

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Jméno a příjmení: David Bartuněk
Studijní program: B4131 Zemědělství
Studijní obor: 4101R018 Zemědělství
Katedra: Agroekosystémů

Bakalářská práce

Kompostování městské zeleně v městské kompostárně v Březnici

Vedoucí bakalářské práce:
prof. Ing. Stanislav Kužel, CSc.

Autor bakalářské práce:
David Bartuněk

České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **David BARTUNĚK**
Osobní číslo: **Z12422**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Zemědělství**
Název tématu: **Kompostování městské zeleně v městské kompostárně v Březnici**
Zadávací katedra: **Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je navrhnout optimální model kompostování městské zeleně v městské kompostárně v Březnici. Kompostování městské zeleně a jiných organických odpadů umožňuje recyklaci jejich organického podílu do půdy. Cílem modelu kompostování je dosáhnout podmínek optimální dynamiky organických frakcí při kompostování s možností ovlivnění výsledné kvality kompostu. Vstupním materiálem budou rostlinné zbytky z pozemků města Březnice z údržby trvalých travních porostů, veřejné zeleně, údržby stromů a keřů, zpracování zbytků z údržby zeleně a zahrad obyvatel města.

Vypracujte literární rešerši na téma Kompostování fytomasy: a) Kompostování travní hmoty a veřejné zeleně; b) Zakládání, průběh a řízení kompostovacího procesu /receptura, příprava surovin, zakládka, překopávání, ukončení kompostovacího procesu atd./; c) Kontrola kompostovacího procesu a kvality kompostu; d) Strojní vybavení pro kompostování; e) Registrace vyrobeného kompostu; f) Provozní řád kompostárny.

Na základě studia literatury navrhnete "Optimální model kompostování rostlinných zbytků v městské kompostárně v Březnici".

Vypracujte bakalářskou práci dle Opatření děkana č. 13 ze dne 18. 12. 2009. Ke zpracování bakalářské práce využijte skripta Technika zpracování bakalářských a diplomových prací (Kareš J. a kol., 2007) a Práce s VTI (Milota J., Nýdl V., 1996).

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **30-50 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

Váchalová R. (2012): Aerobní zpracování biomasy. ZF JU v Č.B. Studijní texty, 150 s.; Slejška A. a kol. (2009): Vlastnosti a složení zahradních kompostů v České republice. Biom.cz [online]. 2009-10-07 (cit. 2014-02-19); Kollárová M. a kol. (2008): Kompostování travní hmoty z údržby trvalých travních porostů. VÚZT Praha, 24 s., ISBN 978-86884-36-2; Váňa J.: Kompostování odpadů. In: Váňa J., Balík J., Tlustoš P. (2009): Pevné odpady. ČZU Praha; Plíva P. a kol. (2006): Zakládání, průběh a řízení kompostovacího procesu. VÚZT Praha, č. 1, 65 s., ISBN: 80-86884-11-2; Plíva P. a kol. (2005): Technika pro kompostování v pásových hromadách. VÚZT Praha, č. 1, 72 s., ISBN: 8086884-02-3; Plíva P. a kol. (2008): Strojní vybavení kompostovací linky. VÚZT Praha, 16 s., ISBN: 978-80-86884-33-2; Jelínek A. a kol.: Faremní kompost vyrobený kontrolovaným mikrobiálním procesem. Praha 2002, ISBN 80-238-8539-1, 74 s.; Zbírál J. (1995, 1996, 1997): Analýza půd I, II, III. Jednotné pracovní postupy. ÚZKUZ Brno; ČSN 465735 Průmyslové komposty; Zethner, G., Götz, B., Amlinger, F.: Qualität von Komposten aus der getrennten Sammlung. Umweltbundesamt (Federal Environment Agency), Wien, 363 s., 2000;

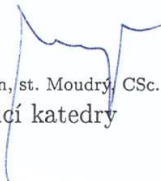
Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Stanislav Kužel, CSc.**
Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií

Datum zadání bakalářské práce: **10. února 2014**
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2015**

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

L.S.


prof. Ing. Jan, st. Moudrý, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 26. března 2014

Prohlášení

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum

.....

David Bartuněk

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Prof. Ing. Stanislavu Kuželovi, CSc. za odborné vedení, cenné rady a všestrannou pomoc při sestavování této bakalářské práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá využitím komunálního bioodpadu, který zpracováván kompostárnou města Březnice. V této práci jsou řešeny optimální podmínky pro kompostování, kompostování travní biomasy dále pak technologie kompostování a na konec koncept kompostárny města Březnice s technologickým zpracováním a celkovým vybavením.

Mým cílem bylo nastínění problematiky kompostování a navrhnutí optimálního řešení pro výstavbu kompostárny. Součástí této práce je také pokus s iontovýměnnou kapacitou, kterým jsem dokázal důležitost dodržení správného kompostovacího postupu pro výrobu kvalitního kompostu.

Přínos této práce jako takové tkví především její celistvosti a uspořádání, je zde možné najít správné parametry pro vytvoření správných podmínek kompostovacího procesu včetně náležitostí nutných pro samotnou registraci kompostu.

Klíčová slova: Kompostování, kompostovací technologie, biodegradace, kompostárna

Abstract

This thesis deals with the use of municipal biowaste, which processes compost facility in the city Březnice. In this work are dealt optimal conditions for composting, composting grass biomass then composting technology and at the end concept of composting in the city Březnice with a total processing technology and equipment.

The aim of my thesis was to outline the composting and propose optimal solutions for the construction of a composting facility. Part of this work is also an experiment with ion exchange capacity, which proves the importance of following the correct composting process for the production of quality compost.

The contribution of this work rests primarily as such its integrity and organization. It is possible to find there the right parameters for creating the right conditions of the composting process, including the elements necessary for actual registration of compost.

Key words: Composting, composting technologies, biodegradation, compost facility

OBSAH:

1.0. Úvod.....	1
2.0. Kompostování.....	2
2.1. Základní řízení kompostovacího procesu.....	2
2.1.1. Vhodné materiály a kompostovací přísady.....	2
2.1.2. Choroby, škůdci a plevely v kompostech.....	4
2.1.3. „Klady“ a „zápory“ kompostování.....	4
2.2. Legislativa ČR	5
2.3. Optimální úprava kompostovaného materiálu.....	6
2.4. Optimální průběh kompostovacího procesu.....	7
2.4.1. Hygienizace.....	7
2.4.2. Teplota.....	8
2.4.3. Vlhkost.....	9
2.4.4. Hodnota pH.....	10
2.4.5. Obsah kyslíku.....	10
2.4.6. Poměr C:N.....	11
2.5. Základní fáze kompostování	12
2.6. Surovinová skladba kompostu.....	13
2.6.1. Zastoupení minerálních látek v kompostu.....	14
2.6.2. Problematika skladování uzrálého kompostu.....	15
2.7. Využití kompostu a kompostovací technologie.....	15
2.7.1. Druhy technologií pro kompostování.....	15
2.7.2. Kompostování v pásových hromadách na volné ploše.....	16
2.7.3. Vermikompostování.....	20
2.7.4. Intenzivní kompostovací technologie.....	21
2.8. Kompostování travní fytomasy.....	23
2.9. Registrace kompostu.....	24
3.0. Návrh a řešení kompostárny města Březnice.....	26
3.1. Popis pozemku pro kompostárnu v Březnici.....	26
3.2. Vlastní řešení kompostárny v Březnici.....	28
3.2.1. Kapacita kompostárny.....	30
3.3. Strojní a technické vybavení kompostárny v Březnici.....	31
3.4. Shrnutí technologie kompostování v kompostárně města Březnice.....	33
3.5. Návrh kompostování biodeg. hmot na kompostárně v Březnici.....	34
3.6. Návrh provozního řádu kompostárny města Březnice.....	35
4.0. Stanovení maximální sorpční kapacity T dle Sandhoffa.....	37

5.0. Závěr	42
1.0. Přílohy	1
1.1. Metodika pro stanovení iontovýměnné kapacity kompostu „Stanovení sorpční kapacity T podle Sandhoffa“.....	1
1.2. Fotografie č. 1 a 2 Původní skládky biologického odpadu města Březnice.....	2
1.3. Průvodní dokumenty o kontrole hnojiva.....	3
1.4. Obrázková dokumentace pokusu s iontovýměnnou kapacitou půdy.....	7
1.5. A. průvodní zpráva.....	9
1.6. B. Souhrnná technická zpráva.....	14
1.7. D.1.3 Strojní a technické vybavení.....	24
6.0. Literatura	1

1.0. Úvod

Kompostování se poslední dobou setkává s velkým ohlasem, který mu po právu náleží. Jedná se totiž o velmi výhodný a v zásadě poměrně jednoduchý způsob zpracování přebytečných bioodpadů. V tomto procesu používáme již nepotřebný materiál, ze kterého při dodržení správného postupu získáme velmi kvalitní substrát. Tento substrát je pak dále velmi dobře použitelný jako hnojivo s vysokým podílem organické hmoty, která příznivě působí na strukturu půdy právě v podobě organominerálních půdních koloidů (ty jsou zastoupeny převážně humusovými látkami v komplexu s minerální jílovou složkou). Tyto koloidy, které jsou tvořené převážně huminovými kyselinami, fulvokyselinami, bílkovinami, ligninem, minerální částí a zlepšují podmínky pro půdní bakterie, pomáhají rychlejšímu vstřebávání vody a v neposlední řadě svými sorpčními a iontovýměnnými vlastnostmi také napomáhají udržet v půdě živiny minerálních hnojiv.

Tak je i zamýšlena výstavba kompostárny města Březnice. Mělo by být vytvořené zařízení s dostatečnou kapacitou, které by pojal veškerý bioodpad z této obce a tím tak pomohlo k racionálnějšímu využití organické hmoty, která byla do této chvíle ponechána bez užitku a byla ukládána na běžné skládky, či pálena nebo jinak likvidována. Při využití nové městské kompostárny bude možné pokrýt veškeré náklady na organická hnojiva, která byla oddělením technických služeb města Březnice nakupována.

Organický substrát, který bude produktem kompostárny, se využije jako organické hnojivo při obnově parků a parkové zeleně. Mimo to se očekává, že kompostárna poskytne dostatečné množství substrátu pro údržbu městské zeleně. Ta je v Březnici zastoupena v podobě různých okrasných záhonků či velkých truhlíků. Nadprodukce kompostárny bude opět využita občany města Březnice. Ti kompost využijí pro svoji vlastní potřebu např. jako hnojivo na zahrádkách. Tato služba bude občanům stejně jako uskladnění bioodpadu do kompostárny poskytována bezplatně, tak aby ji mohl využít každý. Město si od toho slibuje zájem svých obyvatel a zapojení se do rozsáhlé kampaně, která by měla být realizována vytvořením separačních míst, kde budou umístěny kontejnery, do kterých bude uskladňován bioodpad a odtud pak odvážen do kompostárny.

2.0. Kompostování

Jedná se o přirozenou biochemickou přeměnu, kdy z organických látek vzniká, za aerobních podmínek a vlivu živých organismů, stabilní organický produkt, který má pro půdu příznivý vliv v podobě organického hnojiva.

Výsledkem procesu kompostování je přeměna nestabilních přírodních surovin na stabilní hnojivo. Při tomto procesu dochází ke snížení hmotnosti kompostovaného substrátu. S tím je spojeno snížení celkového objemu a obsahu vody. To vše se děje za zvýšené teploty.

Celý tento proces se dá přiblížit zjednodušenou rovnicí:

Organické látky + O₂ + mikroorganismy → kompost + CO₂ + H₂O + teplo

Je důležité říci, že při kompostování probíhá přeměna organických látek velmi podobně jako v půdě, ale přesto s jedním velmi důležitým rozdílem a tím je možnost lidského zásahu nebo přímo řízením tohoto procesu (ERHART a HARTL 2008).

2.1. Základní řízení kompostovacího procesu

2.1.1. Vhodné materiály a kompostovací přísady

Co je a není možné kompostovat

Co se týká procesu kompostování, je k němu potřeba rozličná směs biologicky rozložitelných materiálů, které vznikají na zahradách, při údržbě veřejné zeleně, na hřbitovech a v restauračních zařízeních. Mícháním různých surovin s rozdílným látkovým složením vyrovnáváme rozdíly, nejen co se týká obsahu živin, ale i struktury kompostové základny. (MINIWASTE 2011)

A přesně na tomto modelu kompostovacího zařízení by měl být postaven i můj model kompostovacího zařízení pro město Březnici.

Z hlediska kompostování tedy rozdělujeme odpady na materiály, které jsou vhodné ke kompostování, podmíněné ke kompostování nebo naopak nevhodné ke kompostování.

(BARTUNĚK 2014)

Co je vhodné kompostovat

Ke kompostování jsou velmi vhodné všechny druhy fytomasy (posekaná tráva, listí, drnové řezy, větvičky, třísky, piliny, kůra, trus hospodářských zvířat, zbytky po spalování rostlin.

Tyto materiály je možné rozdělit do dvou skupin. Může se jednat o tzv. „Zelený odpad“, tím je myšlená čerstvá tráva, čerstvé listí, hnůj, močůvka, zbytky ovoce a zeleniny (kávový lógr, čajové zbytky). Nebo naopak „Hnědý odpad“, kterým je např. suché listí, sláma, piliny, třísky, kůra, rozdrčené větvičky, (papírové ubrousky a utěrky, novinový papír. (SDRUŽENÍ PRO ROZVOJ MIKROREGIONU STŘEDNÍ VSETÍNSKO 2012)

Kompostovací přísady

Do kompostu je vhodné mimo běžných organických složek dodávat i jiné účinné látky, které pomáhají urychlovat proces kompostování. Tyto látky mohou mimo jiné pomáhat při úpravě vnitřního prostředí kompostu a tím nám usnadňovat práci.

V této kategorii hrají velkou roli vápenaté látky, betonit, rohovinová moučka, půda, již zralý kompost, kamenná moučka, atd. Přísady slouží jako dodavatelé živin a stopových prvků, které napomáhají zdárnému průběhu kompostování. Dále pak napomáhají k vyrovnaní poměru živin v kompostu a tím odstraňují jednostranné složení. (MINIWASTE 2011)

Existuje celá řada urychlovačů kompostování, kterým se připisuje příznivý vliv na zvýšení rychlosti tlení. Tyto látky mohou řešit některé problémy, které jsme vyvolali špatným postupem při kompostování (mohou to být: překyselení, nedostatek dusíku (N), či nedostatek fosforu (P)). (PURUPLAST 2014).

Mezi mnou nalezené urychlovače kompostu může patřit například:

Močovina: přidáním močoviny do substrátu jej výrazně obohatíme právě o N. Močovina by se měla přidávat v poměru 5 – 10 litrů/m³. Tuto přísadu je možné přidávat do substrátu při míchání, nebo se jimi při stavění kompostovací hromady posypávají jednotlivé vrstvy a to každých 15 – 20 cm. Je zde také možnost aplikovat ji rozpuštěnou ve vodě.

Rohovinová moučka: Je také dodavatelem N. Přidává se v množství 5 kg/m³. Je vhodné ji přidávat, pokud není v substrátu mnoho látek bohatých na uhlík.

Betonit (kaolinit, ledaxit): je možné přidávat až 5 kg/m³. Tyto látky podporují vytváření jílovito-humusových komplexů a tím i drobtovité struktury. (KROPÁČEK, HABART 2015)

Co není vhodné kompostovat

Naopak ke kompostování není vhodné používat zbytky živočišného původu (odpady masného průmyslu, fytomasa z rostlin plevelů a jejich oddenky, chemicky ošetřované materiály, rostliny napadené chorobami, popel z fosilních paliv a dalších neorganických materiálů. (EVROPSKÁ UNIE 2014)

2.1.2. Choroby, škůdci a plevele v kompostech

Jak víme, proces kompostování doprovází krátký časový úsek, při kterém dojde k velmi prudkému zvýšení teploty. Z těchto důvodů se stává často diskutovanou tématikou, zda může mít toto náhlé zvýšení teplot vliv na přežití semen plevelů, či nebezpečných chorob. Proto bude dobré, pokud se zde podíváme na tuto problematiku poněkud blížeji.

Plísně:

Jako takové se podílejí na vlastním rozkladu biologického materiálu a proto jsou obsaženy prakticky v každém kompostu. Tyto plísně tvoří spory, které se při překopávání či přehazování uvolňují ve větším množství. Plísně rozptýlené v ovzduší mohou být potenciaální hrozbou pro lidi. Velmi rizikovou skupinou jsou například alergici nebo osoby s velmi sníženou imunitou. Ale pro zdravé jedince s intaktním imunitním systémem jsou tyto hodnoty takřka bezvýznamné. (KALINA 2014)

Bakterie, houby a viry

Zástupci těchto skupin jsou schopny v kompostu velmi dobře přežít a to zejména tehdy, když je teplota tlení pod 45°C (chladné tlení). V tomto případě přežívají naprosto bez problémů a následně infikují další rostliny. Jestli nejsme schopni při kompostování docílit teploty 45°C a tím docílit dostatečnou hygienizaci, je nutné změnit způsob kompostování a než se tak stane, tak vyřadit infikované rostliny z procesu kompostování. Výjimku můžeme udělat pouze tehdy, přidáme-li do kompostu dusíkaté vápno. (KALINA 2014)

2.1.3. „Klady“ a „zápory“ kompostování

Výhody kompostování

Mezi nesporné výhody kompostování patří až 100% fixace dusíku, který je zde organicky vázán a prakticky není možné, aby se někam dále ztrácel. Další výhodou je tvorba

cenných humusových látek, které půdu „oživují“. To nejen znamená, že zvyšují, respektive podporují nejen množství, ale i druhovou pestrost bakterií a hub. Dále zde dojde k zneškodnění všech původců chorob, jedovatých látek a některých semen plevelů. Tento pozitivní vliv je zapříčiněn především vysokými teplotami a také přirozenou tvorbou přírodních antibiotik. Tyto přírodní antibiotika jsou přítomna i v pozdější aplikaci kompostu na půdu, kde jsou poutány rostlinami, čímž zvyšují jejich odolnost proti parazitům a škůdcům. Mezi důležitou vlastnost kompostu patří v dnešní době například inaktivace antibiotických i jiných přísad v krmivech hospodářských zvířat, zde v procesu kompostování dojde k jejich přirozenému odstranění. Kompost je také velmi šetrné hnojivo k životnímu prostředí, protože živiny, zejména dusičnany, se nevyplavují do podzemních vod. (KALINA, 2004)

Nevýhody kompostování

Nejvýznamnějším důvodem je vysoká pracnost, která vadí především zemědělcům. Pokud se ale podíváme na dnešní situaci, tak zjistíme, že existuje poměrně dostatečné množství kompostáren, které kompost vyrábějí, skladují a následně prodávají. Prodejnost kompostů je ale problematická. Takto by v budoucnu měla fungovat například i kompostárna města Březnice.

K dalšímu důvodu proti kompostování patří tvrzení, které uvádí ztráty živin. K tomu je třeba ale dodat zásadní informaci, která nám říká, že při samotném tlení kompostu uniká dusík v plynné formě a jeho ztráty se pohybují okolo 20 %. Uhlík též uniká do vzduchu ve formě oxidu uhličitého v množství 30 %. To jsou ale celé ztráty, jinak všechny ostatní živiny v kompostu zůstávají. (KALINA 2004)

2.2. Legislativa ČR

Legislativní rámec týkající se právě řešení problémů s bioodpady je značně rozsáhlý, neboť se dotýká nejen problematiky odpadového hospodářství, ale také energetiky, zemědělství, ovzduší, vodního hospodářství atd. Z tohoto důvodu zde uvedu jen některé právní normy týkající se problematiky mé bakalářské práce.

Zákon o odpadech (185/2001 Sb.) Upravuje požadavky komunitní kompostování v obci, malá zařízení, povinnosti při nakládání s biologicky rozložitelnými odpady.

Podrobnosti a technické podklady, včetně způsobů využívání kompostu mimo zemědělskou půdu se nacházejí v prováděcím právním předpise – Vyhláška o podrobnostech nakládání s BRO (341/2008 Sb.)

Zákon o hnojivech (156/1998 Sb.) upravuje použití kompostu pro zemědělskou půdu.

Dále jsou zde také některé důležité složkové zákony pro tuto problematiku, které se zabývají ochranou jednotlivých složek životního prostředí proti poškození vlivem zpracování bioodpadů. Jsou to např. Zákon o vodách (254/2001 Sb.), Zákon o ochraně ovzduší (86/2002 Sb.) dále pak Zákon o ochraně Zemědělského půdního fondu (231/1999 Sb.)

Nařízení vlády o plánu odpadového hospodářství české republiky (197/2003 Sb.)

V tomto právním dokumentu najdeme velmi zajímavé odstavce týkající se přímo výstavby kompostárny v Březnici a mimo jiné i zdůvodnění tohoto dnešního trendu.

Odstavec f)

Podpořit vytvoření sítě regionálních zařízení pro nakládání s komunálními odpady tak, aby bylo dosaženo postupného omezení BRKO ukládaných na skládky; při vytváření regionální sítě se zaměřovat zejména na výstavbu kompostáren, zařízení pro anaerobní rozklad a mechanicko-biologickou úpravu těchto odpadů.

Odstavec h)

Upřednostňovat kompostování a anaerobní rozklad biologicky rozložitelných odpadů kromě odpadů podle písm. c) s využitím výsledného produktu zejména v zemědělství, při rekultivacích, úpravách zeleně; odpady, které nelze takto využít, upravovat na palivo, nebo je energeticky využívat.

