVA (kg)	SLÁMA + SENO (kg)	CELKEM (kg)
14/14	2285	22550	37274	0	62109
15/14	150	56538	4984	5501	67173
16/14	1625	29237	17779	3507	52148
18/14	0	44155	29689	4502	78346
20/14	3875	37580	14312	2064	57831



Graf č. 1: Hmotnostní složení jednotlivých zakládek (kg)

5.1 Zaznamenání evidence teploty

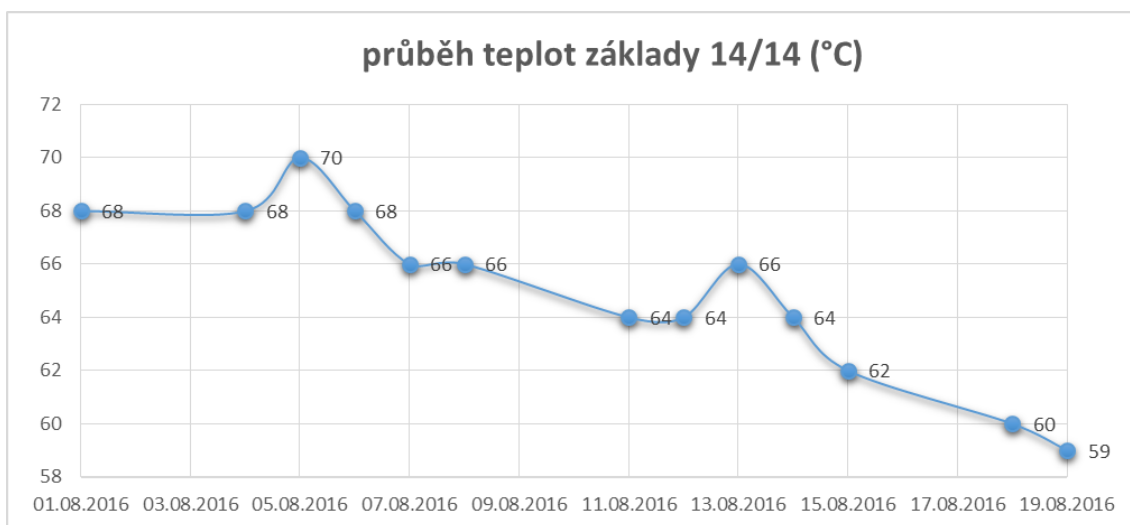
V tabulce č. 2 až č. 6 viz příloha, je zaznamenána evidence teplot zakládek. Ve sledovaných pěti zakládkách je zapisována teplota v průběhu dnů kdy se měřila. Teplota se měřila na třech místech, dle uvedené výše uvedené metodiky. V tabulkách evidence je také zaznamenáno, který den byla prováděna překopávka kompostu.

5.2 Zaznamenání průběhu teploty

V tabulkách č. 2 až č. 6 je zaznamenán průměr naměřených hodnot teploty jednotlivých pěti zakládek za každý provozní den. Z tabulek je přehledně vidět, jaký byl průběh denní teploty. Z takto zaznamenaných teplot je možno vytvořit grafy jednotlivých zakládek. Grafy z jednotlivých sledovaných zakládek jsou zařazeny přímo za tabulkami pro lepší přehlednost v textu

Tabulka č. 2: Průběh teplot zakládky 14/14

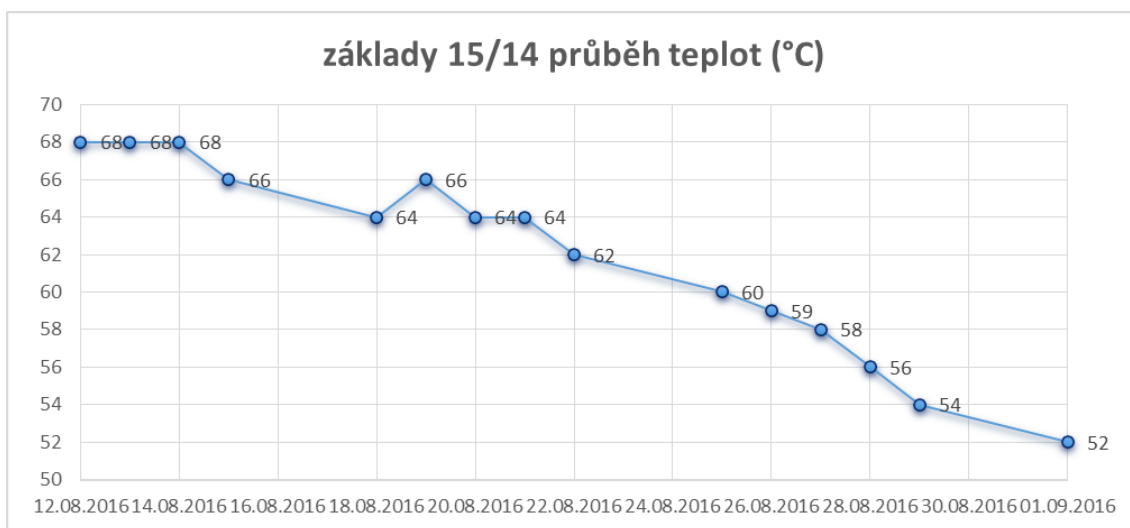
Datum	teplota (°C)
1.8.	68
4.8.	68
5.8.	70
6.8.	68
7.8.	66
8.8.	66
11.8.	64
12.8.	64
13.8.	66
14.8.	64
15.8.	62
18.8.	60
19.8.	59



Graf č. 2: Grafické znázornění průběhu teploty základy 14/14

Tabulka č. 3.: Průběh teplot základy 15/14

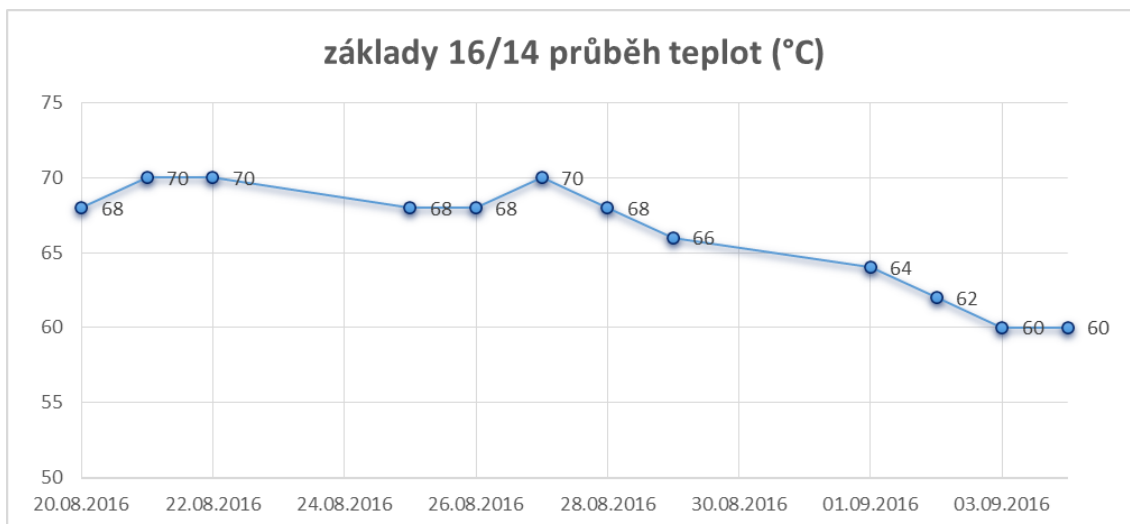
Datum	teplota (°C)
12.8.	68
13.8.	68
14.8.	68
15.8.	66
18.8.	64
19.8.	66
20.8.	64
21.8.	64
22.8.	62
25.8.	60
26.8.	59
27.8.	58
28.8.	56
29.8.	54
1.9.	52



