

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA BIOTECHNICKÝCH ÚPRAV KRAJINY



**KOMPARACE KOMPOSTOVÁNÍ V MOBILNÍ A
STACIONÁRNÍ KOMPOSTÁRNĚ**

Diplomová práce

Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Diplomant: Bc. Nina Kleindienstová

© 2017 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Nina Kleindienstová

Regionální environmentální správa

Název práce

KOMPARACE KOMPOSTOVÁNÍ V MOBILNÍ A STACIONÁRNÍ KOMPOSTÁRNĚ

Název anglicky

Comparison of composting in mobile and stationary composting plants

Cíle práce

Cílem diplomové práce je porovnání pořízení a provozování mobilní a stacionární kompostárny z hlediska ekonomického.

Metodika

V teoretické části budou rešeršní formou zpracovány faktory, které ovlivňují ekonomiku kompostování pro zemědělské účely. Část diplomové práce zaměřená na praktickou práci se bude zabývat dvěma konkrétními kompostárnami: jednou mobilní a jednou stacionární a jejich následnému porovnání z hlediska relevantních ekonomických parametrů.

Doporučený rozsah práce
dle vnitřních předpisů fakulty

Klíčová slova

kompostování, mobilní kompostrárna, stabilní kompostárna, ekonomické indikátory, zemědělská půda

Doporučené zdroje informací

- HANČ, A. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. FAKULTA AGROBIOLOGIE, POTRAVINOVÝCH A PŘÍRODNÍCH ZDROJŮ. *Hodnocení procesu kompostování a kvality kompostu : habilitační práce*. Disertační práce. Praha: 2015.
- KALINA, M. *Kompostování a péče o půdu*. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0907-4.
- Možnosti zvýšení ekonomické efektivity kompostáren*. KOVÁČOVÁ, H..
- NESVADBA, J. *Kompostování odpadů*. PRAHA: INKOTEKA, 1996.
- ŠVEJKOVSKÝ, J. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. TECHNICKÁ FAKULTA. *Technologie a strojná zařízení pro kompostování biologických odpadů*. Disertační práce. Praha: 2008.
- VÁŇA, J. *Výroba a využití kompostů v zemědělství*. V Praze: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1997. ISBN 80-7105-144-6.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FŽP

Vedoucí práce

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra biotechnických úprav krajiny

Elektronicky schváleno dne 10. 3. 2017

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 17. 3. 2017

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 25. 03. 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Komparace kompostování v mobilní a stacionární kompostárně" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů a literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 18.4.2017

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala prof. Ing. Petrovi Skleničkovi, CSc. za odborné vedení mé diplomové práce a cenné rady. Dále děkuji svému manželovi a dětem za podporu, pochopení, pomoc a obětí během celé doby studia.

Komparace kompostování v mobilní a stacionární kompostárně

Souhrn

Diplomová práce je zaměřena na komparaci ekonomiky dvou způsobů kompostování – kompostování v pásových hromadách na volné ploše ve stacionární kompostárně a kompostování ve vácích v mobilní kompostárně. V první části práce jsou rešeršní formou vyjmenovány a pojmenovány procesy a složky obou metod zpracování biologicky rozložitelných odpadů. Druhá část diplomové práce, zaměřená na vlastní činnost dvou existujících fungujících kompostáren, se po popisu konkrétně používaných zařízení, zaměřuje na ekonomické náklady provozu obou kompostovacích linek.

Cílem práce je co nejpřesnější výpočet ceny 1 tuny vyrobeného kompostu připravené k okamžitému použití, vzhledem ke všem investovaným částkám. V závěru jsou komparovány ekonomické náklady obou kompostáren s ohledem na množství vstupního materiálu i počáteční investice.

Klíčová slova:

Kompostárna, kompost, energetický prostředek, překopávač kompostu, homogenizátor, vaky, zakrývací plachta, teplota, ekonomika, náklady.

Comparison of composting in mobile and stationary composting plant

Summary

The thesis is focused on the economic comparison of two methods of composting - compost in the belt heaps in the open area of a stationary composting plant and composting in bags in a mobile composting plant. In the first part the search form listed and named processes and components of the two methods of processing biodegradable waste. The second part focused on their own activities of two existing operating composting, after a description of the specific equipment used, focusing on the economic costs of operating both composting lines.

The goal is the most accurate price calculation produced one ton of compost ready for immediate use, with respect to all amounts invested. In the end are compared the economic costs of both composting with respect to the amount of input material and the initial investment.

Keywords:

Composting plant, compost, energetic machine, turner of compost, homogenizer, bags, cover fabric, temperature, economy, costs.

Obsah

1 Úvod	13
2 Cíl práce a metodika	14
2.1 Cíl práce.....	14
2.2 Metodika	14
3 Použitá terminologie	15
3.1 Kompostování	15
3.1.1 Technologie domovního kompostování	15
3.1.2 Komunitní (obecní) kompostování	16
3.1.3 Kompostování v malých zařízeních	16
3.1.4 Průmyslové kompostování.....	17
3.1.5 Kompostování na volné ploše.....	17
3.1.5.1 Kompostování v plošných hromadách	17
3.1.5.2 Kompostování v pásových hromadách	18
3.1.6 Kompostování v uzavřeném / polouzavřeném zařízení	18
3.1.6.1 Kompostování v uzavřené hale.....	18
3.1.6.2 Řízená termofilní aerobní fermentace v uzavřených komorách....	18
3.1.6.3 Biologické rychlokompostování ve fermentačních žlabech.....	19
3.1.6.4 Uzavřený systém kompostování v aerobním fermentoru EWA	19
3.1.6.5 Kompostování v kontejnerech.....	20
3.1.6.6 Uzavřená kompostovací zařízení.....	20
3.1.7 Kompostování ve vacích.....	20
3.1.8 Vermikompostování	21
3.2 Kompost.....	21
3.3 Humus.....	21
3.4 BRO, BRKO	22
3.4.1 BRO – biologicky rozložitelný odpad	22

3.4.2	BRKO – biologicky rozložitelný komunální odpad	22
4	Technické zajištění kompostáren	23
4.1	Stroje a technické řešení	23
4.1.1	Energetické prostředky	26
4.1.2	Drtiče.....	26
4.1.3	Štěpkovače	27
4.1.4	Míchací vůz.....	28
4.1.5	Překopávače kompostu	29
4.1.5.1	Překopávač kompostu nesený.....	29
4.1.5.2	Překopávač kompostu přívěsný.....	30
4.1.5.3	Překopávač kompostu samojízdný	30
4.1.6	Prosévací a separační zařízení	31
4.1.6.1	Prosévací zařízení	31
4.1.6.2	Separální zařízení	31
4.2	Ostatní zařízení kompostárny	32
4.2.1	Kompostovací plocha	32
4.2.2	Evidence příjmů surovin	33
4.2.3	Zdroj elektrické energie	33
4.2.4	Vaky a plachty	33
5	Vlastní práce	35
5.1	Stacionární kompostárna	35
5.1.1	Umístění.....	35
5.1.2	Odpady přijímané do zařízení.....	37
5.1.3	Technologické vybavení	37
5.1.3.1	Energetický prostředek - traktor.....	37
5.1.3.2	Energetický prostředek - kolový nakladač	38
5.1.3.3	Drtič.....	39
5.1.3.4	Překopávač kompostu	40
5.1.3.5	Ponorné čerpadlo.....	42

5.1.3.6	Kompostovací plachta.....	43
5.1.3.7	Síto.....	43
5.1.3.8	Teploměr.....	44
5.1.3.9	System pro zjišťování jakostních znaků.....	45
5.1.4	Ostatní zařízení stacionární kompostárny	46
5.1.4.1	Evidence	46
5.1.4.2	Elektrická energie	46
5.1.4.3	Zastřešená plocha	46
5.1.5	Ekonomika	47
5.1.5.1	Náklady na vstupní suroviny	47
5.1.5.2	Časové náklady	48
5.1.5.3	Náklady na provoz jednotlivých strojů.....	49
5.1.5.4	Pořizovací jednorázové náklady	50
5.1.5.5	Pravidelné roční náklady.....	51
5.1.5.6	Celkové roční náklady.....	51
5.1.5.7	Výpočet ceny 1 t kompostu.....	52
5.2	Mobilní kompostárna.....	53
5.2.1	Umístění.....	53
5.2.2	Odpady přijímané do zařízení.....	54
5.2.3	Technologické vybavení	54
5.2.3.1	Energetický prostředek - traktor.....	55
5.2.3.2	Štěpkovač	56
5.2.3.3	Míchací vůz.....	57
5.2.3.4	Vaky a hadice	59
5.2.3.5	Síto.....	61
5.2.3.6	Teploměr a vlhkoměr	63
5.2.4	Ostatní zařízení mobilní kompostárny	63
5.2.4.1	Administrativní objekt.....	63
5.2.4.2	Zdroj elektrické energie.....	63

5.2.4.3	Hala.....	63
5.2.5	Ekonomika	64
5.2.5.1	Náklady na vstupní suroviny	64
5.2.5.2	Časové náklady	65
5.2.5.3	Náklady na provoz jednotlivých strojů.....	66
5.2.5.4	Pořizovací jednorázové náklady	67
5.2.5.5	Pravidelné roční náklady.....	68
5.2.5.6	Celkové roční náklady.....	69
5.2.5.7	Výpočet ceny 1 tuny kompostu	69
6	Komparace	70
6.1	Stacionární kompostárna	71
6.1.1	Náklady na vstupní suroviny	71
6.1.2	Časové náklady	72
6.1.3	Náklady na provoz jednotlivých strojů	73
6.1.4	Pořizovací jednorázové náklady	74
6.1.5	Pravidelné roční náklady	75
6.1.6	Celkové roční náklady	76
6.1.7	Výpočet ceny 1 t kompostu.....	76
6.2	Mobilní kompostárna.....	77
6.2.1	Náklady na vstupní suroviny	77
6.2.2	Časové náklady	78
6.2.3	Náklady na provoz jednotlivých strojů	79
6.2.4	Pořizovací jednorázové náklady	80
6.2.5	Pravidelné roční náklady	81
6.2.6	Celkové roční náklady	82
6.2.7	Výpočet ceny 1 t kompostu.....	82
6.3	Komparace.....	83
7	Diskuse a závěr.....	84

8	Přehled literatury a použitých zdrojů.....	88
----------	---	-----------

1 Úvod

Od historického počátku svého bytí člověk produkuje odpad. V každém období dějin se s ním vypořádával odlišně. Lovci mamutů například uměli zpracovat téměř všechny části ulovené zvěře ve svůj prospěch, odpad jim zbýval minimální. Když se později člověk naučil zemědělsky obhospodařovat půdu a chovat dobytek, měl stále ještě málo odpadu – vážil si své úrody, všechnu ji šetrně zpracoval, zbytky dostal hospodářský dobytek. Se středověkem přišel i zdánlivý blahobyt, a především členové vyšších vrstev plýtvali vším, co se jim dostalo na stůl. Začaly se tvořit nevábně páchnoucí hromady zbytků na ulicích, skrze něž protékaly stoky a předchůdci dnešní kanalizace. Ve spojení s minimální hygienou to byla živná půda pro vznik nemocí, které stály nespočet lidí život.

S novověkem se odpadové hospodářství o mnoho nezlepšilo....

Touha člověka být větší a mít větší a rozsáhlejší území a neztrácet čas zdánlivými zbytečnostmi a všechno si co nejvíce ulehčit vede k tomu, že pro účely svých staveb nerecykluje již zastavěná a nyní nepoužívaná území - brownfieldy, ale zastavuje nové, zpravidla zelené plochy, tzv. greenfieldy. Čímž samozřejmě přichází o zemědělské plochy, které ho živí. Ale uvědomuje si to dnešní člověk? Osobně si myslím, že ne. Bez uzardění posype pole tunami a hektolitry chemických hnojiv a postřiků, které zabijí vše živé, aniž by si uvědomil, že právě na tomto poli chce pěstovat – nebo již pěstuje třeba pšenici, která v podobě mouky je naším denním společníkem ve většině jídel. Pokud není úroda úspěšná, „dobrý“ zemědělec pole postříká roundupem nebo totalem, aby půdu vyčistil a mohl do ní zasít něco nového. Nedojde mu však, že total skutečně znamená total. Nerespektuje osevní postupy, nenechá pozemek po doporučený 1 rok ladem, aby si odpočinul a načerpal sílu, vláhu a živiny, nehnojí, neoře. Jen se diví, že se mu z hnědozemě stává spraš a úroda klesá, ač do ní investuje nemalé částky za chemické hnojivo. Ale proč? Ano, je výrazně jednodušší pole jen zdiskovat, než orat do standardní hloubky kolem 30 cm, a je také snazší mít na skladě několik pytlů s NPK (dusík – fosfor – draslík) než nevábně vonící hromadu hnoje. Ale za jakou cenu? Jíme čím dál víc chemických prostředků a hormonů než chutných potravin, popelnice a skládky se plní zbytky všeho druhu a zemědělec v traktoru začíná být výjevem jako z pohádky. Pojdme přírodě a půdě vrátit, co jí dlužíme! Třeba tím, že budeme opravdu a pečlivě třídit odpad všeho druhu a podpoříme rozvíjející se síť kompostáren. Takže: nejen doma na zahrádce pro svá rajčata, pojdme kompostovat pro nás všechny!

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem mé diplomové práce je komparace pořízení a provozování mobilní a stacionární kompostárny z ekonomického hlediska.

2.2 Metodika

V teoretické části diplomové práce jsou rešeršně vyjmenovány všechny části a složky, které jsou nezbytné ke kompostování od prvotní myšlenky přes pořízení až po vyčíslení nákladů na výrobu 1 tuny zkompostovaného odpadu dále využitelného pro nejen zemědělské účely.

Část diplomové práce zaměřená na vlastní, praktickou práci, se zabývá dvěma konkrétními kompostárnami – jednou mobilní, kompostující ve vacích, a jednou stacionární, kompostující v pásových hromadách na volné ploše, a jejich následnou ekonomickou komparací.

3 Použitá terminologie

3.1 Kompostování

Plíva (22) vysvětluje pojem kompostování jako metodu využití bioodpadů, při které se za přístupu vzduchu a činnosti mikroorganismů mění bioodpad na kompost.

Při procesu kompostování jsou nejdůležitější suroviny, jejich struktura, přístup kyslíku, přítomnost mikroorganismů a správná vlhkost.

Kompostování je možné rozdělit na čtyři základní druhy:

- technologie domovního kompostování,
- komunitní kompostování,
- kompostování v malých zařízeních,
- průmyslové kompostování.

Další možné dělení je dle technologie kompostování:

- na volné ploše,
- v uzavřeném / polouzavřeném zařízení,
- ve vacích,
- vermikompostování.

3.1.1 Technologie domovního kompostování

Domovní kompostování, jako prevence vzniku odpadů, jehož variantou je i kompostování komunit, se zpravidla provádí na zahradě, popř. na balkonu jednotlivců, či v lokalitě zapojených skupin – zahrádkářské kolonie, školní zařízení, firmy.... Zpracovává se domácí bioodpad, především rostlinného původu ze zahrady (větve, tráva, listí, spadané ovoce, popř. i zvířecí kejda) a z kuchyně (slupky z brambor, zelené zbytky jídel) buď v kompostovacím boxu (dřevěný, plastový, v podobě jámy) nebo na volné ploše, dle terénních či finančních možností (1, 30).

Při domovním kompostování na volné ploše je důležité vybrat takové místo, které není na přímém slunci – aby se zakládka nevysoušela, jak doporučují i Kropáček a Hnutí Duha (11). Během přibližně 6- ti měsíčního procesu by se

kompost měl alespoň dvakrát překopat a provzdušnit. Pak je možné výslednou hmotu použít na pohnojení záhonů.

Alternativním způsobem je i vermikompostování – kompostování s využitím žížal (28).

Domovním kompostováním lze snížit množství biologicky rozložitelných odpadů, které se hromadí na veřejných skládkách, již u primárního zdroje – občana. Pro to je však třeba občana pozitivně motivovat, aby sám od sebe, dobrovolně a rád odpad třídil a s jednotlivými složkami správně nakládal. Tipem pro takovou motivaci mohou být například slevy na platbách za domovní odpad, jak je navrhuje Magistrát města Brno (18).

3.1.2 Komunitní (obecní) kompostování

Jde o způsob sběru a shromažďování rostlinných zbytků z údržby zeleně a zahrad občanů na území obce, jejich úprava a následné zpracování na zahradní kompost (19), který se využívá ke hnojení veřejné zeleně - parky, sportoviště, dětská hřiště a veřejně přístupné travnaté plochy v intravilánu.

Typy komunitních kompostáren se liší od limitu kapacity pro malé zařízení dle velikosti obce na kompostárnu s kapacitou do 150 t.rok⁻¹ zpracovávaných surovin, po kompostárnu s kapacitou větší než 150 t.rok⁻¹, upřesňuje Plíva (22).

Dle Vojtěchové (35) bývá při komunitním kompostování problém s kvalitou třídění a obvykle se musí provádět ještě dodatečné dotřídění.

Z technologického hlediska lze použít kompostování na volné ploše s překopáváním, kompostování v kontejnerech, kompostování v otevřených boxech či kompostování ve vacích.

Během procesu kompostování je třeba kontrolovat a udržovat optimální poměr surovin a jejich vlhkost, teplotu a provzdušnění.

3.1.3 Kompostování v malých zařízeních

Systém malých zařízení na zpracování odpadů rostlinného původu do celkové roční kapacity 150 t a velikostí jedné zakládky 10 t. Malá zařízení podléhají zvláštním právním předpisům, především lokalizaci zařízení bez obtěžování okolí zápašnými emisemi.

3.1.4 Průmyslové kompostování

Tento způsob kompostování organizují obvykle soukromé, podnikatelské subjekty. Kapacita těchto kompostáren se pohybuje od 1.000 t do několika desítek tisíc tun vyprodukovaného kompostu za rok. Jedná se o komplikovanou činnost, pro kterou je nezbytné splnění vodohospodářských, hygienických a odpadových předpisů. Váňa (33) připomíná nutnost vyhotovení provozního řádu schváleného krajským úřadem. Velké požadavky jsou kladeny i na kompostárny, které vyrobený kompost dále prodávají.

Epstein (8) podotýká, že průmyslové kompostování je zajišťováno na vodohospodářsky zajištěné ploše, aby se zamezilo úniku závadných látek do půdy nebo vod, stejně tak, jako musí být výrobní plochy chráněny obrubníky proti vniknutí přívalových srážkových vod.

Provozování průmyslových kompostáren je finančně velmi nákladné, především kvůli vysokým cenám strojů při pořízení i provozování, a tak není neobvyklé, že si provozovatelé kompostáren většinu jednoúčelových strojů pronajímají, což jako variantu nabízí i Váňa (34).