2.3. Optimální úprava kompostovaného materiálu

Aby byl průběh procesu kompostování zdárný, musíme dbát některých velmi významných činitelů, které mají největší význam na kvalitu výsledného kompostu. Mezi tyto činitele patří teplota, vlhkost, hodnota pH, obsah kyslíku, obsah živin a poměr C:N, pórovitost, zrnitost a velikost půdních částic a v neposlední řadě také mikrobiální aktivita. (MINIWASTE 2011)

Tuto problematiku je bezpodmínečně nutné znát a mít na paměti, že každé vybočení z optimálních hodnot, může mít za důsledek zpomalení nebo dokonce zastavení procesu kompostování. Následně může dojít k poklesu výživné hodnoty kompostu a tím k jeho celkovému znehodnocení. Proto zde, považuji za důležité uvést i tato všeobecně známá fakta, která jistě v celkovém modelu kompostárny města Březnice najdou svoje uplatnění. (BARTUNĚK 2014)

Úprava kompostovaného materiálu

Je důležité, aby materiál, který má být kompostovaný neobsahoval žádné příměsi, které by mohly průběh kompostování nějakým způsobem narušit nebo znehodnotit. Jedná se především o antibiotika či hormony, které by narušily životní cyklus bakterií a hub, které se podílejí na rozkladu organického materiálu. (KARAFIÁTOVÁ 2012)

V tomto kontextu jsem našel publikaci, která se zabývá touto problematikou. V ní se píše o devíti veterinárních antibiotikách a jednom hormonu, které prošly metabolismem brojlerových kuřat. Kompostovaná organická hmota byla záměrně kontaminována hnojem se zvýšenou koncentrací veterinárních léčiv a výzkum prokázal, že kompostování může výrazně snížit koncentraci těchto antibiotik a hormonů ve výsledném produktu. Ve výsledcích je možné se dočíst o snížení koncentrace antibiotik a hormonů za 40 dní kompostování až o 99%. Což dokazuje příznivé účinky hygienizace i na tyto jinak škodlivé látky. (HO, ZAKARIA, LATIF, SAARI 2013)

Dále je vhodné, aby materiál, který bude kompostován, byl nadrcen či nasekán (digestorován) na částice o velikosti cca 15 – 25 mm i méně. Limitujícím momentem asi zde bude množství energie potřebné na rozmělnění. Touto úpravou dojde ke zvětšení povrchu materiálu, což vede k lepší dostupnosti pro mikroorganismy. Je možné provedení i určitých předúprav kompostovaného materiálu. (KARAFIÁTOVÁ 2012)

2.4. Optimální průběh kompostovacího procesu

2.4.1. Hygienizace

Tento pojem úzce souvisí kvalitním průběhem kompostovacího procesu (zejména však s teplotou) a je velmi důležitý pro zdárný proces kompostování. Navíc se tento pojem v mé práci bude i nadále hojně vyskytovat a tak považuji za důležité osvětlit jeho význam. (BARTUNĚK 2014)

Tabulka č. 2 Teplotní režimy při hygienizaci kompostováním (ŠIMSOVÁ, 2011).

Technologie	Vstupy	Teplota	Doba
Kompostování	Odpady ze zahrad a zeleně, zbytková biomasa ze zemědělství	≥ 45 °C	5 dní
Kompostování	Biologicky rozložitelné odpady (dle přílohy č. 1 seznam A)	> 55 °C, ≥ 65 °C	21 dní 5 dní
Kompostování v uzavřených prostorech	Biologicky rozložitelné odpady (dle přílohy č. 1, seznam A)	≥ 65 °C	5 dní

Hygienizace je způsob (proces) úpravy bioodpadu, který vede k redukci počtu patogenních organismů nebo semen plevelů, které mohou způsobit onemocnění člověka, zvířat či rostlin. (MYLAND, 2014)

2.4.2. Teplota

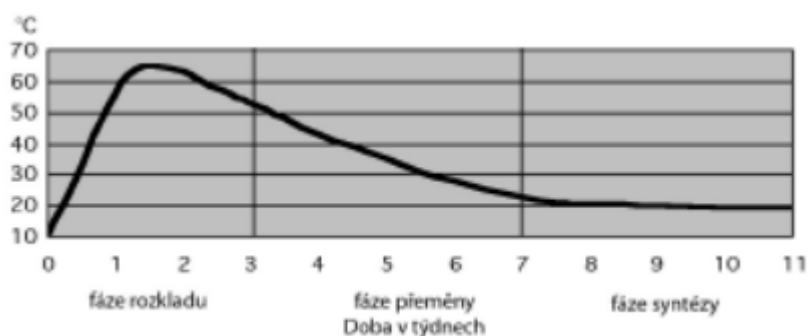
Teplota kompostu je nejjednodušeji identifikovatelným ukazatelem jeho zrání, který koresponduje s intenzitou činnosti mikroorganismů. Pro dobrou kontrolu kompostovacího procesu je nezbytně nutné provádět v pravidelných intervalech měření teploty a výsledky pečlivě evidovat. (ROY, LAURIK, PLÍVA 2011)

Průběh zrání je indikován teplotními změnami. Je důležité sledovat teplotu nejen z důvodu sledování procesu zrání kompostu, ale i pro určení jeho zralosti. (ROY, LAURIK, PLÍVA 2011)

Časové intervaly měření teploty během jedné zakládky

Do 10. dne se teplota měří každodenně – v tomto období jsou teploty nejvyšší a je tedy nutné ji pravidelně kontrolovat, a dohlížet zda proces probíhá správným způsobem. Teplota by v tomto případě neměla přesáhnout hodnotu 65°C. Od 11. dne do ukončení kompostovacího procesu stačí teplotu měřit 1x za 3 – 4 dny. (HEJÁTKOVÁ 2007)

Obrázek č. 1: Správný průběh teploty při kompostování.



Pokud se teplota kompostu blíží svoji hodnotou teplotě okolního prostředí, svědčí tento stav o dokončení procesu zrání a kompost je hotov.

Při kompostování biologicky rozložitelných odpadů musí teplota zpracovávaných surovin, z důvodu správného průběhu kompostovacího procesu a zajištění dostatečné hygienizace, dosáhnout určité hodnoty a tato hodnota musí být udržena po určitý časový interval. Hodnoty těchto teplot jsou rozdílné podle právního předpisu, dle kterého je při kompostování postupováno, a podle zpracovaných surovin. (ROY, LAURIK, PLÍVA 2011).

Tabulka č. 1: Rozsahy teplot podle spektra převládajících druhů mikroorganismů (HEJÁTKOVÁ 2007).

Psychofilní rozsah	-4 až 20°C	Bakterie a plísňe
Mezofilní rozsah	15 až 42°C	Bakterie a aktinomycety
Termofilní rozsah	45 až 75°C	Bakterie a mezofyly až po tepelně odolné výtrusy hub

Přístroje pro měření teploty

Pro měření teploty se používají především tzv. kontaktní elektronické zapichovací teploměry s dnes již většinou digitálním ukazatelem, v nejlepším případě s datovým výstupem.

Teploměr je vybaven tyčovou zapichovací sondou různé délky, kterou lze zapíchnout do kompostu alespoň do hloubky jednoho metru. Tímto způsobem je zajištěno měření teploty v celém průřezu hromady. Četnost měření a doba potřebná pro měření teploty se liší v návaznosti na metodice měření a typu teploměru. (PLÍVA, 2009)

2.4.3. Vlhkost

Vlhkost je u kompostu velmi variabilní věc, nezáleží pouze na druhu kompostovaného materiálu (přičemž jeho variabilita může být velmi široká), ale záleží také na jeho objemové hmotnosti

Vlhkost umožňuje životní procesy mikroorganismů v kompostu. Voda jako taková je velmi důležitá i pro transport živin, pohyb mikroorganismů a v neposlední řadě slouží jako médium pro chemické reakce. Vlhkost kompostu je závislá na mikrobiální aktivitě a biologické oxidaci rostlinných materiálů. Evaporací (vypařováním) dochází ke snižování

množství vody. V tomto ohledu je důležité zmínit, že množství vody, které se uvolní díky mikrobiální aktivitě při tomto procesu, je větší, než ztráty způsobené odpařováním.

Optimální vlhkost při kompostování se pohybuje v rozmezí od 50 – 60 % MKK. V případě poklesu pod hranici 40 % dochází ke zpomalování mikrobiální činnosti. Pokud je naopak vlhkost kompostu vyšší než 60%, dochází k ucpání pórů vodou a tím se vytváří anaerobní prostředí, které je nežádoucím stavem. (PLÍVA 2006)

2.4.4. Hodnota pH

Optimální pH se při kompostování sleduje z velké části kvůli mikroorganismům. Pro činnost mikrobiální flóry je velmi důležité dodržet optimální hodnotu pH, která se pohybuje okolo 6 až 8 (neutrální pH). Hodnota není během procesu stálá. Na počátku má pH tendenci klesat a poté se znovu přibližuje k hodnotám neutrálním. Je to z důvodu rozkladu rostlinných zbytků, které jsou spíše kyselé povahy. Proto je nutné proces kompostování upravovat pomocí vápnění. Optimální pH je nutno sledovat, neboť pro mikroorganismy působící v kompostovacím procesu hraje pH zásadní roli. Má zásadní vliv na kvalitu výsledného kompostu. Pokud chceme úspěšně vytvořit kvalitní kompost je nutné tyto hodnoty pečlivě sledovat (VESELSKÝ 2010).

2.4.5. Obsah kyslíku

Provzdušňování kompostu a vytváření aerobních podmínek je hlavní zásadou aerobního procesu kompostování. Mikroorganismy, přeměňující organickou hmotu při kompostování, mají vysoké nároky na kyslík a jako vedlejší produkt vylučují oxid uhličitý. To znamená, že technologie kompostování musí umožnit výměnu plynů mezi zrajícím kompostem a okolím tak, aby v substrátu bylo dostatek čerstvého vzduchu s kyslíkem (vzdušného kyslíku). Obsah vzdušného kyslíku ve vzdušných pórech zrajícího kompostu by měl být minimálně 6% obj. Nově založený kompost (promíchané suroviny) by měl být kyprý, porézní a nepřevlhčený, musí obsahovat dostatek kyslíku pro počáteční nastartování procesu. Způsoby zabezpečování dostatečného množství vzdušného kyslíku v průběhu zrání se liší podle použitých kompostovacích technologií.

Měření obsahu kyslíku ve zrajícím kompostu je věc značně komplikovaná, ale pro praxi lze využít jednu zajímavou poučku. Pokud je v kompostu nedostatečné množství vzdušného kyslíku, plynné produkty metabolismu mikroorganismů nemohou být plně oxidovány a do prostředí se uvolňují lehce identifikovatelné zapáchající látky. Mezi tyto

zapáchající látky patří například amoniak (NH_3), sirovodík (H_2S), merkaptany a různé kyseliny (kyselina máselná, octová, mléčná). Kompost s nedostatkem kyslíku se tedy projevuje kyselým až hnilobným zápachem (JELÍNEK a kol. 2002)

2.4.6. Poměr C:N

Surovinová skladba čerstvého kompostu je hmotnostní poměr jednotlivých odpadů nebo hmot, které jsou navážené do kompostové základny. Organická hmota odpadů představuje pestrý sortiment látek, různě odolný mikrobiologickému rozkladu. Rychlost rozkladu různých organických zbytků je možno si vysvětlit různým poměrem uhlíku a dusíku (C:N), tj. různým poměrem organických a anorganických látek (ZEMÁNEK 2001).

Z toho vyplývá, že mezi základní živiny obsažené v kompostu, které jsou také důležité pro mikroorganismy, patří dusík (N) a uhlík (C). Mimo těchto dvou se zde vyskytují ještě další prvky, jsou to např. fosfor (P) a draslík (K). Dusík, fosfor a draslík patří mezi základní živiny, které jsou důležité pro rostliny, a proto hrají i rozhodující roli společně s mikroživinami pro výslednou kvalitu kompostu (PLÍVA 2006).

Při tomto tvrzení nesmíme zapomínat na to, že anorganické látky neposkytují živnou půdu pro mikroorganismy a jsou proto považovány za balastní složku. Naopak, při velkém nadbytku organické složky probíhá humifikace organického podílu pomaleji. (ZEMÁNEK 2001)

Přesto příznivé zrání kompostu do značné míry závisí na poměru uhlíku a účinného dusíku, který má být aspoň 30 : 1. Kdyby byl poměr širší, hrozilo by nebezpečí pomalého rozkladu organické hmoty. Z tohoto důvodu se doporučuje upravit poměr C:N již při zakládání kompostu a to například přidáním dusíkatých průmyslových hnojiv nejlépe s organickou formou dusíku. (TEKSL 1999)

Vyrovnat poměr C:N je potřeba především v kompostech, ve kterých se nachází vyšší množství slaměného nebo dřevěného materiálu. V těchto kompostech se koriguje poměr C:N směrem dolů. Jedna z nejlepších surovin pro tento problém je chlévská mrva. Pokud není k dispozici, je možné použít například odpadky z rohovinových materiálů, těch je dobré přidávat okolo 3 kg na 1 m³. Stejný účinek má například ricinový šrot (až 5 kg na 1

m³). Tyto přídatné látky by měli dostatečně nahradit běžně chybící živiny (SULZBERGER 1996).

Tabulka č. 3 - Poměr C: N v některých surovinách ke kompostování (ROY, LAURIK, PLÍVA 2011)

Surovina	C:N	Surovina	C:N
Posekaná tráva	20:1	Sláma	100:1
Hnůj skotu	20:1	Kůra	120:1
Koňský hnůj	25:1	Dřevo, větve	200:1
Listí	50:1	Papír, karton	350:1
Jehličí	70:1	Piliny	Až 500:1

2.5. Základní fáze kompostování

Fáze 1 – Rozkladu

Tato fáze trvá 3 až 4 týdny. Právě v této době by měl být nárůst teploty nejvyšší. Teplota kompostovaného materiálu se pohybuje až okolo 50 – 70°C. Teplota se po tuto dobu udržuje na vysoké úrovni z důvodu maximální aktivity hub a bakterií, které se vyskytují v budoucím kompostu. Vysoká teplota vzniká uvolňovanou energií při rozkladu lehce rozložitelných sloučenin, jakými jsou například cukry, bílkoviny a škrob. Konečným produktem jsou např. dusičnany, oxid uhličitý, čpavek, aminokyseliny a polysacharidy. Živiny, které jsou vázány v organické hmotě, se tak uvolňují a z části až do původní minerální formy. Tento proces nazýváme také mineralizace (KALINA 2004).

Fáze 2. Přeměnná

Tato fáze trvá od čtvrtého až do desátého týdne. Teplota pozvolna klesá a živiny se zabudovávají, jako základní stavební kameny do „humusového komplexu“. Barva kompostu se stává jednotnou, nejčastěji hnědou, přičemž struktura se jeví jako drobtovitá s lehkou vůní lesní zeminy. Právě v této fázi má kompost největší výživný účinek.

Fáze 3. Syntézy (zralosti)

Pokud se kompost ponechá bez zásahu po skončení druhé fáze (přeměnné), dojde k získání více zemitější struktury. Tento proces v praxi znamená přeměnu živného

humusu na humus trvalý. Touto přeměnou dojde ke snížení hnojařského účinku, je to tím, že živiny jsou stále lépe vázány v komplexu a z tohoto důvodu se do půdy hůře uvolňují. Není to ovšem na škodu protože účinnost takto vzniklého humusu je vyšší.

2.6. Surovinová skladba kompostu

Travní hmota má většinou optimální chemické složení pro kompostování. Je zejména poměr uhlíku a dusíku (C:N) ten se pohybuje, rozmezí od 18 - 35. Užší poměr je u sečí mladšího porostu, naopak vyšší poměr je u vytrvalých porostů a u stařiny. Celkově nevhodná je například zredukovaná objemová hmotnost (přepočtená na sušinu). Tato vlastnost v důsledku snižuje možnost i kvalitu míchání vstupních surovin. Při nedostatečné homogenizaci dochází k vytvoření anaerobního prostředí, kde později dochází k procesu hnití.

Velmi vhodným přídavkem do takto znehodnoceného surovinového základu je zemina, zejména orníční vrstva, a to z důvodu zabezpečení vhodné mikroflóry. Zeminu je také možné nahradit již vyzrálým kompostem.

Další velmi kvalitní přípravek je lignocelulózový substrát, který zlepšuje fyzikální vlastnosti a příznivě působí na pórovitost. Pórovitost zabezpečuje dobré provzdušnění a zajišťuje tím dokonalou ventilaci zrajícího kompostu. Zde se velmi dobře se dá využít dřevní štěpka získaná při údržbě veřejné zeleně.

Obecně lze říci, že proces rozkladu bioodpadů ovlivňují především fyzikálně-chemické parametry vstupních surovin. Vlastnosti kompostu (struktura, stabilita) lze výrazně změnit pomocí struktury a druhů rostlin, které kompostujeme (rozličný obsah ligninu a celulózy jako i rozličné morfologické vlastnosti vstupních surovin). Obsah ligninu může výrazně ovlivnit rozklad, protože vytváří fyzikální a chemické bariéry vůči enzymům, které zabezpečují rozklad materiálu.

Rozklad rostlinného materiálu není závislý pouze na obsahu ligninu a hemicelulózy, ale i na uspořádání rostlinných pletiv.

Mnoho dvouděložných rostlin má ve středu stonku silné ligninové pletivo, xylém, které není lehce rozložitelné. Ostatní pletiva ve středu a na okraji stonku se rozkládají lehce. Jednoděložné rostliny mají cévní pletiva rozložené v celém stonku (HEJÁTKOVÁ 2007).

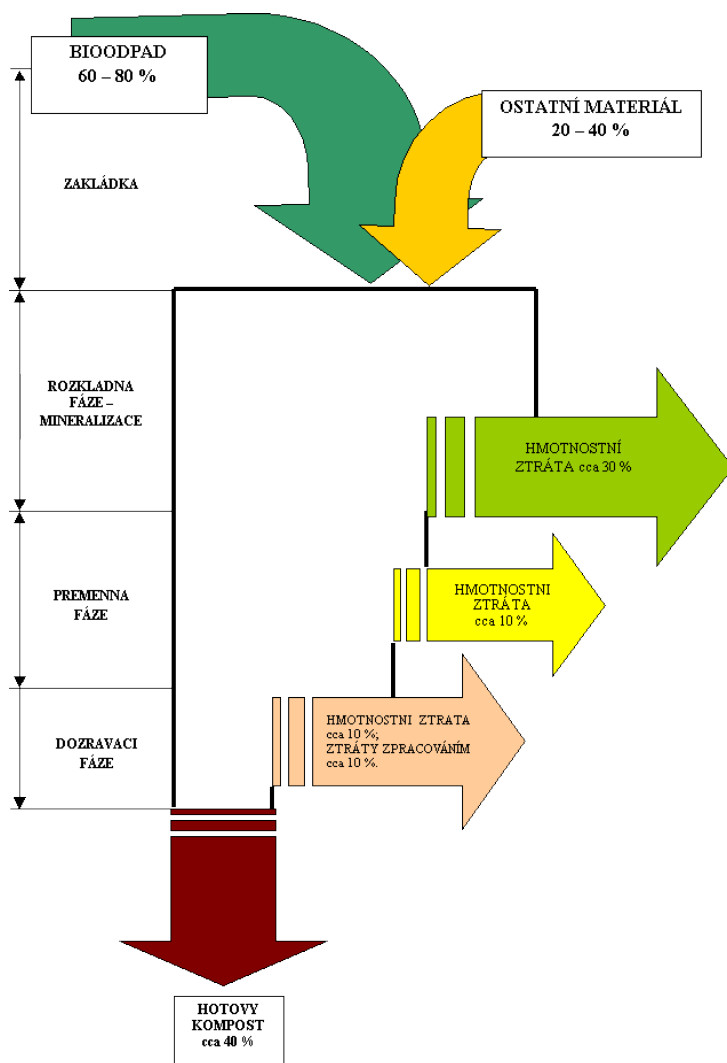
2.6.1. Zastoupení minerálních látek v kompostu

Pokud kompostování dopadlo dobře, tak by kompost měl dosahovat přibližně takovýchto hodnot v zastoupení:

- Minimální obsah organické hmoty 20 %
- Obsah organických látek v sušině 50 – 82 %
- Dusík (N) nad 2 %
- Fosfor (P) nad 0,65 %
- Draslík (K) nad 1,25 %
- Vápník (Ca) + Hořčík (Mg) nad 4,5 %

Co se týká vlhkosti, je dobré, aby dosahoval hodnot od 40 do 60 % MKK, přičemž pH by se mělo pohybovat okolo 6 až 8,5 (HEJÁTKOVÁ 2008).

Obrázek č. 2 Sankeyův diagram (PLÍVA 2014).



2.6.2. Problematika skladování uzrálého kompostu

Zralý kompost po skončení kompostovacího procesu je vhodné pro další skladování ponechat nepřesátý (se zbytky strukturního materiálu, například zbytky dřeva) a to z důvodu zajištění dostatku vzduchu v kompostu a také pro udržení života půdního edafonu, který se díky správnému kompostování v kompostu usídlil a potřebuje ke svému životu dostatek vzduchu. Před aplikací je vhodné podle potřeby kompost prosít nebo ponechat podle účelu použití a kvality vstupních surovin bez dalších úprav. Z kompostu lze vyrobit i substrát namícháním se zeminou, nebo přidat další živiny a to buď pro ekologické zemědělství například kamennou moučku, nebo pro konvenční technologie i průmyslová hnojiva (MINIWASTE 2011).