Graf č. 3: Grafické znázornění průběhu teploty základy 15/14

Tabulka č 4: Průběh teplot základy 16/14

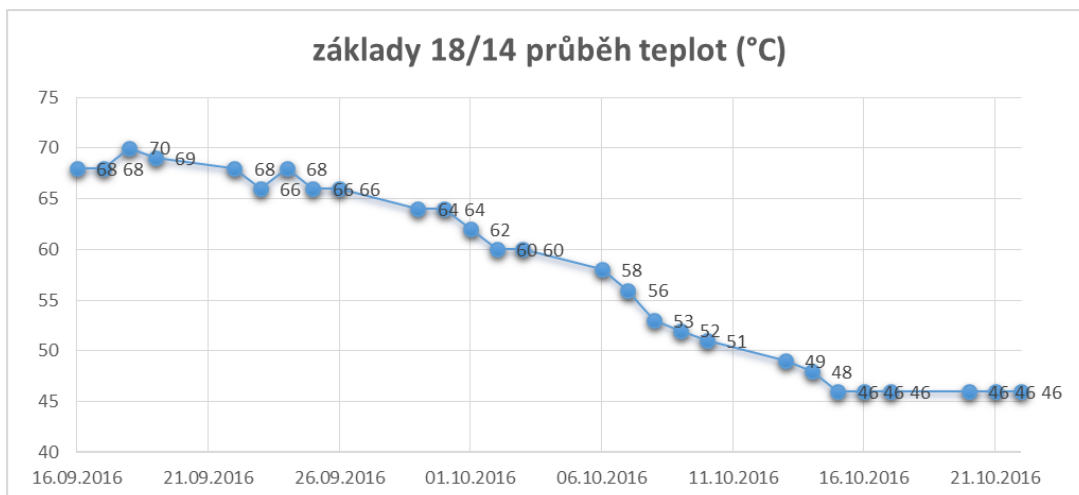
Datum	teplota (°C)
20.8.	68
21.8.	70
22.8.	70
25.8.	68
26.8.	68
27.8.	70
28.8.	68
29.8.	66
1.9.	64
2.9.	62
3.9.	60
4.9.	60



Graf č. 4: Grafické znázornění průběhu teploty základky 16/14

Tabulka č. 5: Průběh teplot zakládky 18/14

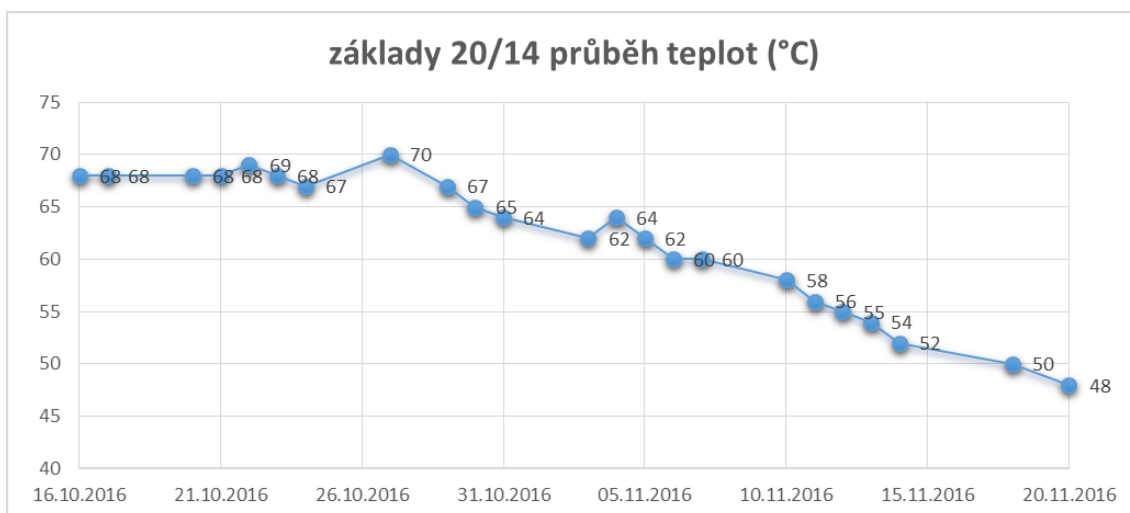
Datum	teplota (°C)
16.9.	68
17.9.	68
18.9.	70
19.9.	69
22.9.	68
23.9.	66
24.9.	68
25.9.	66
26.9.	66
29.9.	64
30.9.	64
1.10.	62
2.10.	60
3.10.	60
6.10.	58
7.10.	56
8.10.	53
9.10.	52
10.10.	51
13.10.	49
14.10.	48
15.10.	46
16.10.	46
17.10.	46
20.10.	46
21.10.	46
22.10.	46



Graf č. 5: Grafické znázornění průběhu teploty základky 18/14

Tabulka č. 6: Průběh teplot základky 20/14

Datum	teplota (°C)
16.10.	68
17.10.	68
20.10.	68
21.10.	68
22.10.	69
23.10.	68
24.10.	67
27.10.	70
29.10.	67
30.10.	65
31.10.	64
3.11.	62
4.11.	64
5.11.	62
6.11.	60
7.11.	60
10.11.	58
11.11.	56
12.11.	55
13.11.	54
14.11.	52
18.11.	50
20.11.	48



Graf č. 6: Grafické znázornění průběhu teploty zakládky 20/14

Grafický průběh teplot v jednotlivých zakládkách je ovlivněn především tím, že první měření teploty bylo zaznamenáno již po rozběhnutí kompostovacího procesu (proces se rozbíhá ihned po nadrcení materiálu v homogenizátoru, kdežto měřit se začíná až po naskladnění materiálu do aerobních žlabů), proto není patrný náběh teplot jako v grafech průběhu pro ideální případ procesu kompostování. Dále je patrné pouze pozvolné snižování teploty v průběhu kompostovacího procesu s občasnými výkyvy, které způsobuje oživení procesu při překopání materiálu. Snížení teploty není příliš výrazné, jelikož v tomto experimentu byla sledována pouze první fáze kompostovacího procesu, tedy fáze termofilní, která probíhá v aerobních žlabech, další postupné snižování teploty probíhá po vyskladnění na hromadách na venkovní ploše kompostárny při dozrávání kompostu. Teplota se nesnižuje také příliš výrazně proti teoretickým předpokladům, což lze vysvětlit poměrně úzkým poměrem C:N, který může mít za následek vyšší mikrobiální aktivitu v zakládkách.

Ve všech zakládkách nicméně měly teploty předpokládanou tendenci postupného snižování, které bylo proti teoretickým hodnotám spíše pozvolnější. Ve všech zakládkách také došlo k hygienizaci materiálu dle požadavků vyhlášky č. 341/2008 Sb., kde je minimální teplota 65°C udržovaná po dobu minimálně 5 dnů.

5.3 Laboratorní rozbor

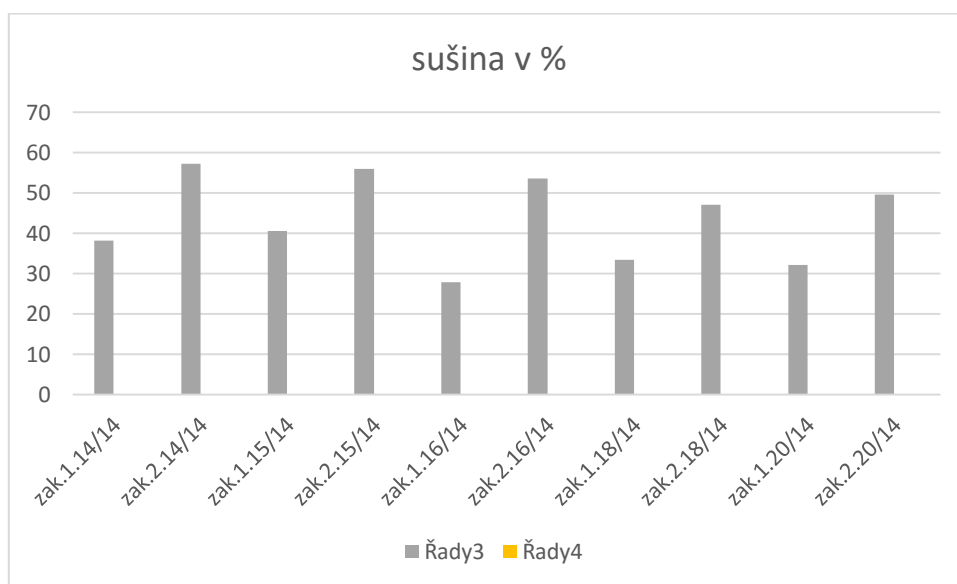
V tabulce č. 12. jsou zaznamenány laboratorní rozborů všech pěti sledovaných zakládek v laboratoři Mendlovy Univerzity, pracoviště Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky Agronomické fakulty v období podzim 2014. Tyto rozborů si objednala firma Fertia jako zakázku a dovolila mi výsledky rozborů využít pro svoji diplomovou práci. Vzhledem k nákladům na tyto rozborů jsem si nemohla dovolit tuto akci financovat a byla jsem ráda, že mi firma poskytla alespoň část výsledků. Znamená to tedy, že jsem se přímých rozborů v laboratoři neúčastnila, výsledky mi byly bezplatně poskytnuty. Laboratorní rozborů byly prováděny na začátku procesu před naskladněním zakládky do aerobního žlabu a na konci při vyskladnění zakládky. Zjišťoval se obsah sušiny, vody, obsah uhlíku a dusíku a poměr mezi nimi. V tabulce č. 12 je shrnutí všech provedených rozborů.