3.1.5 Kompostování na volné ploše

Podle Plívy (22) se kompostování na volné ploše dělí na dva způsoby, které mají stejnou technologii provedení, liší se ve způsobu založení.

3.1.5.1 Kompostování v plošných hromadách

Jedná se o nejstarší kompostovací technologii vůbec – dříve se praktikovala z důvodu absence mechanizace k zakládce pásových hromad.

V současnosti se plošné hromady využívají hlavně ve velkých kompostárnách při zpracovávání velkého množství biologicky rozložitelného odpadu. Z praxe Malaťáka a Vaculíka (13) vyplývá, že se hromady zakládají do výšky až 5 metrů, překopávají se speciálními překopávací kompostu z boku jako fréza a následně se vrství na novou hromadu vedle.

3.1.5.2 Kompostování v pásových hromadách

Kompostované suroviny jsou zakládány do pásových hromad s lichoběžníkovým nebo trojúhelníkovým profilem. Omezena je délka – velikostí pozemku a do jisté míry i šířka hromad, závisující na záběru pracovní šířky překopávače kompostu (1, 3).

3.1.6 Kompostování v uzavřeném / polouzavřeném zařízení

Kompostování v uzavřených zařízeních je užíváno zejména z důvodu minimalizace obtěžování svého okolí zápachem a také proto, že splňují hygienické požadavky při zpracování biologicky rozložitelného komunálního odpadu. V uzavřených zařízeních je možné řídit přísun dostatečného množství kyslíku pro správný průběh aerace, a současně je možné uzavřená zařízení tepelně izolovat, čímž je možné zajistit průběh hygienizace zpracovávaných bioodpadů a jejich rovnoměrné rozložení v celkovém množství zpracovávaných surovin.

Plíva (22) uzavřená zařízení rozděluje na:

3.1.6.1 Kompostování v uzavřené hale

Tento způsob v sobě spojuje přednosti kompostování v pásových či plošných hromadách na volné ploše s uzavřeným způsobem kompostování. Základem je řízené provzdušňování celého průběhu kompostování. Principem technologie je kombinace provzdušňování hromad v zakládkách a koncept vzduchotechniky v hale pro řízené provzdušňování zpracovávaných surovin. Tento způsob je vhodný pro kompostárny zpracovávající více než 10.000 t.rok⁻¹.

3.1.6.2 Řízená termofilní aerobní fermentace v uzavřených komorách

Tento způsob se využívá především pro kompostování hygienicky rizikových odpadů, např. kaly z čistíren odpadních vod či zvířecí fekálie s možností zpracování odpadů ze zeleně. Po intenzivní fermentaci by měl kompost ještě dozrát v klasické zakládce se zajištěnými aerobními podmínkami (13).

Fermentační komora je tepelně izolovaná jednotka s přesně danými rozměry (5 x 7 x 4 m), vybavená nuceným přívodem i odvodem vzduchu ventilátorem, a

zařízením pro měření teploty. Fermentace probíhá 4 až 7 dní při teplotách 65°C až 78°C.

3.1.6.3 Biologické rychlokompostování ve fermentačních žlabech

Kompostovací linka je umístěna v hale s železobetonovou, vodohospodářsky zabezpečenou podlahou. Všechny procesy (skladování, manipulace, příprava fermentační vsádky, navážení vsádky do fermentačních žlabů i samotné kompostování) probíhají v hale.

Tato technologie se také používá pro kompostování hygienicky rizikových odpadů, např. kaly z čistíren odpadních vod či zvířecí fekálie s možností zpracování odpadů ze zeleně. Po intenzivní fermentaci by měl kompost ještě dozrát v klasické zakládce se zajištěnými aerobními podmínkami (13).

Rychlokompostování probíhá ve fermentačních žlabech 2 až 7 dnů při teplotách 65°C až 75°C.

3.1.6.4 Uzavřený systém kompostování v aerobním fermentoru EWA

Zařízení, ve kterém dochází k řízenému surovinovému využití biologicky rozložitelných odpadů pro výrobu průmyslového kompostu za účasti mikroorganismů – kvasinky, plísně, bakterie, červi. Díky podmínkám pro aktivaci a syntézu mikrobiálních enzymů, je takto možné zpracovávat biologicky rozložitelné odpady, kaly z čistíren odpadních vod i vedlejší živočišné produkty dle nařízení č. 1069/2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě (16), a o zrušení nařízení (ES) č. 1774/2002 (nařízení o vedlejších produktech živočišného původu) (17).

Celý proces trvá 3 až 4 dny a po ukončení fermentace je zakládka stabilizovaná, hygienizovaná a bez zápachu. V této podobě ji lze použít jako biopalivo nebo součást rekultivačních substrátů. Zemánek (40) doporučuje další podrobení procesu dozrávání (4 až 8 týdnů) a následné použití na zemědělské půdě.

3.1.6.5 Kompostování v kontejnerech

Proces kompostování začíná naplněním kontejnerů surovinami v optimálním poměru, které jsou nejprve přihrnovacím šnekovým dopravníkem nahruty do míchacího zařízení a odtud vyhrnovacím šnekovým dopravníkem dopraveny do mobilních kontejnerů, a ty jsou pak umístěny na plochu. Zde jsou napojeny na přívod vzduchu a na potrubí, které odvádí přebytečnou vlhkost. Celý systém je uzavřený a koncový výdech jde přes biofiltr – v okolí kompostárny není cítit žádný zápach. Zrání surovin v kontejnerech trvá 14 až 20 dní.

3.1.6.6 Uzavřená kompostovací zařízení

Jedná se o plně automatizované kompostovací systémy, kdy kompostování probíhá v uzavřených nádobách v místě vzniku zpracovávaných surovin. Nezbytnou součástí jejich správné funkce je přítomnost vysokoteplotních mikroorganismů. Jejich působením dochází ke zkrácení doby rozkladu biomasy. Proces rozkladu je hotov již za 24 až 48 hod.

3.1.7 Kompostování ve vacích

Kompostování ve vaku je velice podobné kompostování v pásových hromadách na volné ploše, s tím rozdílem, že hromady jsou uloženy v uzavřených PE-vacích.

Suroviny ke kompostování jsou nejprve důkladně promíchány a zhomogenizovány a následně plněny speciálním strojem do PE-vaků, které je možné umísťovat na pouze zpevněnou plochu, s čímž souhlasí i Zemánek (40).

Pro zajištění potřebného provzdušnění je se surovinami při plnění do vaku souběžně vkládána PE-hadice, která zajišťuje rovnoměrný přívod vzduchu do celého profilu vaku podle výsledků kontinuálního monitorování teploty. Překopávání hromad v průběhu kompostovacího procesu odpadá, není v tomto případě potřebné. Po ukončení procesu je kompost z kompostovacího vaku vyjmut a podle potřeby dále zpracováván.

3.1.8 Vermikompostování

Vermikompostování je přeměna organických látek v surovinách pomocí trávicího traktu žížal (28). Je považováno za nejpokročilejší metodu kompostování. Žížalám, žijícím v horních vrstvách surovin, je potřeba zajistit optimální podmínky pro život a činnost: dostatek kyslíku, ideální vlhkost 70 % až 80 %, teplotu kolem 20°C. Nedodržení těchto hodnot je pro žížaly nepříznivé. Vhodnými surovinami pro tuto technologii jsou kůra ze stromů, piliny, sláma, papír (7, 15). Proces kompostování trvá v optimálních podmínkách přibližně rok.

3.2 Kompost

Wikipedia (38) vysvětluje pojem kompost jako produkt řízeného biologického rozkladu směsi zejména z rostlinných zbytků, což z něj činí organické hnojivo s velkým množstvím humusu, který dodává rostlinám a organismům v půdě živiny.

Aplikace kompostu do půdy přináší hned několik výhod:

- zlepšení struktury půdy, která se následně strojově snáze zpracovává,
- po zvýšení organické hmoty v půdě se zvyšuje i odolnost půdy proti erozi a zlepšuje se retence,
- zvýšení hodnoty pH půdy při úpravě kyselosti a současně dodání živin (jednou organickou činností se nahradí dvě chemické – vápnění a hnojení průmyslovými hnojivy),
- snížení vyplavování živin do podzemních a povrchových vod (4).

3.3 Humus

Sedláček (26) popisuje humus, který je nejurodnější částí půdy, jako soubor odumřelých organických látek rostlinného i živočišného původu v různém stupni přeměny. Lze si ho představit jako houbovitou hmotu, která díky své struktuře s póry zadržuje vodu v půdě, navazuje na sebe toxické látky a vyrovnává pH půdního roztoku. Pomáhá udržovat půdu na odpovídající úrovni úrodnosti. Ke zvýšení množství humusu v půdě přispívá dostatečné organické hnojení (hnůj, kompost,

vermikompost, zelené hnojení). Tak se kvalita půdy optimalizuje a půda se tak stává humózní.

3.4 BRO, BRKO

3.4.1 BRO – biologicky rozložitelný odpad

Dle Směrnice Rady 1999/31/ES, čl. 2m (29) se biologicky rozložitelným odpadem rozumí veškerý odpad podléhající anaerobnímu či aerobnímu rozkladu, jako jsou potravinářské a zahradní odpady a rovněž papír a lepenka. Slejška a Grygara (28) doplňují, že tento odpad se při správné teplotě a vlhkosti a za přístupu vzduchu rozkládá a mění na humusové látky, základ zeminy. Biologicky rozložitelný odpad je velice cenná surovina vhodná k dalšímu použití (35).

3.4.2 BRKO – biologicky rozložitelný komunální odpad

Jedná se o velmi důležitou část biologicky rozložitelného odpadu, která je zařazená v Katalogu odpadů, skupina 20 (36) a podle Plánu odpadového hospodářství České republiky (39) ji tvoří tyto druhy:

Katalogové číslo	Název druhu	Podíl biologicky rozložitelné složky (% hmotnosti)
20 01 01	Papír a/nebo lepenka	100
20 01 07	Dřevo	100
20 01 08	Organický kompostovatelný odpad	100
20 01 10	Oděv	75
20 01011	Textilní materiál	75
20 02 01	Kompostovatelný odpad z údržby zeleně	100
20 03 01	Směsný komunální odpad	40
20 03 02	Odpad z tržišť	75

Tab. 1: Seznam biologicky rozložitelných komunálních odpadů (zdroj: 36)

4 Technické zajištění kompostáren

Zřízení každé kompostárny znamená kromě časového aspektu především finanční výdaje. Před zahájením kompostovacího provozu je nezbytně nutné mít čím a kde kompostovat. Jedná se tedy o část stavební – místo a část strojního a technologického vybavení. Důležitá je i administrativa spojená s procesem kompostování. V neposlední řadě se nesmí opomenout obsluha – počet lidí nezbytných pro zajištění řádného procesu.

4.1 Stroje a technické řešení

Jak zmiňuje Plíva (2009), varianty řešení kompostovací linky jsou 3:

- **Kompostovací linka s kolovým traktorem** - hlavním mobilním energetickým prostředkem je obvykle kolový traktor, ke kterému se připojuje řada technických prostředků, například čelní nakladač nebo sklápěcí přívěs. Díky těmto především závěsným zařízením se pomocí jednoho traktoru obslouží téměř celý kompostovací proces. (Tab. 2)
- **Kompostovací linka složená z jednoúčelových strojů** - pro zajištění jednotlivých fází kompostovacího procesu se používají stroje „na míru“ - to znamená stroje sloužící k jednomu účelu. Tato varianta má své velké plus i mínus. Plusem je, že je možné v široké nabídce strojů vybrat ten, který výkonnostně vyhovuje nejvíce, čímž se zvýší výkonnost celé kompostovací linky. Nikoli nepodstatným mínusem jsou vysoké pořizovací ceny jednotlivých strojů. (Tab. 3)
- **Kompostovací linka kombinovaná** – jak je již z názvu patrné, jedná se o kombinaci obou předchozích variant. Jde o to, že mobilní prostředek – traktor, se používá jen pro některé vybrané operace a ty ostatní jsou zajištěny jednoúčelovými stroji. (Tab. 4)

Operace		Název	Dovoz a příjem surovin	Jemná dezintegrace	Zakládání kompostu	Překopávání kompostu	Prosévání kompostu	Nakládání kompostu
Souprava	Energetický prostředek (zdroj)	Název	Kolový traktor	Kolový traktor	Kolový traktor	Kolový traktor	-	Kolový traktor
		Počet	1	1	1	1	-	1
	Pracovní stroj	Název	Traktorový sklápěcí přívěs	Drtič (štěpkovač)	Čelní lopata - adaptér	Překopávač kompostu připojitelný	Rotační síto válcové s elektromotorem	Čelní lopata - adaptér
		Počet	1	1	1	1	1	1
Počet obsluhujících		Řidič	1	1	1	1	1	1
		Obsluha	-	-	-	-	1	-

Tab. 2: Kompostovací linka s kolovým traktorem (zdroj: 5)

Operace		Název	Dovoz a příjem surovin	Jemná dezintegrace	Zakládání kompostu	Překopávání kompostu	Prosévání kompostu	Nakládání kompostu
Souprava	Energetický prostředek (zdroj)	Název	-	-	-	-	-	-
		Počet	-	-	-	-	-	-
	Pracovní stroj	Název	Komunální vozidlo	Drtič s vlastním pohonem	Univerzální čelní nakladač	Překopávač kompostu samojízdný	Prosévací zařízení s elektromotorem	Univerzální čelní nakladač
		Počet	1	1	1	1	1	1
Počet obsluhujících		Řidič	1	1	1	1	1	1
		Obsluha	-	-	-	-	1	-

Tab. 3: Kompostovací linka složená z jednoúčelových strojů (zdroj: 5)

Operace		Název	Dovoz a příjem surovin	Jemná dezintegrace	Zakládání kompostu	Překopávání kompostu	Prosévání kompostu	Nakládání kompostu
Souprava	Energetický prostředek (zdroj)	Název	-	-	Univerzální čelní nakladač	Univerzální čelní nakladač	-	Univerzální čelní nakladač
		Počet	-	-	1	1	-	1
	Pracovní stroj	Název	Komunální vozidlo	Drtič s vlastním pohonem	Lopata nakládací	Překopávač kompostu připojitelný	Prosévací zařízení s elektromotorem	Lopata nakládací
		Počet	1	1	1	1	1	1
	Počet obsluhujících	Řidič	1	1	1	1	1	1
		Obsluha	-	-	-	-	1	-

Tab. 4: Kompostovací linka kombinovaná (zdroj: 5)

4.1.1 Energetické prostředky

Mezi energetické prostředky, které se používají, když jsou některé fáze kompostování zajištěny stroji bez vlastního energetického zdroje, nejčastěji patří kolový traktor, čelní nakladač nebo nosič nářadí.

Altman, Vaculík a Mimra (1) zdůrazňují, že pro zvýšení efektivity a manipulaci se surovinami je nutné, aby se k traktoru nebo nosiči nářadí dala připojit čelní lopata. Další praktickou vlastností stroje je superredukční převodovka umožňující volbu nízké pojezdové rychlosti.

V případě čelního nakladače je třeba zvážit, jestli je připojitelný k dalším pracovním zařízením a má dostatečný výkon.

Mezi zásadní hodnotící kritéria při výběru stroje patří snadnost obsluhy, dobré řešení ovládacích prvků, pevnost konstrukce, uzávěrka diferenciálu, snadná manévrovatelnost, univerzálnost, hospodárnost, výkonnost.

4.1.2 Drtiče

Drtiče jsou stroje, s jejichž pomocí dochází k rozmělnění slabších větví, kůry a zelené hmoty při přípravě základky. Při své činnosti drtiče trhají suroviny na částice, které se značně odlišují rozměry a poměrně velkým povrchem (20).

Vzhledem k nadměrnému namáhání části pracovního ústrojí, musí být tyto části vyrobené z vysoce odolných materiálů. Konstrukčně by měly být řešeny tak, aby se zamezilo častému ucpávání i při zpracovávání vlhkých či polosuchých surovin. Údržba, čištění a výměna jednotlivých částí stroje by měla být co nejjednodušší. Stroje musí samozřejmě splňovat podmínky bezpečnosti práce.

Drtiče dělíme podle několika kritérií:

Podle typu pracovního ústrojí:

- talířové,
- nožové,
- spirálové ostří,
- kladívkové,
- kombinované.

Podle způsobu pohonu:

- poháněné vývodovou hřídelí traktoru,
- poháněné spalovacím motorem,
- poháněné elektrickým pohonem.

Podle způsobu přepravy:

- přenosné,
- převozní (nesené traktorové, na vozíku).

Podle výkonu motoru:

- 1 až 3 kW – domácí použití,
- 3 až 10 kW – profesionální údržba zeleně,
- 40 až 50 kW – specializované firmy.

4.1.3 Štěpkovače

Štěpkovače svou činností produkují takzvanou štěpku, která má relativně malou aktivní plochu. Ta způsobuje delší dobu kompostování, protože bakterie zajišťující rozklad se dostanou pouze na malý povrch zpracovávané suroviny (20). Proces štěpkování je zdlouhavý, pracný a dochází k častému poškození pracovního ústrojí. Velké oblibě se štěpkovače těší v zahradnické činnosti kvůli rovnoměrnému rozdrobení surovin pro pěstitelské a dekorativní účely.

Štěpkovače dělíme podle 4 kritérií:

Podle pracovního ústrojí:

- diskové – kotoučové,
- bubnové,
- spirálové - šnekové.

Podle provedení:

- samojízdné s vlastním motorem,
- přívěsné s vlastním motorem,
- traktorové.

Podle velikosti:

- 25 až 50 kW - s vlastním podvozkem,
- 50 až 100 kW - vezené na přívěsu,
- 100 až 450 kW – samojízdné nebo nesené.

Podle druhu podávacího ústrojí:

- manuální podávání surovin,
- samopodávací efekt,
- gravitační podávání surovin.

Obecně pro výběr štěpkovače platí, že by měl umět zpracovávat suroviny v jakémkoli stádiu vlhkosti a rozdrtit je na částice velké maximálně 5 cm³. Konstrukce stroje musí být bezpečná, snadno obsluhovatelná, snadno opravitelná. Hospodárnost a výkonnost, neboli poměr cena - výkon jsou v těsném závěsu.

4.1.4 Míchací vůz

Míchací vůz, též nazývaný homogenizátor nebo mobilní kompostárna, je víceúčelové zařízení, které je možné používat nejen při kompostování. Mnoho zemědělců – chovatelů jej rádo využívá při krmení dobytka. V prostorné nádobě s objemem od 5 do 25 m³ se pomocí silných a výkonných šneků dobře promísí krmivo jaderné i krmivo s dlouhou strukturou, které pak zemědělci pomocí přídatného sklopného dopravníku snadno dopraví z míchacího vozu přímo k dobytku do žlabu nebo na krmicí stůl, což jako velkou výhodu míchacího vozu vyzdvihuje i Zemánek (40).