2.7. Využití kompostu a kompostovací technologie

Teď když jsme si shrnuli technologii kompostování, nabízí se otázka co s kompostem. A proto bych zde rád uvedl některé možnosti jeho využití, či zpracování. (BARTUNĚK 2014)

Jakákoli dávka kompostu příznivě ovlivňuje život v půdě. Čím je mikroflóra v půdě četnější tím lépe dochází k provzdušňování půdy a celkovému utváření její struktury, která se zlepšuje. Z tohoto poznatku nepřímo vyplývá, že každý druh kompostu má specifický účinek při hnojení (WEINRICH 1996).

Čerstvý neboli surový kompost starý od 2 – 6 měsíců obsahuje optimální množství mikroorganismů, a také ostatní částečně rozložené komponenty, které podléhají v půdě rychlému rozkladu, a tím se do půdy uvolňuje množství živin vázané právě v těchto částech. Tyto komponenty podléhají rychlému odbourávání. Čerstvý kompost musí být také natolik vyztřelý, aby nepoškodil rostliny samotné (dobré je otestovat ho na nějakém menším kousku půdy). Zralý kompost má vynikající účinky a jeho dodání do půdy se projeví trvalým zlepšením mnoha půdních vlastností. Jsou to například vlastnosti: biologické, fyzikální, chemické atd. Tento jev je nutné přičíst vysokému obsahu trvalého humusu (SULZBERGER 1996).

2.7.1. Druhy technologií pro kompostování

Kompostárny mohou být různých typů, druhů i trvání. Je možné kompostování provádět pouze krátkou chvílí na jednom stanovišti a k další sezóně ho přesunout na jiné místo. V dnešní době je již celkem běžné provádět tento proces na trvalých základnách, které mají potřebné vybavení k vytvoření kvalitního kompostu. (SINGER 2008).

Kompostování na trvalém stanovišti.

Základem každé kompostárny je zpevněná plocha, jejíž vybudování vždy přímo souvisí s konkrétními podmínkami daného místa. Zpevněná plocha zajišťuje především volný přístup mechanizace ke kompostovanému materiálu. Dále také zamezuje vniknutí odpadových látek do půdy a spodních (podzemních) vod.

Velikost kompostovací plochy je variabilní podle množství kompostovaného materiálu, ale i podle kompostovacího zařízení (SINGER 2008).

Další velmi důležitou věcí při stavbě kompostárny na trvalém stanovišti je zamezení vniknutí velkého množství vody na nepropustnou plochu. Proto musí mít povrch kompostárny sklon od 1,5 do 3° ve směru k jímce. Objem takovéto jímky musí být dostatečně velký, aby dokázal pojmout úhrn dešťových srážek za 1 – 3 měsíce (ZEMÁNEK 2001).

2.7.2. Kompostování v pásových hromadách na volné ploše

Technické řešení kompostovací linky

Z hlediska optimálního sestavení kompostovací linky, která bude využívána na malých a středních kompostovacích jednotkách, využívajících technologii kompostování v pásových hromadách, je základním článkem mobilní energetický prostředek o minimálním výkonu 35 kW, ke kterému je možno připojit tyto technické prostředky:

- o Univerzální čelní lopatu, popř. zemědělský drapák (pro vrstvení a úpravu pásových hromad).
- o Drtič nebo štěpkovač (pro jemnou dezintegraci kompostovaných surovin, zakládáných do pásových hromad).
- o Překopávač kompostu (pro překopávání pásových hromad kompostu zejména z důvodů zajištění dostatečné aerace (provzdušnění) kompostovacího procesu).
- o Prosévací zařízení.
- o Adaptér pro svinování a rozbalování plachty na přikrývání pásové hromady.
- o Zařízení pro aplikaci kapalin, popř. dávkování biotechnologických přípravků. (PLÍVA 2009)

Uvedené technické prostředky je výhodné využívat sestavené do kompostovacích linek. Podle používání a agregace jednotlivých strojů lze kompostovací linky rozdělit na:

- o Linky s jedním energetickým zdrojem s řadou připojitelného nářadí.
 - o Linky sestavené z jednoúčelových strojů s vlastním pohonem.
 - o Linky sestavené v kombinaci předcházejících dvou variant.
- (ZERA 2005)

Klasickou technologií kompostování je kompostování v tzv. pásových hromadách. Biodpady jsou po nadrcení formovány pomocí čelního nakladače do podélné hromady, která je následně aerována (provzdušňována) pomocí překopávače. Velkou výhodou tohoto řešení jsou relativně nízké provozní i investiční náklady, jednoduchost procesu při dodržení základních pravidel kompostování a i přes extenzivní způsob provedení dobrý hygienizační účinek.

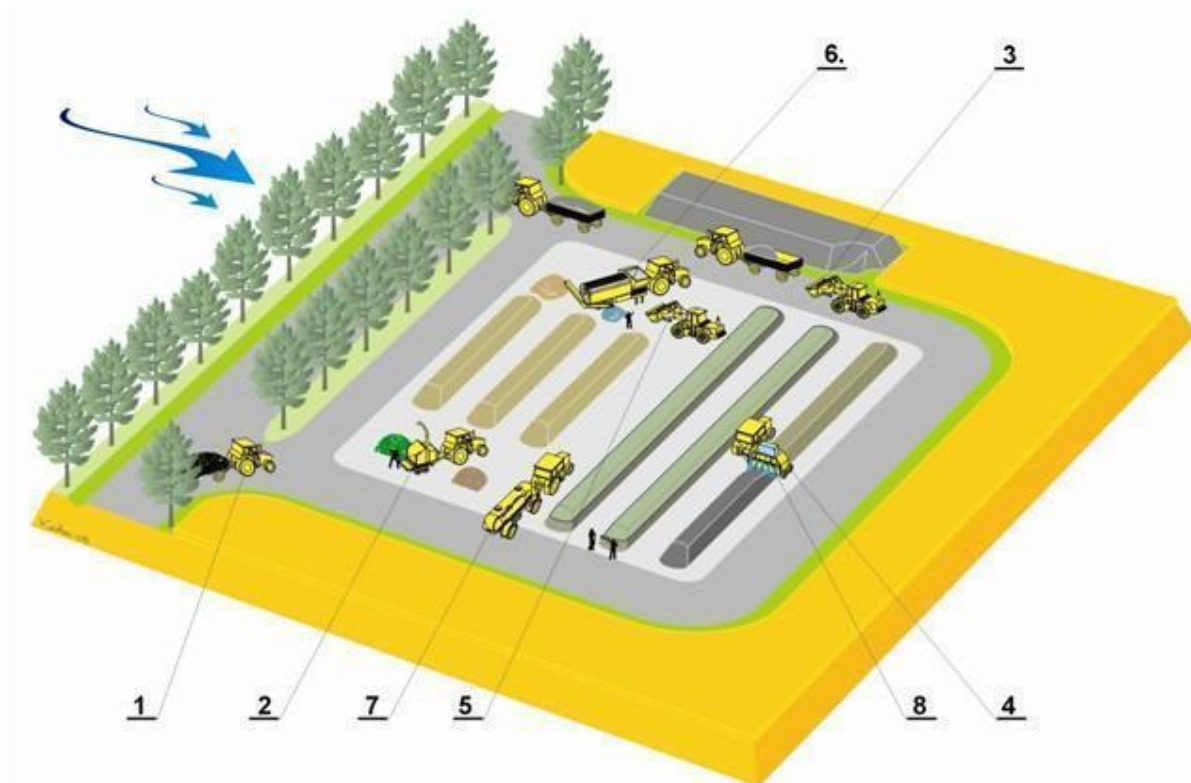
V současné době legislativa ČR umožňuje takto kompostovat pouze odpady rostlinného původu bez obsahu živočišné složky (ten je nakonec v praxi celkem zanedbatelný). Celkové náklady se pohybují od 1000 do 3500 Kč na 1 tunu za rok.

Kompost je zakládán do pásových hromad s trojúhelníkovým nebo lichoběžníkovým průřezem. Délka těchto hromad, ale není limitována pouze délkou pracovní plochy kompostárny, ale úzce souvisí i s profilem. Přičemž velikost profilu pásové hromady závisí na možnostech mechanizace, která se nachází v příslušenství kompostárny. Zejména se jedná o překopávač kompostu. (PLÍVA 2005)

Při tomto tradičním (neřízeném) kompostování v pásových hromadách je běžná doba zrání od 6 – 12 měsíců. O délce a trvání tohoto procesu rozhoduje především surovinová skladba, homogenita surovin v hromadě, kvalita a počet překopávek a svůj podíl na době zrání nese roční období. (PLÍVA 2009)

Obrázek č. 3: Kompostování v pásových hromadách na volné ploše (PLÍVA 2014)

1 – dovoz surovin, 2 – pásavá hromada přikrytá kompostovací plachtou, 3 – překopávání kompostu, 4 – dávkování kapalin, 5 – manipulace se surovinami, 6 – odvoz kompostu



Mikrobiální kompostování v pásavých hromadách na volné ploše

Technologie kompostování na volné ploše v pásavých hromadách je také ideální výchozí technologií pro provozování řízeného kompostování (nazývané také kontrolované mikrobiální kompostování či mikrobiální kompostování). (PLÍVA 2009)

Doba zrání kompostu v pásavých hromadách se pohybuje okolo 8 – 12 měsíců. Je zde také možnost urychlení celého procesu tzv. kontrolovaným mikrobiálním kompostováním (rychlkompostováním).

(ŠOCH, VOSTOUPAL, VRÁBLÍKOVÁ a HANUŠ 2008)

Řízené rychlokompostování je specifickou formou zhodnocování odpadní biomasy v krátké časové periodě, dovolující rychlé opakování a intenzivní výrobu plnohodnotného kompostu. Tento poněkud zvláštní druh kompostování probíhá v nízkých hromadách a proces je kontrolován především proti nežádoucímu bujení hub. Tento proces je dnes možný především díky takzvaným bioalginátům, jejich přítomnost podmíní rychlý nástup

pomnožovacích procesů u dekompozičních mikroorganismů, jejichž takto vystupňovaný metabolismus je zdrojem masivního nárůstu (mikro)biologického tepla, které ve hmotě kompostu překvapivě dlouho vytrvá. Jeho regulace ve smyslu nadměrného nárůstu je řešena překopáváním a zvlažováním. (GRUJOV 2014)

Pásové hromady

Podle mnou získaných informací existují dvě alternativy navrstvení materiálu v pásových hromadách. Navrstvení materiálu v těchto hromadách může být buď lichoběžníkovitého, nebo trojúhelníkového profilu. Zde budu zastávat pouze jeden typ profilu a to lichoběžníkovitý, který se dle mého názoru mnohem lépe uplatní na městské kompostárně v Březnici.

Minimální šířka takovéto hromady se pohybuje okolo 3,0 m. Přičemž běžná šířka se běžně pohybuje 3 – 6 m, to podle možností překopávacího zařízení. Výšku profilu udává především charakter materiálu jako např.: zrnitost, sypný úhel, vlhkost a mívá tyto parametry: (ZEMÁNEK 2001)

Tabulka č. 4 Parametry hromady lichoběžníkovitého profilu (ZEMÁNEK 2001)

Rozměry hromad	
Šířka hromady	Při doporučené výšce
Od 3 m do 6 m	Od 2 m do 2,50 m

Výhody a nevýhody kompostování v pásových hromadách lichoběžníkovitého tvaru

Poměrně velkou nevýhodou je značný nárůst potřeby mechanické aerace, která roste v závislosti na nedostatku aerace přirozené vlivem ztráty tzv. komínového efektu.

Na druhé straně má tento způsob kompostování také své výhody, kterých je bezpochyby více. Patří mezi ně například lepší využití plochy, to znamená, že menší podíl plochy připadá na pracovní uličky. Dále také dochází k lepšímu udržování teploty v hromadě a

to zejména na začátku kompostovacího procesu. Tato výhoda ovšem není pouze výhodou, protože zde může docházet k přehřívání a tím i k samotnému brzdění procesu kompostování. Za zmínku také stojí menší zranitelnost deštěm díky velkému absorpčnímu objemu hromady vzhledem k jejímu povrchu. A také mnohem lepší aplikace tekuté složky (ŠVARC 2007).

2.7.3. Vermikompostování

Tento druh kompostování, jehož výsledným produktem je velmi kvalitní biohumus, se v současné době těší velké oblibě ve světě. Princip výroby biohumusu je založen na schopnosti žížal přeměňovat ve svém trávicím traktu organické látky a tím urychlovat celkový proces kompostování a tím zároveň zpřístupňovat některé druhy živin, které se za normálních podmínek špatně uvolňují.

U nás se běžně používá pro potřeby vermikompostování Kalifornský červený hybrid *Eisenia foetida*. Tento hybrid pohlavně dozrává ve věku třech měsíců a dva hermafroditní jedinci vyprodukují ročně okolo 1500 mladých červů. S obdivem je, že jsou takto plodní až 16 let. Dospělý červ spotřebuje denně tolik krmiva jako je jeho tělesná hmotnost. Z tohoto spotřebovaného „krmiva“ vyrobí cca 60% biohumusu a 40 % využije pro vlastní metabolismus.

Nevýhodou vermikompostování je potřeba udržení stálé teploty, která by se měla pohybovat v rozmezí optimálních hodnot od 19 – 22°C. Pokud teplota klesne pod 7°C nebo přesáhne teplotu 33°C žížaly se stávají netečnými a při teplotách pod 0°C či nad 42°C hynou.

Optimální vlhkost substrátu by se měla pohybovat okolo 78 – 82% pokud dojde k porušení těchto hodnot, dochází také k úhynu žížal. Žížaly dále požadují neutrální pH. Pokud pH překročí hodnotu 8 nebo se naopak sníží pod 6, znovu dochází k úhynu žížal. (VÁŇA 1997)

Vermikompostování v pásových hromadách na volné ploše

Tento způsob kompostování se jeví jako velmi ekonomický.

Venkovní uspořádání vermikompostovaných surovin do hromad na volném prostranství je klasickým a opravdu jedním z nejjednodušších typů vermikompostování. Hromady není třeba překopávat či obracet, je pouze nezbytné sledovat vlhkost, pH a teplotu.

Nejčastěji využívanou variantou vermikompostování na volném prostranství v jednorázově založených hromadách je postup s tzv. příkrmováním žížal. Tento postup počítá s přidáváním nezpracované suroviny (krmivo pro žížaly) na povrch hromady ve

vrstvě 20 – 30 cm jednou za dva týdny, nebo ve vrstvě 30 – 50 cm jednou za tři týdny. Také je možné přidávat pouze 10 cm týdně, ale to už je časově náročnější. Při navrstvení hromady vyšší než 0,5 m přestává být náchylná vůči povětrnostním vlivům a v zimě dojde k zmrznutí jen několika málo cm na povrchu, přičemž žížaly uvnitř hromady dál normálně žijí a zpracovávají bioodpad. (HANČ, PLÍVA 2013)

2.7.4. Intenzivní kompostovací technologie

Pro všechny tyto mnou popisované kompostovací technologie, které budou následovat je společné to, že intenzifikují proces kompostování, především tedy první rozkladnou fázi. Například intenzifikace provzdušněním vede k dosažení vyšších teplot a tím ke zkrácení celé fáze. Zařízení jsou investičně nákladná, a proto je nutno je dimenzovat právě jen na zdržnou dobu první fáze kompostování. Intenzivní proces v první fázi nabourá svou razancí organickou hmotu takovým způsobem, že i další fáze kompostování proběhnou rychleji (ZEMÁNEK 2001).

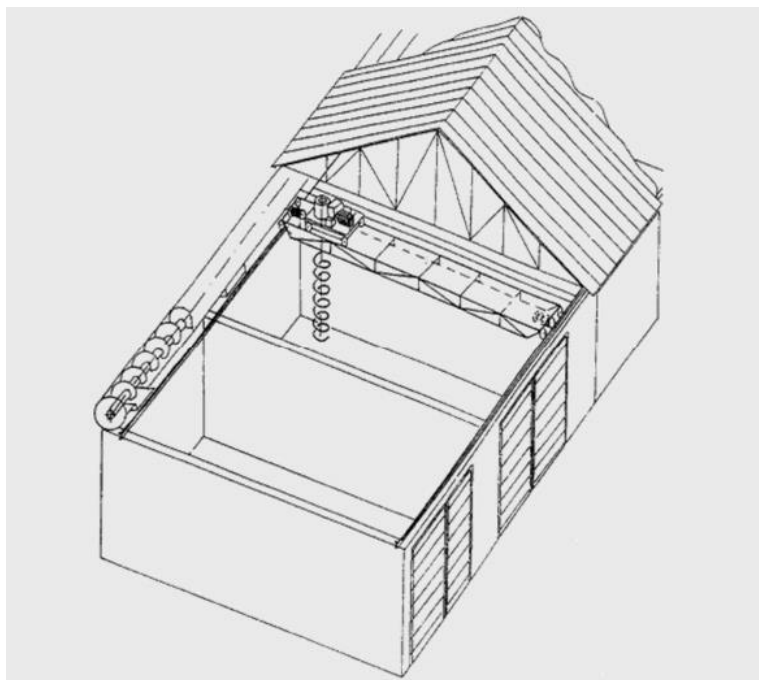
Kompostování v uzavřených boxech

Tam, kde okolnosti nebo požadavky nedovolí použít technologii otevřených pásových hromad (nedostatek prostoru, potřeba zpracovávat i bioodpady s obsahem živočišné složky), je možné použít právě technologii kompostování pomocí v uzavřených boxech. (HABART, HRČKA, HUMPLÍK A MAREŠOVÁ 2009)

Jedná se o polouzavřená kompostovací zařízení tzv., boxy které jsou zakryté střechou tak, aby nedocházelo k přemokření deštěm či nadměrnému vysušování sluncem. Tyto boxy jsou složeny z monolitických desek o délce 10 – 12 m, šířce 3 - 4 m a výšce 2,50 – 3 m. Boční stěna každého boxu (tzv. čelo) je otevíratelná. Toto kompostovací zařízení je navíc ještě vybaveno o jeřábovou dráhu, které se nachází na stěnách boxů. Po této dráze jezdí jeřábový most s kočkou. Na dráze je též umístěn naskladňovací šnekový dopravník, jehož výstupné otvory jsou hydraulicky ovládány (ZEMÁNEK 2001).

Doba kompostování při použití technologie kompostování v boxech trvá 2 až 4 měsíce. Systém je sice energeticky velmi náročný ale představuje pouze 20% nároků na plochu ve srovnání s kompostováním v pásových hromadách (SINGER 2008).

Obrázek č. 4 – Kompostování v boxech (MACH 2014).



Součástí tohoto systému musí být pochopitelně také zavlažovací zařízení, které zajišťuje potřebnou vlhkost. Co se týká provzdušňování materiálu, to zajišťují ventilátory, které vhání vzduch přes rošty na dně boxů. Aby provzdušňování a vlhčení dosáhlo při výrobě kompostu potřebné efektivity je důležité materiál pravidelně překopávat. To v kompostovacích boxech zajišťuje již dříve zmíněné překopávací zařízení, které je nesené na jeřábové kočce. Takto použité překopávací zařízení snadno pokryje celou plochu boxu a velmi kvalitně jej překope.

Samotné překopávací zařízení je tvořeno spirálou, která je opatřena výstupky (trny). Tyto trny společně s konstrukčním řešením překopávače zajišťují velmi dobré mechanické poškození částic komponentů obsažených v kompostu a tak urychlí samotného procesu. Při přejezdech mezi boxy je možné spirálu buď sklopit do vodorovné polohy, nebo vytočit do volného prostoru nad boxy (ZEMÁNEK 2001).

2.8. Kompostování travní fytomasy

Jelikož se jedná o kompostárnu pro zpracování odpadů z městské zeleně, které bude prováděno Oddělením technických služeb města Březnice, je logické, že největší podíl biomasy bude tvořit právě posekaná tráva ze zatravněných prostranství města. (BARTUNĚK 2014)

Sklizenou travní hmotu (fytomasu) lze vhodně využít jako organické hnojivo. V této „čerstvé“ podobě slouží travní fytomasa jako zdroj organické hmoty, dusíku a mnoha dalších rostlinných živin s vhodným poměrem C:N (20 – 30:1).

Ovšem čerstvě zpracovaná travní fytomasa, která byla sklizena například pomocí sklízecí řezačky a zapravená do orné půdy se začíná poměrně rychle rozkládat. Což nepůsobí v tomto případě pozitivně. Jelikož přímé využití sklizené trávy není dost dobře možné, protože při rozkladu čerstvé zelené travní fytomasy během vegetačního období doprovází vznik nebezpečných fyto toxických látek, jež jsou přechodnými produkty při přeměně travní fytomasy. (ŠVARC 2007)

Vlastní kompostování travní fytomasy:

Při kompostování se přistupuje k travní fytomase jako k biodegradabilnímu odpadu, který by se měl po absolvování procesu kompostování přeměnit na aerobně stabilizovaný kompost. Pravidlem obvykle bývá, že travní fytomasa se obvykle chová odlišně než jiné biodegradabilní odpady. Proto úspěšné kompostování větších objemů trávy předpokládá správně sestavenou surovinovou skladbu a správně projektovaný technologický postup.