Tabulka č. 12: Hodnoty laboratorního rozboru.

Číslo zakládky a datum odběru	sušina (%)	obsah vody (%)	Obsah uhlíku (% v suš.)	Obsah dusíku (% v suš.)	Poměr C:N
Zakládka č. 14/14 - 31.7.2014	38,18	61,82	30,50	1,41	21,56
Zakládka č. 14/14 - 25.8.2014	57,25	42,75	25,35	1,90	13,32
Zakládka č. 15/14 - 7.8.2014	40,50	59,50	29,70	1,47	20,18
Zakládka č. 15/14 - 5.9.2014	56,02	43,98	24,20	1,89	12,82
Zakládka č. 16/14 - 25.8.2014	27,93	72,07	25,15	1,86	13,53
Zakládka č. 16/14 - 16. 9. 2014	53,57	46,43	24,25	1,76	13,81
Zakládka č. 18/14 - 16.9.2014	33,39	66,61	26,10	1,47	17,79
Zakládka č. 18/14 - 15.10.2014	47,09	52,91	18,3	1,8305	10,00
Zakládka č. 20/14 - 15.10.2014	32,14	67,86	24,9	1,925	12,94
Zakládka č. 20/14 - 21.11.2014	49,54	50,46	16,1	1,6235	9,92

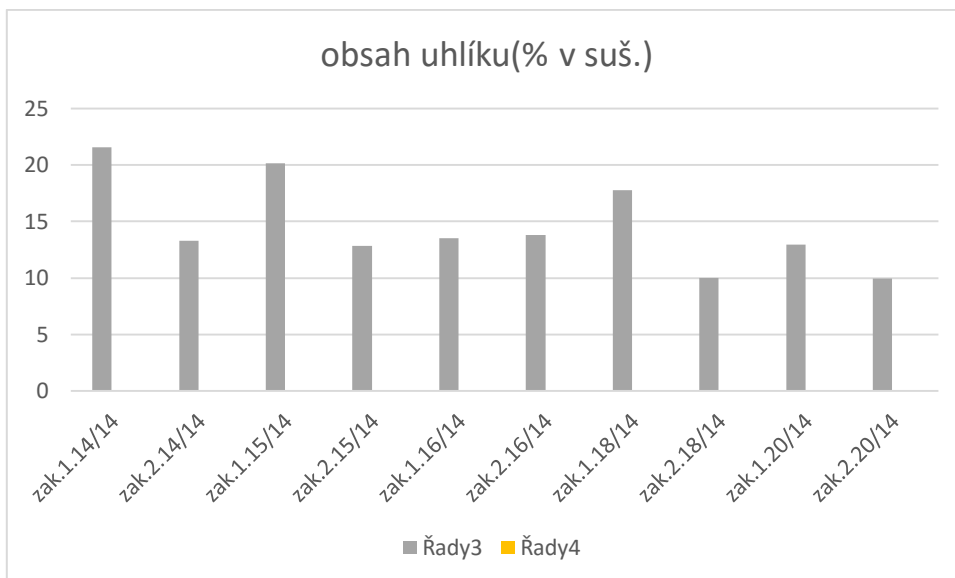
V jednotlivých grafech č. 7 , č. 8, č. 9 a č 10 je vzorek při vstupu označen číslem 1 a příslušným datem a při výstupu je vzorek označen číslem 2 a příslušným datem.

V grafu č. 7 je znázorněn obsah sušiny v jednotlivých zakládkách na začátku a na konci kompostovacího procesu. Z grafu je patrné, že obsah sušiny se v průběhu kompostování u všech zakládek zvyšuje, což je dáno odpařováním vody ze zakládky.



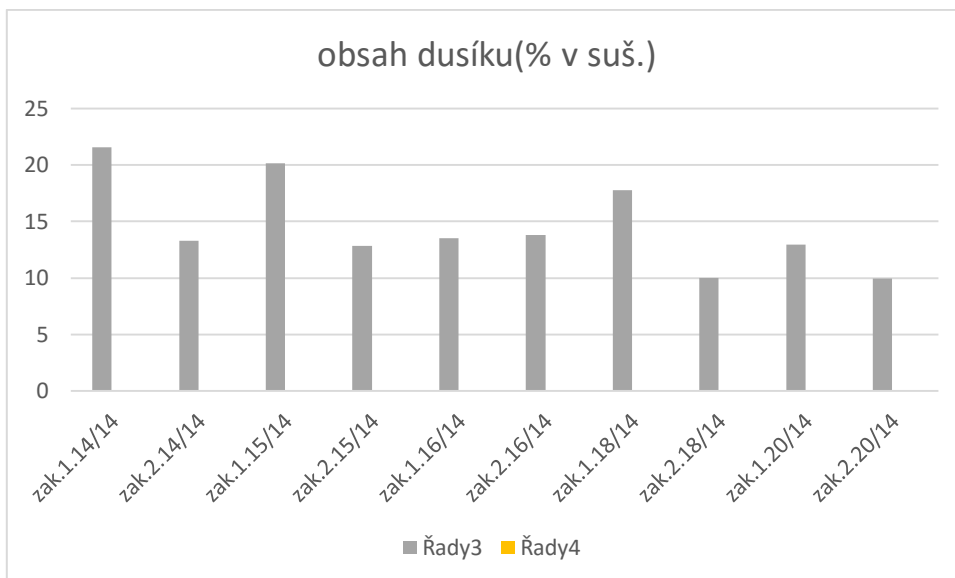
Graf č. 7: Grafické znázornění obsahu sušiny zakládkách na začátku a na konci procesu

Graf č. 8 znázorňuje obsah uhlíku v sušině na začátku a na konci procesu. U všech zakládek je patrné snížení obsahu uhlíku vlivem biochemických přeměn látek v zakládce a unikem uhlíku ve formě oxidu uhličitého.



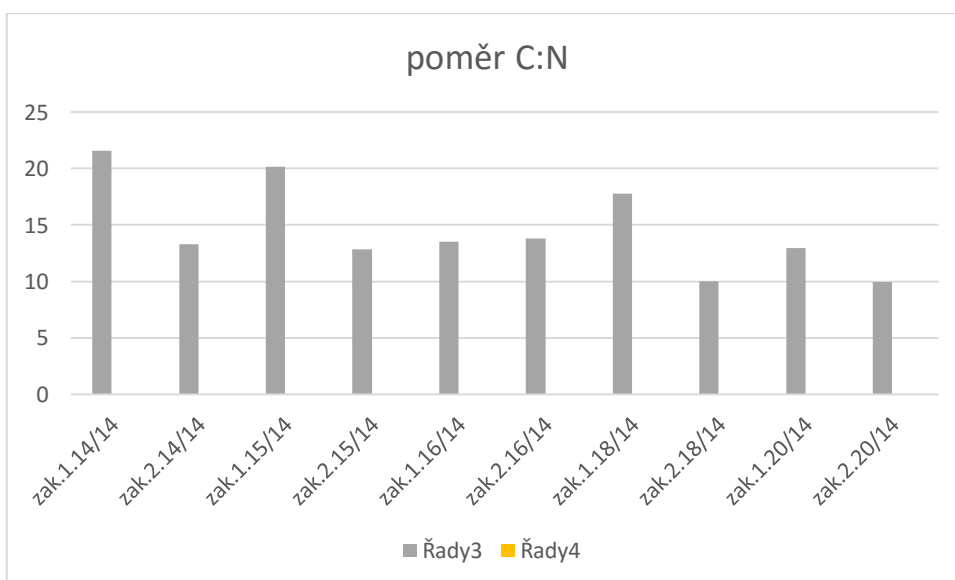
Graf č. 8: Grafické znázornění obsahu uhlíku v zakládkách na začátku a na konci procesu

V grafu č. 9 vidíme znázornění obsahu dusíku v sušině v jednotlivých zakládkách na začátku a na konci procesu. Množství dusíku v sušině se v průběhu procesu u dvou zakládek snížilo a u třech zakládek zvýšilo. Předpokládá se, že je to dáno obsahem dusíku na počátku procesu, kdy vlivem mikrobiální činnosti v zakládkách je jeho relativní obsah postupně formován dle obsahu uhlíku a dalších vlastností zakládek.



