

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta životního prostředí
Katedra aplikované ekologie

Bakalářská práce
Kompostování biologicky rozložitelného
odpadu – kompostárna Dobříš

Vedoucí práce: Ing. Ondřej Chotovinský
Bakalant: Martina Písařová

29. 4. 2012

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ekologie krajiny

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Písařová Martina

Krajinářství - kombinované Praha

Název práce

Kompostování biologicky rozložitelného odpadu - kompostárna Dobříš

Anglický název

Composting of biodegradable waste - composting in Dobříš

Cíle práce

Kompostování má být podle Plánu odpadového hospodářství ČR upřednostňováno s využitím výsledného produktu zejména v zemědělství, při rekultivacích a při zakládání a údržbě zeleně. Zpracování dostupných podkladů a zdrojů z oblasti kompostování biologicky rozložitelných odpadů, metody sběru, produkce, využití (formou literární rešerše). Popsat vybraný konkrétní případ, analyzovat a popsat pomocí SWOT analýzy. Navrhnout možné úpravy a zlepšení provozu (vlastní práce).

Metodika

Srovnání současného stavu ve využití kompostáren v řešeném území s Plánem odpadového hospodářství ČR a dalšími závaznými dokumenty. Rozbor konkrétní situace sledovaného sídelního celku. SWOT analýza. Vyhodnocení, návrhy konkrétních opatření. Srovnání se situací v sídelních celcích obdobné velikosti.

Harmonogram zpracování

Červen – červenec 2011: Seznámení se s literaturou, studium literárních podkladů.

Červenec – srpen 2011: Terénní šetření ve zvoleném sídelním celku. Fotodokumentace, vytvoření mapových podkladů.

Září 2011: Zpracování získaných dat (vlastních i převzatých)

Říjen – listopad 2011: Vyhodnocení dat, návrhy doporučení, zpracování mapové dokumentace. SWOT analýza.

Listopad 2011: Srovnání vlastních výsledků (diskuse)

Prosinec 2011: první verze bakalářské práce

Březen 2012: finální verze bakalářské práce

Rozsah textové části

30-50 stran

Klíčová slova

odpad, biologicky rozložitelný odpad, kompostování

Doporučené zdroje informací

KOTOULOVÁ Z., VÁŇA J., (2001): Příručka pro nakládání s komunálním bioodpadem. Ministerstvo životního prostředí ve spolupráci s Českým ekologickým ústavem. Praha. 69 s. ISBN 80-7212-201-0.

FILIP, Jiří, (2002): Odpadové hospodářství. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno. 116 s. ISBN 80-7157-608-5

KROPÁČEK, Ivo, (2008): Komunální odpady a nakládání s biologicky rozložitelnými odpady, dostupné z WWW: <http://www.region servis.cz/document/filename/1820/document.pdf>

PLÍVA, Petr, et al., (2009): Kompostování v pásových hromadách na volné ploše. 1. Praha : Profi Press s.r.o., 132 s. ISBN 978-80-86726-32-8.

Vedoucí práce

Chotovinský Ondřej, Ing.


doc. RNDr. Miroslav Martiš, CSc.

Vedoucí katedry




prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan fakulty

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci „Kompostování biologicky rozložitelného odpadu – kompostárna Dobříš“ vypracovala samostatně pod vedením vedoucího práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

V Praze dne _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu BP Ing. Ondřejovi Chotovinskému za odborné vedení, rady a pomoc při zpracování. Dále děkuji Jaroslavu Frýbertovi za pomoc a informace při přípravě BP a své rodině za poskytnuté zázemí.

Abstrakt

Bakalářská práce s názvem „Kompostování biologicky rozložitelného odpadu – kompostárna Dobříš“ objasňuje teoretické poznatky z oblasti kompostování, které byly následně využívány při zpracování a popisu studie. V úvodních kapitolách a subkapitolách teoretické části je vymezen pojem kompostování jako součást nakládání s odpady. Stěžejní část je popisem kroků nutných pro úspěšné zpracování biologicky rozložitelného odpadu, jako například představení technik sběru, strojního vybavení, zakládání, surovinové skladby, průběhu a hodnocení kompostu. Následně pak seznámení s právními předpisy a ekonomickou náročností. V dalších kapitolách je představeno řešené území a srovnání současného stavu ve využití kompostáren s Plánem odpadového hospodářství ČR. V poslední části je popsána konkrétní kompostárna, pro kterou jsou na základě zjištěných informací navrženy možné úpravy a vylepšení stávajícího stavu.