Stejně dobře jako krmení pro dobytek, umí míchací vůz zpracovat i kompostovací základku. Do vany stroje se nasype rozdrčená či rozštěpkovaná surovina, nebo surovina menších rozměrů drtičem či štěpkovačem neošetřená. V míchacím vozu je pečlivě rozřezána a zamíchána silným míchacím šnekem a následně je vyskladňovacím otvorem, doplněným o pásový dopravník či šnekový lis, vyskladněna.

Míchací vůz je zařízení mobilní, tzn. že je možné s ním přejíždět, kam je potřeba. Je tažen obvykle traktorem, který kromě pohybu stroje z místa na místo zajišťuje také chod samotného míchání pomocí vývodové hřídele. Díky několika způsobům vyskladňování lze stroj použít pro kompostování v pásových hromadách nebo do vaků.

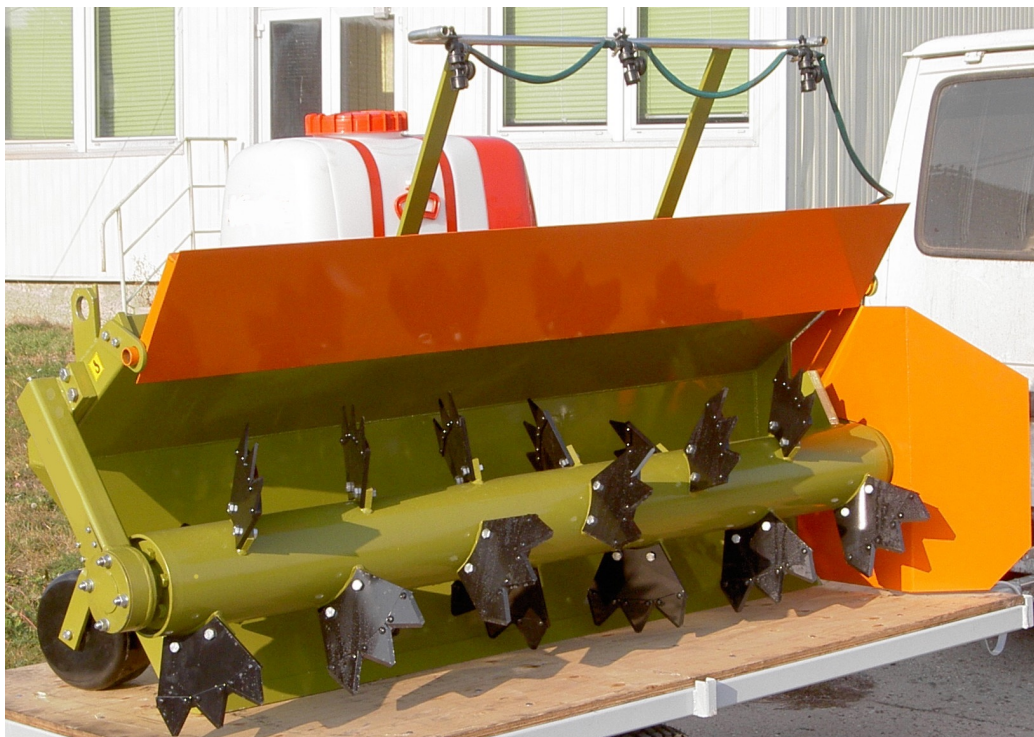
I v tomto případě nabízí trh širokou nabídku míchací vozů. Při jeho pořizování je dobré se zaměřit na objem míchací vany, počet míchacích šneků, výkon stroje, snadnou obsluhu, snadnou údržbu a kompatibilitnost.

4.1.5 Překopávače kompostu

Překopávání a provzdušnění kompostu, jako nejdůležitější operace procesu kompostování, je současně náročnějším procesem, co se místa týče. Během překopávání totiž dochází k přesunu kompostu z místa na místo a je tedy potřeba s tím počítat již při zakládání pásový hromad. Pro zvýšení efektivity práce se i pro tuto operaci používá speciální stroj – překopávač kompostu. Plíva (21) připomíná, že typově může být buď nesený, přívěsný nebo samojízdny.

4.1.5.1 Překopávač kompostu nesený

Tento typ překopávače kompostu pracuje na principu promíchání a odsunutí kompostu pomocí rotoru do strany, kde vytvoří novou hromadu. Jelikož má nestabilní pracovní polohu bývá doporučováno používat jej pouze pro lehké suroviny.



Fot. 1: Překopávač kompostu nesený (zdroj: Bc. Nina Kleindienstová)

4.1.5.2 Překopávač kompostu přívěsný

Přívěsný překopávač kompostu tažený energetickým prostředkem provzdušňuje kompost na hromadě bez odsunu do strany. Má dobrou stabilitu, a tak je vhodný pro překopávání středně těžkých surovin. Obvykle je vybavený nádrží, která slouží jako zátěž a zároveň jako zásobník pro zvlhčovací tekutiny.

4.1.5.3 Překopávač kompostu samojízdný

Samojízdný překopávač kompostu se skládá z pojezdového a překopávacího ústrojí, které mohou mít společný či oddělený agregát. Překopávač kompostu má pneumatiky nebo pásy; pracovní rotor se šnekem a často i přihrnovací štít. Využívá se pro lehké a středně těžké suroviny.



Obr. 1: Překopávač samojízdný (zdroj: (6))

Další dělení překopávačů kompostu je podle pracovního ústrojí na rotorové, s přesunem hmoty dozadu a s přesunem hmoty do strany.

Překopávače kompostu se dělí i podle výkonnosti na malé (do $200 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$), střední (200 až $400 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$) a velké (nad $400 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$).

Mezi zásadní požadavky na dobrý překopávač kompostu patří kvalitní promísení a provzdušnění surovin v celé výšce profilu, nízká pracovní rychlost a možnost její regulace, formování překopávaných surovin do hromad rozměrově určeného profilu, dobré pojezdové vlastnosti a manévrovatelnost na pracovní ploše (20).

4.1.6 Prosévací a separační zařízení

4.1.6.1 Prosévací zařízení

Použitím prosévacího zařízení dochází k rozdělování hotového kompostu na jednotlivé frakce vhodné k dalšímu nakládání. Plíva a Kollárová (23) rozlišují prosévací zařízení na:

- **Vibrační síto** – konstrukčně jednoduché, energeticky nenáročné, zpravidla stacionární zařízení pracující na principu přerušovaného posunu surovin po sítu.
- **Rotační síto** – vysoce výkonné díky velikosti využitelné plochy a plynulosti provozu. Suroviny se plynule posunují vnitřním povrchem rotujícího válcového síta.
- **Rotační rošt** – vysoká výkonnost díky dobré průchodnosti surovin přes samočisticí ocelové nebo pryžové elementy kotoučového, hvězdicového či jiného tvaru. Třídění surovin se uskutečňuje propadem mezi elementy při otáčení hřídelu, na kterém jsou umístěny.

4.1.6.2 Separační zařízení

Separátory se používají pro oddělení čistého biologicky rozložitelného odpadu a různých příměsí po prosévání. Mezi příměsi patří například plasty či kovový odpad. Rozlišujeme:

- **Odstředivé odlučovače** – zařízení pracující s balistickými drahami, intenzitou odrazu částic a rozdílností valivých a třetích vlastností částic.
- **Vzduchové odlučovače** – lehké suroviny jako fólie či papír se oddělují proudem vzduchu.

4.2 Ostatní zařízení kompostárny

Provoz kompostárny je závislý na řadě technologií. Nejde však jen o velké stroje, jako jsou překopávače kompostu, drtiče a traktory, ale jak známo – vítězství je v detailech, a tak i provoz kompostárny je podmíněn neméně důležitými zařízeními. Ačkoli řadu z nich můžeme vnímat jako samozřejmost, při zřizování provozovny a procesu kompostování je naprosto nezbytné na ně myslet, neboť jejich absence může být fatální.

4.2.1 Kompostovací plocha

Pro účely stálé kompostárny, s roční produkcí kompostu větší než 500 t, je nutností vybudovat vodohospodářsky zabezpečenou plochu, což je vždy individuální projekt. Vždy však musí být zamezeno kontaktu zpracovávaných surovin s okolní půdou a podzemní vodou, především tou pitnou. Pro snadnou obsluhu (překopávání, měření teploty a vlhkosti) je třeba zajistit dostatečný prostor kolem jednotlivých hromad, a pro odvod srážkových vod a splachů do dostatečně velkých jímek je nezbytný minimální spád kompostovací plochy 3%.

Vzhledem k poměrně velkým investičním nákladům na úpravu ploch, je výhodné pro kompostování použít již zabezpečené stavby, například sklady hnojiv, hnojiště, silážní žlaby nebo areály uhelných skladů, jejichž rekonstrukce a revize nejsou tak nákladné.

V případě kompostování ve vacích například stačí pouze válcováním zhutněná plocha zabavená ostrých předmětů.

Zahajuje-li se kompostování na velikostně omezené ploše, je vhodné, respektive nutné spočítat, jaké množství surovin lze na takovéto ploše zpracovat. V opačném případě - je-li známo množství zpracovávaných surovin, je potřeba spočítat, jak velká plocha je ke zpracování potřeba.

Je-li možné si vybrat, kde bude kompostovací plocha zřízena, Kollárová a kol. (9) doporučují vybrat obecně takové místo, které je dostatečně vzdáleno od obydlí, aby bydlením zastavěné plochy nebyly obtěžovány možným zápachem.

Kromě administrativní budovy - technického zázemí stává na kompostovací ploše obvykle i alespoň jednoduchý přístřešek pro uložení strojů před vlivy počasí.

4.2.2 Evidence příjmů surovin

Příjem surovin do kompostárny začíná zvážení přivezených surovin. To se dělá zpravidla nájezdovými váhami, které jsou buď mostní (najeďte na ně celé nákladní auto, popř. souprava) anebo mobilní nápravové, které se umísťují pod vážené nápravy. V obou případech však po zvážení nezískáme hmotnost přivážených surovin, ale hmotnost surovin včetně stroje. Proto je nutné po vyprázdnění nákladového prostoru, kontejneru nebo vleku zvážit energetický prostředek ještě jednou (31). Po jednoduchém odečtení těchto 2 čísel získáme přesnou hmotnost surovin pro kompostování.

Hmotnost surovin, datum a čas příjmu, včetně identifikačních údajů dodavatele se zaznamenává do evidenční knihy v papírové nebo elektronické podobě. Pro záznamy v elektronické podobě se používá standardní osobní počítač s tiskárnou pro tisk vážních lístků. Takováto kancelář se zázemím v podobě sociálního zařízení a šatny pro převléknutí obsluhy by neměla chybět žádné provozované kompostárně.

4.2.3 Zdroj elektrické energie

Elektrina je nezbytná pro provoz především administrativních zařízení - počítač, tiskárna, osvětlení, často však i pro provoz některých technologických zařízení kompostárny, např. drtiče, štěpkovače, třídící síta. Tyto spotřebiče vyžadují třífázové jmenovité napětí 380 V. Pokud není možné přivést ke kompostárně elektřinu standardní cestou od běžného dodavatele (ČEZ, PRE atd.), zajišťuje elektrickou energii dieselová nebo benzinová elektrocentrála.

4.2.4 Vaky a plachty

Při kompostování ve vacích, jak je již z názvu patrné, se používají pro zrání kompostu vaky z umělých hmot. Jsou to různě silné pytle z materiálu jako PE či LDPE s průměrem odpovídajícím velikosti plnicího stroje (1,2 až 2,4 m) a délkou 30, 60, 75 až 90 m. Spolu s kompostem se do vaků souběžně vkládá i provzdušňovací hadice. Ve vacích kompost zraje 6 až 8 týdnů. Po uplynutí této doby je vak rozříznut, kompost dále zpracován a vak i hadice, přičemž ani jeden z těchto dvou produktů není možné znovu použít, zlikvidovány (21).

Technologie kompostování v pásových hromadách na volné ploše využívá k ochraně kompostu plachty. Ty minimalizují vyplavování kompostu a tím ztrátu živin zachytáváním dešťové vody. I přesto však umožňují surovinám dýchat a zajišťují tak aerobní průběh kompostovacího procesu. Udržují také rovnoměrnou teplotu v celé pásové hromadě a chrání kompostované suroviny proti ultrafialovému záření. Kompostovací plachtu je možné opakovaně použít, její životnost závisí na klimatických podmínkách. Pro manipulaci s plachtou se používá adaptér umístěný na překopávači kompostu, přičemž se kompost překrývá ihned po překopání.

5 Vlastní práce

V této vlastní části diplomové práce se zabývám jednotlivými ekonomickými položkami pořizování a následného provozování dvou typů kompostáren. Počínaje samotným pozemkem a jeho nezbytnými stavebními úpravami přes pořízení technologického vybavení až po náklady na kompostovací provoz.

Prvním typem kompostárny je stacionární kompostárna, která kompostuje technologií pásových hromad na volné ploše.

Druhým typem do kompostárny je mobilní kompostárna, která používá technologii kompostování ve vacích.

Obě kompostárny jsou v diplomové práci zmiňovány anonymně, tzn. že není konkretizováno jejich jméno, majitel ani umístění. Je tak činěno na výslovné přání obou provozovatelů z důvodu ochrany osobních i obchodních údajů.

5.1 Stacionární kompostárna

Analyzovaná stacionární kompostárna - dále jen „stacionární kompostárna“, používající technologii kompostování v pásových hromadách na volné ploše, se nachází ve Středočeském kraji na ploše dvou parcelních pozemků o celkové rozloze cca 8.000 m², a je rozdělena na dvě části: na kompostovací plochu s velikostí 2.900 m² a dozrávací plochu s velikostí 5.000 m².

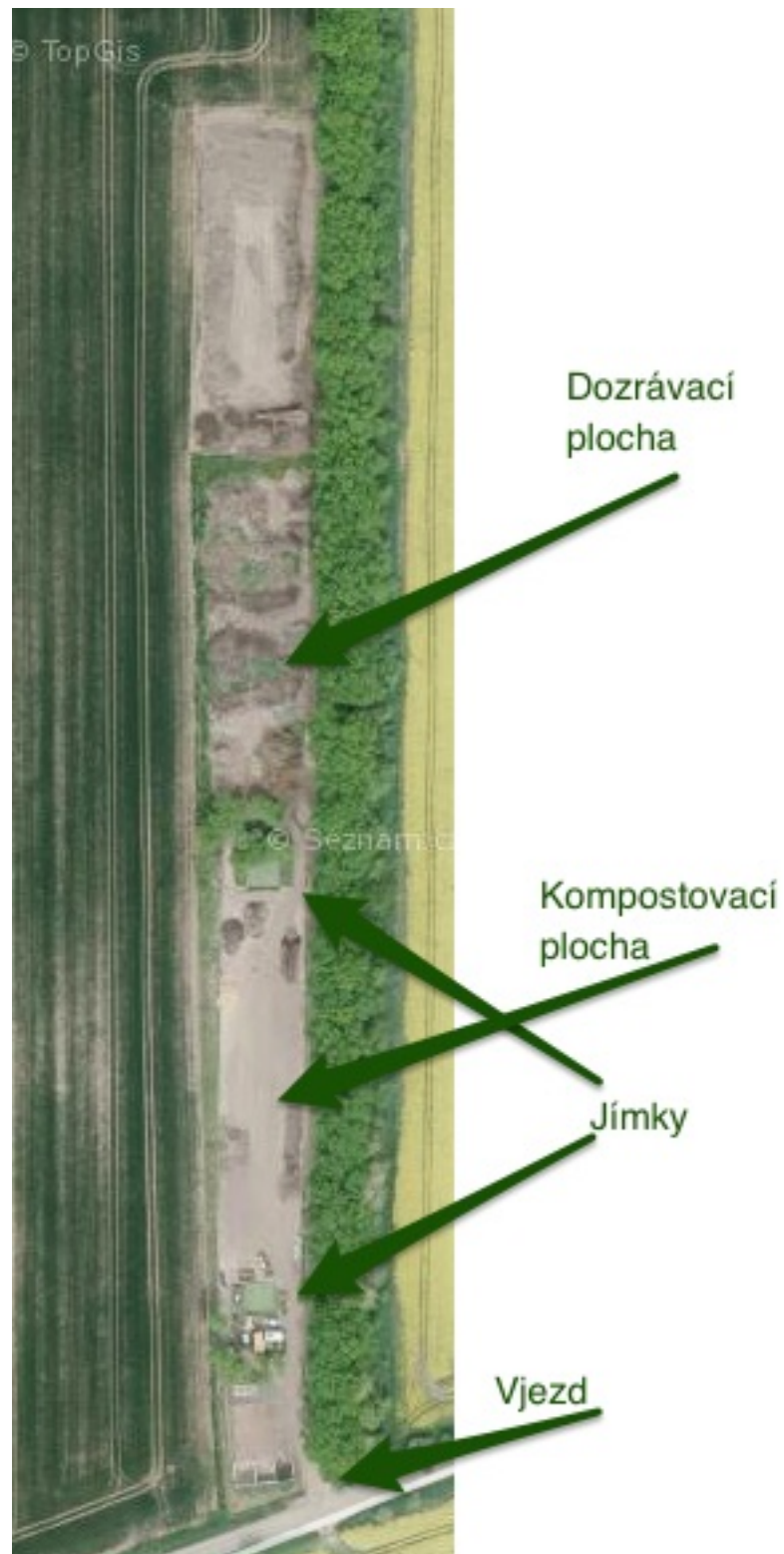
5.1.1 Umístění

Parcela tvaru podlouhlého obdélníku je orientovaná podélně od severu k jihu, vjezd do areálu kompostárny je z jihu, kde navazuje na okresní silnici III. třídy. Po celé východní straně je areál lemován vzrostlými listnatými stromy, od západu a severu k němu přiléhají zemědělské plochy – pole.

Areál stacionární kompostárny se nachází cca jeden kilometr jižně od silnice I. třídy, a nejbližší obce jsou vzdáleny cca 1,5 km západně od areálu a 1 km východně od areálu. Vítr zde nejčastěji vane směrem od západu k východu.

Pozemek, v katastru nemovitostí vedený druhově jako ostatní plocha, způsobem využití jako manipulační plocha, získal jeho vlastník v restituci. Pořizovací náklady byly tedy nulové. Část pozemku, který je dnes používán jako kompostovací plocha, dříve sloužil jako zpevněné polní hnojiště. V době

převzetí současným vlastníkem již byl vodohospodářsky zabezpečenou plochou, opatřenou obrubníky a vyspádovaný do dvou sběrných jímek. Kompostovací plocha i obě sběrné jímky byly důkladně revidovány a následně shledány jako vhodné pro kompostování v pásových hromadách.