Graf č. 9: Grafické znázornění obsahu dusíku v zakládkách na začátku a na konci procesu

Graf č. 10 zobrazuje poměr uhlíku ku dusíku v zakládkách na začátku a na konci procesu. Ve většině případů se poměr v průběhu procesu zužuje, což je dáno spotřebou uhlíku (jeho přeměnou na oxid uhličitý a únikem) v průběhu kompostovacího procesu. U zakládky č. 16 se tento poměr mírně rozšířil.



Graf č. 10: Grafické znázornění poměru C:N v zakládkách na začátku a na konci procesu

Obecně lze říci, že zakládky měly na začátku procesu užší poměr C:N než je uváděné optimum v literatuře (25 – 30: 1). Je to dáno tím, že na podzim, kdy byly experimenty prováděny, je velké množství ovoce, zeleniny a čerstvé trávy a není většinou dostatek uhlíkatého materiálu na korekci poměru C:N. Přestože ve všech případech byl nějaký uhlíkatý materiál použit (dřevní štěpka nebo sláma), v optimálním případě by bylo vhodné použít jej ve větším množství.

Z výsledných grafů dále vyplývá, že u zakládek s úzkým poměrem C:N (čísla zakládek 16/14, 20/14) nedochází k příliš výraznému dalšímu zužování tohoto poměru, tak jak je to u zakládek s širším poměrem C:N (čísla zakládek 14/14, 15/14, 18/14).

. Dle literatury, (Váňa 1997) je třeba optimalizovat C:N v rozmezí 30-35:1. V průběhu zrání, (fermentace) kompost ubývá část uhlíku jako oxid uhličitý a poměr C:N se zužuje.

Odpady se širokým poměrem C:N, (dřevní štěpka, sláma, papír), jsou více odolnější mikrobiálnímu rozkladu než odpady s úzkým poměrem C:N. (Kotoulová, Váňa 2001)

Pro správné kompostování je možno najít v literatuře (Kotoulová, Váňa 2001) poměry různých druhů odpadů a dle nich případně dávkovat kompostovací zakládky abychom dosáhli správného poměru C:N v hotovém kompostu. Viz. tabulka č.12 v příloze.

Pro správný poměr C:N je třeba mít pro kompostování dostatek uhlíkatých látek jako je dřevní štěpka anebo sláma. Tohoto materiálu má bohužel Kompostárna v Blansku stále nedostatek, dřevní štěpka je v okolí zpracovávána jinou technologií, především spalováním v podobě pelet a sláma je v dnešní době také více méně nedostatkové zboží, po kterém prahnou zemědělci, ale hlavně v dnešní době majitelé a provozovatelé bioplynových stanic, kteří ji mají jako levný zdroj při výrobě bioplynu.

6. DISKUSE

Ve výsledcích rozborů a sledování teplot u různých druhů zakládek jsme došli ke zjištění, že proces kompostování je vzhledem k teplotám zjištěným během kompostování dostatečný pro hygienizaci kompostu. Teploty odpovídají požadavkům ČSN 465735. Průmyslové komposty. Různé druhy zakládek při našem měření měly různý průběh teplotní křivky, ale při konečném výsledku došly u všech zakládek k teplotě, které je třeba dosáhnout pro správný průběh kompostování.

Dle normy ČSN 465735 průmyslové komposty doba zrání pro registrované komposty po ukončení homogenizace (homogenizační překopávka) trvá minimálně 60 dní. Tento požadavek je na kompostárně splňován.

Také je nutné během doby zrání kompost minimálně jednou překopat, což se dle tabulek, které jsou v příloze pod číslem 7 – 11. Zde jdou uveden dny, kdy byly překopávky uskutečňovány. Tabulka číslo 7, kde je uvedena zakládka číslo 14/14, která trvala od 1. 8. 2014 do 19.8.2014, byla překopávka provedena 4x., v tabulce číslo 8, kde je uvedena zakládka 15/14, která byla od 7.8. 2014 do 5.9. 2014, byla překopávka provedena také 4x za toto období, v tabulce číslo 9 je uvedeno, že zakládka pod číslem 16/14 v období od 20.8. do 4.9. byla překopávka také prováděna také 4x za toto období. V tabulce číslo 10, uvádí číslo zakládky 18/14 prováděná v období od 16.9.2014 do 22.10. 2014 měla překopávek 7 a tabulka číslo 11, nám uvádí číslo zakládky 20/14 prováděná v období od 16.10 do 20.11.2014, zde je překopávek 6.

Dle literatury, (Váňa 1997) je třeba optimalizovat C:N v rozmezí 30-35:1 abychom u zralého kompostu dosáhli poměru C:N v rozmezí 25 – 30 : 1 V průběhu zrání, (fermentace) ubývá část uhlíku Jako oxid uhličitý a poměr C:N se zužuje. Nadměrně široký poměr C:N prodlužuje zrání kompostu. V případě, že do půdy aplikujeme kompost nebo kteroukoliv jinou hmotu se širokým poměrem C:N, pokračuje její rozklad v půdě, k čemuž se spotřebovává půdní dusík, který potom nedostávají rostliny v dostatečné míře.

Při příliš úzkém poměru C:N v čerstvém kompostu pod 20:1, převyšuje obsah dusíku metabolickou potřebu mikroorganismů přeměňující organické látky na látky

humusové. Doba zrání kompostu se tím prodlužuje a produktivita tvorby humusových látek klesá. Proto optimalizujeme poměr C:N při sestavování surovinové skladby tak, aby byl v poměru 30-35:1, to provádíme tak, že k hmotám se širokým poměrem, jako je dřevní štěpka, seno, sláma, listí, piliny, přidáváme hmoty s úzkým poměrem jako je kejda, drůbeží trus, chlévská mrva, apod.

Zakládky pro účel rozborů a sledování teplot měly různé druhy složení kompostovací hmoty. Zakládky byly vybrány tak, aby bylo možno dobře vidět, zda bude mít druh složení zakládky viditelný rozdíl při rozbořech a měřených teplotách. Složení zakládek najdeme v textu v příloze v tabulkách č. 7, 8, 9, 19, 11.

Surovinovou skladbu zakládky můžeme porovnat s nejčastějšími surovinovými skladbami zakládek v % hmotnosti čerstvého kompostu (Kotoulová, Váňa 2001)

	Kompostárna Praha 10	Nová Paka	Svojšice
Tráva	60%	20%	60%
Listí	10%	-	-
štěpka dřevní	20%	-	20%
zemina	10%	-	-
kůra		10%	-
biodpad z domácností		60%	-
piliny		10%	
čistírenský kal odvodněný		-	20%

Dle přehledu vidíme, že složení kompostovací zakládky může být velmi různorodý. Pro srovnání průběhu kompostovacího procesu nejsou bohužel uvedeny laboratorní rozborů a tak neznáme, jak dochází k průběhu teplot při kompostování a jaké jsou veličiny rozborů námi sledovaných.

Teplotu v zakládkách nám přibližují tabulky v textu č. 2 až č. 6. Ke každé tabulce je v textu přiložen i graf, který nám ukazuje průběh teplot velmi názorně. V něm názorně

vidíme, že ve všech zakládkách došlo k hygienizaci materiálu dle požadavků vyhlášky č. 341/2008 Sb. Teploty byly u všech zakládek maximální, které jsou třeba k výše již zmiňované hygienizaci, v zakládce č. 2, č. 4, č.5 a č. 6 bylo dosaženo teplot 70 °C. Pro dostatečnou hygienizaci dle výše zmiňované vyhlášky stačí dosažení teploty 65°C po dobu minimálně 5 dnů. Tato skutečnost byla u všech kompostovacích zakládek dosažena, a tudíž se splněním tohoto legislativního požadavku nemá kompostárna Blansko žádný problém.

Dle teoretických předpokladů nedocházelo ve sledovaných zakládkách k výraznému snižování teploty. V teoretických informacích dle (Kotoulová, Váňa 2001), by se měla teplota za intenzivního provzdušňování snížit za 2- 3 týdny, u kompostů s velkým podílem dřevní štěpky trvá i 2 měsíce.