Travní fytomasa má většinou optimální chemické složení pro kompostování. Jedná se především o poměr uhlíku a dusíku (C:N), který se pro upřesnění nejčastěji pohybuje v rozmezí od 18 do 35. Užší poměr se vyskytuje například u fytomasy mladšího travního porostu, naopak vyšší hodnoty se vyskytují především u trav, které již prošli procesem metání. Z fyzikálních vlastností nás při kompostování travní fytomasy může potrápít především redukovaná objemová hmotnost trávy (přepočtená na sušinu). Tato vlastnost způsobuje problémy při míchání trávy s dalšími přípravky a v průběhu zrání kompostu jeho až nadměrnou redukci. Také je velmi důležité podotknout, že travní fytomasa neobsahuje vhodnou mikroflóru pro vlastní kompostování. Při nedostatečné homogenizaci trávy s dalšími přípravky vznikají ve spodních vrstvách takzvané anaerobní zóny stlačené fytomasy, kde probíhá hnití trávy, které je doprovázeno silným a nepříjemným zápachem.

Velmi vhodným zlepšujícím přídavkem do surovinové skladby zakládaného kompostu je zemina, zejména pak orniční skýva a to zejména z důvodu zabezpečení lepšího zastoupení vhodné mikroflóry. Při dobré homogenizaci nemusí přídavek zeminy přesáhnout 5% hmotnosti. Pokud je homogenizace kompostu na horší úrovni doporučuje se přídavku okolo 10 %. Dobrou zprávou pro menší kompostárny je možnost zaměnit orniční skývu (zeminu) za přídavek již vyzrálého kompostu, což je mnohem ekonomičtější řešení.

Jako jeden z mnoha dalších zlepšujících přídavků je vhodný lignocelulóзовý substrát, který nejenom zlepšuje fyzikální vlastnosti a zabezpečuje tím tak pórovitost a přirozenou ventilaci zrajícího kompostu. Zde je možné využít dřevní štěpku z průřezů, které jsou nutné při údržbě veřejné zeleně, drcenou stromovou kůru nebo řezanou slámu obilnin či olejnin. Je zde také možnost využití odpadů z některých masových akcí, dobrým příkladem jsou například vánoční stromky. Tyto materiály mají bohužel velmi široký poměr C:N. Ty se pohybují v rozmezí od 80 – 100 a proto je nezbytné k podpoření jejich přeměny v kompostu zabezpečit ještě přídavek dusíku (N). Ten je možné dodávat ve formě zvířecích exkrementů, biologických kalů (zde je nutné omezit množství těžkých kovů na minimum) nebo se doporučuje přídavek močoviny, a to takový, aby výsledný poměr C:N v čerstvém kompostu nepřekročil hodnotu 35. (VÁŇA 2014)

Jak uvádějí pánové Aoki, Kubota a Nakasaki ve své publikaci z roku 1994, tak nejpříznivější podmínky pro rozklad travních odřezků probíhá při teplotě 75°C a 50% vlhkosti minimálně po dobu 194 hod. Při takovémto působení na rostlinný materiál dojde k rozkladu plných 75 % celulózy a hemicelulózy. Tento proces je ovšem možný pouze za laboratorních podmínek (NAKASAKI, AOKI, KUBOTA 1994).

2.9. Registrace kompostu

Komposty, které jsou uváděné do oběhu (do prodeje) musí být registrovány podle zákona o hnojivech. Tuto činnost vykonává ÚKZÚZ. Pokud kompost úspěšně absolvuje toto řízení, měl by mít tyto vlastnosti: nesmí ohrožovat úrodnost půdy a zdraví lidí nebo zvířat, nesmí poškozovat životní prostředí, musí splňovat požadavky na označování, balení a skladování. (VEČEŘOVÁ 2015)

Proces registrace kompostu

Tento proces se provádí podle zákona 156/1998 Sb. „o hnojivech“. Na začátku tohoto procesu je nejprve třeba podat správně vyplněnou přihlášku daného substrátu na již zmíněný Ústřední a zkušební ústav zemědělský, přesněji na jeho sídle v Praze. (VÁŇA, UŠŤAK 2007)

Protokol o kontrole hnojiva

Po odebrání vzorků daného kompostu a jeho přezkoumání dostane žadatel vypracovaný protokol s rozhodnutím o registraci hnojiva, které deklaruje nezávadnost a použitelnost tohoto kompostu.

Podmínky registrace jsou dány splněním minimálních a maximálních hodnot obsahů níže uvedených rizikových (nebezpečných) prvků, dále je také nutné dodržet chemické a fyzikální vlastnosti:

Vlhkost (%) od 35,0 do 65,0, spalitelné látky ve vysušeném vzorku (%)- min 25,0; celkový N jako N přepočítaný na vysušený vzorek (%)- min 0,6; hodnota pH od 6,0 do 8,5; poměr C:N max. 30; nerozložitelné příměsi (%)- max. 2,0. (TRČKA 2013)

Tabulka č. 5 Limity rizikových prvků v org. a statkových hnojivech se sušinou nad 13 % (VEČEŘOVÁ 2015)

Mg/kg sušiny								
Cd	Pb	Hg	As	Cr	Cu	Mo	Ni	Zn
2	100	1,0	20	10	150	20	50	600

3.0. Návrh a řešení kompostárny města Březnice

3.1. Popis pozemku pro kompostárnu v Březnici

Pozemek pro zařízení městské kompostárny se nachází v katastrální mapě pod číslem 1669/2 při obci Březnice. Vlastník tohoto pozemku je město Březnice, přičemž pozemek s parcelním číslem 1669/2 je v katastru uváděn jako orná půda. Co se týká kódu BPEJ je k tomuto pozemku přiřazeno číslo 54600. V dnešní době se zde nachází intenzivně využívaná zemědělská půda, kterou obdělává pronajímatel ZD Pňovice. Tento pozemek má výměru 2391 m² a s tvarem trojúhelníku se jeho rozměry dají vyjádřit jako 72m x 58m x 94m. Pozemek se svažuje směrem na východ k říčce, nejbližší okraj pozemku je vzdálen od tohoto toku cca 100 m. (BARTUNĚK 2014)

Obrázek číslo 3 – Plocha pro plánovanou výstavbu kompostárny města Březnice



(KATASTR NEMOVITOSTÍ 2014)

Obrázek číslo 4 – Znárodnění plochy kompostárny na celkové mapě města Březnice



(KATASTR NEMOVITOSTÍ 2014)

Výběr místa pro budoucí kompostárnu města Březnice

Místo pro vybudování městské kompostárny se záměrně nachází na periferii města, kde se v přímé blízkosti nenachází žádné obydlené plochy. V okruhu asi 250 m od plánované kompostárny je pouze sportovní areál a benzinová pumpa. Výhodou tohoto umístění jsou mimo jiné i přírodní větrolamy v podobě stromových alejí, které budou v případě potřeby zeslabovat nápor větru a celkově zeslabovat proudění vzduchu do kompostárny, které by napomáhalo k vysychání kompostovaného materiálu a tím znehodnocovalo proces kompostování. Z tohoto hlediska se zde také velmi dobře uplatní i členitý terén. Ten tak doplňuje přirozenou ochranou bariéru a uzavírá jí v pomyslný čtverec.

Cesta, která se nachází v těsné blízkosti plánované kompostárny, bude využita jako příjezdová komunikace (zde bude potřeba provést celkovou úpravu komunikace včetně jejího zpevnění a vyasfaltování). Tato komunikace umožňuje plynulé navážení materiálu v jednom směru, a povyložení je možné po této komunikaci pokračovat dál ve stejném směru až do města.

Jedinou nevýhodou se zdá být blízkost vodního toku řeky Skalice. Zde by mohlo dojít k úniku nebezpečných látek do půdy nebo k přímému splavení škodlivin při přívalových deštích. Proto zde musí být velmi dobře vyřešeno skladování odpadových vod v jímkách s dostatečným objemem a plocha kompostárny musí být zpevněna. (Bartuněk 2014)

3.2. Vlastní řešení kompostárny v Březnici

Zpevněná vodohospodářsky zabezpečená plocha

Plocha kompostárny musí být zabezpečena nepropustnou úpravou povrchu. Podélné a příčné výškové řešení plochy vychází z výškové konfigurace stávajícího území především z výškového uspořádání příjezdové polní cesty a dále vychází z nutnosti zajistit požadované podélné spády pro deponovaný materiál. Bude zde vyvíjena snaha o minimalizaci zemních prací a zajištění dokonalého odvedení srážkových vod. Odvedení dešťových vod z plochy bude zajištěno pomocí příčných a podélných spádů do prefabrikovaného otevřeného žlabu. Voda z tohoto žlabu bude prostřednictvím horské vpusti odváděna kanalizační přípojkou do jímací jímky. (SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA, B viz. přílohy)

Navrhované kapacity kompostárny v Březnici

Na ploše pozemku bude umístěno devět pásových hromad lichoběžníkovitého průřezu se šířkou základny 2,5 m, výškou 1,4 m tyto kapacity se mohou ještě změnit v návaznosti na rozměry pozemku. Celková délka hromad by neměla překročit 175 m. Přičemž mezi první a druhou, třetí a čtvrtou, osmou a devátou hromadou budou mezery cca 0,5 m. Za hromadami se bude nacházet prostor pro průjezd manipulační techniky o šířce cca 3 m. Na opak před hromadami se bude nacházet prostor určený pro uskladnění strojů z inventáře kompostárny. Jako zázemí pro zaměstnance bude sloužit dřevěná chatka nacházející se na zpevněné ploše poblíž příjezdové cesty. Je zde také možnost místo této chatky využít mobilní kontejner.

Součástí kompostovací plochy je také záchytná jímka na odpadní vodu. Objem jímky je dimenzován na zachycení až tříměsíčního množství dešťových srážek či 15. minutového přívalového deště. Takto zachycená voda se bude dále využívat pro zavlažování kompostu. (PRŮVODNÍ ZPRÁVA, A viz přílohy)

Návrh jímky

Jímka na odpadní vodu bude zapuštěna do terénu, přičemž hladina v užitém prostoru zemní jímky nesmí přesahovat výšku nejnižšího místa na výrobní ploše. Do jímky budou svedeny výluhy vytékající z kompostu společně s dešťovou vodou. Objem této zemní jímky musí být dimenzován na zachycení 15 minutového přívalového deště a průměrný úhrn dešťových srážek až za 3 měsíce. Výsledná tekutina obsažená v jímce se bude následně využívat k zavlažování kompostů.

Při výpočtu objemu jímky se vychází ze stavu, kdy je výrobní plocha kompostem zaplněna s výjimkou manipulačních ploch. Uskladněný kompost zachytí $\frac{3}{4}$ srážkové vody, přičemž dojde až k 40 % odparu. Odpar, který vznikne na manipulační ploše, se bude pohybovat okolo 30%. Údaje o srážkách pro výpočet jímky se zjišťují u nejbližší meteorologické stanice.

Výpočet kapacity jímky

Kompostovací plocha s kapacitou 2000 t zelených zbytků, s celkovou plochou pozemku 2391 m², zpevněnou plochou 1539 m², plochou zaplněnou kompostem 432,5 m², v oblasti s ročními průměrnými srážkami 820 mm, uskladněný kompost zachytí 75 % srážek (odteč 205 mm):

1. odtok do jímky srážek ze zaplněné plochy: $437,5 \cdot 0,205 \cdot 0,6 = 53,8 \text{ m}^3$
2. odtok do jímky z manipulační plochy: $(1539-437,5) \cdot 0,82 \cdot 0,75 = 677,5 \text{ m}^3$

Celkový odtok do jímky za rok je 731,3m³, na dvouměsíční období připadá 121,9 m³.

3. odtok přívalového deště ze zaplněné plochy: $0,9 \times 0,8 \cdot 437,5 \cdot 0,02 \cdot 0,25 = 1,58 \text{ m}^3$,
4. odtok přívalového deště z manipulační plochy: $0,9 \times 0,8 \cdot (1539 - 437,5) \cdot 0,02 = 15,86 \text{ m}^3$.

Objem přívalového deště je tedy 17,44 m³ a potřebná kapacita jímky je 139,44 m³. Maximální hladina vody v jímce musí být signalizována na objem bez přívalového deště, tj. na 121,9 m³.

(SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA, B viz. přílohy)

3.2.1. Kapacita kompostárny

Pozemek p.č. 1669/2 na kterém bude kompostárna (zpevněná, nerozpustná, vodohospodářsky zabezpečená plocha) má plochu 2391 m². V kompostárně o této rozloze bude zpracováván komunální bioodpad z 32 ha trávníků a stromů z pozemků města Březnice a dále bioodpad od obyvatel města Březnice. Město Březnice má v současné době 3634 obyvatel, kteří žijí v 800 domech se zahradami. Při průměrné výměře 880 m² se jedná o dalších 7 ha travního porostu.(SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA, B viz. přílohy)

Výpočet kompostované plochy

- 1) Lichoběžníková hromada kompostu:
Plocha průřezu = $(2,5\text{m}+1,5\text{m}):2 \times 1,4 = 2,8 \text{ m}^2$
- 2) Celkem bude 9 hromad s celkovou délkou 175 m
- 3) 9 hromad představuje objem 490 m³
- 4) Vzhledem k charakteru odpadů se bude nejčastěji jednat o listy, trávu nebo štěpku, proto byl použit průměrný koeficient 650 kg bioodpadu/m³
- 5) Tato jednorázová dávka představuje možnost jednorázového naskladnění 319 tun bioodpadu
- 6) Největší předpokládaný svoz bioodpadů bude v měsících květen – červen. V těchto měsících se bude jednat cca o 320 t. V červenci a srpnu se bude množství bioodpadů pohybovat okolo 288 a 258 t. Tyto měsíce jsou doprovázené teplým počasím, a proto nebude problém při pravidelném překopávání stávající suroviny zakládat nové kompostovací hromady. V případě výjimečného svozu bioodpadů je možné jeho umístění na manipulační ploše. V měsících mimo hlavní sezónu tj. v dubnu a září bude svoz bioodpadů tvořit sumu 160 a 128 t travního porostu. V měsíci prosinci, lednu a únoru se počítá s měsíčním svozem cca 40 t klestí. V říjnu a listopadu je plánován měsíční svoz na cca 30 t listí. Roční kapacita kompostárny v Březnici je proto projektována výši příjmu až bioodpadů 2000 tun.
(SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA, B viz. přílohy)

3.3. Strojní a technické vybavení kompostárny v Březnici

Kompostárna musí být vybavena nejen z hlediska stavební architektury ale také odpovídající technikou. Tato technika má usnadňovat manipulaci s materiálem ať už se jedná o překopávání, převážení, zavlažování či rozměňování některých materiálů. (VÁŇA A UŠŤAK 2007)

Jelikož tato kompostárna bude zpracovávat odpad, který se bude skládat z materiálu získaného od občanů či celkové údržby parkové zeleně z obce. Strojní zařízení se bude skládat z těchto strojů.

- a) Příprava surovin do zakládek kompostu – štěpkovač dřevní hmoty
- b) Manipulace se surovinou-traktor včetně čelního nakladače a lžice pro nakládání
- c) Provzdušňování a promíchávání kompostu – překopávač kompostu
- d) Prosévání hotového kompostu - rotační třídič

Štěpkovač dřevní hmoty

Profesionální diskový štěpkovač je stroj určený pro likvidaci objemu dřevní hmoty konstruovaný pro velké zařízení. Štěpkovací stroj bude robustní konstrukce, která bude zajišťovat stabilitu stroje a jeho vysokou odolnost vůči mechanickému poškození. Stroj s velkým vstupním otvorem, mohutnými podávacími válci a objemnou vkladací násypkou dokáže zpracovat velké množství materiálu a tím se stává velmi dobrým pomocníkem při zpracování větví a jiných odpadů dřevěného původu. (Plíva a kol. 2008)

Technické parametry štěpkovače

- Maximální průměr štěpkovaného materiálu 140 mm.
- Rozměry vstupního otvoru 14 x 180 mm, průměr rotoru 655 mm tloušťka, rotoru 24 mm.
- Rozměry vkladací násypky 1000 x 640 mm
- Vlastní hydraulický okruh (nedochází k znečištění hydrauliky traktoru)
- Elektronická pojistka proti přetížení (NO-STRESS)
- Počet nožů 3 s oboustranným ostřím
- Velikost štěpky 6 – 12 mm
- Teoretický hodinový výkon 6 – 8 m³
- Hmotnost cca 570 kg

- Rozměry stroje- 2500 – 1350 – 2270 mm
(Strojní technické vybavení, B viz přílohy)

Traktor vč. čelního nakladače a lžice s přidržovačem pro nakládání

Traktor spadá technicky mezi tzv. energetické prostředky. Tyto prostředky jsou v kompostovacích linkách využívány v případě, že některé z pracovních operací jsou zajišťovány připojitelnými stroji bez vlastního energetického zdroje, což je přesně příklad kompostárny v Březnici.

V případě použití traktoru je nutné, aby k němu bylo možné připojit čelní lopatu potřebnou pro manipulaci se zpracovávanými surovinami. Traktor musí mít možnost dosahovat pracovní pojezdové rychlosti v rozmezí (0,1 až 1,0) to znamená, že by traktor měl být vybaven zařízením pro dosažení velmi nízké (tzv. plazivé) rychlosti. (ZEMÁNEK 2010)

Traktor používaný v kompostárně města Březnice je vybavený vysoce výkonným a úsporným motorem o výkonu 88 HP, plně dostačujícím k tažení a pohonu níže uvedeného překopávače kompostu. Tento traktor je ideální alternativou pro vybavení komunitní kompostárny díky své velikosti, nízkým provozním nákladům a snadné manévrovatelnosti. Tento stroj je také vybaven již zmiňovanými plazivými rychlostmi, které jsou nutné pro agregaci tažného překopávače kompostu. Traktor je vybaven velmi širokou škálou výbavy, která přispívá k vysokým výkonům a velmi komfortnímu ovládání.(STROJNÍ A TECHNICKÉ VYBAVENÍ, B viz přílohy)

Překopávač kompostu

Překopávání kompostu je jednou z nejdůležitějších pracovních operací v celém technologickém postupu řízeného kompostování. Jeho účelem je provzdušnit kompost a tím dosáhnout maximální kontroly řízení mikrobiální činnosti v něm. Mezi nejvíce sledované pracovní úkony patří:

- Kvalitní promísení a provzdušnění surovin a to v celé výšce překopávaného profilu.
- Regulace rychlosti pracovní činnosti (lépe pomaleji, ale důkladně) regulace této rychlosti by měla být od 0,1 – 2,0 km/h.
- Případné částečné rozmělnění některých surovin.
- Formování překopávaných surovin do hromady rozměrově určeného profilu.
- Dobrá manévrovatelnost a pojezdové vlastnosti spojené s pohybem na pracovní ploše.

(JELÍNEK, ALTMAN, ANDRT, ČERNÍK, PLÍVA A JAKEŠOVÁ 2001)

Překopávač, který bude použitý v kompostárně města, nese technické označení TPK 250. Disponuje kloubovou hřídelí, protizávažím, světelnou rampou, stabilizačním a podpěrným kolem. (STROJNÍ A TECHNICKÉ VYBAVENÍ, B viz přílohy)

Rotační třídič (prosévací síto)

Rotační třídič se bude použít na finální úpravu kompostu. Ten se díky přesetí tímto strojem zbaví nerozložených komponentů, které se mohou (pokud budou organického původu) znovu upravit, např. drcením a přidat k nově zakládáné hromadě, která se nachází na počátku komponovacího procesu. (Bartuněk 2014)

Pro městskou kompostárnu jsme zvolili rotační třídič ZAGO Screener 1200 compact. Tento stroj disponuje bubnovým rotačním třídičem, a je vybaven kartáčem pro lepší uvolňování sypkého materiálu. Pracovní délka bubnu je celých 300 cm a rozměry frakcí v síti jsou 2 x 2 cm. Šíře násypky pro neprosetý kompost je 2,2 m. Stroj je posazen na jednoduchou kolovou nápravu, která ale zajišťuje velmi potřebnou mobilitu tohoto stroje. Rozhodujícím faktorem pro koupi tohoto stroje byl pohon zajištěný vlastním dieselovým motorem s plynulou regulací otáček. Jelikož bude pro celý objekt kompostárny k dispozici pouze jediný energetický prostředek (výše zmíněný traktor) je vlastní motor velkou výhodou a to zejména z toho důvodu, že nebude chod stroje bránit plynulému nakládání tohoto stroje. (STROJNÍ A TECHNICKÉ VYBAVENÍ, B viz přílohy)

3.4. Shrnutí technologie kompostování v kompostárně města Březnice

Kompostárna by měla pojmout veškeré biologicky rozložitelné odpady produkované oddělením technických služeb města a občany. Hlavním cílem by mělo být naprosté snížení ukládání biologicky rozložitelných odpadů na skládkách. Následným hnojením městských pozemků vzniklým substrátem by mělo dojít ke zvýšení obsahu organické hmoty v půdě. Celkový výsledek výstavby kompostárny by měl zajistit městu dostatek hnojivého substrátu pro nově zakládáné stromové aleje a parkovou zeleň ve městě. (SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA B, viz přílohy)

Technologie kompostování jako taková bude probíhat aerobním způsobem (za přístupu vzduchu) v pásových hromadách na volné ploše. Aerobní kompostování je tedy oxidační proces probíhající za přístupu kyslíku. Pro zajištění optimálního způsobu kompostování je nutné zabezpečit dostatečný přísun kyslíku a vláhy.

Toho se bude v kompostárně dosahovat pomocí pravidelného zavlažování ze zásobní jímky a již popsaným překopávačem.

Dále zde bude nutné sledovat poměr C:N, který určuje rychlost zrání a také kvalitu výsledného kompostu. Tento poměr by se měl pohybovat v rozmezí 20 – 30 : 1 C:N.