Obr. 2: Mapový výřez stacionární kompostárny (zdroj: (27))

5.1.2 Odpady přijímané do zařízení

Stacionární kompostárna zpracovává biologicky rozložitelný odpad z regionu, a to především trávu, listí, větve, dřevo, pařezy, kořeny, zeminu, travní drn a odpad z kuchyní a stravoven. Všechn tento odpad je ihned po přivezení zvážen, zaevidován a uložen do zakládky.

Katalogové číslo	Název druhu odpadu
02 01	Odpady ze zemědělství, zahradnictví, lesnictví, myslivosti, rybářství
02 01 03	Odpady rostlinných pletiv
02 01 07	Odpady z lesnictví
19 12	Odpady z úpravy odpadů jinde neuvedené (např. třídění, drcení, lisování, peletizace)
19 12 07	Dřevo neuvedené pod číslem 19 12 06
20 02	Odpady ze zahrad a parků (včetně hřbitovního odpadu)
20 02 01	Biologicky rozložitelný odpad
20 03	Ostatní komunální odpady
20 03 02	Odpady z tržišť

Tab. 5: Odpady přijímané do zařízení (zdroj: (37))

5.1.3 Technologické vybavení

Veškeré strojní a technologické vybavení stacionární kompostárny, vyjma nákladů na stavební úpravy objektu, bylo financováno dotacemi z operačního programu životního prostředí, a to ve dvou dávkách: první dávka byla z dotací Evropské unie z Operačního programu životního prostředí (OPŽP) ve výši 72% z celkových nákladů. Druhá dávka dotací byla ze Státního fondu životního prostředí (SFŽP) České republiky ve výši 13% z celkových nákladů. Zbývajících 15% celkových nákladů, bylo financováno z vlastních zdrojů provozovatele stacionární kompostárny.

5.1.3.1 Energetický prostředek - traktor

Hlavním energetickým prostředkem stacionární kompostárny je kolový traktor John Deere 6230 s výkonem 74 kW a celkovou hmotností 6.540 kg. Součástí

kolového traktoru John Deere je i čelní nakladač s objemem lopaty 1,1 m³ pro jednodušší manipulaci se surovinami.

Kolový traktor má ve stacionární kompostárně širokou škálu funkcí. V první řadě se jedná o funkci čelního nakladače, který naváží a tvaruje přivezený bioodpad do základek pásových hromad. Po úspěšném dokončení procesu kompostování čelní nakladač přihruje, přemísťuje a připravuje hotový kompost pro využití koncovým zákazníkem.

Zásadním parametrem traktoru je jeho síla, a tažné zařízení, díky kterému k němu lze připojit tažený překopávač kompostu a zajistit tak nejdůležitější část procesu kompostování – překopávání. Pro tažení překopávače kompostu je důležité, aby se rychlost traktoru dala regulovat v rozsahu 0,1 až 1 km.h⁻¹.



Obr. 3: Kolový traktor John Deere 6230 s čelním nakladačem a překopávačem CMC ST 300 s adaptérem při zvlhčování (zdroj: (37))

5.1.3.2 Energetický prostředek - kolový nakladač

Vzhledem k velkému množství zpracovávaného biologicky rozložitelného odpadu ve stacionární kompostárně, je takřka nemyslitelné, aby vše zvládl obstarat jediný energetický prostředek. Z toho důvodu pořídil provozovatel stacionární kompostárny v rámci dotace ještě diesellový kolový nakladač Komatsu WA 200PZ-6 s výkonem 95 kW a objemem lopaty 1,8 m³ (10).

V provozu se kolový nakladač Komatsu střídá s kolovým traktorem John Deere, ovšem častěji pracují současně. Síla a výkon nakladače ve spojení s velkým

objemem lopaty jsou nepostradatelnými pomocníky v provozu stacionární kompostárny.



Obr. 4: Komatsu WA 200PZ-6 (zdroj: (10))

5.1.3.3 Drtič

Před umístěním do kompostovací základky je nutné všechny dovezené biologicky rozložitelné odpady upravit na vyhovující velikost. Týká se to především větví, náletových dřevin, menších stromků a pařezů. Všechny tyto suroviny se zpracují v drtiči a do základky pak vstupuje surovina vhodná do založení základky.

Drtič má vlastní dieselový motor, je tedy schopen pracovat samostatně – nezávisle na energetickém prostředku. Zařízení je mobilní pomocí jedné nápravy, má vlastní tažnou oj a lze jej přemísťovat na potřebná místa tažením i za osobním automobilem.



Fot. 2: Drtič s dieslovým motorem (zdroj: Bc. Nina Kleindienstová)

5.1.3.4 Překopávač kompostu

Překopávání kompostovacích základek je nejdůležitější součástí procesu kompostování. Tomuto účelu slouží ve stacionární kompostárně traktorem tažený překopávač kompostu CMC ST 300 s pracovním prostorem o šířce 3 m a výšce 1,6 m, a výkonem $1.000 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$ zpracovávaných surovin (6). K jeho výbavě patří i adaptér pro rozbalování kompostovací plachty a pro zvlhčování.

První překopávání se provádí ihned po založení hromady. Je to z toho důvodu, aby se promíchaly suroviny vrstvené ve vhodném poměru C:N, tedy větve a travní hmota. Další překopávání se provádí podle teploty kompostu, vždy však při přesáhnutí 60°C .

Pomocí tohoto zařízení je zajištěno provzdušňování a tím správný průběh kompostovacího procesu a díky adaptéru je možné během jediné jízdy hromadu kompostu překopat, zvlhčit a současně jí zakrýt kompostovací plachtou.



Fot. 3: Překopávač kompostu CMC ST 300 (zdroj: Bc. Nina Kleindienstová)



Fot. 4: Překopávač kompostu CMC ST 300 se zvlhčovačem (zdroj: Bc. Nina Kleindienstová)



Obr. 5: Adaptér pro rozbalování kompostovací plachty k překopávači kompostu CMC ST 300 se zvlhčovačem (zdroj: (6))

5.1.3.5 Ponorné čerpadlo

Vzhledem k využívané technologii kompostování v pásových hromadách na volné ploše dochází k ovlivňování kompostovaných surovin klimatickými změnami – déšť, mráz, sníh, slunce či vítr. Nejméně příznivé jsou hodně suché a větrné dny, kdy dochází nekontrolovatelnému vysoušení a rozfoukávání hromad, často i přes zakrytí kompostovací plachtou. Proto se při překopávání kompostu tento kompost zvlhčuje. Z ekologických i ekonomických důvodů se nepoužívá čistá pitná ani užitková voda, nýbrž se „recykluje“ voda, která stekla z vyspádované kompostovací plochy do záchytných jímek. Tato voda má výhodu, že je obohacena o příznivé minerální látky, popř. se do ní mohou v jímkách kontrolovaně přimíchat.

Pomocí silného ponorného čerpadla, připojeného na hadice adaptéru překopávače kompostu, je voda ze záchytných jímek čerpána a při překopávání kompostu plynule, pomocí trysek adaptéru, aplikována na překopávaný kompost.

5.1.3.6 Kompostovací plachta

Vzduchově propustné kompostovací plachty chrání hromady kompostu před vysušováním a srážkami. Zakládka je i přes zakrytí zásobena kyslíkem a CO_2 prochází, aniž by ohrožoval ovzduší. Životnost kompostovací plachty je dle klimatických podmínek přibližně 5 let.



Fot. 5: Pásové hromady zakryté kompostovací plachtou (zdroj: Bc. Nina Kleindienstová)

5.1.3.7 Síto

Po úspěšném ukončení procesu kompostování i jeho dozrávání, což trvá přibližně 2 až 3 měsíce, před tím, než se kompost dostane do záhonku zahrádkáře nebo na pole zemědělce, musí dojít k rozdělení hotového kompostu na jednotlivé frakce vhodné k dalšímu nakládání. V analyzované stacionární kompostárně se tak děje pomocí rotačního válcového prosévacího síta MBT 3, které pohání díky dieselové elektrocentrále motor s výkonem 5,5 kW. Podle vlhkosti prosévaných surovin dosahuje síto výkonu 10 až 40 $\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$ při použití síta s velikostí ok 0 mm až 36 mm a 64 mm až 150 mm (12).

Dva kusy rotačního bubnového síta sestavené v sérii umožňují třídění najednou. Oky I. síta, velkými 0 až 36 mm, se odděluje jemný, tzv. podsítný kompost. Druhým sítem, s oky velkými 64 až 150 mm, vypadává hrubý – nadsítný kompost, který se obvykle vrací zpět do kompostovacího procesu jako základ tvorby nových hromad.



Obr. 6: Rotační válcové síto MBT3 (zdroj: (12))

5.1.3.8 Teploměr

Již od počátku založení základky je nutné každý den kontrolovat teplotu kompostované hmoty. K tomu slouží nejrůznější typy teploměrů, které mají svůj vlastní displej se zobrazovaným údajem, anebo přenášejí naměřené hodnoty do osobního počítače pomocí radiových vln. Stacionární kompostárna používá ručně odčítaný digitální tyčový teploměr 1.500 mm.



Obr. 7: Tyčový teploměr s digitálním displejem (zdroj: (14))

5.1.3.9 Systém pro zjišťování jakostních znaků

Systém pro zjišťování jakostních znaků zahrnuje zařízení pro měření vlhkosti, zařízení pro měření obsahu kyslíku, zařízení pro zjišťování chemických vlastností a zařízení pro zjišťování hmotnosti.

Pro měření vlhkosti používá provozovatel stacionární kompostárny přenosný vlhkoměr surovin tuzemského výrobce ASEKO, spol. s r.o., který pracuje na vodivostním principu měření. Vlhkost surovin se zjišťuje zapíchnutím tyčové sondy do hromady kompostu a naměřený údaj se zobrazí na LCD displeji (2). Tento údaj se zaznamenává do osobního počítače.

Podobně se zjišťuje i obsah plynu – zapíchnutím tyčové sondy s elektronickým principem změří množství kyslíku kompostované hromady. ASEKO, spol. s r.o. dodal provozovateli stacionární kompostárny toto přenosné měřicí zařízení, které zobrazuje výsledek měření na LCD displeji, odkud se ručně zaznamenává do osobního počítače.

Pro zjištění chemických vlastností používá stacionární kompostárna profesionální měřicí kufřík na komposty s váhou, příslušenstvím a reagenty k určení nitridu, nitrátu, amonia – dusíku a sulfidu od stejného dodavatele, od kterého má i překapávač kompostu, tzn. Compost Systems GmbH. Pomocí této kompaktní laboratoře lze rychle zjistit, jaké množství mineralizovaného dusíku ve formě nitrátu a amonia je v kompostu obsaženo a zda jsou všechny procesy v kompostu již ukončeny (5).

Vážení surovin probíhá při jejich příjmu do kompostárny i při jejich expedici ke koncovým zákazníkům. Obojí vážení probíhá na silniční váze umístěné nedaleko vjezdu do areálu. Na tyto váhy najde celá motorová souprava – tzn. energetický prostředek (traktor) s vlekem, popř. nákladní vozidlo s kontejnerem, obsluha kompostárny si zaznamená celkovou hmotnost soupravy a nechá vyložit suroviny pro surovinovou základku na předem určeném místě. Po vyložení surovin najede motorová souprava opět na silniční váhu a obsluha kompostárny si zaznamená hmotnost prázdné úpravy. Po odečtení této hodnoty od hmotnosti plné soupravy získá obsluha kompostárny množství přijatých surovin, které zaznamená do evidenční knihy.



Fot. 6: Nájezdová mostní váha (zdroj: Bc. Nina Kleindienstová)

5.1.4 Ostatní zařízení stacionární kompostárny

5.1.4.1 Evidence

Na pracovní ploše stacionární kompostárny je umístěna stavební buňka, která slouží jako administrativní zázemí pro obsluhu. Zde obsluha zaznamenává do osobního počítače hmotnosti přijímaných surovin, hodnoty z měření teploty, vlhkosti i chemických vlastností.

5.1.4.2 Elektrická energie

Elektrickou energii dodává dieselová třífázová elektrocentrála zn. Kipor s výkonem 26kW, která zajišťuje provoz nejen administrativní budově a jejímu vybavení – osobní počítač, tiskárna, osvětlení budovy i objektu, nabíječka baterií drobných elektrozařízení, rychlovarná konvice či elektrický přímotop, ale i technologických zařízení stacionární kompostárny jako jsou rotační bubnové síto a čerpadlo.

5.1.4.3 Zastřešená plocha

Aby nebyly stroje vystaveny nepřízní počasí, byla na ploše stacionární kompostárny vybudována jednoduchá plechová hala, do které se všechna velká zařízení pohodlně vejdou. Hala zároveň slouží jako kryté suché místo v případě potřeby oprav či revizí jednotlivých strojů.

5.1.5 Ekonomika

5.1.5.1 Náklady na vstupní suroviny

Stacionární kompostárna zpracovává biologicky rozložitelný odpad ze spádových obcí, pro které tuto činnost vykonává jako službu za úplatu. Na surovinách přijatých do provozu tak nemá žádné náklady. Příjmy kompostárny nejsou předmětem této práce, není s nimi tedy nijak kalkulováno.

DRUH	MNOŽSTVÍ (t)	CENA za jednotku	CENA bez DPH
Travní hmota	2 305,00	0,00 Kč	0,00 Kč
Listí	987,00	0,00 Kč	0,00 Kč
Zelené kuchyňské odpady	125,00	0,00 Kč	0,00 Kč
Větve, dřevo	583,00	0,00 Kč	0,00 Kč
CELKEM			0,00 Kč

Tab. 6: Náklady na vstupní suroviny

SUROVINA	OBJEMOVÁ HMOTNOST (kg.m ⁻³)	PRŮMĚR (kg.m ⁻³)
Travní hmota	320 - 450	385,00
Listí	60 - 90	75,00
Zelené kuchyňské odpady	700 - 1.000	850,00
Větve, dřevo	200 - 280	1 140,00

Tab. 7: Převod hmotnosti surovin (zdroj: (22))

5.1.5.2 Časové náklady

DRCENÍ	404,86
Surovina	Větve, dřevo
Množství (t)	583,00
Množství (kg)	583 000,00
Množství (m ³) 1 m ³ = cca 240 kg	2 429,17
Doba drcení m ³ .hod ⁻¹ (výkonnost = 6 m ³ .hod ⁻¹)	404,86

ZAKLÁDÁNÍ - převod množství jednotlivých surovin z tun na m³			
Surovina (A)	Travní hmota	Surovina (B)	Listí
Množství (t)	2 305,00	Množství (t)	987,00
Množství (kg)	2 305 000,00	Množství (kg)	987 000,00
Množství (m ³) 1 m ³ = cca 385 kg	5 987,01	Množství (m ³) 1 m ³ = cca 75 kg	13 160,00

Surovina (C)	Zel.kuch.odpady
Množství (t)	125,00
Množství (kg)	125 000,00
Množství (m ³) 1 m ³ = cca 850 kg	147,06

Surovina (D)	Větve
Množství (t)	583,00
Množství (kg)	583 000,00
Množství (m ³) 1 m ³ = cca 240 kg	2 429,17

ZAKLÁDÁNÍ HROMAD	724,11
Surovina (A + B + C + D)	Vše
Množství (t)	4 000,00
Množství (kg)	4 000 000,00
Množství (m ³)	21 723,24
Doba zakládání m ³ .hod ⁻¹ (výkonnost = 30 m ³ .hod ⁻¹)	724,11

PŘEKOPÁVÁNÍ (4x)	86,89
Surovina	Kompost
Množství (t)	
Množství (kg)	
Množství (m ³)	21 723,24
Doba překopávání m ³ .hod ⁻¹ (výkonnost = 1.000 m ³ .hod ⁻¹)	21,72

PROSÉVÁNÍ	579,29
Surovina	Kompost
Množství (t)	
Množství (kg)	
Množství (m ³) = 2/3 ze vstupního množství	14 482,16
Doba přesívání m ³ .hod ⁻¹ (výkonnost = 25 m ³ .hod ⁻¹)	579,29

NAKLÁDÁNÍ při prosévání(2x)	965,48
Surovina	Kompost
Množství (t)	
Množství (kg)	
Množství (m ³) = 2/3 ze vstupního množství	14 482,16
Doba nakládání m ³ .hod ⁻¹ (výkonnost = 30 m ³ .hod ⁻¹)	482,74

Tab. 8: Čas potřebný k jednotlivým úkonům během kompostování za 1 rok

5.1.5.3 Náklady na provoz jednotlivých strojů

ZAŘÍZENÍ	John Deere 6230
Požizovací cena Kč	1 350 000,00 Kč
Spotřeba 9 l/hod * 24,- / l	216,00 Kč
Počet hodin v provozu za rok	569,63
Odpisy (za rok)	270 000,00 Kč
Odpisy (za hodinu provozu)	473,99 Kč
Opravy (za rok = 10% odpisů)	27 000,00 Kč
Opravy (za hodinu provozu)	47,40 Kč
Náklady na 1 hod provozu	737,39 Kč
Náklady na provoz za rok	420 040,42 Kč

ZAŘÍZENÍ	Komatsu
Požizovací cena Kč	2 365 000,00 Kč
Spotřeba 12 l/hod * 24,- / l	288,00 Kč
Počet hodin v provozu za rok	1 206,85
Odpisy (za rok)	473 000,00 Kč
Odpisy (za hodinu provozu)	391,93 Kč
Opravy (za rok = 10% odpisů)	47 300,00 Kč
Opravy (za hodinu provozu)	39,19 Kč
Náklady na 1 hod provozu	719,12 Kč
Náklady na provoz za rok	867 871,82 Kč

ZAŘÍZENÍ	Drtič
Požizovací cena Kč	516 000,00 Kč
Spotřeba 5 l/hod * 24,- / l	120,00 Kč
Počet hodin v provozu za rok	404,86
Odpisy (za rok)	103 200,00 Kč
Odpisy (za hodinu provozu)	254,90 Kč
Opravy (za rok = 10% odpisů)	10 320,00 Kč
Opravy (za hodinu provozu)	25,49 Kč
Náklady na 1 hod provozu	400,39 Kč
Náklady na provoz za rok	162 103,33 Kč

ZAŘÍZENÍ	Překopávač
Požizovací cena Kč	1 400 000,00 Kč
Spotřeba	0,00 Kč
Počet hodin v provozu za rok	86,89
Odpisy (za rok)	280 000,00 Kč
Odpisy (za hodinu provozu)	3 222,36 Kč
Opravy (za rok = 10% odpisů)	28 000,00 Kč
Opravy (za hodinu provozu)	322,24 Kč
Náklady na 1 hod provozu	3 544,59 Kč
Náklady na provoz za rok	308 000,00 Kč