Podle praktického zaznamenávání teploty na kompostárně Blansko, doházelo jen k velmi pomalému snižování teploty i po měsíčním kompostovacím procesu. Toto zjištění je velmi zajímavé, neboť kompostovací zakládky které jsme pozorovali, měly úzký poměr C:N, což z teoretického hlediska mělo mít rychlejší snížení teploty, které by se mělo po měsíčním kompostování výrazněji projevit. Jak je uvedeno z teoretických zdrojů, tak větší poměr uhlíkatých částí při kompostování prodlužuje dobu zrání při vyšších teplotách. Proto se naše zjištění mírně vymyká známým teoretickým informacím. Vyšší teploty, které se udržovaly při kompostování více než 3 týdny, způsobilo pravděpodobně větší množství mikroorganismů, jejich aktivita byla mírně kolísavá při překopávkách kompostovacích zakládek. Po vyskladnění na hromady na venkovní plochy se teplota zajisté začala intenzivněji snižovat, ale v této fázi kompostování se již teploty neměřily.

Pro účely distribuce kompostů do obchodní sítě nám stačil proces hygienizace, který byl v plné míře splněn.

Tabulka č. 12 v textu nám znázorňuje hodnoty laboratorního rozboru. Zjišťoval se obsah sušiny, vody, obsah uhlíku a dusíku a poměr mezi nimi. Dle výsledků je patrné, že poměr C:N je velmi úzký dle uváděných teoretických požadavků (Váňa 1997), tento podíl nedosahuje zdaleka poměry uváděných v těchto teoriích. Přitom bylo dosaženo dlouhodobého teplotního maxima při měření teploty při kompostování.

Požadavky na jakost kompostu dle ČSN 465735 uvádí několik znaků jakosti, jedním z nich je požadavek na poměr C:N 30:1. Těchto požadavků však nebylo podle rozborů které jsem měla k dispozici dosaženo. Zakládka č. 14/14, při vstupu materiálu do kompostovacího procesu měla hodnoty C:N 21,56 , při výstupu 13,32, zakládka č. 15/14 hodnoty při vstupu 20,18 , při výstupu 12,82. V zakládce č. 16/14 je poměr C:N na vstupu nižší 13,53 než na výstupu 13,81 . V dalším vzorku č 18/14 je na vstupu hodnota 17,79 a na výstupu 10,00. V posledním vzorku jsou hodnoty na vstupu 12,94 a na výstupu 9,92.

Poměry jsou opravdu velmi úzké, jak již bylo uvedeno v dřívější kapitole, bylo to z nedostatku uhlíkatých látek které byly k dispozici na kompostárně Blansko. Také v podzimním období bylo více ovoce a dusíkatých surovin pro kompostování. Ve všech zakládkách bylo složení dle uvedených tabulek v přílohách č. 7, č 8, č. 9, č.10, č 11 velmi podobné, v každé zakládce bylo ovoce se zeleninou, tráva, v ostatních ingrediencích byly rozdíly. V zakládce č.14/14 , tabulka v příloze č. 7, byla navíc přidána dřevní štěpka, v zakládce č.15/14, což je tabulka č.8 obsahuje také dřevní štěpku a navíc ještě slámu. Zakládka č.16/14, tabulka č. 9, má stejné obsahové složení jako zakládka č.15/14 jen v jiném hmotnostním složení. V zakládce č. 18/14, tabulka č.10, je kromě ovoce se zeleninou, trávy, pouze přidána sláma. V poslední zakládce č.20/14, tabulka č. 11 je složení ovoce se zeleninou, tráva sláma a dřevní štěpka.

Požadavek na jakost kompostu dle normy ČSN pro vlhkost v % zastoupení je 40 – maximálně však 65. Vzorky, které byly k dispozici, tuto normu bez problémů splňují. Dle tabulky č. 12 v textu, kde jsou uvedeny laboratorní rozborů, vidíme, že sušina v zakládce č 14/14 dosahuje hodnoty 42,75 %, což odpovídá normě, jak již bylo zmiňováno a tak je to i s ostatními vzorky. Zakládka 15/14 má hodnotu vlhkosti 43,98 %, zakládka 16/14 u ní je vlhkost 46,43 %, u zakládky 18/14 je hodnota vlhkosti 52,91 % a u zakládky 20/14 je dosaženo vlhkosti 50,46 %. Ve sledovaných vzorcích jsou mírné rozdíly v procentuálním zastoupení vlhkosti, ale to bylo dáno rozdílnou vlhkostí vstupních materiálů. Pravděpodobně na to ovšem měl i vliv kompostovacího procesu, neboť v v případě zakládky 16/14 došlo k většímu rozdílu změny vlhkosti 25,64 % než u ostatních zakládek. V případě zakládky 14/14 byl rozdíl 19,07%, zakládka 15/14 měla rozdíl jen 15, 52 % , zakládka 18/14 měla rozdíl 13,7 % a v poslední zakládce 20/14 byl

rozdíl těchto hodnot byl 17,4 %. Pravděpodobně rozdílné hodnoty vznikly rozdílným postupem při vlhčení kompostovacích zakládek a také na to mohl mít vliv poměr překopávek. Pro nás je ovšem důležité, že byl splněn požadavek na výše uvedenou normu. Další sledovanou veličinou v námi sledovaných vzorcích byl obsah dusíku, kdy norma ČSN 465735 uvádí požadavek min. 0,60 %. Tato požadovaná hodnota normy byla také ve všech námi sledovaných vzorcích splněna. V případě vzorku 14/14 je naměřená hodnota 1,90 %, ve vzorku 15/14 je hodnota 1,89 %, ve vzorku 16/14 jsme dosáhli hodnoty 1,76 %, ve vzorku 18/14 byla hodnota 1,8305 % a v posledním vzorku s číslem 20/14 je hodnota obsahu dusíku zjištěna 1,6235 %.

Pro kompostárnu Blansko je pozitivní zjištění, že průběh kompostování je na takové úrovni, že není problém u vyrobeného kompostu dosahovat výsledků sledovaných veličin odpovídajících normám.

Druhá strana věci, je ovšem velmi nákladný provoz této kompostárny. V mojí práci není sice toto téma obsaženo, ale ráda bych se o něm zmínila, neboť jsem se zabývala technologií pro kompostování a vím, že vyrobit kompost je možno i poněkud méně nákladnější technologií. Kompostárna Blansko byla pořízena s přispěním dotací Evropské Unie, které činilo 42 189 358 Kč a město Blansko dalo do projektu 25 313 615 Kč, dohromady tedy 67 502 937, tuto skutečnost nám dokumentuje obrázek č 2 v příloze této mojí práce.

Já osobně si myslím, že tento projekt je velmi nerentabilní a pořizovací náklady předimenzované, z vlastní zkušenosti také vím, že provoz kompostárny je velmi energetiky náročný a město Blansko nebylo schopno provoz této vysoce nákladové kompostárny vůbec schopno ufinancovat. V této práci mi nepřísluší rozebírat tyto skutečnosti, na to by bylo třeba zvolit jiné téma, ale nicméně mi nedá se o těchto skutečnostech zmínit. Z vlastní zkušenosti také vím, že ne vždy jsou dotace od EU rozdělovány na ta správná místa.

7 ZÁVĚR

V rámci diplomové práce byly sledovány průběhy teploty a změny v obsahu sušiny, uhlíku, dusíku a jejich poměru v celkem pěti kompostových zakládkách založených v různém poměru vstupních surovin. Jednalo se o biologický odpad z komunální sféry (200201 Biologicky rozložitelný odpad) ovoce a zeleninu, trávu, dřevní štěpku a slámu. Poměry byly dány konkrétním návozem v podzimním ročním období s možností korekce poměru C:N a vlhkosti skladovaným suchým uhlíkatým materiálem.

Z výsledků měření průběhu teplot v jednotlivých zakládkách vyplývá, že proces probíhal v souladu s legislativními požadavky pro hygienizaci. Teploty se však v průběhu procesu snižovaly poměrně pomalu, což indikuje velkou mikrobiální aktivitu v zakládkách, která mohla být způsobena poměrně úzkým poměrem C:N ve všech zakládkách. Do budoucna lze provozovateli doporučit širší poměr C:N, prakticky to znamená v podzimním období přidávat do zakládek více uhlíkatého materiálu, tedy dřevní štěpky nebo slámy.

Z laboratorních rozborů vyplývá již výše zmíněný úzký poměr C:N v zakládkách, který se u zakládek s užším poměrem dále nezužoval tak prudce, jako u zakládek s poměrem širším. Lze to vysvětlit biochemickými procesy v zakládce, které jsou závislé na poměrech různých prvků v zakládce a které vedou k vyrovnávání poměrů jednotlivých živin. Obsah uhlíku se v průběhu procesu snižuje, jelikož dochází k jeho uvolňování do atmosféry ve formě oxidu uhličitého. Vlhkost zakládek se také v průběhu kompostování snižuje vlivem postupného odpařování.