Dále bude nutné sledovat pH, které by se v optimálních hodnotách pohybovat od 6,0 – 8,5. (VÁŇA, UŠŤAK 2007)

3.5. Návrh kompostování biodegradabilních hmot na kompostárně v Březnici.

Biodegradace je definována jako rozklad organických materiálů mikroorganismy, nebo jejich enzymy na „menší produkty“. Těmito produkty mohou například být sloučeniny uhlíku (včetně CO₂, CH₄ a pevné látky) nebo vody. (STOFFELLA, HE, OZORES-HAMPTON a ROE 2014)

Pro kompostárnu v Březnici bych doporučil klasické průmyslové kompostování v pásových hromadách na volné ploše, které je všeobecně známé a nebude činit problém, jej zvládnou s běžným vybavením. (BARTUNĚK 2015)

Průmyslové kompostování začíná, jakmile bakterie a houby začnou degradaci biomasy za aerobních podmínek a při poměrně vysokých teplotách. (50 až 60°C). Při tomto kompostování je možné dosáhnout vyšších teplot než u jiných metod kompostování. Pravidelným překopáváním se biomasa více mísí čímž je zajištěna vyšší homogenita a tím dochází k rychlejší biodegradaci. (STOFFELLA, HE, OZORES-HAMPTON a ROE 2014)

S využitím běžných komunálních odpadů, kterými mohou být například travní hmota, křoviny, větve a jiný organický materiál lze vytvořit pomocí běžného průmyslového kompostování kvalitní komposty, které budou nejen šetrné k životnímu prostředí, ale velmi dobře poslouží městu a jeho okolí jako náhrada za některá anorganická hnojiva a to především díky zvýšenému obsahu prvků dusíku (N) a fosforu (P). (HERMANN, DEBEER, WILDE, BLOK a PATEL 2010)

Celkově bych velmi doporučil již zmíněné „Kompostování v pásových hromadách na volné ploše“. Zde je třeba zdůraznit především finanční nenáročnost této technologie. Za velkou výhodou zde můžeme považovat naprostou kontrolu nad zpracovávaným odpadem a pochopitelně také neomezený přístup po celou dobu rozkladného procesu. Na druhou stranu je nutné velmi pečlivě hlídat veškeré náležitosti, které doprovází proces kompostování (hodnota pH, poměr C:N, teplota, a velmi důležitá je zde vlhkost).

Informace o této technologii viz. samostatná kapitola:1.3.2. Kompostování v pásových hromadách na volné ploše. (BARTUNĚK 2015)

Vlhkost bude hrát stěžejní roli v celém procesu kompostování. Kompostárna se bude nacházet na otevřeném prostranství a tak hrozí možnost vysušování větrem či sluncem. Proto bude nutné dbát zvýšené pozornosti právě těmto hodnotám. (BARTUNĚK 2015)

3.6. Návrh provozního řádu kompostárny města Březnice

Provozní řád kompostárny města Březnice by měl obsahovat tyto náležitosti:

Identifikační údaje

Tím je myšleno: Identifikační údaje vlastníka, kterým v tomto případě bude město Březnice. Dále identifikační údaje provozovatele (technické služby města Březnice). Identifikační údaje provozovny – Kompostárna Březnice, areál řízené skládky odpadů, parcelní číslo pozemků. V neposlední řadě je nutné uvést i vedoucího pracovníka a orgán, který řád schválil.

Účel zařízení

Účelem kompostárny bude zpracovávání použitelných bioodpadů – biologicky rozložitelných odpadů (BRO), biologicky rozložitelné komunální odpady (BRKO) a další obcí schválené odpady.

Hlavním výstupním produktem je registrované organické hnojivo (průmyslový kompost, který bude označen obchodním názvem a dále používán k tržním účelům.

Popis stavebně technického řešení

V souladu s projektem kompostárny města Březnice bude kompostárna disponovat těmito stavebními objekty:

- 001 – Zpevněné plochy
- 002 – Odvodnění kompostárny
- 003 – Akumulační sběrná jímka
- 004 – Oplocení

Popis technologického vybavení kompostárny

Základní technologické členění procesu je následující:

- Drcení velkých částí biogenního odpadu na ploše příjmu a homogenizaci odpadů.

- Homogenizace vstupních surovin = bioodpadů na ploše příjmu a homogenizace.
- Manipulace= navršení homogenizovaných odpadů dle zvolené receptury a plochu kompostovaných krechtů.
- Překopávka kompostů pomocí překopávače (v 1 – 3 týdenních intervalech)
- Zásahy v průběhu zrání = areace, překopávka, vlhkostní režim, kontrola teploty
- Dozrávání hotového kompostu
- Uložení stabilizovaného kompostu
- Třídění hotového kompostu a expedice

Provozní a technologická opatření

Organizační a preventivní opatření: systém konkrétních organizačně preventivních opatření s cílem minimalizovat riziko vzniku poruch, havarijních stavů a zdravotních rizik v pracovní oblasti.

Technologická opatření se skládají především ze separace nebezpečných a znehodnocujících složek v přijatém odpadu, zásad pro úpravu vstupních odpadů a výrobu kompostů možnost odčerpání a produkovaných výluhových vod z bioodpadů a kompostů. Je také velmi podstatné mít zásobu technologického materiálu pro možnost hasebního zásahu.

Definice poruch a havárií

Porucha je stavem v provozu kompostárny kdy zdroj (kompostárna) vykazuje poškození některé z funkčních částí či porušení technologických postupů ovlivňující množství a kvalitu emitovaných znečišťujících látek do ovzduší. Dále může jít o porušení podmínek provozu nestandardními stavy.

V souladu s provozním řádem je nutné v takovémto případě omezit provoz na pracovišti a nejpozději do 24 hodin podat zprávu krajskému úřadu

Pokud se jedná o poruchu, která dlouhodobě znemožňuje použití technického vybavení kompostárny (drtič, překopávač) je nutné si jej vypůjčit, či zabezpečit jej službou tak, aby nedošlo k omezení provozu kompostárny.

Výjimečné situace

Popisuje způsob jakým se má vedoucí pracovník a zaměstnanci kompostárny chovat pokud během jejího provozu dojde-li k nestandardním havarijním stavům či poruchám. Může se jednat například o přívalové či dlouhodobé intenzivní srážky, které rychle naplní

obsah jímky (zde je nutné odčerpání a odvoz na nejbližší čistírnu odpadních vod). Nebo se může jednat například o únik závadných látek vinou porušení těsnosti zpevněných ploch kompostárny či akumulární sběrné jímky. Povinností je v takovém případě co nejrychleji zjistit rozsah škod a při rozsáhlejší kontaminaci informovat příslušné státní orgány v souladu s havarijním plánem.

Důležitá čísla

Provozní řád musí mimo jiné obsahovat také aktuální telefonní čísla, na které je možné se obrátit pokud dojde k některým nepředpokládaným haváriím či poruchám.

Integrovaný záchranný systém – tel. č. 112

Hasičský záchranný sbor – tel. č. 150

Rychlá záchranná služba - tel. č. 155

A na konec také musí být uvedeno tel. číslo odpovědné osoby (provozovatele)

(BARTUNĚK 2014)

4.0. Stanovení maximální sorpční kapacity T konduktometricky dle Sandhoffa

Vzorky testovaných kompostů jsem si předpřipravil namletím v přístroji Fritsch (soil mill pulverisette 8). Zde jsem připravil kvartaci z odebraného substrátu tři reprezentativní vzorky o váze cca: vzorek č. 1 = 82 g, vzorek č. 2 = 99 g a vzorek č. 3 = 110 g.

Navážka, která byla využita k vlastnímu pokusu:

Vzorek č. 1 = 5,7g

Vzorek č. 2 = 5,02 g

Vzorek č. 3 = 5,06 g

Toto množství jsem rozdělil do jednotlivých baněk a následně zalil 100 ml 0,1 M HCl. Takto připravenou suspenzi jsem začal zahřívat na laboratorní varné desce na teplotu 50°C. Suspenzi jsem zahříval po dobu 30 min. Po ukončení procesu zahřívání jsem zbavil kompost promýváním přítomnosti iontů Cl⁻.

Po dokončení promývání jsem provedl pokus s AgNO₃. Tímto pokusem jsem dokázal, že proběhlo dostatečně odstranění Cl⁻ z filtrátu. Po nakapání na hodinové sklíčko se v případě přítomnosti Cl⁻ vytvořila bílá, opalizující sraženina. Po úplném vymytí Cl⁻ se sraženina již netvoří.

Následně jsem přemístil nálevku, ve které se nacházel filtrační papír se sraženinou do baňky. Takto umístěný filtrační papír jsem protrhl míchátkem a všechn filtrát, prostý

chlóru, jsem pečlivě vymyl proudem destilované H₂O do připravené baňky. Takto naplněnou baňku půdní suspenzí jsem doplnil 150 ml destilované H₂O.

Do suspenze jsem vložil míchadlo. To celou dobu suspenzí míchalo a následně i do ponořil měřící elektrodu (radelkis), která byla součástí přístroje pro měření vodivosti. Elektroda měřila vodivost suspenze, kterou jsem každou minutu zaznamenal. V minutových intervalech jsem také přidával Ba(OH)₂ a to po 2 ml. Vodivost jsem měřil na přístroji RADELKIS CONDUCTIVITY METER (type OK – 102/1). Po každé když jsem změnil rozsah (od 150 – 5000 μ S) jsem provedl kalibraci, aby nedošlo ke zkreslení výsledků.

Ba(OH)₂: c= 0,2 N, f= 0,9709

Tabulka č. 6 Hodnoty iontovýměnné kapacity T

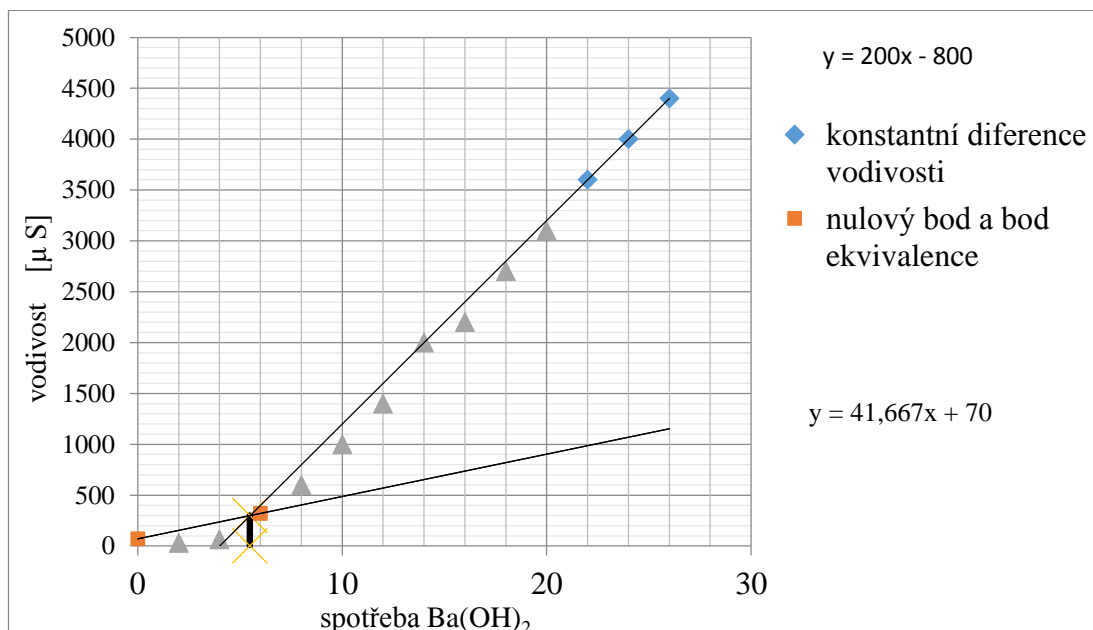
T (mmol.1000g ⁻¹)	Iontovýměnná
Více než 350	Velmi vysoká
250-350	Vysoká
80 – 125	Střední
25-65	Nízký
Méně než 25	Velmi nízký

Vzorek nestandardně kompostovaného vzorku číslo 1.

Tabulka č. 6 Vzorek kompostu č. 1

Ba(OH) ₂ v ml	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
Napětí v μ S	70	30	65	320	600	1000	1400	2000	2200	2700	3100	3600	4000	4400

Graf č. 1 vyjádření spotřeby $\text{Ba}(\text{OH})_2$ a vodivosti, pro určení iontovýměnné kapacity T dle Sandhoffa.



$$T = \frac{s \cdot n \cdot f}{N} * 1000$$

$$T = \frac{5,49 \cdot 0,2 \cdot 0,9709}{5,02} * 1000$$

$$T = 212,4 \text{ mmolchem. Ekv. H}^+ / 1000\text{g půdy}$$

s = bod ekvivalence = 5,49 ml

n = normalita roztoku = 0,2 N

f = faktor $\text{Ba}(\text{OH})_2 = 0,9709$

N = navážka = 5,02g

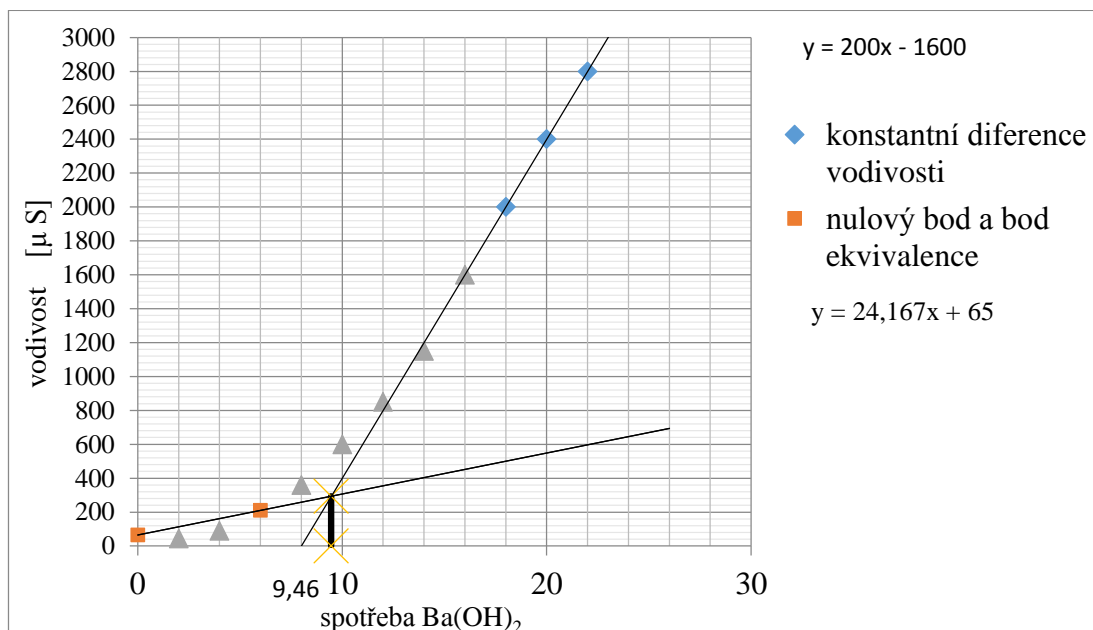
Tento vzorek byl odebrán ze skládky bioodpadu (viz foto č. 1 a 2) města Březnice. Výsledky v porovnání s tabulkou č. 5 ukazují, že se nejedná o příliš kvalitní kompost.

Vzorek standardně kompostovaného vzorku číslo 2.

Tabulka č. 7 vzorek kompostu č. 2

$\text{Ba}(\text{OH})_2$ v ml	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
Napětí v μS	65	45	90	210	360	600	850	1150	1600	2000	2400	2800

Graf č. 21 vyjádření spotřeby Ba(OH)₂ a vodivosti, pro určení iontovýměnné kapacity T dle Sandhofa.



$$T = \frac{s \cdot n \cdot f}{N} * 1000$$

$$T = \frac{9,46 * 0,2 * 0,9709}{5,06} * 1000$$

$$T = 363,0 \text{ mmolchem. Ekv. H}^+ / 1000\text{g půdy}$$

s= bod ekvivalence = 9,46 ml

n= normalita roztoku=0,2 N

f= faktor Ba(OH)₂=0,9709

N= navážka=5,06g

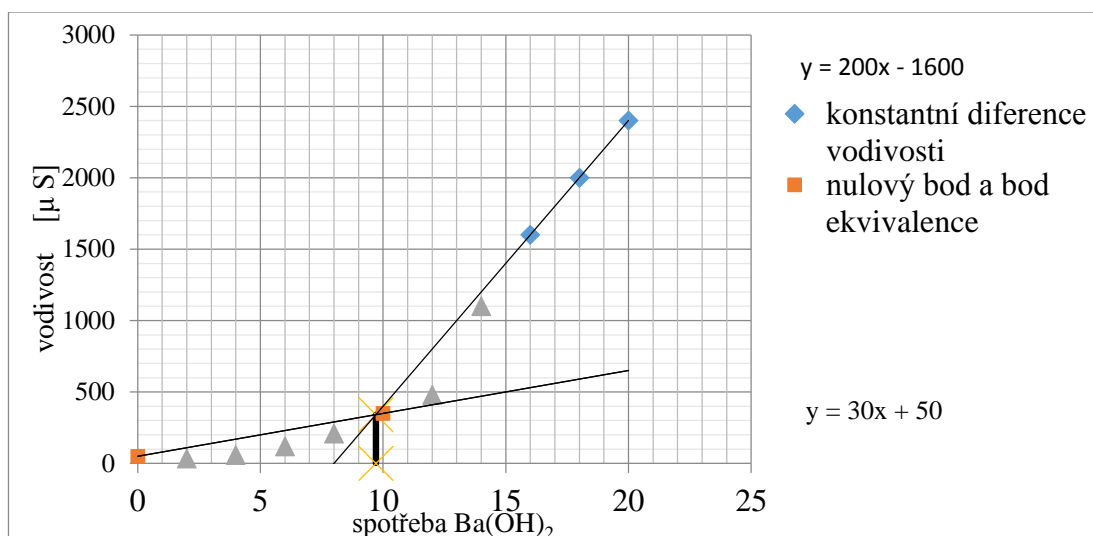
Tento vzorek byl odebrán z kvalitního kompostu. Ten byl vyroben správným postupem, a proto vykazuje lehce nadprůměrné výsledky (viz. tabulka č. 5), které od procesu kompostování očekáváme.

Vzorek standardně kompostovaného vzorku číslo 3.

Tabulka č. 8 vzorek kompostu č. 3

Ba(OH) ₂ v ml	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Napětí v μS	50	35	60	120	210	350	480	1100	1600	2000	2400

Graf č. 31 vyjádření spotřeby Ba(OH)₂ a vodivosti, pro určení iontovýměnné kapacity T dle Sandhofa.



$$T = \frac{s \cdot n \cdot f}{N} * 1000$$

$$T = \frac{9,71 \cdot 0,2 \cdot 0,9709}{5,07} * 1000$$

$$T = 371,9 \text{ mmolchem. Ekv. H}^+ / 1000\text{g půdy}$$

s= bod ekvivalence = 9,71 ml

n= normalita roztoku=0,2 N

f= faktor Ba(OH)₂=0,9709

N= navážka=5,07g

Vzorek č. 3 pochází ze stejného provozu jako vzorek č. 2 proto je patrné, že se výsledky liší pouze minimálně. I tak je ovšem tento výsledek velmi dobrý a hodnota sorpční kapacity se ukazuje jako velmi vysoká.

5.0. Závěr:

Po shrnutí všech těchto informací dostáváme optimální model kompostárny pro město Březnice. Tento model by po technické stránce měl velmi dobře vyhovovat požadavkům doby a do budoucna zajistit dostatečnou produkci kvalitního kompostu pro celé město a

jeho přilehlé části. Kvalita kompostu bude záležet především na technologii a kvalifikovaném přístupu pracovníků, kteří pro zdárný průběh kompostování musí bezpodmínečně dodržet veškeré zde uvedené podmínky a v neposlední řadě tak zamezit kontaminaci substrátu nežádoucími látkami či dopustit poškození životního prostředí nevhodným nakládáním s tímto materiálem. S novým technickým vybavením, které již bylo pro kompostárnu schváleno, dokáží zaměstnanci technických služeb města Březnice dobře zefektivnit celkový výrobní proces a dosáhnout tak výborných výsledků jak v kvalitě, tak v produkci konečného produktu kterým bude kompost.

Materiál zde zpracováváný se bude především skládat z běžných komunálních odpadů jako např. posekaná tráva, rozdrčené větve, kůra, různé druhy okrasných rostlin. Zkrátka se bude jednat o veškerý nepotřebný organický materiál vyprodukovaný na pozemcích města i občanů. Tento biologický materiál bude kompostárna od občanů bezplatně odebírat a přetvářet ho na kvalitní kompost, který bude zpětně a také bezplatně znovu nabízen občanům města Březnice.

Jak vyplývá z uvedených skutečností, kompostárna jistě nebude zbytečným projektem, ale naopak bude projektem, který vnese nový řád do zacházení s odpady v celém městě. Tento projekt si klade za cíl především racionální využití biologických odpadů pro blaho občanů i okolí města Březnice. Hlavním viditelným rozdílem mezi hospodařením nynějším a budoucím jistě bude snížení podílu komunálního odpadu ukládaného na běžné skládky, či jeho neefektivního zpracování na pochybných skládkách s biopadlem. Pro nastínění rozdílu mezi opravdovým kompostem a substrátem získaným z obyčejné skládky bylo použito experimentu iontovýměnné kapacity T dle Sandhofa, který tento diametrální rozdíl velmi razantně dokazuje.