ZAŘÍZENÍ	Síto
Požizovací cena Kč	679 000,00 Kč
Spotřeba	0,00 Kč
Počet hodin v provozu za rok	579,29
Odpisy (za rok)	135 800,00 Kč
Odpisy (za hodinu provozu)	234,43 Kč
Opravy (za rok = 10% odpisů)	13 580,00 Kč
Opravy (za hodinu provozu)	23,44 Kč
Náklady na 1 hod provozu	257,87 Kč
Náklady na provoz za rok	149 380,00 Kč

ZAŘÍZENÍ	Elektrocentrála
Požizovací cena Kč	290 000,00 Kč
Spotřeba 7,5 l/hod * 24,- / l	180,00 Kč
Počet hodin v provozu za rok	979,29
Odpisy (za rok)	58 000,00 Kč
Odpisy (za hodinu provozu)	59,23 Kč
Opravy (za rok = 10% odpisů)	5 800,00 Kč
Opravy (za hodinu provozu)	5,92 Kč
Náklady na 1 hod provozu	245,15 Kč
Náklady na provoz za rok	240 071,54 Kč

CELKEM	2 147 467,12 Kč
---------------	------------------------

Tab. 9: Výpočet nákladů na provoz strojů za 1 rok

5.1.5.4 Pořizovací jednorázové náklady

OBJEKT	PARAMETRY	CENA bez DPH	AMORTIZACE	CENA
Celková plocha v katastrální mapě	8.040 m ²	0,00 Kč		0,00 Kč
Plocha pro bezpečný výjezd z kompostárny	140 m ² á 800,- Kč	112 000,00 Kč	10	11 200,00 Kč
Kompostovací plocha - renovace	2.900 m ² á 150,- Kč	435 000,00 Kč	10	43 500,00 Kč
Dozrávací plocha - renovace	5.000 m ² á 150,- Kč	750 000,00 Kč	10	75 000,00 Kč
Jímky - renovace	340 m ³ á 150,- Kč	51 000,00 Kč	10	5 100,00 Kč
Plot - výstavba	850 bm á 1.000,-	850 000,00 Kč	10	85 000,00 Kč
Administrativní objekt	Stavební buňka, 2,5 x 5 m	35 000,00 Kč	10	3 500,00 Kč
Evidenční zařízení	Osobní počítač	25 000,00 Kč	5	5 000,00 Kč
Evidenční zařízení - příslušenství	Tiskárna, kancelářské vybavení	15 000,00 Kč	5	3 000,00 Kč
Skladovací kontejner pro nářadí, plachty	2,5 x 5 m	35 000,00 Kč	10	3 500,00 Kč
Přístřešek pro stroje	15 x 9 x 3 m	160 000,00 Kč	10	16 000,00 Kč
Elektrocentrála	KIPOR KDE30SS3, 26,4 kW	290 000,00 Kč		0,00 Kč
Nájezdová mostní váha	13 x 3 m, oboustranné nájezdy, nosnost 60 t	380 000,00 Kč	5	76 000,00 Kč
Energetický prostředek - kolový traktor	John Deere 6230, 74 kW, s čelním nakladačem	1 350 000,00 Kč		0,00 Kč
Nakadač s lopatou	Komatsu WA 200PZ-6, 95 kW, lopata 1,8 m ³	2 365 000,00 Kč		0,00 Kč
Překopávač kompostu tažený + adaptér	CMC ST 300, 3 x 1,6 m, 1000 m ³ .hod ⁻¹	1 400 000,00 Kč		0,00 Kč
Krycí textilie kompostu	množství 3.500 m ² , 100,-/m ² , životnost 5 let	350 000,00 Kč	5	70 000,00 Kč
Drtič	průměr dřevní hmoty 200 mm, výkon 80 kW	516 000,00 Kč		0,00 Kč
Rotační válcové síto	MBT3, 5,5 kW, 10 - 43 m ³ .hod ⁻¹	679 000,00 Kč		0,00 Kč
Zapichovací teploměr	CODET Brno, -55° - + 125° C, 20 ks	200 000,00 Kč	5	40 000,00 Kč
Systém pro zjišťování jakostních znaků	měření vlhkosti, plynu, poměr C:N	74 300,00 Kč	5	14 860,00 Kč
Ponorné čerpadlo + hadice	výkon 2,3 kW, průtok 4,8 l/s, 100 m hadice	187 000,00 Kč	5	37 400,00 Kč
CELKEM		10 259 300,00 Kč		489 060,00 Kč

Tab. 10: Jednorázové počáteční pořizovací náklady

5.1.5.5 Pravidelné roční náklady

OBJEKT	PARAMETRY	CENA ZA JEDNOTKU	MNOŽSTVÍ	JEDNOTKY	CELKEM bez DPH
Sociální zařízení	Mobilní toaleta s mytím rukou, vč. servisu	3 000,00 Kč	12	měsíc	36 000,00 Kč
Voda	Barel, 10 l / týden	250,00 Kč	40	týden	10 000,00 Kč
Drobné náklady	Pracovní pomůcky, úklidové prostředky, kancelářské potřeby, baterie	600,00 Kč	12	měsíc	7 200,00 Kč
Odvoz odpadu	Ekologická likvidace odpadů	1 000,00 Kč	12	měsíc	12 000,00 Kč
Mzdy	2 zaměstnanci na dobu určitou 9 měsíců, vč. odvodů	15 000,00 Kč	18	měsíc	369 900,00 Kč
Daň	Daň z nemovitosti	8 000,00 Kč	1	rok	8 000,00 Kč
Amortizace	Úprava plochy, objekty, zařízení	489 060,00 Kč	1	rok	489 060,00 Kč
Pojištění	Stroje, objekt	30 000,00 Kč	1	rok	30 000,00 Kč
CELKEM					962 160,00 Kč

Tab. 11: Pravidelné každoroční náklady na provoz

5.1.5.6 Celkové roční náklady

POLOŽKA	POPIS	SUMA
Náklady na roční režii	Tab. 11	962 160,00 Kč
Náklady na provoz strojů	Tab. 10	2 147 467,12 Kč
CELKEM		3 109 627,12 Kč

Tab. 12: Celkové roční náklady

5.1.5.7 Výpočet ceny 1 t kompostu

CELKEM NÁKLADY ZA 1 rok KOMPOSTOVÁNÍ	3 109 627,12 Kč
MNOŽSTVÍ VYROBENÉHO KOMPOSTU (t)	2 666,67
CENA ZA 1 t VYROBENÉHO KOMPOSTU	1 166,11 Kč

Tab. 13: Výpočet ceny 1 t kompostu

5.2 Mobilní kompostárna

Analyzovaná mobilní kompostárna – dále jen “mobilní kompostárna“, kompostující ve vacích, se také nachází ve Středočeském kraji na parcelním pozemku s rozlohou 5.000 m².

5.2.1 Umístění

Parcela tvaru obdélníku, orientovaná podélně od východu k západu, má vjezd z kratší východní strany, která přímo sousedí s málo frekventovanou silnicí III. třídy. Celý objekt kompostárny je oplocen 3 m vysokým drátěnkovým plotem, jehož součástí jsou dvě manuálně otvírané vjezdové brány. Ze severní a západní strany je objekt kompostárny krytý vzrostlými listnatými stromy a nálety, z jižní strany sousedí s prázdným, nevyužívaným pozemkem. Od silnice II. třídy je pozemek vzdálen cca 500 m, a od nejbližších obcí cca 1.500 m všemi čtyřmi světovými směry. Nejčastěji zde vítr vane od západu k východu.

Pozemek, v katastru nemovitostí vedený druhově jako ostatní plocha, způsobem využití jako manipulační plocha, má provozovatel mobilní kompostárny v dlouhodobém pronájmu za částku 10.000,- Kč měsíčně. Po předchozím provozu zůstala na pozemku kromě provozních energií – elektřina, včetně 380 V a pitná voda ještě lehká montovaná hala s vraty, používaná pro uložení technologického vybavení. Provozovatel mobilní kompostárny na pozemek postavil jednoduchou administrativní budovu v podobě stavební buňky, ke které přidal ještě jednu menší pro sociální zařízení.

Oba vydané provozní řády Mobilní kompostárny (24, 25) poukazují na to, že vzhledem ke krátkodobému skladování kompostovaného odpadu a následné zakládce do vaků, není potřeba, aby byla kompostovací plocha zvláště upravována. Jediná její úprava proběhla formou zhutnění válcováním s únosností cca 6 t.m⁻² a odstranění ostrých předmětů, které by mohly poničit vaky.



Obr. 8: Mapový výřez mobilní kompostárny (zdroj: (27))

5.2.2 Odpady přijímané do zařízení

Účelem provozu mobilní kompostárny je surovinové využití biologicky rozložitelného odpadu k výrobě kompostu, který bude aplikován na zemědělské půdy provozovatele jako hnojivo (24, 25).

Katalogové číslo	Název druhu odpadu
20 02 01	Biologický rozložitelný odpad
02 01 03	Odpad rostlinných pletiv
02 03 04	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování
16 03 06	Organické odpady neuvedené pod číslem 16 03 05
19 05 03	Kompost nevyhovující jakosti

Tab. 14: Odpady přijímané do zařízení (zdroj: 24, 25)

5.2.3 Technologické vybavení

I v případě mobilní kompostárny to byla dotace z evropských fondů, která pomohla financovat náklady na strojní a technologické vybavení. Operační program Životní prostředí poskytl 90 % celkově vynaložených nákladů. 10 % uhradil provozovatel mobilní kompostárny z vlastních zdrojů.

5.2.3.1 Energetický prostředek - traktor

Mobilní kompostárna má hned dva energetické prostředky. Jsou to dva kolové traktory finské značky Valtra.

Menší traktor Valtra A93 HiTech s výkonem motoru 74 kW, předním i zadním třibodovým závěsem a celkovou hmotností 3.750 kg.

Větší traktor Valtra N113 HiTech 5 s výkonem motoru 111 kW, předním i zadním třibodovým závěsem, hydraulikou, čelním nakladačem a hmotností 5.200 kg.

Zpravidla pracují oba traktory společně: zatímco jeden slouží jako pohon pro přídavné zařízení, druhý čelním nakladačem dodává suroviny. Vzhledem k jejich síle a výkonu není pevně dáno, který z traktorů funguje výhradně jako nakladač, a který výhradně jako poháněč připojených zařízení.

V průběhu kompostovacího procesu mobilní kompostárny obsluhuje traktor Valtra A93 příslušná přípojná zařízení – štěpkovač a míchací vůz a traktor Valtra N113 svým čelním nakladačem podává zpracovávané suroviny.

Po ukončení kompostování, se oba traktory použijí při nakládce zralého kompostu do valníkových kontejnerů, které kompost odváží na zemědělské plochy provozovatele mobilní kompostárny.



Fot. 7: Traktor Valtra A93 (zdroj: Bc. Nina Kleindienstová)



Fot. 8: Traktor Valtra N113 (zdroj: Bc. Nina Kleindienstová)

5.2.3.2 Štěpkovač

V mobilní kompostárně se zpracovává biologicky rozložitelný odpad, včetně větví a větších kusů dřeva, které je třeba před uložením do vaků zpracovat na menší části. Pro tento účel funguje v mobilní kompostárně štěpkovač Green technik CIP 1500, který pro svůj provoz musí být připojen k energetickému prostředku. V případně mobilní kompostárny je to kolový traktor Valtra A93.

Tři štípací nože a 540 ot. min^{-1} zajistí kvalitní nařezání surovin na rozměr 6 mm až 12 mm. Při správném nastavení vydávacího komínu je možné vznikající štěpku zachytávat do lopaty čelního nakladače traktoru Valtra N113 a zamezit tak zbytečným ztrátám při jejím málo efektivním zametání ze země.

Štěpkovač Green technik CIP 1500 s dvěma koly a ojí pro pomalý přejezd do 20 km.h^{-1} se k traktoru připojuje pomocí kardanu.



Fot. 9: Štěpkovač GreenTechnik CIP 1500 (zdroj: Bc. Nina Kleindienstová)

5.2.3.3 Míchací vůz

V případě kompostování ve vacích je nejdůležitější částí celého procesu způsob, jak dostat připravené suroviny právě do těchto vaků. V analyzované mobilní kompostárně se k tomuto účelu používá homogénizátor Siloking TreiledLine Compact 8 – Classic, obecně též nazývaný míchací nebo krmný vůz.

Tuhý nosný rám s podvozkem, dvěma koly a ojí, díky čemuž je skutečně mobilní, je poháněn přes kloubovou hřídel a převodovku kolovým traktorem Valtra A93. 8 m³ velká stabilní pracovní komora díky svému optimálnímu tvaru zaručuje dobrý výsledek mísení. Dobrému mísení pomáhají i vertikální mísící šneky, které svým ostřím rozměňují větší kusy surovinové základky a důkladně promíchávají složky před uložením do vaků. Při kompostování se pracovní komora plní nejprve lehkými složkami s dlouhými vlákny, po jejich rozřezání se pomalu a opatrně přidávají těžké složky, například zemina. Po celou dobu procesu plnění, míchání a vynášení se musí šnek otáčet.

Homogénizátor Siloking je vybaven vážícím zařízením, které přesně zaznamená hmotnost míchaných surovin před uložením do vlaku. Provozovatel kompostárny tak získává přesně přehled o váze jednotlivých vaků.

Míchací vůz - homogenizátor, používaný pro kompostování, je oproti základu navíc vybavený těmito součástmi:

- **Navíjecí buben pro odtokovou hadici** - skládá se z 5 částí (buben, demontovatelná boční konstrukce bubnu, výkyvné uložení bubnu, upevňovací šroub pro výkyvné uložení bubnu a 4 křídlaté šrouby pro upevnění demontovatelné boční konstrukce) a používá se pro rozvinutí odtokové hadice v silážním vaku. Odtoková hadice má funkci provzdušňování kompostovaných surovin.
- **Zadní vynášecí prostor** - slouží pro vedení kompostovaných surovin rozmělněných v pracovní komoře k vynášecímu šnekovému dopravníku. Vynášecí šnekový dopravník plní silážní vak rozmělněnými kompostovacími surovinami. Vedle šnekového dopravníku je současně vedena odtoková hadice pro silážní vak. Po naplnění silážního vaku kompostovacími surovinami a odtokovou hadicí, se cca 0,5 m odtokové hadice nechá mírně povytažený a konec vaku se pevně utáhne spojovacím materiálem, například nylonovým páskem, kolem odtokové hadice.



Fot. 10: Homogenizátor Siloking – buben na odtokovou hadici (zdroj: Bc. Nina Kleindienstová)



Fot. 11: Homogenizátor Siloking – zadní vynášecí prostor (zdroj: Bc. Nina Kleindienstová)

5.2.3.4 Vaky a hadice

Vaky pro uskladňování zrajícího kompostu jsou vyráběny z LDPE = low density polyethylene, což je možné přeložit jako nízkohustotní polyetylen. Díky svým

vlastnostem jsou LDPE fólie vhodné pro balení široké škály zboží od potravin přes hygienické potřeby až po průmyslové využití. Tepelná odolnost fólií je – 50°C až + 80°C. Za běžných podmínek užívání jsou fólie odolné vůči většině chemických látek, jsou minimálně navlhavé a mají dobré izolační vlastnosti. Z ekologického hlediska jsou nezávadné, recyklovatelné, skládkovatelné nebo likvidovatelné spalováním, při kterém nevznikají látky škodlivé životnímu prostředí.

Kompostovací vaky se vyrábějí v různých velikostech průměru i délky, stejně tak v různé síle materiálu. Mobilní kompostárna používá vaky s průměrem 1,2 m, délkou 60 m a sílou materiálu 200 my.



Fot. 12: Kompostovací vaky (zdroj: Bc. Nina Kleindienstová)

Současně s kompostovanou hmotou se do vaku ukládá provzdušňovací hadice. Jedná se o speciálně perforovanou hadici z pevného PE plastu, standardním průměrem 90 mm a určitým předepsaným počtem děr, které jsou potřebné pro provzdušňování. Stejně jako kompostovací vaky, i provzdušňovací hadice mají délku 60 m, jsou určeny k jednomu použití a jsou recyklovatelné. Jejich konce se uzavírají ventilačními průduchy a v některých případech je možné hadice napojit na ventilátory s řídicí jednotkou.

Pro zjišťování teploty kompostované hmoty pomocí teploměru slouží speciální vestavěné PE průduchy, které jsou opakovaně použitelné.



Fot. 13: Kompostovací vak – hotový kompost (zdroj: Bc. Nina Kleindienstová)

5.2.3.5 Síto

Po 6 až 8 týdnech zrání kompostu ve vacích a jejich následném rozříznutí přichází na řadu poslední část kompostovacího procesu: hotový kompost se musí prosít přes síto.

Analyzovaná mobilní kompostárna používá rotační bubnové síto BPS-02 s velikostí ok 20 mm x 20 mm, kterými projde jemný, podsítný kompost připravený k expedici na zemědělské plochy. Ostatní – hrubý nadsítný kompost se při dalším kompostovacím procesu použije jako základ nové dávky.

Rotační bubnové síto BPS-02 je napájeno elektrickou energií (380 V) a disponuje výkonem 2,95 kW, což představuje při 19 ot.min⁻¹ cca 15 až 18 m³.hod⁻¹.



Fot. 14: Rotační bubnové síto BPS-02 (zdroj: Bc. Nina Kleindienstová)



Fot. 15: Rotační bubnové síto BPS-02 (zdroj: Bc. Nina Kleindienstová)

5.2.3.6 Teploměr a vlhkoměr

Aby byl výsledný produkt co nejkvalitnější, je třeba mu věnovat pozornost. A to i přesto že technologie kompostování je zjednodušena použitím vaků. Každý den je potřeba zkontrolovat: uzávěr vaku, zda nedochází k úniku případných kapalin, teplotou a vlhkost.

Aby nedocházelo k opakovanému ničení povrchu vaku, jsou na několika místech vestavěné ventilační průduchy, skrz které se pomocí tyčového teploměru a tyčového vlhkoměru měří příslušné údaje. Ty se na jednotlivých měřičích zobrazují na LCD displejích a obsluhou jsou zaznamenávány do provozního deníku.

5.2.4 Ostatní zařízení mobilní kompostárny

5.2.4.1 Administrativní objekt

Pro evidenci přijatých surovin slouží v mobilní kompostárně stavební buňka, která je napojena na elektrickou energii od dodavatele ČEZ prodej a vodovod a kanalizaci od Středočeských vodáren. V administrativním objektu zaznamenává službu konající obsluha hmotnost přijatých surovin do osobního počítače, stejně jako naměřené hodnoty teploty ve vacích.