Závěrem lze říci, že sestavení správné surovinové skladby čerstvého kompostu rozhoduje o úspěšném průběhu vlastního kompostování a o výsledné kvalitě vyzrálého kompostu.

Také je nutno zajistit dostatečné množství uhlíkatého materiálu, které není provozovatelem firmy dostatečně akceptováno. Pro další sezony v kompostování, by bylo vhodné, tuto situaci zlepšit.

8 PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

ALTMANN, Vlastimil. *Využití kompostu pro optimalizaci vodního režimu v krajině*. Náměšť nad Oslavou: ZERA - Zemědělská a ekologická regionální agentura, 2013. 101 s., ISBN 978-80-87226-26-1.

ALTMANN, Vlastimil a Miroslav MIMRA. *Systém sběru biologicky rozložitelného odpadu v regionech: metodika pro praxi*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, 2012. 28.S.ISBN 978-80-213-2217-2.

FILIP, Jiří. *Odpadové hospodářství*. [I]. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2002. 116 s., ISBN 80-7157-608-5.

Goldbach et.al.2003: Kompostverwertung in der Landwirtschaft. Betrachtung an Hand des Dauerversuchs. In: Fricke, K.et al.Die Zukunft der Getrennsammlung von Bioabfällen. Witzenhausen, s. 95-100.

GRODA, Bořivoj. *Technika zpracování odpadů II*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1997., 168 s., ISBN 80-7157-264-0.

CHUDÁREK, Tomáš. *Odpadové hospodářství v praxi*. Brno: Masarykova univerzita, Centrum pro výzkum toxických látek v prostředí, 2013. Recetox. 157.s., ISBN 978-80-210-6601-4.156/1998

KOLLÁROVÁ, Mária a Petr PLÍVA. *Kompostování travní hmoty z údržby trvalých travních porostů: metodika pro praxi*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2008. Metodika pro praxi. 24 s., ISBN 978-80-86884-36-3.

KOTOULOVÁ, Zdenka a Jaroslav VÁŇA. *Příručka pro nakládání s komunálním bioodpadem*. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR, 2001. Na pomoc praxi v odpadovém biohospodářství. 69 s., ISBN 80-7212-201-0.

KURAŠ, Mečislav. *Odpady a jejich zpracování*. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 2014. 343 s., ISBN 978-80-86832-80-7.

KURAŠ, Mečislav. *Odpadové hospodářství*. Chrudim: Ekomonitor, 2008. 143 s., ISBN 978-80-86832-34-0.

Lott-Fischer et.al., 2001: Mikrobiologie der Kompostierung von Abfällen. In: Kampfer, P., Weissenfels, W.D. *Biologische Behandlung organische Abfälle*. Springer-Verlag, S. 4-44

PLÍVA P A KOLEKTIV. *Kompostování v pásových hromadách na volné ploše*. Praha: Profil Press, 2009. 136 s. ISBN 978-80-86726-32-8. (Plíva a kol. 2009).

Ruprich, A., 1990: Rotteführung und Mikroorganismen. ABFALL NOW, Stuttgart

Stentiford, D., 1996: *Composting control: principles and practice*. Blackie Academy and Professional, London, p. 49-59.

TESAŘOVÁ, Marta. *Biologické zpracování odpadů*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2010. 129 s., ISBN 978-80-7375-420-4.

VÁŇA, Jaroslav. *Výroba a využití kompostů v zemědělství*. Vyd. 2. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1997. Rostlinná výroba (zelená ř.). 32 s. ISBN 80-7105-144-6.

ZEMÁNEK, Pavel. *Biologicky rozložitelné odpady a kompostování*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2010. 113 s., ISBN 978-80-86884-52-3. 11

Seznam nařízení, vyhlášek a zákonů:

Nařízení vlády č. 197/2003 Sb. O plánu odpadového hospodářství ČR

Nařízení Evropského parlamentu a Rady ES č. 1096/2009 Sb. O

Nařízení Komise EU . 142/2011 Sb., se kterým se provádí nařízení EP a rady ES č.1069/2009 Sb. O hygienických pravidlech pro VPŽP

Nařízení Komise EU . 142/2011 Sb., se kterým se provádí nařízení EP a rady ES č.1069/2009 Sb. O hygienických pravidlech pro VPŽP

Nařízení EP a rady ES 1069/2009 Sb. Definuje produkty živočišného původu, rozděluje VPŽP dle rizika do kategorií 1-3 a stanoví základní požadavky a pravidla pro nakládání s VPŽP.

Nařízení komise EU č. 142/2011 mimo jiné stanovuje požadavky na sběr a přepravu VPŽP, požadavky na zpracování VPŽP na kompostárnách a v bioplynových

Norma ČSN 465735

VYHLÁŠKA Ministerstva životního prostředí č. 482/2005 Sb. ze dne 2. prosince 2005, O stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy.

VYHLÁŠKA Ministerstva Životního prostředí č. 382/2001 Sb. ze dne 17. října 2001, o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě ve znění vyhlášky č. 504/2004 Sb.

VYHLÁŠKA Ministerstva životního prostředí č. 482/2005 Sb. ze dne 2. prosince 2005, o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy. Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 382/2001 Sb. ze dne 17. října 2001, zákonů. In: Sbíрка zákonů České republiky, částka 71.

Vyhláška č. 381/2001 Sb., Katalog odpadů:

Vyhláška MZ č. 474/2000 Sb. O stanovení požadavků na hnojiva.

Vyhláška MZ 274/1998 Sb. O skladování a způsobu používání hnojiv.

Vyhláška č. 295/2003 Sb. O konfiskátech živočišného původu, jejich neškodném odstraňování a dalším zpracování

Vyhláška č. 375/2003 Sb. , kterou se provádějí některá ustanovení zákona č. 166/1999 Sb., o veterinární péči

Vyhláška č. 383/2001 Sb.

Vyhláška 382/2001Sb.

Vyhláška č. 381/2001 Sb., Katalog odpadů

Vyhláška 341/2008 Sb. O nakládání s BRO

Vyhláška č. 474/2000 Sb. Zavádí kvalitativní znaky pro organická hnojiva, stanoví limity pro obsah rizikových prvků v organických hnojivech a stanoví aplikační dávku organických hnojiv na hektar zemědělské půdy.

Vyhláška MŽP č. 415/2012 Sb. V platném znění. O přípustné úrovni znečištění a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanoveních zákona o ochraně ovzduší

Vyhláška MŽP č. 475/2005 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů

Vyhláška MŽP č. 482/2005 Sb. O stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny a biomasy

ZÁKON č. 185/2001 Sb. ze dne 15. května 2001, o odpadech a o změně některých dalších zákonů. In: Sbírka zákonů České republiky, částka 71 Zákon č. 180/2005 Sb. V platném znění O podpoře výroby elektrické elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů)

Zákon č. 201/2012 Sb. O ochraně ovzduší

Zákon č. 156/1998 Sb. Definiuje hnojiva, pomocné půdní látky a přípravky a substráty, stanovuje podmínky uvádění hnojiv na trh a požadavky na registraci hnojiv.

Internetové zdroje:

www.odpadovecentrum.cz/proc-kompostovat

9 SEZNAM ZKRATEK

OŽP - Odbor životního prostředí

OH - Odpadové hospodářství

BRO - Biologicky rozložitelné odpady

BRKO - Biologicky rozložitelné komunální odpady

ČR - Česká republika

EU - Evropská unie

EP - Evropský parlament

ES - Evropské společenství

VPŽP - vedlejší produkty živočišného původu

ČIŽP - Česká inspekce životního prostředí

VOK - Velkoobjemové kontejnery

POH - ČR Plán odpadového hospodářství ČR

RO - Referenční oblast

SKO - Směsný komunální odpad

KO - Komunální odpad

MBÚ - Mechanicko- biologická úprava

OŽP - Odbor životního prostředí
OH - Odpadové hospodářství
TAP - tuhá alternativní paliva
C - uhlík
N - dusík
ČOV - čistírna odpadních vod
MŽP - ministerstvo životního prostředí
MZ - Ministerstvo zemědělství
ČSN - Česká státní norma
s.r.o. - Společnost s ručením omezeným
ks - kusy
m - metry
kg – kilogram
g - gram
t – tuna
Sb. – sbírka
č - číslo
vysklad. - vyskladnění
s. - strany
č. - číslo
zak. - zakládka
apod – a podobně
Sb. - sbírka
min. - minimálně
l - litr

10 SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1: Hmotnostní složení jednotlivých zakládek (kg)

Tabulka č. 2: Průběh teplot zakládky 14/14

Tabulka č. 3: Průběh teplot zakládky 15/14

Tabulka č. 4: Průběh teplot zakládky 16/14

Tabulka č. 5: Průběh teplot zakládky 18/14

Tabulka č. 6: Průběh teplot zakládky 20/14

Tabulka č. 7: Hodnoty laboratorního rozboru.