Klíčová slova: odpad, biologicky rozložitelný odpad, kompostování

Summary

This bachelor thesis entitled "Composting of biodegradable waste - composting in Dobříš," explains the theoretical knowledge of composting, which is subsequently used in the processing and description of a particular case. In the introductory chapters and subsections the composting concept is theoretically defined as a part of waste management. The central part is a description of the steps required for successful treatment of biodegradable waste, such as introduction of collection techniques, used machinery, compost foundation, raw material composition, process and evaluation of compost. Next part introduces the law and economic demand. In subsequent chapters is presented and solved by the comparison of the current situation in the use of composting and Waste Management Plan. The last section describes the specific compost, for which they are based on the information gathered can be proposed modifications and improvements to the current situation.

Keywords: waste, biodegradable waste, composting

OBSAH:

1	ÚVOD	9
2	CÍL PRÁCE	10
3	PŘIBLÍŽENÍ PROBLEMATIKY KOMPOSTOVÁNÍ	11
3.1	Pojmy a definice	11
3.2	Biologicky rozložitelné odpady	13
3.2.1	BRO ze zemědělství	13
3.2.1.1	Odpady z rostlinné výroby.....	13
3.2.1.2	Odpady živočišného původu.....	14
3.2.2	BRO z potravinářského průmyslu	15
3.2.3	BRO z lesnictví.....	16
3.2.4	BRO ze zahradnictví.....	17
3.2.5	BRKO	17
3.2.6	Kaly z čistíren odpadních vod	18
3.3	Plán odpadového hospodářství ČR	18
3.4	Základní proces kompostování	20
3.5	Úrovně kompostování odpadu	21
3.5.1	Domácí kompostování	21
3.5.2	Komunitní kompostování	25
3.5.3	Centrální kompostování komunálního bioodpadu	26
3.6	Sběr a doprava surovin	26
3.6.1	Oddělený sběr	27
3.6.2	Způsoby odděleného sběru	27
3.7	Objekty pro výrobu kompostů	29
3.7.1	Kompostárna.....	29
3.7.2	Kompostoviště	29
3.8	Zakládání kompostu a surovinová skladba	30
3.8.1	Receptura.....	30
3.8.2	Zrnitost a homogenita	32
3.9	Fermentace bioodpadu a mikroorganismy	32
3.9.1	Fáze rozkladu.....	33
3.9.2	Fáze přeměny.....	34
3.9.3	Fáze dozrávání.....	34
3.9.4	Faktory ovlivňující fermentaci	34
3.10	Průběh kompostovacího procesu	35
3.10.1	Délka procesu	36
3.10.2	Teplota.....	36
3.10.3	Vlhkost	37
3.10.4	pH	38

3.10.5	Obsah kyslíku	38
3.10.6	Obsah ostatních plynů	39
3.11	Klasifikace vyrobeného kompostu	39
3.11.1	Stabilita kompostu	40
3.11.2	Mikrobiologické vlastnosti kompostu	40
3.11.3	Chemické a fyzikální vlastnosti kompostu	40
3.11.4	Hodnocení dalších fyzikálních veličin.....	41
3.12	Druhy kompostu.....	41
3.12.1	Statkové komposty	41
3.12.2	Průmyslové komposty	42
3.12.3	Speciální komposty.....	42
3.13	Využití kompostu	43
3.14	Ekonomické nároky	44
3.14.1	Náklady na vybudování a rozvoj provozu	44
3.14.2	Náklady na technologie, zařízení a provoz	45
3.14.3	Ostatní náklady	45
3.15	Legislativní prostředí BRO	46
3.15.1	Evropské předpisy	46
3.15.2	Národní předpisy	47
4	CHARAKTERISTIKA STUDIJNÍHO ÚZEMÍ	48
4.1	Popis sídelního celku	49
4.1.1	Ortografické členění a geomorfologie	49
5	METODIKA	51
6	SOUČASNÝ STAV KOMPOSTOVÁNÍ V KRAJI.....	52
6.1	Produkce odpadu	53
6.2	Plán odpadového hospodářství města Dobříš	54
6.3	Kompostárna Svaté pole – Dobříš	56
6.3.1	Základní údaje o zařízení.....	56
6.3.2	Charakter zařízení.....	56
6.3.2.1	Odpady zpracovávané.....	57
6.3.2.2	Odpady produkované	57
6.3.3	Účel zařízení	57
6.3.4	Popis provozu	58
6.3.5	Kontrola a příjem odpadu	60
6.3.6	Vlastní provoz zařízení	60
6.3.6.1	Ochrana horninového prostředí.....	61
6.3.6.2	Kompostování.....	61
6.3.7	Kontrola a využití produktu fermentace	62
6.3.8	Monitorování zařízení.....	63