5.2.4.2 Zdroj elektrické energie

Elektřinu dodává místní poskytovatel - ČEZ prodej ve třífázovém jmenovitém napětí. Elektřina zajišťuje osvětlení administrativního objektu i celého areálu kompostárny, slouží jako zdroj při práci rotačního bubnového síta, a je i zdrojem pro vytápění administrativního objektu.

5.2.4.3 Hala

Pro uložení strojů v době jejich nečinnosti i před nepříznivým počasím slouží provozovateli mobilní kompostárny na pozemku lehká montovaná hala se zpevněnou podlahou, která zde zůstala po předchozím provozu.

5.2.5 Ekonomika

I mobilní kompostárna zpracovává biologicky rozložitelný odpad ze spádových obcí, pro které tuto činnost vykonává jako službu za úplatu. Na surovinách přijatých do provozu tak nemá žádné náklady. Příjmy kompostárny nejsou předmětem této práce, není s nimi tedy nijak kalkulováno.

5.2.5.1 Náklady na vstupní suroviny

DRUH	MNOŽSTVÍ (t)	CENA za jednotku	CENA bez DPH
Travní hmota	815,00	0,00 Kč	0,00 Kč
Listí	251,00	0,00 Kč	0,00 Kč
Zelené kuchyňské odpady	112,00	0,00 Kč	0,00 Kč
Větve, dřevo	122,00	0,00 Kč	0,00 Kč
CELKEM			0,00 Kč

Tab. 15: Náklady na vstupní suroviny

SUROVINA	OBJEMOVÁ HMOTNOST (kg.m-3)	PRŮMĚR (kg.m-3)
Travní hmota	320 - 450	385,00
Listí	60 - 90	75,00
Zelené kuchyňské odpady	700 - 1.000	850,00
Větve, dřevo	200 - 280	1 140,00

Tab. 16: Převod hmotnosti surovin (zdroj: (22))

5.2.5.2 Časové náklady

ŠTĚPKOVÁNÍ	127,08
Surovina	Větve, dřevo
Množství (t)	122,00
Množství (kg)	122 000,00
Množství (m3) 1 m3 = cca 240 kg	508,33
Doba štěpkování m3.hod-1 (výkonnost = 4 m3.hod-1)	127,08

MÍCHÁNÍ	381,48
Surovina (A)	Travní hmota
Množství (t)	815,00
Množství (kg)	815 000,00
Množství (m3) 1 m3 = cca 385 kg	2 116,88
Doba míchání m3.hod-1 (výkonnost = 16 m3.hod-1)	132,31

Surovina (B)	Listí
Množství (t)	251,00
Množství (kg)	251 000,00
Množství (m3) 1 m3 = cca 75 kg	3 346,67
Doba míchání m3.hod-1 (výkonnost = 16 m3.hod-1)	209,17

Surovina (C)	Zel.kuch. odpady
Množství (t)	112,00
Množství (kg)	112 000,00
Množství (m3) 1 m3 = cca 850 kg	131,76
Doba míchání m3.hod-1 (výkonnost = 16 m3.hod-1)	8,24

Surovina (D)	Větve, dřevo
Množství (t)	122,00
Množství (kg)	122 000,00
Množství (m3) 1 m3 = cca 240 kg	508,33
Doba míchání m3.hod-1 (výkonnost = 16 m3.hod-1)	31,77

NAKLÁDÁNÍ při míchání	217,99
Surovina	Vše
Množství (t)	
Množství (kg)	
Množství (m3) 1 m3 = cca kg	6 103,65
Doba nakládání m3.hod-1 (výkonnost = 28 m3.hod-1)	217,99

PROSÉVÁNÍ	339,09
Surovina	Kompost
Množství (t)	
Množství (kg)	
Množství (m3) = 2/3 ze vstupního množství	4 069,10
Doba přesívání m3.hod-1 (výkonnost = 12 m3.hod-1)	339,09

NAKLÁDÁNÍ při prosévání (2x)	193,77
Surovina	Kompost
Množství (t)	
Množství (kg)	
Množství (m3) = 2/3 ze vstupního množství	4 069,10
Doba míchání m3 / hod 1 hod = 42 m3	96,88

Tab. 17: Čas potřebný k jednotlivým úkonům během kompostování za 1 rok

5.2.5.3 Náklady na provoz jednotlivých strojů

ZAŘÍZENÍ	Valtra A93
Pořizovací cena Kč	970 000,00 Kč
Spotřeba 9 l/hod * 24,- / l	216,00 Kč
Počet hodin v provozu za rok	508,56
Odpisy (za rok)	194 000,00 Kč
Odpisy (za hodinu provozu)	381,47 Kč
Opravy (za rok = 10% odpisů)	19 400,00 Kč
Opravy (za hodinu provozu)	38,15 Kč
Náklady na 1 hod provozu	635,62 Kč
Náklady na provoz za rok	323 249,25 Kč

ZAŘÍZENÍ	Valtra N113
Pořizovací cena Kč	1 928 500,00 Kč
Spotřeba 6 l/hod * 24,- / l	144,00 Kč
Počet hodin v provozu za rok	411,75
Odpisy (za rok)	385 700,00 Kč
Odpisy (za hodinu provozu)	936,72 Kč
Opravy (za rok = 10% odpisů)	38 570,00 Kč
Opravy (za hodinu provozu)	93,67 Kč
Náklady na 1 hod provozu	1 174,40 Kč
Náklady na provoz za rok	483 562,58 Kč

ZAŘÍZENÍ	Štěpkovač
Pořizovací cena Kč	270 000,00 Kč
Spotřeba	0,00 Kč
Počet hodin v provozu za rok	127,08
Odpisy (za rok)	54 000,00 Kč
Odpisy (za hodinu provozu)	424,92 Kč
Opravy (za rok = 10% odpisů)	5 400,00 Kč
Opravy (za hodinu provozu)	42,49 Kč
Náklady na 1 hod provozu	467,41 Kč
Náklady na provoz za rok	59 400,00 Kč

ZAŘÍZENÍ	Homogenizátor
Pořizovací cena Kč	1 289 500,00 Kč
Spotřeba	0,00 Kč
Počet hodin v provozu za rok	381,48
Odpisy (za rok)	257 900,00 Kč
Odpisy (za hodinu provozu)	676,05 Kč
Opravy (za rok = 10% odpisů)	25 790,00 Kč
Opravy (za hodinu provozu)	67,61 Kč
Náklady na 1 hod provozu	743,66 Kč
Náklady na provoz za rok	283 690,00 Kč

ZAŘÍZENÍ	Síto
Pořizovací cena Kč	387 000,00 Kč
Spotřeba 2 kW/hod * 4,- / kW	8,00 Kč
Počet hodin v provozu za rok	339,09
Odpisy (za rok)	77 400,00 Kč
Odpisy (za hodinu provozu)	228,26 Kč
Opravy (za rok = 10% odpisů)	7 740,00 Kč
Opravy (za hodinu provozu)	22,83 Kč
Náklady na 1 hod provozu	259,08 Kč
Náklady na provoz za rok	87 852,73 Kč

CELKEM	1 237 754,56 Kč
---------------	------------------------

Tab. 18: Výpočet nákladů na provoz strojů za 1 rok

5.2.5.4 Pořizovací jednorázové náklady

OBJEKT	PARAMETRY	CENA bez DPH	AMOR- TIZACE	CENA
Celková plocha v katastrální mapě	5.000 m ²	0,00 Kč		
Hutnění válcováním	4.000 m ² á 100,-	400 000,00 Kč	10	40 000,00 Kč
Administrativní objekt	Stavební buňka, 2,5 x 5 m	35 000,00 Kč	10	3 500,00 Kč
Sociální zařízení vč. připojení na vodu	Stavební buňka, 1,5 x 2 m	15 000,00 Kč	10	1 500,00 Kč
Evidenční zařízení	Osobní počítač	25 000,00 Kč	5	5 000,00 Kč
Evidenční zařízení - příslušenství	Tiskárna, kancelářské vybavení	15 000,00 Kč	5	3 000,00 Kč
Nápravové váhy	WWS - DFWKR	122 400,00 Kč	5	24 480,00 Kč
Energetický prostředek - kolový traktor I.	Valtra A93 HiTech, 74 kW	970 000,00 Kč		
Energetický prostředek - kolový traktor II.	Valtra N113, HiTech5, 124 kW	1 928 500,00 Kč		
Štěpkovač	Greentechnik CIP 1500	270 000,00 Kč		
Homogenizátor	Siloking TreiledLine Compact 8 - Classic	1 289 500,00 Kč		
Rotační bubnové síto	BPS-02, 2,95 kW	387 000,00 Kč		
Teploměr	CODET Brno, -55° - + 125° C, 1 ks	10 000,00 Kč	5	2 000,00 Kč
CELKEM		5 467 400,00 Kč		79 480,00 Kč

Tab. 19: Jednorázové počáteční pořizovací náklady

5.2.5.5 Pravidelné roční náklady

OBJEKT	PARAMETRY	CENA ZA JEDNOTKU	MNOŽSTVÍ	JEDNOTKY	CELKEM bez DPH
Elektřina	Administrativní objekt, osvětlení areálu	500,00 Kč	12	měsíc	6 000,00 Kč
Voda	Sociální zařízení	500,00 Kč	12	měsíc	6 000,00 Kč
Drobné náklady	Pracovní pomůcky, úklidové prostředky, kancelářské potřeby, baterie	600,00 Kč	12	měsíc	7 200,00 Kč
Vaky	1,2 x 60 m, 200 my	3 000,00 Kč	93	ks	279 000,00 Kč
Hadice	90 mm x 60 m	1 500,00 Kč	93	ks	139 500,00 Kč
Příslušenství	Spojovací materiál, větrací průduchy	15 000,00 Kč	1	ks	15 000,00 Kč
Odvoz odpadu	Ekologická likvidace vaků, hadic atd.	1 000,00 Kč	12	měsíc	12 000,00 Kč
Mzdy	2 zaměstnanci na dobu určitou 9 měsíců, vč. odvodů	15 000,00 Kč	18	měsíc	369 900,00 Kč
Nájem	Nájem objektu	10 000,00 Kč	12	měsíc	120 000,00 Kč
Amortizace	Admin.objekt, PC, váhy, hutnění	79 480,00 Kč	1	let	79 480,00 Kč
Pojištění	Stroje, objekt	20 000,00 Kč	1	let	20 000,00 Kč
CELKEM					1 054 080,00 Kč

Tab. 20: Pravidelné každoroční náklady na provoz

5.2.5.6 Celkové roční náklady

POLOŽKA	POPIS	SUMA
Náklady na roční režii	Tab. 20	1 054 080,00 Kč
Náklady na provoz strojů	Tab. 19	1 237 754,56 Kč
CELKEM		2 291 834,56 Kč

Tab. 21: Celkové roční náklady

5.2.5.7 Výpočet ceny 1 tuny kompostu

CELKEM NÁKLADY ZA 1 rok KOMPOSTOVÁNÍ	2 291 834,56 Kč
MNOŽSTVÍ VYROBENÉHO KOMPOSTU	866,67
CENA ZA 1 t VYROBENÉHO KOMPOSTU	2 644,42 Kč

Tab. 22: Výpočet ceny 1 t kompostu

6 Komparace

POLOŽKA	POPIS	STACIONÁRNÍ	MOBILNÍ
Plocha	Pořízení (nájem)	0,00 Kč	120 000,00 Kč
	Úprava	219 800,00 Kč	40 000,00 Kč
Zázemí	Admin.objekt + soc.zař.	147 559,79 Kč	17 000,00 Kč
Evidence	Počítač + příslušenství	8 000,00 Kč	8 000,00 Kč
Skladování	Přístřešek; Hala	19 500,00 Kč	
Mzdy	2 zaměstnanci	369 900,00 Kč	369 900,00 Kč
Daně	z nemovitosti	8 000,00 Kč	
Pojištění		30 000,00 Kč	20 000,00 Kč
Odpady	Likvidace odpadů	12 000,00 Kč	12 000,00 Kč
Drobné náklady	Pracovní pomůcky atd.	7 200,00 Kč	7 200,00 Kč
Vážení	Váhy	76 000,00 Kč	24 480,00 Kč
Úprava dřeva	Štěpkování / Drcení	162 103,33 Kč	140 176,08 Kč
Zpracování kompostování	Zakládka + překopávání / Míchání	1 000 197,05 Kč	1 215 666,88 Kč
Přesívání		994 506,94 Kč	315 411,59 Kč
Měření		54 860,00 Kč	2 000,00 Kč
CELKEM		3 109 627,12 Kč	2 291 834,56 Kč

Tab. 23: Souhrnné roční náklady

CELKEM NÁKLADY ZA 1 rok KOMPOSTOVÁNÍ	3 109 627,12 Kč
MNOŽSTVÍ VYROBENÉHO KOMPOSTU	2 666,67
CENA ZA 1 t VYROBENÉHO KOMPOSTU	1 166,11 Kč

Tab. 24: Výpočet ceny 1 t kompostu stacionární kompostárny

CELKEM NÁKLADY ZA 1 rok KOMPOSTOVÁNÍ	2 291 834,56 Kč
MNOŽSTVÍ VYROBENÉHO KOMPOSTU	866,67
CENA ZA 1 t VYROBENÉHO KOMPOSTU	2 644,42 Kč

Tab. 25: Výpočet ceny 1 t kompostu mobilní kompostárny

I přes vyšší roční náklady o téměř 800.000,- Kč vychází 1 tuna vyrobeného kompostu levněji ve stacionární kompostárně.

Pro objektivní komparaci je nutné vycházet ze stejných podmínek. Všechny vstupní a provozní údaje (pořízené vybavení, místo a provoz) zůstanou stejné, změní se pouze množství zpracovávaných surovin. V následujících tabulkách je vypočítán situační model, podle kterého obě kompostárny zpracovávají stejné množství bioodpadů, a to modelových 2.000 t.

6.1 Stacionární kompostárna

Jako výchozí hodnotu uvažují skutečnou kapacitu stacionární kompostárny, tzn. 4.000 t.rok⁻¹. Tuto hodnotu snížím na komparovanou hmotnost 2.000 t jednoduchým dělením dvěma u všech surovin zakládky.

6.1.1 Náklady na vstupní suroviny

DRUH	MNOŽSTVÍ (t)	CENA za jednotku	CENA bez DPH
Travní hmota	1 152,50	0,00 Kč	0,00 Kč
Listí	493,50	0,00 Kč	0,00 Kč
Zelené kuchyňské odpady	62,50	0,00 Kč	0,00 Kč
Větve, dřevo	291,50	0,00 Kč	0,00 Kč
CELKEM			0,00 Kč

Tab. 26: Náklady na vstupní suroviny II.

SUROVINA	OBJEMOVÁ HMOTNOST (kg.m ⁻³)	PRŮMĚR (kg.m ⁻³)
Travní hmota	320 - 450	385,00
Listí	60 - 90	75,00
Zelené kuchyňské odpady	700 - 1.000	850,00
Větve, dřevo	200 - 280	240,00

Tab. 27: Převod hmotnosti surovin (zdroj: (22))

6.1.2 Časové náklady

DRCENÍ	202,43
Surovina	Větve, dřevo
Množství (t)	291,50
Množství (kg)	291 500,00
Množství (m ³) 1 m ³ = cca 240 kg	1 214,58
Doba drcení m ³ .hod ⁻¹ (výkonnost = 6 m ³ .hod ⁻¹)	202,43

ZAKLÁDÁNÍ - převod množství jednotlivých materiálů z tun na m3			
Surovina (A)	Travní hmota	Surovina (B)	Listí
Množství (t)	1 152,50	Množství (t)	493,50
Množství (kg)	1 152 500,00	Množství (kg)	493 500,00
Množství (m ³) 1 m ³ = cca 385 kg	2 993,51	Množství (m ³) 1 m ³ = cca 75 kg	6 580,00

Surovina (C)	Zel.kuch.odpady	Surovina (D)	Větve, dřevo
Množství (t)	62,50	Množství (t)	291,50
Množství (kg)	62 500,00	Množství (kg)	291 500,00
Množství (m ³) 1 m ³ = cca 850 kg	73,53	Množství (m ³) 1 m ³ = cca 240 kg	1 214,58

ZAKLÁDÁNÍ HROMAD	362,05
Surovina (A + B + C + D)	Vše
Množství (t)	2 000,00
Množství (kg)	2 000 000,00
Množství (m ³)	10 861,62
Doba zakládání m ³ . hod ⁻¹ (výkonnost = 30 m ³ .hod ⁻¹)	362,05

PŘEKOPÁVÁNÍ (4x)	43,45
Surovina	Kompost
Množství (t)	
Množství (kg)	
Množství (m ³)	10 861,62
Doba překopávání m ³ . hod ⁻¹ (výkonnost = 1.000 m ³ . hod ⁻¹)	10,86

PŘESÍVÁNÍ	289,64
Surovina	Kompost
Množství (t)	
Množství (kg)	
Množství (m ³) = 2/3 ze vstupního množství	7 241,08
Doba přesívání m ³ . hod ⁻¹ (výkonnost = 25 m ³ . hod ⁻¹)	289,64

NAKLÁDÁNÍ při přesívání (2x)	482,74
Surovina	Kompost
Množství (t)	
Množství (kg)	
Množství (m ³) = 2/3 ze vstupního množství	7 241,08
Doba nakládání m ³ . hod ⁻¹ (výkonnost = 30 m ³ . hod ⁻¹)	241,37

Tab. 28: Čas potřebný k jednotlivým úkonům během kompostování za 1 rok II.