Pokud vše včetně uznávacího řízení pro samotný kompost dopadne dobře, první skutečné výsledky bychom se měli dozvědět ke konci příštího roku tj. v roce 2016

(BARTUNĚK 2015)

1.0. Přílohy:

1.1. Metodika pro stanovení iontovýměnné kapacity kompostu „Stanovení sorpční kapacity T podle Sandhoffa“

Princip

Půda se titruje $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Kationty Ba^{2+} nahrazují kationty H^+ v sorpčním půdním komplexu. Vzniká málo disociovaná voda. Vodivost systému se nemění. Před dosažením bodu nasycení vodivost stoupá. Uplatňují se ionty slabě poutané v silně nasyceném sorpčním komplexu. Po úplném nasycení se začínají uplatňovat volné ionty titračního roztoku a vodivost prudce stoupá.

Přístroje a chemikálie

Konduktometr Radelkis s měřící elektrodou, elektromagnetická míchačka

HCL 1:1; 0,1N HCl; 0,01 N NaOH; 0,2N $\text{Ba}(\text{OH})_2$

Pracovní postup

Do vysoké erlenmayerovy baňky na 250 ml se odváží takové množství jemnozeme I, které odpovídá 0,5-1,0 mval sorpční kapacity (5-10 g půdy). Pro urychlení výměnné reakce u půd bohatých na humus se zemina peptizuje přidáním 100 ml 0,01N NaOH a míchá 30 minut na míchačce. K půdní suspenzi se přidá 20 ml HCl (1:1 ředěno vodou). Míchá se 5 minut. Obsah baňky se spláchne na filtr 0,1N HCl. Půda na filtru se promývá destilovanou vodou. Do doby, až ve filtrátu není přítomný chloridový aniont. Přítomnost Cl^- můžeme sledovat na odpařovacím sklíčku přidáním k filtrátu několika kapek AgNO_3 (přítomnost Cl^- tvoří opalizující bílou sraženinu).

U minerálních půd se může peptizace vynechat. Pokud se nepoužije 0,01 N NaOH k peptizaci k navážce půdy se přidá 100 ml 0,1 N HCl, suspenze protřepe se a umístí se na 30 minut do lázně či do termostatu při teplotě max. 50°C . Suspenze se občas protřepe. Obsah baňky se zfiltruje, promyje se 50 ml 0,1N HCl a potom se promývá dest. vodou tak dlouho až není ve filtrátu dokazatelný Cl^- (reakce s AgNO_3). Po promytí se suspenze spláchne do vodivostní nádoby (erlenmayerova baňka na 250 ml) doplní se na objem 100 až 150 ml dest. vodou. Za stálého míchání se titruje $\text{Ba}(\text{OH})_2$, který se přidává v dávkách po 0,2 ml v 2 minutových intervalech. Po každém přidání se po 1 minutě změří vodivost roztoku. Titrujeme do uplatnění volných iontů Ba^{2+} v roztoku.

Výpočet

Naměřené hodnoty vyneseme do grafu (na osu x ml $\text{Ba}(\text{OH})_2$; na osu y vodivost). Spojením bodů získáme křivku s dvěma rameny. Obě ramena křivky se prodlouží přímkami. Jejich průsečík udává spotřebu roztoku $\text{Ba}(\text{OH})_2$ v ml při dosažení sorpční kapacity.

- 1) T = sorpční kapacita v mval/100g půdy
- 2) $T = (S \cdot n \cdot 100) / g$
- 3) s – spotřeba roztoku $\text{Ba}(\text{OH})_2$ z grafu
- 4) n – normality $\text{Ba}(\text{OH})_2$
- 5) g – navážka půdy

**1.2. Fotografie č. 1 a 2 Původní skládky biologického odpadu města Březnice
(Bartuněk 2014)**



1.3. Průvodní dokumenty o kontrole hnojiva



ČESKÁ REPUBLIKA
ÚSTŘEDNÍ KONTROLNÍ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝ

Držitel certifikátu ISO 9001:2008

Oddělení registrace hnojiv, Za Opravnou 4, 150 06 Praha 5 - Motol

CMC Náměšť a.s.
Ing. Květuše Hejátková
V. Nezvala 977
67571 Náměšť nad Oslavou

Váš dopis zn.: 6524

Naše zn./č.j.: 6900-6/ORH/UKZUZ/2011 V Praze, dne: 22.5.2013

Vyřizuje: Ing. Jaroslav Houček

Tel./fax: 257294218

e-mail: jaroslav.houcek@ukzuz.cz

Protokol o kontrole hnojiva č. 39/13

v rámci odborného dozoru podle §12 zákona č. 156/1998 Sb., o hnojivech, ve znění pozdějších předpisů

Název hnojiva: **CMC kompost, organické hnojivo**

Žadatel: **CMC Náměšť a.s., V. Nezvala 977, 67571 Náměšť nad Oslavou, IČ: 25567306**

Výrobce: **CMC Náměšť a.s., V. Nezvala 977, 67571 Náměšť nad Oslavou, IČ: 25567306**

Hnojivo bylo registrováno rozhodnutím ÚKZÚZ č.2743 s platností do 31.12.2015.

Výsledky technických zkoušek kontroly uvádí tabulka kontrolních analýz, která je nedílnou součástí protokolu.

Kontrolou nebylo zjištěno porušení podmínek registrace.

Digitálně podepsal Ing. Jaroslav Houček
DN: C=CZ, O=Ústřední kontrolní a zkušební ústav
zemědělský [IČ 00020338], OU=Sekce úřední kontroly
Oddělení registrace hnojiv, OU=10342, CN=Ing. Jaroslav
Houček, serialNumber=P168096, title=vedoucí oddělení
Důvod: Schvaluji tento dokument
Umístění: Praha
Kontakt: jaroslav.houcek@ukzuz.cz
Datum: 22.05.2013 17:51:58

.....
Ing. Jaroslav Houček
vedoucí Oddělení registrace hnojiv



**ČESKÁ REPUBLIKA
ÚSTŘEDNÍ KONTROLNÍ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝ**

Držitel certifikátu ISO 9001:2008

Oddělení zemědělské inspekce Brno, Hroznová 2, 656 06 Brno

Tel.: 543 548 318, Fax: 543 548 318

Protokol o kontrolním zjištění
podle

§ 15 zákona č. 552/1991 Sb., o státní kontrole, ve znění pozdějších předpisů.

Oddělení zemědělské inspekce: ÚKZÚZ - OZI - Brno

Dne : 29.03.2013

Kontrolu provedl: Ing. Vlastimil Trčka

Kontrolovaná osoba (výrobce, dovozce, dodavatel, odběratel, distributor, prvovýrobce, podnikatel v zemědělství)
- název subjektu, sídlo, zastoupená:

CMC Náměšť a.s., Náměšť nad Oslavou, V.Nezvala 977, 67571, Olga Křížová

Identifikace kontrolované osoby a kontrolovaného provozu :

IČ:	Registrační číslo LPIS:	Jednotný identifikátor pro dotace (SZIF):	Identifikátor (ID) SZR:	Schvalovací/registrační číslo provozu:
25567306			1001950213	α

Kontrolované osobě byl kontrolním pracovníkem ÚKZÚZ předložen služební průkaz, včetně pověření k výkonu kontroly, a rovněž jí na základě těchto dokladů bylo oznámeno zahájení výkonu kontroly.

Místo a čas kontroly: Areál kompostárny v Náměšti n.Osl., 29.03.2013

Ohlášení kontroly: SMS - 2013-03-25 00:00:00

Předmět kontroly: Zákon č.156/1998 Sb.- § 1,3,4,7,8,12

Vyhláška č.274/1998 Sb.- § 3

Vyhláška č.474/2000 Sb.

Kontrolní zjištění:

Nebylo zjištěno žádné porušení kontrolních požadavků.

Doklady a ostatní materiály, o které se kontrolní zjištění opírá (seznam příloh):

Evidence vstupů, výstupů a teplot, provozní řád

Poučení:

1. Podle § 16 zákona o státní kontrole je povinností kontrolních pracovníků seznámit kontrolované osoby s obsahem protokolu a předat jim stejnopis protokolu. Seznámení s protokolem a jeho převzetí potvrzují kontrolované osoby podpisem protokolu. Odmítne-li kontrolovaná osoba seznámit se s kontrolním zjištěním nebo toto seznámení potvrdit, vyznačí se tyto skutečnosti v protokolu.

2. Podle § 17 zákona o státní kontrole může kontrolovaná osoba podat proti protokolu písemné a zdůvodněné námítky, a to ve lhůtě pěti dnů ode dne seznámení s protokolem, nestanoví-li kontrolní pracovník lhůtu delší. O námítkách rozhoduje podle § 18 odst. 1 zákona o státní kontrole vedoucí kontrolního orgánu (tj. ředitel ÚKZÚZ, Hroznová 2, 656 06 Brno), nestanoví-li zákon jinak. Kontrolní pracovník může podle § 18 odst. 2 zákona o státní kontrole o námítkách sám rozhodnout, jestliže jim v plném rozsahu vyhoví, jinak předloží námítky do sedmi dnů od jejich doručení vedoucímu kontrolního orgánu. Proti rozhodnutí o námítkách není opravný prostředek přípustný (§ 18 odst. 3 zákona o státní kontrole).

Tabulka kontrolních analýz k prot. o kontrole č.39/13

Název hnojiva: **CMC kompost, organické hnojivo**

Žadatel: **CMC Náměšť a.s., V. Nezvala 977, 67571 Náměšť nad Oslavou, IČ: 25567306**

Výrobce: **CMC Náměšť a.s., V. Nezvala 977, 67571 Náměšť nad Oslavou, IČ: 25567306**

Datum odběru vzorku: **29.3.2013**

Rozsah a způsob provedení kontroly: **Vzorek byl odebrán u výrobce a analyzován v akreditované zkušební laboratoři č. 1071.**

Výsledky rozboru č.: **102/2013/HPL**

Chemická a fyzikální vlastnost	Požadovaná hodnota		Výsledky analýz
Vlhkost v %	od 35,0 do 65,0		37,4
Spalitelné látky ve vysušeném vzorku v %	min.	25,0	25,7
Celkový dusík jako N přepočtený na vysušený vzorek v %	min.	0,6	1,3
Hodnota pH	od 6,0 do 8,5		8,5
Poměr C : N	max.	30	10
Nerozložitelné příměsi v %	max.	2,0	2,0

Rizikové prvky ¹⁾	Požadovaná hodnota		Výsledky analýz
Arsen	max.	20	4,95
Kadmium	max.	2	0,659
Chrom	max.	100	47,5
Měď	max.	150	42,8
Rtuť	max.	1,0	0,183
Molybden	max.	20	1,76
Nikl	max.	50	25,6
Olovo	max.	100	23,4
Zinek	max.	600	187

1) v mg prvku.kg⁻¹ vysušeného vzorku.



ČESKÁ REPUBLIKA
ÚSTŘEDNÍ KONTROLNÍ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝ

Držitel certifikátu ISO 9001:2008

Oddělení zemědělské inspekce Brno, Hroznová 2, 656 06 Brno

Tel.: 543 548 318, Fax: 543 548 318

Protokol o odběru vzorku hnojiva

podle

§ 12 zákona č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd, ve znění pozdějších předpisů (zákon o hnojivech)
§ 7 odst. 8 vyhlášky č. 273/1998 Sb., o odběrech a chemických rozborech vzorků hnojiv, ve znění vyhlášky č. 475/2000 Sb., ve spojení s § 15 zák. č. 552/1991 Sb., o státní kontrole, ve znění pozdějších předpisů

Jméno vzorkovatele:	Trčka Vlastimil, Ing.		
Výrobce, dovozce nebo dodavatel výrobku (název):	CMC Náměšť a.s.		
Sídlo:	V.Nezvala 977, 675 71 Náměšť nad Oslavou		
IČO:	25567306	Identifikátor (ID) SZR:	
Název a druh výrobku:	(2743)CMC kompost, organické hnojivo		
Formy živin a jejich rozpustnost:			
Velikost, druh partie a číslo šarže:	20t, N 1-6/2012		
Režim uvádění výrobku do oběhu (reg., evid. č.):	č.reg. 2743		
Označení dopravního prostředku, ze kterého byl vzorek odebrán:			
Druh balení:	volně loženo		
Způsob skladování:			
Místo odběru vzorku:	areá kompostárny CMC Náměšť a.s.		
Datum a čas odběru:	29.03.2013 11:00 hod		
Důležité skutečnosti zjištěné při odběru vzorku:	dle vyhlášky č.273/1998 Sb.ve znění pozdějších předpisů, hnojivo určeno k prodeji		
Označení dokladů a ostatních materiálů, získaných v souvislosti s odběrem vzorku:	Příbalový leták		

1.4. Obrázková dokumentace pokusu s iontovýměnnou kapacitou půdy

Obrázek č. 7 – Příklad Fritsch (soil mill pulverisette 8) pro namletí vzorku kompostu (Bartuněk 2015)



Obrázek č. 8 – Promývání substrátu destilovanou H₂O. (Bartuněk 2015)



Obrázek č. 9 - Souprava pro titrování suspenze roztokem $\text{Ba}(\text{OH})_2$ a měření vodivosti.
(Bartuněk 2015)



1.5. A.

PRŮVODNÍ ZPRÁVA

A.1 Údaje o území

a) rozsah řešeného území; zastavěné / nezastavěné území,

Řešená stavba zpevněné vodohospodářsky zabezpečené plochy kompostárny bude situovaná na parcele p.č. 1669/2. Jedná se o pozemek v katastrálním území Březnice na okraji obce v nezastavěném území. Způsob využití pozemku dle katastru nemovitostí - orná půda. Dle územního plánu obce Březnice z 12/2012 se jedná o pozemek se způsobem využití TO - plochy technické infrastruktury - plochy pro stavbu a zařízení s nakládání s odpady. Jedná se o pozemek o výměře 2391 m² trojúhelníkového tvaru o rozměrech cca 72 m x 58 m (odvšny) x 94 m (přepona). Pozemek se svažuje směrem na východ k říčce. Okraj pozemku je od vodního toku vzdálen nejbližší cca 100 m.

b) dosavadní využití a zastavěnost území,

Území je v současné době využito pro pěstování zemědělských plodin a rostlin (řepky olejky).

c) údaje o ochraně území podle jiných právních předpisů (památková rezervace, památková zóna, zvláště chráněné území, záplavové území apod.).

Netýká se - stávající

d) údaje o odtokových poměrech,

Kompostárna bude vybudována na zpevněné vodohospodářsky zabezpečené ploše. Součástí kompostovací plochy bude záchytná jímka na odpadní vodu. Objem jímky bude dimenzován na zachycení až tříměsíčního množství dešťových srážek, popř. 15 minutového přívalového deště. Voda z jímky bude využívána ke zvlhčování kompostu.

e) údaje o souladu s územně plánovací dokumentací, s cíli a úkoly územního plánování,

Pozemek slouží v současné době k pěstování a zemědělských plodin a rostlin. Dle územního plánu obce Březnice z 12/2012 se jedná o pozemek se způsobem využití TO - plochy technické infrastruktury - plochy pro stavbu a zařízení s nakládání s odpady. Vybudováním kompostárny se zpracují rostlinné zbytky z pozemků města Březnice - tj. z údržby veřejné zeleně a stromů. Dále se zpracují rostlinné zbytky z údržby zeleně a zahrad obyvatel města Březnice. Pozemek na kterém bude kompostárna (zpevněná, nepropustná, vodohospodářsky zabezpečená plocha) umístěna je v souladu s územním plánem města Březnice a předpokládaným využitím tohoto pozemku.

f) údaje o dodržení obecných požadavků na využití území.

Obecné požadavky budou dodrženy

g) údaje o splnění požadavků dotčených orgánů.

O stanovisko z hlediska životního prostředí a územního plánování bude požádáno na Městském úřadě. Požadavky budou respektovány.

h) seznam výjimek a úlevových řešení.

Netýká se

i) seznam souvisejících a podmiňujících investic.

Netýká se - stávající

j) seznam pozemků a staveb dotčených umístěním stavby (podle katastru nemovitostí)

č.p.. 1668/28

Orná půda

2391 m²

A.2 Údaje o stavbě

a) nová stavba nebo změna dokončené stavby,

Nová stavby

b) účel užívání stavby.

Stavba zpevněné plochy kompostárny slouží k zpracování biologicky rozložitelných surovin na stabilní produkt - kompost. Záměrem je vybudování zpevněné vodohospodářsky zabezpečené plochy pro kompostárnu.

c) trvalá nebo dočasná stavba,

Stavba trvalá

d) údaje o ochraně stavby podle jiných právních předpisů (kulturní památka apod.).

Netýká se

e) údaje o dodržení technických požadavků na stavby a obecných technických požadavků zabezpečujících bezbariérové užívání staveb.

Netýká se – stávající

f) údaje o splnění požadavků dotčených orgánů a požadavků

vyplývající z jiných právních předpisů).

Netýká se - stávající

g) seznam výjimek a úlevových řešení,

Netýká se - stávající

h) navrhované kapacity stavby (zastavěná plocha, obestavěný prostor, užitná plocha, počet funkčních jednotek atd.

Na ploše pozemku bude umístěno devět pásových hromad lichoběžníkového průřezu se šířkou základny 2,5 m, výškou 1,4 m a s proměnnou délkou přizpůsobenou tvaru pozemku. Celková délka hromad cca 175 m. Mezi první a druhou, třetí a čtvrtou, pátou a šestou, sedmou a osmou hromadou budou mezery 2,75 m pro zajištění průjezdu překopávače. Mezi druhou a třetí, čtvrtou a pátou, šestou a sedmou, osmou a devátou hromadou budou mezery cca 0,5 m. Za hromadami bude prostor pro průjezd manipulační techniky šířky 3 m. Před hromadami na kraji kompostárny bude manipulační prostor s plochou určenou pro uskladnění strojů. Na zpevněné ploše v blízkosti vjezdu bude umístěna dřevěná chatka, případně mobilní kontejner sloužící jako zázemí pro obsluhu kompostárny.

Součástí kompostovací plochy je záchytná jímka na odpadní vodu. Objem jímky je dimenzován na zachycení až tříměsíčního množství dešťových srážek, popř. 15 minutového přívalového deště. Voda z jímky bude využívána ke zvlhčování kompostu.

i) základní bilance stavby (potřeby a spotřeby médií a hmot, hospodaření s dešťovou vodou, celkové produkované množství a druhy odpadů a emisí apod.).

Celková bilance nároků všech druhů energií, tepla a teplé užitkové vody - bez nároků. Celková spotřeba vody (z toho voda pro technologii) - bez nároků
Součástí kompostovací plochy je záchytná jímka na odpadní vodu. Objem jímky je dimenzován na zachycení až tříměsíčního množství dešťových srážek, popř. 15 minutového přívalového deště. Voda z jímky bude využívána ke zvlhčování kompostu. Zpracováváním BRO řízeným kompostováním v pásových hromadách na volné ploše omezuje negativní působení na životní prostředí. Kompostování je šetrný způsob hospodaření, který přispívá k ochraně životního prostředí.

j) základní předpoklady výstavby (časové údaje o realizaci stavby, členění na etapy),

Základní předpoklad zahájení realizace: březen
2014 Základní předpoklad dokončení realizace:
květen 2014

k) orientační náklady stavby.

Orientační náklady: cca 8 000 000Kč bez DPH

1.6. B.

Souhrnná technická zpráva

B.1 POPIS ÚZEMÍ STAVBY

a) charakteristika stavebního pozemku,

Jedná se o pozemek v katastrálním území Březnice na okraji obce. Způsob využití pozemku dle katastru nemovitostí - orná půda. Dle územního plánu obce Březnice z 12/2012 se jedná o pozemek se způsobem využití TO - plochy technické infrastruktury - plochy pro stavbu a zařízení s nakládání s odpady. Jedná se o pozemek o výměře 2391 m² trojúhelníkového tvaru o rozměrech cca 72 m x 58 m (odvěsny) x 94 m (přepona). Pozemek se svažuje směrem na východ k říčce. Okraj pozemku je od vodního toku vzdálen nejbližší cca 100 m

b) výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů (geologický průzkum, hydrogeologický průzkum, stavebně historický průzkum apod.),

Netýká se - bude zachován stávající stav. Byl proveden vizuelní průzkum staveniště.

c) stávající ochranná a bezpečnostní pásma,

Charakter stavebních úprav nemá vliv na změnu ochranných a bezpečnostních pásem.

d) poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území apod.,

Bude zachován stávající stav. Pozemek, na kterém je kompostárna umístěna je mimo záplavové území.

e) vliv stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí, vliv stavby na odtokové poměry v území,

Funkční využití pozemku - vybudování nezastřešené kompostárny vylučuje zásadní negativní ovlivnění životního prostředí v jeho okolí. Biologicky rozložitelný odpad (BRO) se zpracovává klasickou metodou biodegradace. Kompostárna řeší problémy obce s vlastní zelení z veřejných prostranství, hřbitovů, hřišť apod. a slouží ke kontrolovatelnému nakládání se zbytky z údržby zeleně od občanů obce. Podmínkou je, že se v zařízení kompostují opravdu jen zelené zbytky (tráva, listí, štěpka, zbytky ovoce a zeleniny, zbytky z květinové údržby). V případě výstavby a provozu takového zařízení je tato surovina vyčleněna z kategorie odpadů a dále je na ni pohlíženo jako na zelené zbytky. Důsledným tříděním zbytků z údržby zeleně a následným kompostováním se zlepšuje čistota a vzhled okolí. Vzniklý kompost bude využíván opět k údržbě a obnově veřejné zeleně - společných prostranství. Kompostování má ekologický přínos.

f) požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin,

Charakter stavebních úprav nepředpokládá požadavky na asanace, demolice či kácení dřevin.

g) požadavky na maximální zábory zemědělského půdního fondu nebo pozemků určených k plnění funkce lesa (dočasné / trvalé),

Charakter stavebních úprav vznáší požadavky na zábor zemědělského půdního fondu. Dle schváleného územního plánu města Březnice z 12/2012 se jedná o pozemek se způsobem využití TO - plochy technické infrastruktury - plochy pro stavbu a zařízení s nakládání s odpady.

h) územně technické podmínky (zejména nutnost napojení na stávající dopravní a technickou infrastrukturu),

Netýká se - bude zachován stávající stav. K pozemku je příjezd ze stávající zpevněné komunikace.

i) věcné a časové vazby stavby, podmiňující, vyvolané, související investice.