7	VÝSLEDKY A NÁVRH ŘEŠENÍ.....	64
7.1	SWOT analýza.....	65
7.2	Návrhy řešení zařízení.....	67
8	DISKUZE.....	69
9	ZÁVĚR.....	70
10	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	71

1 Úvod

V dnešní době se společnost ustavičně musí vypořádávat s problémem jak nakládat s odpadem. Všichni by se měli řídit především základním mottem zákona, které nám přikazuje „předcházet vzniku odpadů, omezovat jejich množství a nebezpečné vlastnosti.“ Jednou z vhodných možností je kompostování, jehož finálním produktem je substrát využitelný pro obohacení vlastností půdy.

Půda není mrtvou horninou, ale živým systémem z minerálních látek a humusu. Humus je částí organické hmoty v půdě a jedním z rozhodujících činitelů její úrodnosti. Pomáhá při tvorbě půdní struktury, zlepšuje tepelné, vodní a vzdušné vlastnosti půdy, je zdrojem živin, které podporují růst rostlin. Aplikováním kompostu do půdy, tak docílíme doplnění organické hmoty.

Výrobní postup kompostování byl v minulosti na našem území rozvíjen hlavně díky rozsáhlé zemědělské činnosti. První doložená zmínka o výrobě průmyslového kompostu na našem území je z roku 1915. Československo zažívalo největší rozmach kompostování v letech 1955 – 1987, kdy byl zaregistrován největší objem vyrobeného kompostu. Od počátku devadesátých let minulého století zažívalo kompostování úpadek a bylo upřednostňováno ukládání bioodpadu na skládky nebo později jeho spalování. I díky požadavkům Evropské unie na snižování podílu biologicky rozložitelného odpadu zpracovávaném skládkováním, dochází k zaměřování pozornosti na problematiku biodegradabilních odpadů.

2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je seznámení se s druhy biologicky rozložitelného odpadu, jeho původem, vznikem a možnostmi sběru. Ale především podrobně popsat celý průběh procesu kompostování, zjišťování a udržování optimálních podmínek, hodnocení finálního produktu a především jeho dalším využitím. Následně přiblížení problematiky v daném zájmovém území a popis konkrétního provozu kompostárny. Pomocí SWOT analýzy zjištění slabých a silných stránek, příležitostí a případných hrozeb využívání a zpracování biologicky rozložitelných odpadů. Návrhy na zlepšení daného provozu kompostárny. Popis Plánu odpadového hospodářství v rámci ČR a města Dobříš. Vyhodnocení nakládání s biologicky rozložitelným odpadem vyprodukovaným daným sídelním celkem v rámci plnění Plánu odpadového hospodářství.

3 Přiblížení problematiky kompostování

3.1 Pojmy a definice

Biologicky rozložitelný odpad (bioodpad) - jakýkoli odpad, který je schopen anaerobního nebo aerobního rozkladu mikroorganismy (např. potraviny, odpad ze zeleně, papír). Pojem je užíván ve zjednodušené podobě jako bioodpad.

Cizorodé (rizikové) látky a prvky – látky a prvky, které nepříznivě ovlivňují zrání kompostů, půdní úrodnost, růst rostlin nebo je jejich příjem rostlinami nežádoucí s ohledem na možnost ohrožení zdraví lidí a zvířat a dále ty, jejichž hromadění v půdě je nežádoucí (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, PCB, PAU a AOX).

Domovní odpad - odpad vznikající v domácnostech jako spotřební odpad jejich obyvatel. Domovní odpad je součástí komunálního odpadu.

Homogenita – stejnorodost fyzikálních vlastností a chemického složení základky kompostu svědčící o řádném zpracování surovin.