6.1.3 Náklady na provoz jednotlivých strojů

ZAŘÍZENÍ	John Deere 6230
Pořizovací cena Kč	1 350 000,00 Kč
Spotřeba 9 l/hod * 24,- / l	216,00 Kč
Počet hodin v provozu za rok	284,82
Odpisy (za rok)	270 000,00 Kč
Odpisy (za hodinu provozu)	947,98 Kč
Opravy (za rok = 10% odpisů)	27 000,00 Kč
Opravy (za hodinu provozu)	94,80 Kč
Náklady na 1 hod provozu	1 258,78 Kč
Náklady na provoz za rok	358 520,21 Kč

ZAŘÍZENÍ	Komatsu
Pořizovací cena Kč	2 365 000,00 Kč
Spotřeba 12 l/hod * 24,- / l	288,00 Kč
Počet hodin v provozu za rok	603,42
Odpisy (za rok)	473 000,00 Kč
Odpisy (za hodinu provozu)	783,86 Kč
Opravy (za rok = 10% odpisů)	47 300,00 Kč
Opravy (za hodinu provozu)	78,39 Kč
Náklady na 1 hod provozu	1 150,25 Kč
Náklady na provoz za rok	694 085,91 Kč

ZAŘÍZENÍ	Drtič
Pořizovací cena Kč	516 000,00 Kč
Spotřeba 5 l/hod * 24,- / l	120,00 Kč
Počet hodin v provozu za rok	202,43
Odpisy (za rok)	103 200,00 Kč
Odpisy (za hodinu provozu)	509,80 Kč
Opravy (za rok = 10% odpisů)	10 320,00 Kč
Opravy (za hodinu provozu)	50,98 Kč
Náklady na 1 hod provozu	680,78 Kč
Náklady na provoz za rok	137 811,67 Kč

ZAŘÍZENÍ	Překopávač
Pořizovací cena Kč	1 400 000,00 Kč
Spotřeba	0,00 Kč
Počet hodin v provozu za rok	43,45
Odpisy (za rok)	280 000,00 Kč
Odpisy (za hodinu provozu)	6 444,71 Kč
Opravy (za rok = 10% odpisů)	28 000,00 Kč
Opravy (za hodinu provozu)	644,47 Kč
Náklady na 1 hod provozu	7 089,18 Kč
Náklady na provoz za rok	308 000,00 Kč

ZAŘÍZENÍ	Síto
Pořizovací cena Kč	679 000,00 Kč
Spotřeba	0,00 Kč
Počet hodin v provozu za rok	289,64
Odpisy (za rok)	135 800,00 Kč
Odpisy (za hodinu provozu)	468,85 Kč
Opravy (za rok = 10% odpisů)	13 580,00 Kč
Opravy (za hodinu provozu)	46,89 Kč
Náklady na 1 hod provozu	515,74 Kč
Náklady na provoz za rok	149 380,00 Kč

ZAŘÍZENÍ	Elektrocentrála
Pořizovací cena Kč	290 000,00 Kč
Spotřeba 7,5 l/hod * 24,- / l	180,00 Kč
Počet hodin v provozu za rok	689,64
Odpisy (za rok)	58 000,00 Kč
Odpisy (za hodinu provozu)	84,10 Kč
Opravy (za rok = 10% odpisů)	5 800,00 Kč
Opravy (za hodinu provozu)	8,41 Kč
Náklady na 1 hod provozu	272,51 Kč
Náklady na provoz za rok	187 935,77 Kč

CELKEM	1 835 733,56 Kč
---------------	------------------------

Tab. 29: Výpočet nákladů na provoz strojů za 1 rok II.

6.1.4 Pořizovací jednorázové náklady

OBJEKT	PARAMETRY	CENA bez DPH	AMOR- TIZACE	CENA
Celková plocha v katastrální mapě	8.040 m ²	0,00 Kč		0,00 Kč
Plocha pro bezpečný výjezd z kompostárny	140 m ² á 800,- Kč	112 000,00 Kč	10	11 200,00 Kč
Kompostovací plocha - renovace	2.900 m ² á 150,- Kč	435 000,00 Kč	10	43 500,00 Kč
Dozrávací plocha - renovace	5.000 m ² á 150,- Kč	750 000,00 Kč	10	75 000,00 Kč
Jímky - renovace	340 m ³ á 150,- Kč	51 000,00 Kč	10	5 100,00 Kč
Plot - výstavba	850 bm á 1.000,-	850 000,00 Kč	10	85 000,00 Kč
Administrativní objekt	Stavební buňka, 2,5 x 5 m	35 000,00 Kč	10	3 500,00 Kč
Evidenční zařízení	Osobní počítač	25 000,00 Kč	5	5 000,00 Kč
Evidenční zařízení - příslušenství	Tiskárna, kancelářské vybavení	15 000,00 Kč	5	3 000,00 Kč
Skladovací kontejner pro nářadí, plachty...	2,5 x 5 m	35 000,00 Kč	10	3 500,00 Kč
Přístřešek pro stroje	15 x 9 x 3 m	160 000,00 Kč	10	16 000,00 Kč
Elektrocentrála	KIPOR KDE30SS3, 26,4 kW	290 000,00 Kč		
Nájezdová mostní váha	13 x 3 m, oboustranné nájezdy, nosnost 60 t	380 000,00 Kč	5	76 000,00 Kč
Energetický prostředek - kolový traktor	John Deere 6230, 74 kW, s čelním nakladačem	1 350 000,00 Kč		0,00 Kč
Nakadač s lopatou	Komatsu WA 200PZ-6, 95 kW, lopata 1,8 m ³	2 365 000,00 Kč		0,00 Kč
Překopávač kompostu tažený + adaptér	CMC ST 300, 3 x 1,6 m, 1000 m ³ .hod-1	1 400 000,00 Kč		0,00 Kč
Krycí textilie kompostu	množství 3.500 m ² , 100,-/m ² , životnost 5 let	350 000,00 Kč	5	70 000,00 Kč
Drtič	průměr dřevní hmoty 200 mm, výkon 80 kW	516 000,00 Kč		0,00 Kč
Rotační válcové síto	MBT3, 5,5 kW, 10 - 43 m ³ .hod-1	679 000,00 Kč		0,00 Kč
Zapichovací teploměr	CODET Brno, -55 - + 125 C, 20 ks	200 000,00 Kč	5	40 000,00 Kč
Systém pro zjišťování jakostních znaků	měření vlhkosti, plynu, poměr C:N	74 300,00 Kč	5	14 860,00 Kč
Ponorné čerpadlo + hadice	výkon 2,3 kW, průtok 4,8 l/s, 100 m hadice	187 000,00 Kč	5	37 400,00 Kč
CELKEM		10 259 300,00 Kč		489 060,00 Kč

Tab. 30: Jednorázové počáteční pořizovací náklady

6.1.5 Pravidelné roční náklady

OBJEKT	PARAMETRY	CENA ZA JEDNOTKU	MNOŽSTVÍ	JEDNOTKY	CELKEM bez DPH
Sociální zařízení	Mobilní toaleta s mytím rukou, vč. servisu	3 000,00 Kč	12	měsíc	36 000,00 Kč
Voda	Barel, 10 l / týden	250,00 Kč	40	týden	10 000,00 Kč
Drobné náklady	Pracovní pomůcky, úklidové prostředky, kancelářské potřeby, baterie	600,00 Kč	12	měsíc	7 200,00 Kč
Odvoz odpadu	Ekologická likvidace odpadů	1 000,00 Kč	12	měsíc	12 000,00 Kč
Mzdy	2 zaměstnanci na dobu určitou 9 měsíců, vč. odvodů	15 000,00 Kč	18	měsíc	369 900,00 Kč
Daň z nemovitosti	Daň	8 000,00 Kč	1	let	8 000,00 Kč
Amortizace	Úprava plochy, objekty, zařízení	489 060,00 Kč	1	let	489 060,00 Kč
Pojištění	Stroje, objekt	30 000,00 Kč	1	let	30 000,00 Kč
CELKEM					962 160,00 Kč

Tab. 31: Pravidelné každoroční náklady na provoz

6.1.6 Celkové roční náklady

POLOŽKA	POPIS	SUMA
Náklady na roční režii	Tab. 31	962 160,00 Kč
Náklady na provoz strojů	Tab. 30	1 835 733,56 Kč
CELKEM		2 797 893,56 Kč

Tab. 32: Celkové roční náklady II.

6.1.7 Výpočet ceny 1 t kompostu

CELKEM NÁKLADY ZA 1 rok KOMPOSTOVÁNÍ	2 797 893,56 Kč
MNOŽSTVÍ VYROBENÉHO KOMPOSTU	1 333,33
CENA ZA 1 t VYROBENÉHO KOMPOSTU	2 098,42 Kč

Tab. 33: Výpočet ceny 1 t kompostu II.

6.2 Mobilní kompostárna

I v mobilní kompostárně uvažuji jako výchozí hodnotu skutečnou kapacitu mobilní kompostárny, tzn. 1.300 t.rok⁻¹. Tuto hodnotu snížím na komparovanou hmotnost 2.000 t zlomkem hodnota krát (2.000 děleno 1.300) u všech surovin zakládky.

6.2.1 Náklady na vstupní suroviny

DRUH	MNOŽSTVÍ (t)	CENA za jednotku	CENA bez DPH
Travní hmota	1 253,85	0,00 Kč	0,00 Kč
Listí	386,15	0,00 Kč	0,00 Kč
Zelené kuchyňské odpady	172,31	0,00 Kč	0,00 Kč
Větve, dřevo	187,69	0,00 Kč	0,00 Kč
CELKEM			0,00 Kč

Tab. 34: Náklady na vstupní suroviny II.

SUROVINA	OBJEMOVÁ HMOTNOST (kg.m ⁻³)	PRŮMĚR (kg.m ⁻³)
Travní hmota	320 - 450	385,00
Listí	60 - 90	75,00
Zelené kuchyňské odpady	700 - 1.000	850,00
Větve, dřevo	200 - 280	240,00

Tab. 35: Převod hmotnosti surovin (zdroj: (22))

6.2.2 Časové náklady

ŠTĚPKOVÁNÍ	195,51
Surovina	Větve, dřevo
Množství (t)	187,69
Množství (kg)	187 692,31
Množství (m ³) 1 m ³ = cca 240 kg	782,05
Doba štěpkování m ³ .hod ⁻¹ (výkonnost = 4 m ³ . hod ⁻¹)	195,51

MÍCHÁNÍ	586,89
Surovina (A)	Travní hmota
Množství (t)	1 253,85
Množství (kg)	1 253 846,15
Množství (m ³) 1 m ³ = cca 385 kg	3 256,74
Doba míchání m ³ . hod ⁻¹ (výkonnost = 16 m ³ . hod ⁻¹)	203,55

Surovina (B)	Listí
Množství (t)	386,15
Množství (kg)	386 153,85
Množství (m ³) 1 m ³ = cca 75 kg	5 148,72
Doba míchání m ³ . hod ⁻¹ (výkonnost = 16 m ³ . hod ⁻¹)	321,79

Surovina (C)	Zel.kuch. odpady
Množství (t)	172,31
Množství (kg)	172 307,69
Množství (m ³) 1 m ³ = cca 850 kg	202,71
Doba míchání m ³ . hod ⁻¹ (výkonnost = 16 m ³ . hod ⁻¹)	12,67

Surovina (D)	Větve, dřevo
Množství (t)	187,69
Množství (kg)	187 692,31
Množství (m ³) 1 m ³ = cca 240 kg	782,05
Doba míchání m ³ . hod ⁻¹ (výkonnost = 16 m ³ . hod ⁻¹)	48,88

NAKLÁDÁNÍ při míchání	335,37
Surovina	Vše
Množství (t)	
Množství (kg)	
Množství (m ³) 1 m ³ = cca kg	9 390,23
Doba nakládání m ³ . hod ⁻¹ (výkonnost = 28 m ³ . hod ⁻¹)	335,37

PŘESÍVÁNÍ	521,68
Surovina	Kompost
Množství (t)	
Množství (kg)	
Množství (m ³) = 2/3 ze vstupního množství	6 260,15
Doba přesívání m ³ . hod ⁻¹ (výkonnost = 12 m ³ . hod ⁻¹)	521,68

NAKLÁDÁNÍ při přesívání (2x)	298,10
Surovina	Kompost
Množství (t)	
Množství (kg)	
Množství (m ³) = 2/3 ze vstupního množství	6 260,15
Doba míchání m ³ .hod ⁻¹ (výkonnost = 42 m ³ . hod ⁻¹)	149,05

Tab. 36: Čas potřebný k jednotlivým úkonům během kompostování za 1 rok II.

6.2.3 Náklady na provoz jednotlivých strojů

ZAŘÍZENÍ	Valtra A93
Pořizovací cena Kč	970 000,00 Kč
Spotřeba 9 l/hod * 24,- / l	216,00 Kč
Počet hodin v provozu za rok	782,40
Odpisy (za rok)	194 000,00 Kč
Odpisy (za hodinu provozu)	247,95 Kč
Opravy (za rok = 10% odpisů)	19 400,00 Kč
Opravy (za hodinu provozu)	24,80 Kč
Náklady na 1 hod provozu	488,75 Kč
Náklady na provoz za rok	382 398,84 Kč

ZAŘÍZENÍ	Valtra N113
Pořizovací cena Kč	1 928 500,00 Kč
Spotřeba 6 l/hod * 24,- / l	144,00 Kč
Počet hodin v provozu za rok	633,47
Odpisy (za rok)	385 700,00 Kč
Odpisy (za hodinu provozu)	608,87 Kč
Opravy (za rok = 10% odpisů)	38 570,00 Kč
Opravy (za hodinu provozu)	60,89 Kč
Náklady na 1 hod provozu	813,76 Kč
Náklady na provoz za rok	515 489,35 Kč

ZAŘÍZENÍ	Štěpkovač
Pořizovací cena Kč	270 000,00 Kč
Spotřeba	0,00 Kč
Počet hodin v provozu za rok	195,51
Odpisy (za rok)	54 000,00 Kč
Odpisy (za hodinu provozu)	276,20 Kč
Opravy (za rok = 10% odpisů)	5 400,00 Kč
Opravy (za hodinu provozu)	27,62 Kč
Náklady na 1 hod provozu	303,82 Kč
Náklady na provoz za rok	59 400,00 Kč

ZAŘÍZENÍ	Homogenizátor
Pořizovací cena Kč	1 289 500,00 Kč
Spotřeba	0,00 Kč
Počet hodin v provozu za rok	586,89
Odpisy (za rok)	257 900,00 Kč
Odpisy (za hodinu provozu)	439,44 Kč
Opravy (za rok = 10% odpisů)	25 790,00 Kč
Opravy (za hodinu provozu)	43,94 Kč
Náklady na 1 hod provozu	483,38 Kč
Náklady na provoz za rok	283 690,00 Kč

ZAŘÍZENÍ	Síto
Pořizovací cena Kč	387 000,00 Kč
Spotřeba 2 kW/hod * 4,- / kW	8,00 Kč
Počet hodin v provozu za rok	521,68
Odpisy (za rok)	77 400,00 Kč
Odpisy (za hodinu provozu)	148,37 Kč
Opravy (za rok = 10% odpisů)	7 740,00 Kč
Opravy (za hodinu provozu)	14,84 Kč
Náklady na 1 hod provozu	171,20 Kč
Náklady na provoz za rok	89 313,43 Kč

CELKEM	1 330 291,63 Kč
---------------	------------------------

Tab. 37: Výpočet nákladů na provoz strojů za 1 rok II.

6.2.4 Pořizovací jednorázové náklady

OBJEKT	PARAMETRY	CENA bez DPH	AMOR- TIZACE	CENA
Celková plocha v katastrální mapě	5.000 m ²	0,00 Kč		
Hutnění válcováním	4.000 m ² á 100,-	400 000,00 Kč	10	40 000,00 Kč
Administrativní objekt	Stavební buňka, 2,5 x 5 m	35 000,00 Kč	10	3 500,00 Kč
Sociální zařízení vč. připojení na vodu	Stavební buňka, 1,5 x 2 m	15 000,00 Kč	10	1 500,00 Kč
Evidenční zařízení	Osobní počítač	25 000,00 Kč	5	5 000,00 Kč
Evidenční zařízení - příslušenství	Tiskárna, kancelářské vybavení	15 000,00 Kč	5	3 000,00 Kč
Nápravové váhy	WWS - DFWKR	122 400,00 Kč	5	24 480,00 Kč
Energetický prostředek - kolový traktor I.	Valtra A93 HiTech, 74 kW	970 000,00 Kč		
Energetický prostředek - kolový traktor II.	Valtra N113, HiTech5, 124 kW	1 928 500,00 Kč		
Štěpkovač	Greentechnik CIP 1500	270 000,00 Kč		
Homogenizátor	Siloking TreiledLine Compact 8 - Classic	1 289 500,00 Kč		
Rotační bubnové síto	BPS-02, 2,95 kW	387 000,00 Kč		
Teploměr	CODET Brno, -55 - + 125 C, 1 ks	10 000,00 Kč	5	2 000,00 Kč
CELKEM		5 467 400,00 Kč		79 480,00 Kč

Tab. 38: Jednorázové počáteční pořizovací náklady

6.2.5 Pravidelné roční náklady

OBJEKT	PARAMETRY	CENA ZA JEDNOTKU	MNOŽSTVÍ	JEDNOTKY	CELKEM bez DPH
Elektřina	Administrativní objekt, osvětlení areálu	500,00 Kč	12	měsíc	6 000,00 Kč
Voda	Sociální zařízení	500,00 Kč	12	měsíc	6 000,00 Kč
Drobné náklady	Pracovní pomůcky, úklidové prostředky, kancelářské potřeby, baterie	600,00 Kč	12	měsíc	7 200,00 Kč
Vaky	1,2 x 60 m, 200 my	3 000,00 Kč	93	ks	279 000,00 Kč
Hadice	90 mm x 60 m	1 500,00 Kč	93	ks	139 500,00 Kč
Příslušenství	Spojovací materiál, větrací průduchy	15 000,00 Kč	1	ks	15 000,00 Kč
Odvoz odpadu	Ekologická likvidace vaků, hadic atd.	1 000,00 Kč	12	měsíc	12 000,00 Kč
Mzdy	2 zaměstnanci na dobu určitou 9 měsíců, vč. odvodů	15 000,00 Kč	18	měsíc	369 900,00 Kč
Nájem	Nájem objektu	10 000,00 Kč	12	měsíc	120 000,00 Kč
Amortizace	Admin.objekt, PC, váhy, hutnění	79 480,00 Kč	1	let	79 480,00 Kč
Pojištění	Stroje, objekt	20 000,00 Kč	1	let	20 000,00 Kč
CELKEM					1 054 080,00 Kč

Tab. 39: Pravidelné každoroční náklady na provoz

6.2.6 Celkové roční náklady

POLOŽKA	POPIS	SUMA
Náklady na roční režii	Tab. 39	1 054 080,00 Kč
Náklady na provoz strojů	Tab. 38	1 330 291,63 Kč
CELKEM		2 384 371,63 Kč

Tab. 40: Celkové roční náklady II.

6.2.7 Výpočet ceny 1 t kompostu

CELKEM NÁKLADY ZA 1 rok KOMPOSTOVÁNÍ	2 384 371,63 Kč
MNOŽSTVÍ VYROBENÉHO KOMPOSTU	1 333,33
CENA ZA 1 t VYROBENÉHO KOMPOSTU	1 788,28 Kč

Tab. 41: Výpočet ceny 1 t kompostu II.