11 SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1: Hmotnostní složení jednotlivých zakládek (kg)

Graf č. 2: Grafické znázornění průběhu teploty zakládky 14/14

Graf č. 3: Grafické znázornění průběhu teploty zakládky 15/14

Graf č. 4: Grafické znázornění průběhu teploty zakládky 16/14

Graf č. 5: Grafické znázornění průběhu teploty zakládky 18/14

Graf č. 6: Grafické znázornění průběhu teploty zakládky 20

Graf č. 7: Grafické znázornění obsahu sušiny zakládkách na začátku a na konci procesu

Graf č. 8: Grafické znázornění obsahu uhlíku v zakládkách na začátku a na konci procesu

Graf č. 9: Grafické znázornění obsahu dusíku v zakládkách na začátku a na konci procesu

Graf č. 10: Grafické znázornění poměru C:N v zakládkách na začátku a na konci procesu

12 PŘÍLOHY

Seznam příloh:

Tabulka č. 7: Evidence zakládky č. 14/14

Tabulka č. 8: Evidence zakládky 15/14

Tabulka č. 9: Evidence zakládky 16/14

Tabulka č. 10: Evidence zakládky 18/14

Tabulka č. 11: Evidence zakládky 20/14

Tabulka č 12: Poměry C:C dle literatury

Obrázek č. 1: Technologické schéma

Obrázek č. 2: Označení kompostárny v Blansku s využitím dotací EU. (foto vlastní zdroj)

Obrázek č. 3: Bioodpad před zpracováním. (foto vlastní zdroj)

Obrázek č. 4: Velín kompostárny, ovládací panel. (foto vlastní zdroj)

Obrázek č. 5: Teploměr na měření teploty kompostu (foto vlastní zdroj)

Obrázek č. 6: Příprava drcením před kompostováním (foto vlastní zdroj)

Obrázek č. 7: Drtící a mísící stroj pro přípravu před kompostováním (foto vlastní zdroj)

Obrázek č. 8: Kompostování (foto vlastní zdroj)

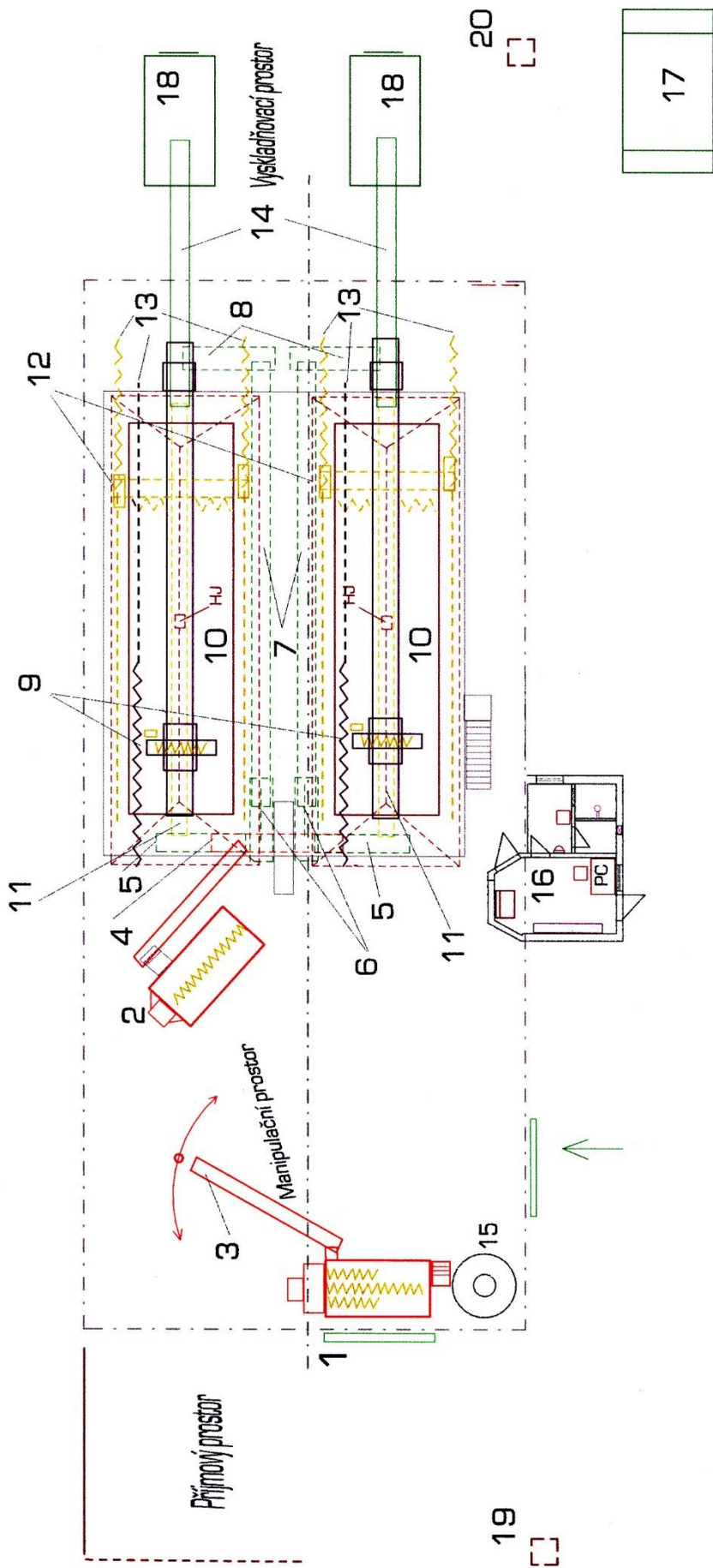
Obrázek č. 9: Vyskladnění hotového kompostu z haly (foto vlastní zdroj)

Obrázek č. 10: Síto na prosévání kompostu před distribucí (foto vlastní zdroj)

Technologické schéma

- 1) **Homogenizátor** materiálů pro kompostování. Mělnicí a míchací mobilní příjmové zařízení.
- 2) **Dávkovací stroj** - rozměňovací a dávkovací vstupní zařízení směsi materiálů pro kompostování.
- 3) **Dopravník** pásový k homogenizačnímu a dávkovacímu zařízení (2).
- 4) **Reverzní naskladňovací dopravník** směsi vstupních materiálů ke spodním příčným dopravníkům a šnekovým míchačkám.
- 5) **Spodní příčné pásové dopravníky** pro přesun materiálu od reverzního naskladňovacího dopravníku dávkovacího stolu (4) a ze středových reverzních podžlabových dopravníků (11) ke dvojitým šnekovým míchačkám (2 x 4 m).
- 6) **Dvojité šnekové míchačky** pro homogenizaci smíchaného kompostovaného materiálu s přidávaným tekutým kalem a též překopávaného materiálu z již probíhajícího procesu biologického aerobního rychlokompostování.
- 7) **Šikmý boční pásové dopravníky** od dvojité míchačky do prostoru příčných dopravníků horního patra (8).
- 8) **Příčné pásové dopravníky** pro přesun materiálu do naskladňovacího zařízení žlabů (9).
- 9) **Naskladňovací zařízení jednotlivých žlabů** tvoří pásový dopravník s kolejovým vedením pro shrnovací šnekový vozík a posuvné reverzní zařízení shrnovacího vozíku.
- 10) **Fermentační žlaby** – prostory 2x 120m³ k uložení směsi (cca 50t) pro aerobní fermentační proces.
- 11) **Střední podžlabové reverzní pásové dopravníky** od vybíracích fréz (12) k překopu nebo vyskladňování.
- 12) **Vybírací frézy fermentačních žlabů** - šnekové hřídele se speciálními pravolevými segmenty pro vybírání a posun kompostované směsi na středový vynášecí reverzní dopravník s reverzním – oboustranným automatickým posuvem (pro překop / vyskladňování).