Hromada kompostu – zpracovávané suroviny jsou vrstveny do hromad plošných nebo pásových. Pásové hromady mají trojúhelníkový či lichoběžníkový profil a mohou být různě vysoké - tvar budoucí hromady je daný typem používaného překopávače. Délka hromady je dána velikostí kompostovací plochy, popř. množstvím zpracovávaných surovin.

Humifikace – přeměna organických látek v humus.

Humus – soubor odumřelých organických látek rostlinného i živočišného původu, tyto látky jsou v různém stupni přeměny.

Kompost - je stabilizovaná, nepáchnoucí, hnědá až černá homogenní hmota, drobtovitá až hrudkovitá struktury, vzniklá aerobním biologickým zráním rozložitelných odpadů, bohatá na humusové látky a rostlinné živiny.

Kompostovatelný odpad – biologicky rozložitelný odpad, z něhož při jeho minimálním obsahu v surovinové skladbě 50 % vznikne během procesu kompostování kompost odpovídající některé ze tříd jakosti definovaných v této vyhlášce.

Komunální odpad - veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob, s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání.

Kuchyňský potravinový odpad – jedná se o tu část bioodpadu zastoupenou v domovním odpadu, která vzniká z přípravy jídel a zbytky jídel.

Lehce rozložitelné látky – látky, u kterých probíhá proces mineralizace a humifikace krátkou dobu nebo je možno je aplikovat i přímo (zejména zemědělské odpady, hnůj, rašelina aj.).

Nerazložitelné příměsi – látky, které se při procesu humifikace nemohou rozkládat (např. kameny, kovové předměty, sklo aj.).

Nerazpojitelné částice – částice rozměrů větších než 5 cm, které nelze rozdrtit tlakem ruky nebo které brání bezporuchovému provozu aplikační techniky (nerozložitelné příměsi, kusy dřev aj.),

Oddělený sběr – sběr jednotlivých druhů odpadů (papír, sklo, plasty, bioodpad, ...) odděleně od ostatních.

Odpad ze zeleně - komunální odpad rostlinného původu z údržby veřejných sadů a parků, sídlištní a uliční zeleně, travnatých hřišť, ze zahrad fyzických osob, ze hřbitovů apod. Jedná se zejména o větve stromů, trávu, listí (s výjimkou uličních smetků), ale i piliny, odřezky dřeva a ostatní odpadní dřevo neošetřené prostředky s obsahem těžkých kovů nebo organických sloučenin.

Organické látky - sloučeniny uhlíku, vzniklé na základě schopnosti tohoto prvku vytvářet řetězce, kromě uhlíku bývají přítomny vodík, kyslík, dusík, fosfor, síra a další.

Původce - kdokoli, jehož činností vzniká odpad a kdokoli, kdo provádí předzpracování, smíšení nebo jiné činnosti, jejichž výsledkem je změna charakteru nebo složení odpadů.

Šarže kompostu – je část kompostu, vyrobené jednotným postupem.

Těžce rozložitelné látky – látky, u kterých probíhá proces mineralizace a humifikace dlouhodobě a nesnadno anebo které je třeba předfermentovat nebo upravovat (zejména stromová kůra, dřevní odpady, kapucín, rohovina aj.).

Vedlejší živočišné produkty – těla zvířat nebo jejich části nebo výrobky živočišného původu, které nejsou určeny k lidské spotřebě včetně vajíček, embryí a spermatu.

Zakládka kompostu - směs surovin organického původu, založená ve stejném termínu, na jedné či více hromadách.

3.2 Biologicky rozložitelné odpady

Biologicky rozložitelné odpady (BRO), jsou odpady podléhající aerobnímu nebo anaerobnímu rozkladu. Volba technologického postupu k jejich zpracování je ovlivněna několika faktory, zejména druhem odpadu. Mezi BRO se řadí hlavně odpady zemědělské, zahradnické a lesnické, odpady z potravinářského průmyslu, papírensko – celulózarského průmyslu, ze zpracování dřeva, z kožedělného a textilního průmyslu, papírové a dřevěné obaly, čistírenské a vodárenské kaly a také komunální bioodpady (Zemánek 2010).