6.3 Komparace

CELKEM NÁKLADY ZA 1 rok KOMPOSTOVÁNÍ	3 109 627,12 Kč
MNOŽSTVÍ VYROBENÉHO KOMPOSTU	2 666,67
CENA ZA 1 t VYROBENÉHO KOMPOSTU	1 166,11 Kč

Tab. 42: Výpočet ceny 1 tuny kompostu stacionární kompostárny, 4.000 t vstupního materiálu

CELKEM NÁKLADY ZA 1 rok KOMPOSTOVÁNÍ	2 797 893,56 Kč
MNOŽSTVÍ VYROBENÉHO KOMPOSTU	1 333,33
CENA ZA 1 t VYROBENÉHO KOMPOSTU	2 098,42 Kč

Tab. 43: Výpočet ceny 1 tuny kompostu stacionární kompostárny, 2.000 t vstupního materiálu

CELKEM NÁKLADY ZA 1 rok KOMPOSTOVÁNÍ	2 291 834,56 Kč
MNOŽSTVÍ VYROBENÉHO KOMPOSTU	866,67
CENA ZA 1 t VYROBENÉHO KOMPOSTU	2 644,42 Kč

Tab. 44: Výpočet ceny 1 tuny kompostu mobilní kompostárny, 1.300 t vstupního materiálu

CELKEM NÁKLADY ZA 1 rok KOMPOSTOVÁNÍ	2 384 371,63 Kč
MNOŽSTVÍ VYROBENÉHO KOMPOSTU	1 333,33
CENA ZA 1 t VYROBENÉHO KOMPOSTU	1 788,28 Kč

Tab. 45: Výpočet ceny 1 tuny kompostu mobilní kompostárny, 2.000 t vstupního materiálu

Komparací modelového zpracování bioodpadů stejné vstupní hmotnosti se ukázalo, že při snížení množství vstupních surovin dojde ve stacionární kompostárně ke snížení celkových nákladů na provoz kompostárny o nepříliš vysokých přibližně 311 tis. Kč, ovšem náklad na výrobu 1 tuny kompostu (za předpokladu produkce 2/3 ze vstupního množství) se zvedne o téměř 100 %.

V případě mobilní kompostárny se celkové náklady na provoz zvýšily o necelých 100 tis. Kč, oproti tomu náklad na výrobu 1 t kompostu vyprodukované ze 2/3 vstupního množství se výrazně snížil – o více než 800,- Kč.

Z výše uvedených komparací vyplývá, že i přes různé vysoké pořizovací náklady, které byly v případě stacionární kompostárny o necelých 100 % vyšší, než v případě mobilní kompostárny, jsou roční náklady na provoz obou kompostáren srovnatelné. Výraznější rozdíl je vidět při komparaci skutečně zpracovávaného množství bioodpadů, tzn. 4.000 t ve stacionární a 1.300 t v mobilní kompostárně – zde se roční provoz liší o téměř 900 tis. Kč.

Při produkci kompostu z výchozích 2.000 t surovin jsou roční náklady i náklad na výrobu 1 t kompostu srovnatelné.

7 Diskuse a závěr

Likvidace odpadů skládkováním je stále nejběžnějším způsobem likvidace odpadů vůbec. Naštěstí se již tento trend, i díky nově přijímaným legislativním opatřením, mění. Doposud se uvádělo, že skládkování je finančně nejnáročnějším způsobem likvidace. Osobně se domnívám, že vzhledem k vývoji cen, bude v budoucnu likvidace odpadu vždy přibližně stejně finančně náročná. Co se dá však s určitostí říci je to, že skládkování je především nejméně správný způsob likvidace. Ukládané množství biologicky rozložitelného komunálního odpadu na skládky je podle Plánu odpadového hospodářství České republiky stále třeba snižovat. To lze však zajistit jen důkladným vytríděním biologických složek komunálního odpadu. Tak se po náležité úpravě (např. kompostováním) stanou znovu použitelnou surovinou. Ve své publikaci Vojtěchová popisuje třídění bioodpadu primárně v domácnostech, a to buď do recyklovatelných pytlů a nebo přímo do nádob, které jsou k tomu určené. Tento uvedený systém je používán v případech obou posuzovaných kompostáren a je dle mého názoru jak ekonomicky srovnatelný, tak i smysluplný.

Osobně se domnívám, že je dále možné tento systém zdokonalovat. Myslím si, že by bylo žádoucí jej i podporovat. Kotoulová a Váňa ve své Příručce pro nakládání s komunálním odpadem uvádějí hned několik návodů a doporučení, dle kterých mohou obce, ale i ostatní původci bioodpadu, postupovat. Rozvádějí způsoby odděleného sběru bioodpadu, jejich kvality a následného použití.

Přes veškerou legislativu, která v České republice existuje je, podle mě, třídění odpadů všeho druhu stále nedostatečné. Tak jako v jiných oborech, je i zde žádoucí ještě větší zapojení většího počtu obyvatelstva, což se podaří pouze komplexním vzděláváním. Jedním z nástrojů by mělo být začlenění výchovy k ekologii nejen na školách, ale i v zaměstnáních. Osobně nejsem pro zvyšování legislativní zátěže pro podnikatele, ale v tomto případě by měl existovat vyšší veřejný zájem a měla by být zavedena povinnost, stejně jako v případě předpisu bezpečnosti práce. Stejně tak by mělo být do budoucna povinností každé obce umožnit třídění odpadu, ale zároveň, formou zákona a na úrovni obce rozsahem obecně závazné vyhlášky, tuto povinnost občanům nařídít. Třeba domovní kompostování u domů s vlastní zahradou, čímž mám na mysli i zahrádky

v zahrádkářských koloniích, chaty a chalupy, by mělo být povinné. Z vlastní zkušenosti vím, a navíc to uvádí i zákon o odpadech, že kompostováním bioodpadu žádný odpad nevzniká. Může existovat něco ekologičtějšího? Je přece naprosto absurdní, aby občan na jedné straně odkládal vyprodukovaný bioodpad ze své zahrady do kontejnerů, a ten se následně nákladně za použití nejrůznější speciální technologie zpracovával, což samo o sobě přináší ekologickou zátěž v podobě spotřeby pohonných hmot, olejů, elektrické energie atd., a na druhé straně si drazo kupoval průmyslově vyráběné hnojivo. Navazuji tak na myšlenku Altmanna, že pro větší úspěšnost komunálního kompostování, jako součásti nakládání s bioodpadem v obci, by bylo užitečné zaměřit se přímo na podporu domácího a komunitního kompostování a podpořit jej, i například finančně. Domnívám se, že touto cestou lze časem dosáhnout toho, aby se celý systém přístupu k ekologii mezi obyvatelstvem stal přirozeným a lidé začali přemýšlet stále více ekologicky.

V některých zdrojích se uvádí, že zpracovávání bioodpadu v kompostárnách nebo bioplynových stanicích je až o 50 % levnější než ukládání na skládku. Mělo by tedy dojít k velkým finančním úsporám. Já bych však závěrem ráda konstatovala, že dle výše uvedených cifer a výpočtů, je výroba kompostu za uvedených podmínek značně neekonomická. Vypočtená hodnota nákladů na výrobu 1 t kompostu by vlastně měla odpovídat ceně, za kterou si kompost může koupit koncový zákazník. Jelikož jsou všechny čtyři vypočítané částky vyšší než 1.100,- Kč, troufám si tvrdit, že za takovou cenu by si kompost koupil málokdo, jestli vůbec někdo.

Cena, za kterou provozovatel stacionární kompostárny svůj kompost prodává je výrazně odlišná od ceny zde vypočítané. Důvodem je zásah dotace do ekonomiky kompostárny. Provozovatel stacionární kompostárny si svou cenu kalkuluje na základě skutečně vynaložených finančních prostředků do celého provozu, tzn. že z nákladů strojů, především odpisů, počítá pouze 15 % vlastních zdrojů (na zbývající část pořizovací ceny strojů a zařízení získal dotaci ze strukturálních fondů EU ve výši 85%).

V této diplomové práci ve všech výpočtech počítám však se 100 % pořizovacích cen z vlastních zdrojů. Je to z toho důvodu, že předpokládám delší fungování kompostárny, než 5 let, což je doba udržitelnosti projektu a zároveň doba, po kterou se odepisují (a při plném provozu kompostárny i plně slouží a fungují) všechny stroje a zařízení. Došlo-li by po 5-ti letech provozování kompostárny k výraznému poničení jakéhokoli stroje či dokonce k nutnosti jeho úplného odstranění – vyřazení z provozu, měl by být provozovatel schopen bez komplikací zafinancovat z vlastního provozu kompostárny pořízení nového stroje. Uvedená

čísla jsou v obou případech navíc bez jakéhokoliv přiměřeného zisku, což odporuje obchodnímu zákoníku.

Stejně vysvětlení lze použít i v případě mobilní kompostárny. I zde byla ekonomika provozu výrazně ovlivněna dotací, avšak pro praktické dlouhodobé fungování nelze s dalšími finančními injekcemi, jak je výše uvedeno, z dotačních zdrojů počítat. Provozovatel mobilní kompostárny naštěstí nemusí vyrobenou surovinu prodávat, ale používá vyrobený kompost pro vlastní účely, jako hnojivo na své zemědělské plochy, a protože preferuje, a několikrátý rok za sebou praktikuje ekologické zemědělství, je pro něj vlastní kompost nutným předpokladem.

Vzhledem k výše uvedenému tedy není možné výsledky chápat jako čisté tržní porovnání, a to primárně z důvodu zkrácení ekonomických ukazatelů poskytnutými dotacemi, neboť bez nich by byly oba provozy naprosto nekonkurenceschopné. Bylo by zajímavé dopočítat ekonomické modely i v jiných výrobních odvětvích, zda i zde čerpané dotace, respektive jejich podmínky, hrubě ovlivňují základní tržní modely.

Z několika praktických příkladů vím, že systém přidělování dotací i jejich vypisování, jde mnohdy proti logice jiných zákonů, ba i proti logice samotné podpory. Už sám o sobě často zmiňovaný sporný argument tzv. veřejné podpory zavádá v mnohých případech získaných dotací k velkým problémům z hlediska jejich následné administrace. Existují společnosti, které získaly dotaci např. na pořízení zemědělské techniky pro konkrétní účel, avšak poskytovatel jim jako nutnou podmínku pro získání zároveň znemožnil použití zakoupené techniky pro jiný účel, byť v rámci jednoho podniku, právě s odkazem na institut veřejné podpory. To je zároveň důvod, proč i v případě mnou posuzovaných kompostáren vychází cena za tunu vyrobeného kompostu na úrovni nekonkurenceschopnosti. Tento handicap, pokud stroje a zařízení vydrží, zmizí až po uvedené době udržitelnosti projektu.

Co se týče vlastního použití vyrobeného kompostu, je pochopitelně celý systém jeho výroby bez podmínek, které uvádím na předchozích řádcích, v zásadě neekonomický, ale i nefunkční. Bez systému menších lokálních kompostáren je aplikace vyrobeného kompostu za nutnosti jeho převážení do vzdálenějších oblastí v zásadě nemožná. To, co jsem poznamenala v případě zahrádkářů, platí samozřejmě u zemědělské výroby také. Ministerstvo zemědělství v posledních letech přikročilo k odvážnému kroku podmínění dotace na plochu zavedením tzv. greeningu, což znamená například povinnost osetí 5 % vlastní obdělávané plochy plodinami vážícími dusík. Vzhledem ke stavu zemědělské půdy předpokládám, že z hlediska zemědělské výroby bude v budoucnu nutné přistoupit k jinému způsobu péče o ni. A to například povinností zpětně odebírat kompost a zapravovat jej do

obdělávané půdy. To pravděpodobně bude vyžadovat změnu celého systému nakládání s bioodpadem a zároveň částečnou změnu ve způsobu přidělování dotací. Zde se obávám, že to v první fázi vyvolá velký protitlak u výrobců průmyslových hnojiv. Doufám, že naši odborní i političtí představitelé najdou k tomuto kroku dost odborných argumentů a odvahy, abychom svým potomkům předali v plodnosti to jediné, na čem opravdu záleží, tj. Matka Země.

8 Přehled literatury a použitých zdrojů

- (1) ALTMANN V., VACULÍK P., MIMRA M., 2010: Technika pro zpracování komunálního odpadu. Powerprint s.r.o., Praha: 128 s.
- (2) ASEKO s.r.o., 2017: ASIN HM. Online: <http://orders.aseko.com/cs/>. Staženo 15.3.2017.
- (3) BANOUD J., 2005: Optimalizace surovinové skladby, výrobní plochy a kalkulace provozních nákladů při výrobě kompostu v zakládkách. Sborník z mezinárodní konference Biologicky rozložitelné odpady, jejich zpracování a využití zemědělské a komunální praxi. Náměšť nad Oslavou. 105 s.
- (4) BARTH J., AMLINGER F., FAVOINO E., SIEBERT S., KEHRES B., GOTTSCHALL R., BIEKER M., LÖBING A., BIDLINGMAIER W., 2008: Final Report Compost Production and Use in the EU. Tender No. J02/35/2006. 180 s.
- (5) COMPOST SYSTEMS, 2017: CMC Boden- und Kompost-Labor. Online: www.compost-systems.com. Staženo: 20.3.2017.
- (6) COMPOST SYSTEMS, 2017: CMC ST 300. Online: www.compost-systems.com. Staženo: 20.3.2017.
- (7) EDWARDS C.A., ARANCON N.Q., SHERMAN R., 2011: Vermiculture Technology: Earthworms, Organic Wastes and Environmental Management. CRC Press, Boca Raton: 601 s.
- (8) EPSTEIN E., 1997: The Science of Composting. Technomic Publishing Co INC, Pennsylvania.
- (9) KOLLÁROVÁ, M. A KOL., 2008: Kompostování travní hmoty z údržby trvalých travních porostů. Metodika pro praxi. VÚZT, v.v.i., Praha: 24 s.
- (10) KOMATSU LTD, 2017: Komatsu WA 200PZ-6. Online: www.komatsu.com. Staženo: 19.3.2017.
- (11) KROPÁČEK I., HNUTÍ DUHA, HABART J., ČESKÁ ZEMEDĚLSKÁ UNIVERZITA: Jak správně kompostovat. Hnutí DUHA Olomouc, Olomouc: 21 s.
- (12) LAVYS CZ, 2017: MBT 3. Online: www.lavys.cz. Staženo: 18.3.2017.
- (13) MALAŤÁK J., VACULÍK P., 2008: Technologická zařízení staveb odpadového hospodářství - Zpracování biologicky rozložitelných odpadů. Powerprint s.r.o., Praha: 180 s.
- (14) METEOSTANICE, 2017: Dlouhý digitální tyčový teploměr 1.500 mm. Online: www.meteostanice.cz. Staženo: 15.3.2017.

- (15) MUNROE G., 2009: Manual of On-Farm Vermicomposting and Vermiculture. Online:
http://www.organicagcentre.ca/DOCs/Vermiculture_Farmers-Manual_gm.pdf. Staženo: 2.3.2017.
- (16) Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 ze dne 21. října 2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě.
- (17) Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1774/2002 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu.
- (18) ODBOR ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ MAGISTRÁTU MĚSTA BRNA, 2011: Pilotní projekt domácího kompostování v městské části Brno – Žebětín, Příručka o kompostování. OŽP Magistrátu města Brna, Brno: 14 s.
- (19) PETŘÍKOVÁ K., 2006: Zelenina – pěstování, ekonomika, prodej. Profi Press, Praha. 240 s.
- (20) PLÍVA P., 2002: Malá mechanizace pro kompostování. Biom.cz, online: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/mala-mechanizace-pro-kompostovani>, cit. 19.3.2017.
- (21) PLÍVA P., ALTMANN V., HABART J., JELÍNEK A., KOLLÁROVÁ M., MAREŠOVÁ K., MIMRA M., VÁŇA J., VOSTOUPAL B., 2009: Kompostování v pásových hromadách na volné ploše. Profi Press, s.r.o., Praha: 136 s.
- (22) PLÍVA P., ALTMANN V., HANČ A., HEJÁTKOVÁ K., ROY A., SOUČEK J., VALENTOVÁ L., 2016: Kompostování a kompostárny. Profi Press, s.r.o., Praha: 150 s.
- (23) PLÍVA P., KOLLÁROVÁ M.: Kompostování na volné ploše. VÚZT, v.v.i., Praha: 23 s.
- (24) Provozní řád Mobilní kompostárny.
- (25) Provozní řád Mobilní kompostárny, vypracovaný dle zákona č. 201/2012 Sb.
- (26) SEDLÁČEK M., 2006: Humus. Znalecvin.cz, online:
<http://www.znalecvin.cz/humus/>, cit.: 28.2.2017.
- (27) SEZNAM.CZ, 2017. Online: www.mapy.cz. Staženo: 15.3.2017.
- (28) SLEJŠKA A., GRYGARA M., 2003: Nakládání s biologickými odpady v provincii Miláno (5) kompostárna FerGEO. Biom.cz, online:
<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/nakladani-s-biologickymi-odpady-v-provincii-milano-5-kompostarna-fergeo>, cit. 25.3.2017.

- (29) SMĚRNICE RADY 1999/31/ES ze dne 26. dubna 1999 o skládkách odpadů.
- (30) STOFFELA P. J., KAHN B. A., 2001: Compost Utilization in Horticulture Cropping System. Lewis Publisher, USA.
- (31) SULLIVAN M., MILLER O., 2001: Compost Quality Attributes. Measurements and Variability. Lewis Publisher, USA.
- (32) VÁŇA J., 1997: Výroba a využití kompostů v zemědělství. Institut vzdělávání Ministerstva zemědělství České republiky, Praha: 40 s.
- (33) VÁŇA J., 2002: Kompostování odpadů. Biom.cz, online: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kompostovani-odpadu>, cit. 28.2.2017.
- (34) VÁŇA J., 2008: Možnosti zpracování biologicky zpracovatelného odpadu. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., online: <http://dvs.cz/clanek.asp?id=6348963>, cit. 27.2.2017.
- (35) VOJTĚCHOVÁ A., 2007: Naše BIOodpady – miss kompost a nulový odpad. Ekodomov, Praha: 37 s.
- (36) Vyhláška č. 93/2016 Sb. Vyhláška o Katalogu odpadů + Příloha k vyhlášce: Skupiny katalogu odpadů.
- (37) Webové stránky provozovatele Stacionární kompostárny. Staženo: 2.3.2017.
- (38) WIKIPEDIA, 2017: Kompost. Online: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Kompost>, cit. 28.2.2017
- (39) Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů.
- (40) ZEMÁNEK P., BURG P., KOLLÁROVÁ M., MAREŠOVÁ K., PLÍVA P., 2010: Biologicky rozložitelný odpad a kompostování. VÚZT, v.v.i., Praha: 113 s.
- (41) ZEMÁNEK P., 2001: Speciální mechanizace: Mechanizační prostředky pro kompostování. MZLU, Brno: 113 s.