Netýká se.

B.2 Celkový popis stavby

B.2.1 Účel užívání stavby, základní kapacity funkčních jednotek

Řešená stavba zpevněné vodohospodářsky zabezpečené plochy kompostárny bude situovaná na parcele p.č. 1669/2. Jedná se o pozemek v katastrálním území Březnice na okraji obce v nezastavěném území. Způsob využití pozemku dle katastru nemovitostí - orná půda. Dle územního plánu obce Březnice z 12/2012 se jedná o pozemek se způsobem využití TO - plochy technické infrastruktury - plochy pro stavbu a zařízení s nakládání s odpady. Jedná se o pozemek o výměře 2391 m² trojúhelníkového tvaru o rozměrech cca 72 m x 58 m (odvěsny) x 94 m (přepona). Pozemek se svažuje směrem na východ k říčce.

B.2.2 Celkové urbanistické a architektonické řešení

Jedná se o účelovou stavbu.

B.2.3 Dispoziční a provozní řešení, technologie výroby

Kompostárna bude na zpevněné vodohospodářsky zabezpečené ploše pozemku parcelní číslo 1669/2 o výměře 2391 m².

Na ploše pozemku bude umístěno devět pásových hromad lichoběžníkového průřezu se šířkou základny 2,5 m, výškou 1,4 m a s proměnnou délkou přizpůsobenou tvaru pozemku. Celková délka hromad cca 175 m. Mezi první a druhou, třetí a čtvrtou, pátou a šestou, sedmou a osmou hromadou budou mezery 2,75 m pro zajištění průjezdu překopávače. Mezi druhou a třetí, čtvrtou a pátou, šestou a sedmou, osmou a devátou hromadou budou mezery cca 0,5 m. Za hromadami bude prostor pro průjezd manipulační techniky šířky 3 m. Před hromadami na kraji kompostárny bude manipulační prostor s plochou určenou pro uskladnění strojů. Na zpevněné ploše v blízkosti vjezdu bude umístěna dřevěná chatka, případně mobilní kontejner sloužící jako zázemí pro obsluhu kompostárny.

Součástí kompostovací plochy je záchytná jímka na odpadní vodu. Objem jímky je dimenzován na zachycení až tříměsíčního množství dešťových srážek, popř. 15 minutového přívalového deště. Voda z jímky bude využívána ke zvlhčování kompostu.

B.2.4 Bezbariérové užívání stavby

Neřešeno.

B.2.5 Bezpečnost při užívání stavby

Stavební úpravy - vybudování zpevněné vodohospodářsky zabezpečené plochy včetně jímky svým charakterem a vybavením splňuje požadavek bezpečného užívání, neklade zvýšené nároky na uživatele. Řešení respektuje požadavky kladené na tento typ stavby. Není nutné definovat bezpečnostní předpisy spojené s užíváním plochy kompostárny.

B.2.6 Základní technický popis kompostování

Kompostování je významným nástrojem umožňujícím snížit množství biologicky rozložitelného odpadu (BRO) ukládaného na skládky. Organické látky dodané do půdy rozkladem kořenových a posklizňových zbytků se mění postupem času v nezbytný humus, potřebný pro rostliny, jde však o proces pomalý a zdlouhavý. Při kompostování vzniká stejně kvalitní humus, ale správnou technologií lze tento proces urychlit a získat velké množství humusu v co nejkratším čase. Vyvrážený kompost, kterým je do půdy dodáván již hotový humus, značně urychlí proces obnovy půdní úrodnosti.

Kompostování je jednou z nejvýhodnějších forem zpracování zbytků z údržby zeleně. Organický materiál - biologicky rozložitelný odpad (BRO) je důkladně promíchán a za přítomnosti vzduchu (aerobním způsobem) a dostatečné vlhkosti v něm proběhne rozkladný proces.

Z technologického hlediska se rozlišují následující základní způsoby výroby kompostů:

- **kompostování v pásových hromadách**
- kompostování v plošných hromadách
- Intenzivní kompostovací technologie:
 - a) kompostování v biofermentorech (bioreaktorech)
 - b) kompostování v boxech nebo žlabech
- kompostování ve vacích (Ag Bag kompostování)
- vermikompostování

Pro zpracování převážné části BRO se v dnešních podmínkách ukazuje jako nejvhodnější a investičně nejméně nákladný způsob řízeného kompostování v pásových hromadách na volné ploše. Každý zásah do kompostovacího procesu je zde přesně načasován a má své opodstatnění. Lze tedy předpokládat, že hlavní znakem vývoje v oblasti kompostování bude jednoduchá kompostovací jednotka umístěná na vhodné ploše, kterou budou provozovat zemědělské podniky, provozovny komunálních služeb, velká zahradnictví a další firmy, které se zabývají zpracováváním BRO.

a) Technologie kompostování

Aerobní kompostování je oxidační proces probíhající za přístupu kyslíku. Pro zajištění optimálního způsobu kompostování je nutné dostatečné množství vody a kyslíku, vhodná teplota a přítomnost mikroorganismů. Veškerý kompostovaný odpad musí být provzdušňován, a to buď přívodem vzduchu nebo opakovaným převrácením, přesypáním, přehrnováním či překopáním vrstev. Zabezpečení optimálních podmínek je důležité především pro činnost mikroorganismů. Poměr uhlíku a dusíku je velice důležitým parametrem, který určuje pravděpodobnou rychlost rozkladu organických zbytků. Optimum pro zralý kompost je 20:1 až 30:1.

Aerobně stabilizované komposty a řada kompostovatelných odpadů jsou považovány za látky ohrožující jakost nebo zdravotní nezávadnost vod (podle vyhlášky č. 6/77 Sb., o ochraně jakosti povrchových a podzemních vod), proto všechna zařízení pro nakládání s těmito odpady musí zabraňovat úniku závadových látek do půdy nebo do podzemních vod. To znamená, že výrobní plochy kompostárny musí být nepropustné, musí být chráněny proti vniknutí přívalových srážkových vod obrubníky a musí být konstrukčně řešeny tak, aby umožnily odvod srážek a splachů z kompostu do jímky odpovídající kapacity.

b) Hlavní znaky kompostovací plochy

K vybudování vodohospodářsky zabezpečené plochy, která je základem každé stálé kompostárny, neexistují žádná jednotná pravidla. Vodohospodářsky zabezpečená plocha určená ke kompostování, musí splňovat zejména tyto požadavky:

- zamezení kontaktu zpracovávaných surovin s okolní půdou a podzemní vodou
- zajištění volného přístupu pracovní techniky k hromadám kompostu
- zajištění minimálního spádu kompostovací plochy
- zabezpečení odvodu srážkových vod a splachů z kompostů do podzemních nebo nadzemních jímek odpovídající kapacity

c) Velikost kompostovací plochy

Velikost plochy potřebné ke kompostování závisí zejména na celkovém množství jednotlivých kompostovaných surovin, jejich objemové hmotnosti a volbě technologie kompostování. U technologie kompostování v pásových hromadách na volné ploše se potřeba velikosti kompostovací plochy řídí těmito faktory:

- Tvar profilu pásových hromad: Nejvýhodnější jsou pásové hromady lichoběžníkového průřezu, které vykazují nejmenší potřebu plochy na objem kompostu (asi $0,3 \text{ m}^2$ plochy na 1 m^3 založených surovin).
- Rozmístění hromad na ploše: Při používání překopávače kompostu je rozmístění hromad na ploše přímo závislé na parametrech používaného stroje a na způsobu jeho pohonu pojezdového ústrojí.
- Četnost překopávání kompostu: Vícenásobné překopávání zajišťuje vždy optimální podmínky, takže organická přeměna na kompost nastává v krátké době.
 - Stupeň zrání kompostu určeného k expedici: Požadovaný stupeň zrání kompostu určuje průběh kompostovacího procesu a tím i velikost potřebné plochy. Čím je nižší stupeň zrání, tím je zapotřebí menší plocha (při určování plochy je nutné brát

v úvahu i objemovou redukci zpracovávaných surovin, která umožňuje sloučení dvou hromad stejného stáří do jedné hromady potřebných rozměrů).

Dále je třeba plánovat plochy pro skladování surovin zakládáných do kompostů, kryté skladovací prostory, provozní cesty a další plochy pro případné rozšíření kompostovacích ploch při neočekávaném přísunu surovin ke zpracování.

d) Účel užívání

Jako vstupní materiál se předpokládají rostlinné zbytky z pozemků města Březnice - tj. z údržby trvalých travních porostů, veřejné zeleně a stromů. Dále se zpracují rostlinné zbytky z údržby zeleně a zahrad obyvatel města Březnice. Celková kapacita kompostárny je navržena na 2000 tun zelených zbytků ročně.

Vstupní zelené zbytky budou na ploše kompostárny míchány s dalšími surovinami, bez kterých by vstupní surovina neměla potřebnou kvalitu. K zeleným zbytkům může být do 10 % objemu přidána zemina (nesmí obsahovat kameny), která vytvoří základ pro vznik sorpčního komplexu. Pro vyrovnání kyselosti může být přidáván mletý vápenec. Při kompostování nebudou používány žádné biopreparáty. Množství vstupní suroviny musí být evidováno, není nutné jej vážit. Množství se stanovuje odhadem dle hmotnosti nákladu na automobilu, objemovým přepočtem atd. Výstupem ze zařízení bude kompost, který bude v převážné míře použit k údržbě a obnově veřejné zeleně na území obce. Množství výstupu z kompostárny musí být evidováno stejným způsobem jako u vstupních surovin.

Kompostárna bude vybavena odpovídající technikou, která umožní do zakládky uložit ořezy dřevin z obce i od občanů a z údržby parkové zeleně z obce. Jedná se o tyto strojní zařízení:

- štěpkovač dřevní hmoty
- překopávač kompostu
- rotační třídič
- traktor vč. čelního nakladače a lžice pro nakládání

B.2.7 Kapacita kompostárny

Pozemek p. č. 1669/2 na kterém bude kompostárna (zpevněná, nepropustná, vodohospodářsky zabezpečená plocha) má plochu 2391 m². Součástí kompostovací plochy je záchytná jímka na odpadní vodu. V kompostárně bude zpracováván komunální bioodpad z 32 ha trávníků a stromů z pozemků města Březnice a dále bioodpad od obyvatel města Březnice. Březnice má 3634 obyvatel, kteří žijí v 800 domech se zahradami. Při průměrné výměře 880m² se jedná o 7 ha travního porostu.

Výpočet kompostované hmoty

1. Lichoběžníková hromada kompostu

plocha průřezu = (2,5m + 1,5m) : 2 x1,4 = 2,8m².

2. Celkem bude 9 s celkovou délkou 175 m,
3. 9 hromad představuje objem 490 m³.
4. Vzhledem k charakteru odpadů se bude nejčastěji jednat o listy, trávu nebo štěpky; proto byl použit průměrný koeficient 650 kg bioodpadu/m³.
5. Tato jednorázová dávka představuje možnost jednorázového naskladnění 319 tun bioodpadu
6. Největší předpokládaný svoz bioodpadů /2 seče trávy/ budou v měsících květen – červen, po 320 t a v červenci a srpnu 288 a 258 t. V těchto teplých 4 měsících dochází k velice rychlé mineralizaci na hromadách kompostovaného travního porostu, a proto nebude problém při pravidelném překopávání stávající suroviny zakládat nové kompostovací hromady. V případě výjimečného mimořádného svozu bioodpadů je možné jeho dočasné umístění na manipulační ploše. V dubnu bude pouze 1 svoz 160 t travního porostu a v září 1 svoz 128 t travního porostu. V měsíci prosinci, lednu a únoru se počítá s měsíčním svozem 40 t klestí. V říjnu a listopadu je plánován měsíční svoz 30 t listí. Roční kapacita této kompostárny je projektována ve výši 2000 tun.

a) Návrh jímky

Jímka na odpadní vodu je zapuštěná do terénu Hladina v užitém prostoru zemní jímky nesmí přesahovat výšku nejnižšího místa na výrobní ploše. Do jímky odtékají výluhy z kompostu a dešťové vody z výrobních a manipulačních ploch nezaplňených kompostem. Objem jímky musí být dimenzován na zachycení 15 minutového přívalového deště a dešťových srážek za 1 - 3 měsíce. Tekutina z jímky se využívá k ovlhčování kompostu.

Při výpočtu objemu jímky se vychází ze stavu, kdy je výrobní plocha kompostem zaplněna s výjimkou manipulačních ploch. Uskladněný kompost zachytí 3/4 srážkové vody, přičemž dojde až k 40 % odparu. Odpar na manipulační ploše lze uvažovat do 30 %. Údaje o srážkách pro výpočet jímky se zjišťují u nejbližší meteorologické stanice.

Odtok do jímky z plochy se vypočte dle vzorce:

$$Q = S_b \cdot O \cdot N\check{C} \text{ (m}^3\text{)}$$

Kde,	S_b	je sběrná plocha v m ² ,
	O	je odteč v m, která se počítá jako podíl z ročních průměrných srážek nezachycených kompostem,
	NČ	je neodpařená část pro plochu pokrytou kompostem je 0,6, pro volnou plochu 0,75.

15 min. přívalový déšť se vypočítává podle vzorce:

$$Q = 0,9 \cdot E \cdot S_b \cdot r \text{ (m}^3\text{)}$$

Kde,	E	je součinitel odtoku z výrobních ploch a pro sklon 1 - 5 % má hodnotu 0,8;
	Sb	je sběrná plocha v m ² ;
	r	je nezredukováná intenzita 15 minutového přívalového deště l .s ⁻¹ . m ⁻²
	0,9	je 900 sekund (15 minut) / 1000 (převod z litrů na m ³)

Výpočet kapacity jímky

Kompostoviště s kapacitou 2000 t zelených zbytků, s celkovou plochou pozemku 2391 m², zpevněnou plochou 1539 m², plochou zaplněnou kompostem 432,5 m², v oblasti s ročními průměrnými srážkami 820 mm, uskladněný kompost zachytí 75 % srážek (odteč 205 mm):

1. odtok do jímky srážek ze zaplněné plochy: $437,5 \cdot 0,205 \cdot 0,6 = 53,8 \text{ m}^3$
2. odtok do jímky z manipulační plochy: $(1539-437,5) \cdot 0,82 \cdot 0,75 = 677,5 \text{ m}^3$
Celkový odtok do jímky za rok je 731,3 m³, na dvouměsíční období připadá 121,9 m³.
3. odtok přívalového deště ze zaplněné plochy: $0,9 \times 0,8 \cdot 437,5 \cdot 0,02 \cdot 0,25 = 1,58 \text{ m}^3$,
4. odtok přívalového deště z manipulační plochy: $0,9 \times 0,8 \cdot (1539-437,5) \cdot 0,02 = 15,86 \text{ m}^3$.

Objem přívalového deště je tedy 17,44 m³ a potřebná kapacita jímky je 139,44 m³. Maximální hladina vody v jímce musí být signalizována na objem bez přívalového deště, tj. na 121,9 m³.

b) Zpevněná vodohospodářsky zabezpečená plocha

Plocha kompostárny musí být zabezpečena nepropustnou úpravou povrchu. Podélné a příčné výškové řešení plochy vychází z výškové konfigurace stávajícího území především ze stávajícího výškového uspořádání příjezdové polní cesty a dále vychází z nutnosti zajistit požadované podélné spády pro deponovaný materiál. Snahou je minimalizace zemních prací a zajištění odvedení srážkových vod. Odvedení dešťových vod z plochy se předpokládá pomocí příčných a podélných spádů do prefabrikovaného otevřeného žlabu. Voda z tohoto žlabu bude prostřednictvím horské vpusti odváděna kanalizační přípojkou do jímací jímky.

Návrh je zcela zřejmý z grafických příloh D.1.2.2. - Situace a D.1.2.4. - Vzorový příčný řez. Základní podélný sklon zpevněné plochy je 2,0% a příčný sklon je 0,5%. Příčný sklon zemní pláň kopíruje podélné a příčné sklony zpevněné plochy. Obrubníky mezi zpevněnou plochou a zelení jsou součástí komunikací a zpevněných ploch. Obrubníky mají základní převýšení 0,15 m Zpevněná plocha pro zpracování kompostu bude mít živičnou konstrukci, konstrukce bude provedena ve složení (D1-N-2-V-PIII): viz část dokumentace D.1.2.1. - TZ a D.1.2.4. - vzorový příčný řez

B.2.8 Požárně bezpečnostní řešení

Předmětem projektové dokumentace je realizace stálé nezastřešené kompostárny na volné vodohospodářsky zabezpečené ploše. Realizace zpevněné nepropustné plochy včetně odpadní jímky nemá z hlediska požární bezpečnosti žádný dopad. Neřešeno

B.2.9 Zásady hospodaření s energiemi

Celková bilance nároků všech druhů energií, tepla a teplé užitkové vody - bez nároků. Celková spotřeba vody (z toho voda pro technologii) - bez nároků

B.2.10 Hygien. požadavky na stavby, na prac. a komunální prostředí

Při stavbě budou respektovány hygienické předpisy ve vztahu ochrany obyvatel proti prachu (odvoz suti, přísun materiálu) a hluku.

- Řešení likvidace odpadů, řešení likvidace splaškových a dešťových vod - Výstupem z kompostárny je kompost (substrát) vzniklý kompostováním rostlinných zbytků. Splaškové a dešťové vody budou svedeny do bezodtokové jímky. Tekutina z jímky se využívá k ovlhčování kompostu.
- Řešení ochrany proti hluku - kompostárna bude provozována na uzavřeném - oploceném pozemku v nezastavěné části obce a provoz strojního zařízení bude pouze v pracovní době.
- Řešení ochrany ovzduší - neřešeno
- Řešení ochrany stavby před vniknutím nepovolaných osob - pozemek bude oplocen

B.3 PŘIPOJENÍ NA TECHNICKOU INFRASTRUKTURU

Bude zachován stávající stav

B.4 NAPOJENÍ NA DOPRAVNÍ INFRASTRUKTURU

Bude zachován stávající stav

B.5 ŘEŠENÍ VEGETACE A TERÉNNÍCH ÚPRAV

Pozemek na kterém bude vybudována zpevněná, vodohospodářsky zabezpečená plocha se nachází v částečně svažitém terénu. Pozemek se svažuje směrem na východ k říčce - výškový rozdíl je cca 3,2 m. Budou provedeny terénní úpravy - součástí bude také ozelenění nových zemních těles, kde bude provedeno ohumusování v tloušťce 0,15 m a osetím travním semenem.

B.6 POPIS VLIVŮ STAVBY NA ŽP A JEHO OCHRANA

Realizace kompostárny vylučuje zásadní negativní ovlivnění životního prostředí v jeho okolí. Zabudované materiály a technologie vyhoví všem platným zákonným požadavkům, zejména zákonu č.183/ 2006 Sb., zákonu č. 22 /1997 Sb. ve znění novel, nařízení vlády ČR č. 163 / 2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky.

Základní principy ochrany jsou obsaženy ve Vyhl. č.137/1998 Sb O obecných technických požadavcích na výstavbu vydané ke Stavebnímu zákonu. Od vodních zdrojů je zpevněná plocha kompostárny vzdálena více jak 100 m.

V případě výstavby a provozu kompostárny je tato surovina vyčleněna z kategorie odpadů a dále je na ni pohlíženo jako na zelené zbytky. Důsledným tříděním zbytků z údržby zeleně a následným kompostováním se zlepšuje čistota a vzhled okolí. Vzniklý kompost bude využíván opět k údržbě a obnově veřejné zeleně - společných prostranství. **Kompostování má ekologický přínos.**

Zpracováním BRO řízeným kompostováním v pásových hromadách na volné ploše lze nejen vyrobit kvalitní organické hnojivo s dostatečným obsahem minerálních živin a hygienickou nezávadností, ale současně lze řešit i problém vhodného zpracování BRO přímo v místě jeho vzniku a tím pádem omezovat negativní působení na životní prostředí. Kompostování je šetrný způsob hospodaření, který přispívá k ochraně životního prostředí.

B.7 OCHRANA OBYVATELSTVA

Jedná se o stávající pozemek., není řešeno

B.8 ZÁSADY ORGANIZACE VÝSTAVBY

INFORMACE O ROZSAHU STAVENIŠTĚ

Pro zařízení staveniště budou využity vyhrazené prostory na pozemku se zamezením volného přístupu. Zabezpečení staveniště a stavebního materiálu zajistí dodavatel stavebních prací.

Stavba bude prováděna dodavatelsky. Práce budou prováděny mimo noční klid, o víkendech nebudou prováděny hlučné práce (bourání, vrtání atd). Budou respektovány hygienické předpisy ve vztahu ochrany obyvatel proti prachu (odvoz sutí, přísun materiálu) a hluku.