- 13) **Kabelové vedení s pojezdovými kladkami** je pomocné zařízení pro uchycení a oboustranný reverzní posuv a skládání elektrických kabelů k příslušným elektromotorům vybíracích fréz a naskladňování.
- 14) **Vyskladňovací pásové dopravníky** od středních podžlabových reverzních dopravníků (11)
- 15) **Kalové čerpadlo v zásobní nádrži** s nízkotlakým rozvodem kalu do prostoru vstupu dvojité šnekové míchačky každého žlabu (6) a homogenizátoru (1). Přenosné kalové čerpadlo, plně zaplavitelné, monoblokové jednostupňové pro čerpání kalů (max. vel. nečistot 50 mm).
- 16) **Hlavní rozvodna** elektrického proudu s ovládacími a kontrolními elementy technologického zařízení biologické rychlokompostárny.
- 17) **Mobilní nápravová váha** umístěná na příjezdové komunikaci areálu kompostárny.
- 18) **Kontejner – 3 ks.** Ocelový kontejner pro dopravu kompostu.
- 19) **Jímka 3 m³** (před vstupem do zařízení – plocha I.)
- 20) **Jímka 4 m³** (na výstupu ze zařízení – plocha II.)



Obrázek č. 1: Technologické schéma

Tabulka č. 7: Evidence základky č. 14/14

Evidence základky		14/14			
		Datum založení:	29.7.		
		Datum ukončení:	19.8		
Označení základky:		Druh odpadu:			
Sloučení základky (receptura)		kód podle katalogu odpadů	pojmenování odpadu	množství (t)	
		200201	Dřevní štěpka	2,285	
			Ovoce + zelenina	22,250	
			Tráva	37,274	
		CELKEM		62,109	
Datum	teplota (°C)	vlhkost (%)	závlaha (m3)	překopávka	pozn.
1.8.	68, 68, 68				
4.8.	68, 68, 68			ano	
5.8.	70, 70, 70				
6.8.	68, 68, 68				
7.8.	66, 66, 66				
8.8.	66, 66, 66			ano	
11.8.	64, 64, 64				
12.8.	64, 64, 64			ano	
13.8.	66, 66, 66				
14.8.	64, 64, 64				
15.8.	62, 62, 62			ano	
18.8.	60, 60, 60				
19.8.	60, 60, 58				vysklad.

Tabulka č. 8: Evidence základky 15/14

Evidence základky		15/14			
		Datum založení:	7.8.		
		Datum ukončení:	5.9.		
Označení základky:		Druh odpadu:			
Sloučení základky (receptura)		kód podle katalogu odpadů	pojmenování odpadu	množství (t)	
		200201	Dřevní štěpka	0,150	
			Ovoce + zelenina	56,538	
			Tráva	4,984	
			Sláma	5,501	
			CELKEM	67,173	
Datum	teplota (°C)	vlhkost (%)	závlaha (m3)	překopávka	pozn.
12.8.	68, 68, 68				
13.8.	68, 68, 68			ano	
14.8.	68, 68, 68				
15.8.	66, 66, 66				
18.8.	64, 64, 64			ano	
19.8.	66, 66, 66				
20.8.	64, 64, 64				
21.8.	64, 64, 64				
22.8.	62, 62, 62			ano	
25.8.	60, 60, 60				
26.8.	60, 60, 58				
27.8.	58, 58, 58				
28.8.	56, 56, 56				
29.8.	54, 54, 54			ano	
1.9.	52, 52, 52				vysklad.

Tabulka č. 9 : Evidence základky č. 16/14

Evidence základky		16/14			
		Datum založení:	20.8.		
		Datum ukončení:	4.9.		
Označení základky:		Druh odpadu:			
Sloučení základky (receptura)		kód podle katalogu odpadů	pojmenování odpadu	množství (t)	
		200201	Dřevní štěpka	1,625	
			Ovoce + zelenina	29,237	
			Tráva	17,779	
			Sláma	3,507	
				CELKEM	
Datum	teplota (°C)	vlhkost (%)	závlaha (m3)	překopávka	pozn.
20.8.	68, 68, 68				
21.8.	70, 70, 70			ano	
22.8.	70, 70, 70				
25.8.	68, 68, 68				
26.8.	68, 68, 68			ano	
27.8.	70, 70, 70				
28.8.	68, 68, 68				
29.8.	66, 66, 66			ano	
1.9.	64, 64, 64				
2.9.	62, 62, 62				
3.9.	60, 60, 60			ano	
4.9.	60, 60, 60				vysklad.

Tabulka č. 10 : Evidence základky č. 18/14

Evidence základky		18/14			
		Datum založení:	16.9		
		Datum ukončení:	22.10.		
Označení základky:		Druh odpadu:			
Sloučení základky (receptura)		kód podle katalogu odpadů	pojmenování odpadu	množství (t)	
		200201	Ovoce + zelenina	44,155	
			Tráva	29,689	
			Sláma	4,502	
		CELKEM		78,346	
Datum	teplota (°C)	vlhkost (%)	závlaha (m3)	překopávka	pozn.
16.9	68, 68, 68				
17.9.	68, 68, 68			ano	
18.9.	70, 70, 70				
19.9.	68, 70, 70				
22.9.	68, 68, 68				
23.9.	66, 66, 66			ano	
24.9.	68, 68, 68				
25.9.	66, 66, 66				
26.9.	66, 66, 66				
29.9.	64, 64, 64			ano	
30.9.	64, 64, 64				
1.10.	62, 62, 62				
2.10.	60, 60, 60			ano	
3.10.	60, 60, 60				
6.10.	58, 58, 58			ano	
7.10.	56, 56, 56				
8.10.	54, 54, 52				
9.10.	50, 54, 54				
10.10.	50, 52, 50				
13.10.	48, 50, 50			ano	
14.10.	48, 48, 48				
15.10.	46, 46, 46				
16.10.	46, 46, 46				
17.10.	46, 46, 46			ano	
20.10.	46, 46, 46				
21.10.	46, 46, 46				
22.10.	46, 46, 46				vysklad.

Tabulka č 11.: Evidence základky č. 20/14

Evidence základky		20/14			
		Datum založení:	16.10.		
		Datum ukončení:	20.11.		
Označení základky:		Druh odpadu:			
Sloučení základky (receptura)		kód podle katalogu odpadů	pojmenování odpadu	množství (t)	
		200201	Dřevní štěpka	3,875	
			Ovoce + zelenina	37,580	
			Tráva	14,312	
			Sláma	2,064	
			CELKEM	57,831	
Datum	teplota (°C)	vlhkost (%)	závlaha (m3)	překopávka	pozn.
16.10.	68, 68, 68				
17.10.	68, 68, 68			ano	
20.10.	68, 68, 68				
21.10.	68, 68, 68				
22.10.	70, 68, 68				
23.10.	68, 68, 68				
24.10.	68, 66, 68			ano	
27.10.	70, 70, 70				
29.10.	68, 66, 66				
30.10.	66, 66, 64				
31.10.	64, 64, 64				
3.11.	62, 62, 62			ano	
4.11.	64, 64, 64				
5.11.	62, 62, 62				
6.11.	60, 60, 60			ano	
7.11.	60, 60, 60				
10.11.	58, 58, 58				
11.11.	56, 56, 56				
12.11.	56,54,56			ano	
13.11.	54, 54, 54				
14.11.	52, 52, 52				
18.11.	50, 50, 50			ano	
20.11.	48, 48, 48				vysklad.

Tabulka č 12: Poměry C:N dle literatury (Kotoulová, Váňa 2001)

Tráva mladá			20-30 :1	
tráva			30-40 :1	
stařina			40-60 :1	
listí			40-60 :1	
zelená štěpka			70-90 :1	
štěpka z průřezů			90-120:1	
štěpka z kmenů			100- 200:1	
kůra			100- 120:1	
kuchynské odpady			20-30 :1	
papír			150-200 :1	
piliny			150-200 :1	
králíčí trus			15:01	
drůbeží trus			8-10 :1	
konský hnůj			15-25:1	
sláma			100- 120:1	
čistírenské kaly			5-8:1	
kuchynské lapoly			180- 200:1	



Obrázek č. 2: Označení kompostárny v Blansku s využitím dotací EU (foto vlastní zdroj)



Obrázek č. 3: Bioodpad před zpracováním. (foto vlastní zdroj)



Obrázek č. 6: Příprava drcením před kompostováním (foto vlastní zdroj)



Obrázek č. 7 : Drtící a mísící stroj pro přípravu před kompostováním (foto vlastní zdro)



Obrázek č. 8: Kompostování (foto vlastní zdroj)



Obrázek č. 9: Vyskladnění hotového kompostu z haly (foto vlastní zdroj)



Obrázek č. 10: Síto na prosévání kompostu před distribucí (foto vlastní zdroj)