Maximální přípustná hladina akustického tlaku ze stavební činnosti je v době od 7.00 do 21.00 hod. 65dB (A). Při provádění hlučných stavebních prací musí být provedena taková opatření, aby nedocházelo k překročení maximální přípustné hlučnosti na pracovišti (hladina akustického tlaku pro 8mi hodinovou pracovní dobu činí 85 dB. Opatření spočívají zejména ve využívání vhodných stavebních technologií, postupů, strojního vybavení a organizace činnosti během dne.

Při stavebních pracích vznikají běžné odpady, které budou ukládány na řízené skládce podle zákona o odpadech. Použitá technologie ani stavební výrobky nepoškozují životní prostředí. Zhotovitel stavby učiní opatření, která zabrání rozptýlení stavebního odpadu v okolí staveniště.

S veškerými odpady musí být řádně nakládáno a musí být skladovány ve smyslu

platného zákona o odpadech č. 185/2001 Sb., ve znění pozdějších změn.

ÚPRAVY Z HLEDISKA BEZPEČNOSTI A OCHRANY ZDRAVÍ TŘETÍCH OSOB

V celém průběhu stavební činnosti i ve fázi jejích přípravných prací musí být všemi pracovníky stavby důsledně dodržována všechna opatření a zákonné předpisy k zajištění bezpečnosti práce a ochrany zdraví osob na staveništi (zejména zákon č.183/2006 Sb., zákoník práce, dále zákon č.309 / 2006 Sb. ve znění pozdějších předpisů a souvisejících nařízení vlády a technických norem.

Všeobecná bezpečnost vychází z dodržování současných platných právních předpisů a norem zejména:

- nařízení vlády č. 502/2000 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- ČSN 34 3100
- ČSN 34 3101
- ČSN 34 3108
- ČSN 34 1310
- ČSN 34 3104

Veškeré práce je nutno provádět v souladu s platnými technologickými, bezpečnostními předpisy a ustanoveními ČSN.

Po celou dobu výstavby bude na staveništi zajištěn odborný stavební dozor.

1.7. D.1.3

STROJNÍ A

TECHNICKÉ

VYBAVENÍ

Kompostárna bude vybavena odpovídající technikou, která umožní do zakládky uložit ořezy dřevin z obce i od občanů a z údržby parkové zeleně z obce. Jedná se o tyto strojní zařízení:

- Příprava surovin do zakládek kompostu - štěpkovač dřevní hmoty
- Manipulace se surovinou - traktor
- Provzdušňování a promíchávání kompostu - překopávač kompostu
- Prosévání hotového kompostu - rotační třídič

a) Štěpkovač dřevní hmoty

Popis stroje:

Profesionální diskový štěpkovač určený pro likvidaci objemu dřevní hmoty, konstruovaný pro velké zatížení. Robustní konstrukce, zajišťující stabilitu stroje a jeho vysokou odolnost. Díky velkému vstupnímu otvoru, širokým podávacím válcům a objemné vkladací násypce dokáže zpracovat velmi objemné materiály. Mohutný vťahovací efekt štěpkovaného materiálu zajišťují dva nezávisle hydraulicky poháněné vťahovací válce pro zpracování i široce rozvětvených kmenů a větví. Stroj je jištěn elektronickým systémem proti přetížení NO-STRESS, výfuková roura je otočná o 270° se stavitelnou koncovkou pro usměrnění toku štěpky. Na přání je možno stroj vybavit širokou škálou dalšího volitelného příslušenství.

Technické parametry:

- maximální průměr štěpkovaného materiálu 140 mm
- rozměry vstupního otvoru 140 x 180 mm, průměr rotoru: 655 mm, tloušťka rotoru: 24 mm
- rozměry vkladací násypky: 1000 x 640 mm
- vlastní hydraulický okruh (nedochází ke znečištění hydrauliky traktoru)
- horizontální podávací válce, oba nezávisle hydraulicky poháněné s možností regulace otáček, šířka 175 mm
- elektronická pojistka proti přetížení NO-STRESS
- výfuková roura otočná o 270°
- počet nožů: 3, oboustranné ostří
- velikost štěpky: 6 – 12 mm
- teoretický hodinový výkon: 6 – 8 m³
- pohon od vývodového hřídele traktoru (540 ot./min)
- třibodový závěs, kloubový hřídel, na kolech pro pomalé tažení
- světelná rampa pro možnost tažení stroje na pozemních komunikacích
- požadovaný minimální výkon traktoru: 20 HP
- hmotnost cca 570 kg, základní rozměry stroje – (d x š x v): 2 500 x 1 350 x 2 270 mm



b) Traktor vč. čelního nakladače a lžice pro nakládání

Popis stroje:

Profesionální traktor z koncernu vybavený vysoce výkonným a úsporným motorem o výkonu 88 HP, plně dostačujícím k tažení a pohonu výše uvedeného překopávače kompostu. Ideální traktor pro vybavení komunitní kompostárny pro svou kompaktní velikost, manévrovatelnost a nízké provozní náklady. Traktor je vybaven plazivými rychlostmi, které jsou nutné pro agregaci taženého překopávače kompostu a další širokou škálou výbavy, které přispívá k vysokým výkonům a komfortnímu ovládní.

Technické parametry:

- úsporný koncernový motor, 4válec, EURO III, turbo intercooler, objem 4000 cm³, elektronická regulace, 100% Bionafta, max.výkon (2000/25/CE) 88 HP krouticí moment - 345 Nm
- 40 rychlostí vpřed + 40 rychlostí vzad, plazivé rychlosti
- 2 stupňový powershift
- elektrohydraulický reverzor s 5-ti stupni nastavení citlivosti
- zadní vývodový hřídel 540/1000/540ECO/1000ECO ot./min.
- baterie 180 AH
- nádrž 160 l
- hydraulická ramena se zdvihovou silou - 4 300 kg
- příprava pro přední ramena
- úhel natočení předních kol 55°
- mechanické nastavení zadních ramen
- elektrohydraulické ovládní pohonu všech kol a uzávěrky obou diferenciálů
- brzděná všechna 4 kola, mokré brzdy s disky v olejové lázni
- 3 nezávislé vnější okruhy hydrauliky, hydraulický systém s čerpadlem o výkonu 56 l/min.
- prostorná, zvukotěsná klimatizovaná kabina s topením, ventilací - digitální přístroje, velké bez příčkové dveře pro pohodlné nastupování a výhled, sedadlo spolujezdce
- vzduchem odpružené sedadlo GRAMER
- Výškově stavitelný závěs s automatickou hubicí - snadně a rychle zapojování a odpojování přívěsů
- vzduchové brzdy přívěsu 2+1
- kola 14.9 R24 – 16.9 R34, přední blatníky.
- maják, rádio s CD, MP3 přehrávačem
- čelní nakladač SIGMA 4 CHROME 30 s lopatou 1800 mm



c) Překopávač

Popis stroje:

Profesionální tažený překopávač kompostu určený pro provzdušňování kompostu založeného v pásových hromadách. Robustní konstrukce vč. betonového závaží zajišťuje stabilitu stroje a špičkové výkony při překopávání kompostové zakládky. Pro transport je stroj vybaven světelnou rampou a hydraulickým naklápěním pracovního rotoru vzhůru tak, aby stroj nepřesahoval obrysy traktoru. Výškově stavitelná oj umožňuje jednoduchou agregaci za více typů tažných prostředků bez nutnosti přestavovat tažné zařízení.

Technické parametry:

- pohon od vývodového hřídele 540 ot./min
- minimální výkon traktoru 70 HP
- nutné plazivé rychlosti traktoru (do 0,5 km/h)
- hydraulicky výškově stavitelná oj
- hydraulické naklápění do transportní polohy vzhůru
- betonové protizávaží (pro naplnění nejlépe sypkou hmotou cca 1m³)
- speciální kloubový hřídel
- podpěrné stabilizační boční kolo
- světelná rampa
- standardní pracovní záběr (šířka figury kompostu) 2500 mm
- standardní pracovní výška (výška figury kompostu) 1400 mm
- rozměry v transportní poloze: 1970 x 4100 x 3600 mm



d) Rotační třídič

Popis stroje:

Profesionální rotační třídič v nejmenším provedení, určený pro třídění široké škály sypkých materiálů od kompostů, zemin, písků, štěrku, kúrového mulče atd.. Pohon zajišťuje vlastní dieselový motor s nízkou spotřebou. Třídění materiálu je zajištěno otáčejícím se ocelovým bubnem s velikostí ok podle přání zákazníka s ohledem na požadovanou jemnost přetříděného materiálu. Buben je možno během několika minut vyměnit a zpracovávat tak materiál o různé výsledné frakci. Přesun stroje umožňuje podvozek pro pomalé tažení. Ideální volba pro malé kompostárny. Tento stroj není nutnou součástí technologického vybavení kompostárny, využívá se zejména tam, kde je předpoklad poskytování výsledného produktu (kompostu) občanům města. V tomto případě je kompost nutné zbavit větších kamenů, zbytků dřevní hmoty apod. pomocí rotačního třídiče.

Technické parametry:

- pracovní délka bubnu 2.500 mm, celková délka bubnu: 3.000 mm; průměr bubnu 1.250 mm
- max. výška násypky 2.200 mm
- délka násypky: 2.200 mm, objem násypky: 1,2 m³
- plynulá regulace otáček bubnu, vyměnitelné třídící síto
- hmotnost cca 2100 kg
- rozměry bez dopravníků (d x š x v): 5.500 x 2.200 x 2.000 mm
- stroj na „pomalém“ podvozku
- třídící síto (velikost otvorů dle požadavků zákazníka)
- pohon diesel motorem o výkonu 10 HP



6.0. LITERATURA:

Vlastní práce:

BARTUNĚK, David, 2014. Vlastní tvorba.

BARTUNĚK, David, 2015. Vlastní tvorba.

Tištěné publikace:

NAŘÍZENÍ VLÁDY: o Plánu odpadového hospodářství České republiky. In:473/2009. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, 2009, roč. 2009, 152.

Zákon o odpadech. In: 185/2001. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, 2001, roč. 2001, 71.

ERHART, Eva, Wilfried HARTL. *Využití kompostu v ekologickém zemědělství*. Vyd. 1. Náměšť nad Oslavou: ZERA, 2008. ISBN 80-903-5488-2.

HANČ, Aleš a Petr PLÍVA, *Vermikompostování bioodpadů*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2013. 38 s. ISBN 978-80-213-2422-0.

HEJÁTKOVÁ, Květuše, *Kompostování přebytečné travní biomasy: metodická pomůcka*. Vyd. 1. Náměšť nad Oslavou: ZERA - Zemědělská a ekologická regionální agentura, 2007, 74 s. ISBN 978-80-903548-6-9.

HEJTÁKOVÁ, Květuše, *Řešení bioodpadu v regionu*. První vydání. Náměšť nad Oslavou: Zemědělská a ekologická regionální agentura, o.s. 2008, ISBN 80-903548-8-2.

HERMANN, B.G., L. DEBEER, B. De WILDE, K. BLOK a M.K. PATEL, *Polymer Degradation and Stability*. 2010. 108 s. ISBN 978-946-2610-040.

JELÍNEK, A. a kolektiv autorů, *Faremní kompost vyrobený kontrolovaným mikrobiálním procesem*. Realizační pomůcka pro zpracování podnikové normy, Praha, 2002. ISBN: 80-238-8539-1.

KALINA, Miroslav. *Zahradkář: Živé organismy v kompostu*. Praha: Český zahrádkářský svaz o.s., 2014. ISSN 0139-7761.

KALINA, Miroslav, *Kompostování a péče o půdu*. 2., upr. vyd. Praha: Grada, 2004. 116 s. Česká zahrada. ISBN 80-247-0907-4.

KARAFIÁTOVÁ, Kamila. *Analýza moderních technologií ekologického kompostování*. Brno, 2012. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně. Vedoucí práce Prof. Ing. Borivoj Groda, Dr .Sc .

PLÍVA, Petr a kol, *Strojní vybavení kompostovací linky*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2008. 16 s. ISBN 978-80-86884-33-2.

PLÍVA, Petr, *Zakládání, průběh a řízení kompostovacího procesu: realizační pomůcka pro zpracování podnikové normy*. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2006. 65 s. ISBN 80-868-8411-2.

PLÍVA, Petr, *Kompostování v pásových hromadách na volné ploše: v Náměšti nad Oslavou*, 1. vyd. Praha: ProfiPress, 2005. 136 s. ISBN 978-80-86726-32-8.

ROY, Amitava, Stanislav LAURIK a Petr PLÍVA, *Výroba kompostu s různou objemovou hmotností: Metodika pro praxi*. vyd. Praha - Ruzyně: Výzkumný ústav zemědělské techniky. 2011.

SINGER, Vojtěch., *Moderní metody ekologického kompostování*. Brno, 2008. Diplomová. Mendelova zemědělská a lesnická v Brně. Vedoucí práce prof. Ing. Bořivoj Groda, Dr. Sc.

STOFFELLA, P.J., Z.L. HE, M. OZORES-HAMPTON a N.E. ROE. *COMPOST UTILIZATION IN SUBTROPICAL HORTICULTURAL CROPPING SYSTEMS*. Leuven: INT SOC HORTICULTURAL SCIENCE, 2014. 108 s. ISBN 978-946-2610-040.

SULZBERGER, Robert. *Kompost, půda, hnojení: kompostování v klášterních zahradách*. 1. vyd. Překlad Karel Stejskal. Ilustrace Johannes-Christian Rost. Bratislava: Příroda, 1996. 99 s. Praktický rádce (Příroda). ISBN 80-070-0837-3.

ŠOCH, Miroslav, B VOSTOUPAL, Jaroslava VRÁBLÍKOVÁ a Marek HANUŠ.. *Řízené rychlokompostování za účasti bioalginátů při efektivním zhodnocování nutriční hodnoty biodegradabilních odpadů*. Ústí nad Labem: Krajský úřad Ústeckého kraje, 2008. ISBN 978-80-239-9095-9.

ŠVARC, Miroslav. *Možnosti využití travní hmoty*. České Budějovice, 2007, Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce doc. Ing. Alois Peterka, CSc.

TEKSL, Milan, *Pěstování rostlin 1: učebnice pro střední zemědělské školy*. Vyd. 2. Praha: Credit, 1999. 300 s. ISBN 80-902-2957-3.

VÁŇA, Jaroslav a Sergej UŠŤAK, *Zřizování a provozování malých kompostáren*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2007. 20 s. ISBN 978-80-87011-34-8.

VÁŇA, Jaroslav, *Výroba a využití kompostů v zemědělství*. Vyd. 2. V Praze: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1997. 38 s. Rostlinná výroba. ISBN 80-710-5144-6.

VESELSKÝ, Jakub. *Analýza moderních technologií ekologického kompostování*. Brno, 2010. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně. Vedoucí práce Bořivoj Groda.

WEINRICH, Christa, *Poklad na zahradce: kompostování v klášterních zahradách*. Vyd. 1. Překlad Karel Stejskal. Ilustrace Johannes-Christian Rost. Praha: Granit, 1996, 70 s. ISBN 80-858-0540-5.

ZEMÁNEK, Pavel. *Speciální mechanizace: mechanizační prostředky pro kompostování*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2001. 113 s. ISBN 80-715-

7561-5.

ZEMÁNEK, Pavel, *Biologicky rozložitelné odpady a kompostování*. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2010, 113 s. ISBN 978-80-86884-52-3.

ZERA. *I. mezinárodní konference Biologicky rozložitelné odpady, jejich zpracování a využití v zemědělské a komunální praxi: v Náměšti nad Oslavou, 19.-20.5.2005*. Vyd. 1. Náměšť nad Oslavou: Zemědělská a ekologická regionální agentura ZERA, 2005. ISBN 80-903-5480-7.

Internetové publikace:

EVROPSKÁ UNIE. *Kompostování: návod na kompostování Kompostéry a kompostovací síla*. [online]. [cit. 10.11.2014] Dostupné z: <http://www.lacnov.eu/htdocs/articles/files/qdy-kompostovani-pdf.pdf>

HABART, Jan, Milan HRČKA, Marian HUMPLÍK a Karolína MAREŠOVÁ. STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. *Příprava a výstavba kompostáren* [online]. Praha, 2009. [cit. 14.9.2014]. Dostupné z: <http://czbiom.cz/wp-content/uploads/kompostarny.pdf>

HO, Yu Bin, Mohamad Pauzi ZAKARIA, Puziah Abdul LATIF a Nazamid SAARI. Degradation of veterinary antibiotics and hormone during broiler manure composting. *Bioresource Technology*, vol. 131, 2013. s. 476-484. DOI: 10.1016/j.biortech.2012.12.194. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0960852413000230>

KOPÁČEK, Ivo a Jan HABART. 2015 *JAK SPRÁVNĚ KOMPOSTOVAT* [online]. Kostelec na Hané: TISKYVA [cit.2015-04-01]. Dostupné z: <http://www.hnutiduha.cz/olomouc/data/publications/jak-spravne-kompostovat.pdf>

NAKASAKI, K., N. AOKI a H. KUBOTA. 1994, Accelerated Composting of Grass Clippings By Controlling Moisture Level. *Waste Management*. vol. 12, issue 1, s. 13-20. DOI: 10.1177/0734242X9401200103. Dostupné z: <http://wmr.sagepub.com/cgi/doi/10.1177/0734242X9401200103>

SDRUŽENÍ PRO ROZVOJ MIKROREGIONU STŘEDNÍ VSETÍNSKO. *KOMPOSTOVÁNÍ: Zavedení separace BRO v obcích mikroregionu Střední Vsetínsko*. [online]. 2012. [cit.11.12.2014]. Dostupné z: <http://www.malabystrice.cz/zpravodaj/kompostovani-pruvodce.pdf>

TRČKA, Vlastimil. *Protokol o kontrole hnojiva č. 39/13* [online]. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. 2013. [cit.26.12.2014] Dostupné

z: http://www.cmcnamest.cz/so_files/zaq15wm43.pdf

VEČEŘOVÁ, Veronika. 2015, ÚSTŘEDNÍ ZKUŠEBNÍ A KONTROLNÍ ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝ. [online], *Legislativní podmínky uvádění kompostu na trh*. 9s.

[cit. 2.3.2015]. Dostupné z:

http://www.kompostuj.cz/fileadmin/1_Bioodpad_a_kompostovani/Vime_jak/legislativni_podminky_uvadeni_kompostu_na_trh.pdf

Internetové zdroje:

MINIWASTE. 2011. *Pilotní projekt domácího kompostování v městské části Brno-Žebetín*. [online]. Brno, 2011. [cit. 25.11.2014]. Dostupné z:

http://www.miniwaste.eu/mediastore/11/16707_1_FR_original.pdf

MYLAND S.R.O. 2014, [online]. [cit. 03.10.2014]. Dostupné

z: <http://dotaceopzp.cz/zakladni-pojmy/index.html>

PURUPLAST. 2014, *Kompostování v kompostéru s pomocí urychlovačů: Urychlovače kompostování* [online]. [cit. 07.09. 2014]. Dostupné z:

<http://www.puruplast.cz/kompostovani-v-komposteru-s-pomoci-urychlovacu/>

Obrázky:

BARTUNĚK, David, 2014. Vlastní tvorba.

BARTUNĚK, David, 2015. Vlastní tvorba.

GRUJOV, Vasil. [online]. [cit. 15.03.2015]. Dostupné z: <http://www.bioalgeen.cz/kompostovani.html>

KATASTR NEMOVITOSTÍ. 2014, [online]. [cit. 30.10.2014]. Dostupné z: <http://nahliznidokn.cuzk.cz/>

MACH, Pavel. 2014, [online]. [cit. 14.09.2014]. Dostupné z: <http://studium.pavelmach.cz/downloading/studium/kompostovani2014.pdf>

PLÍVA, Petr. 2014, [online]. [cit. 2014-09-12]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/plochy-vhodne-pro-kompostovani-v-pasovych-hromadach>

VÁŇA, Jaroslav. Kompostování travní fytomasy. [online]. [cit. 24.10.2014]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kompostovani-travni-fytomasy>

Tabulky:

HEJÁTKOVÁ, Květuše, *Kompostování přebytečné travní biomasy: metodická pomůcka*. Vyd. 1. Náměšť nad Oslavou: ZERA - Zemědělská a ekologická regionální agentura, 2007. 74 s. ISBN 978-80-903548-6-9.

ROY, Amitava, Stanislav LAURIK a Petr PLÍVA. *Výroba kompostu s různou objemovou hmotností: Metodika pro praxi*. vyd. 2011. Praha - Ruzyně: Výzkumný ústav zemědělské techniky.

ŠIMSOVÁ, Štěpánka, *Zhodnocení ekonomické efektivity provozu na zpracování biologicky rozložitelného odpadu*. České Budějovice. 2011. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce Ing. Lubomír Bodlák.

VEČEŘOVÁ, Veronika, ÚSTŘEDNÍ ZKUŠEBNÍ A KONTROLNÍ ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝ. [online], *Legislativní podmínky uvádění kompostu na trh*. 9s. [cit.02.03.2015]. Dostupné z:

http://www.kompostuj.cz/fileadmin/1_Bioodpad_a_kompostovani/Vime_jak/legislativni_podminky_uvadeni_kompostu_na_trh.pdf

ZEMÁNEK, Pavel, *Speciální mechanizace: mechanizační prostředky pro kompostování*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2001. 113 s. ISBN 80-715-7561-5.