3.2.1 BRO ze zemědělství

3.2.1.1 Odpady z rostlinné výroby

Hlavními odpady z rostlinné výroby jsou sláma, bramborová nať, řepný chrást, silážní šťávy, znehodnocená krmiva, nadzemní hmota plodin na semeno po chemickém ošetření aj. Zpravidla se jedná o významný zdroj organických látek a minerálních živin. Nejběžnějším využitím je zkrmování hospodářskými zvířaty, silážování, přímé hnojení zemědělských plodin ve formě zaorávání a kompostování. Při kompostování je podstatná jejich další úprava v podobě drcení nebo řezání, kvůli dosažení optimální homogenity zakládky (Zemánek 2010).

Sláma

Největší podíl slámy se používá ke stlaní zvířat, a to asi 50% celkového vyprodukovaného množství. Dalších cca 22% se používá ke krmení. Ke hnojení se využije asi 5%. Patří mezi ně použití slámy jako substrátu pro pěstování hub, jako

nasávacího materiálu pod kompostové zakládky, k nastýlání půdy při pěstování jahod a zeleniny, přídavek do siláže z jiných plodin a také k vlastnímu kompostování již znehodnocené (plesnivé či staré) slámy. Dalším je energetické využití ve formě obřích balíků pro speciální a upravená topeniště (Hlušek 2002).

Bramborová nat'

Vzniká jako odpad po dozrání bramborových hlíz před jejich sklizní. Nat' sklizená ještě částečně svěží má oproti zcela odumřelé nati vyšší obsah živin (Hlušek 2002).

Řepný chrást

Při sklizni bulev (např. cukrovky nebo krmné řepy) vzniká jako vedlejší produkt. Pro účel kompostování se používá jen v případě, je-li silně znečištěn nebo jinak znehodnocen a nelze použít ke krmným účelům nebo silážování (Hlušek 2002).

Silážní šťávy

Jedná se o velmi agresivní a potencionálně toxický zemědělský odpad (Hlušek 2002).

3.2.1.2 Odpady živočišného původu

Mezi BRO ze živočišného původu patří chlévská mrva, močůvka, kejda a hnojůvka. Jejich hlavní význam je v obsahu cenných organických látek (celulóza, hemicelulóza, lignin, sacharidy, aminokyseliny, bílkoviny, auxiny, atd.), minerálních živin (N, P, K, Ca, Mg a mikroelementy), mikroorganismů a růstových látek. Významně se podílí na tvorbě půdní úrodnosti tím, že jsou zdrojem látek pro tvorbu humusu a zvyšování zásoby živin v půdě. Jejich použití do kompostové zakládky pokaždé znamená obohacení mikrobiální činnosti. Jsou nenahraditelné s ohledem na požadavek optimálního poměru C: N (Hlušek 2002).

Chlévská mrva

Jde o čerstvou směs podestýlky a tuhých i tekutých výkalů hospodářských zvířat, která se po správném zrání stává cenným hnojivem. Nejeftektivnějším

využitím chlévského hnoje je přímá aplikace do půdy. Ostatní další využití je podstatně pracnější a nákladnější (Zemánek 2010).

Močůvka

Kvůli obsahu organických kyselin, které mohou působit nepříznivě na rostliny, není vhodné přímé použití moče ke hnojení. Proto se hromadí v jímkách nebo nádržích, kde v důsledku kvašení dochází k rozkladu těchto kyselin. Močůvka se používá k provlhčování kompostů nebo i polních hnojišť mimo vegetační období (Zemánek 2002).

Hnojůvka

Jedná se o tekutinu, která vytéká z hnojiště, v důsledku snížení retenční kapacity hnoje. Oproti močůvce je kontaminovaná mikroby množícími se v hnoji. Stejně jako močůvka se shromažďuje v jímkách a používá se k provlhčování (Hlušek 2002).

Kejda

Kejda je částečně zkvašená směs tuhých a tekutých výkalů hospodářských zvířat ustájených na roštích v bezstelivových provozech. Ke kompostování se kejda využívá společně s dalšími vhodnými substráty a odpady jako jeden z komponentů surovinové skladby (Zemánek 2010).

3.2.2 BRO z potravinářského průmyslu

Zvláštnost provozu, proměnlivost a trvanlivost surovin, sezónnost, široké spektrum výrobků a jejich častá obměna jsou hlavní zvláštnosti využití druhotných surovin a odpadů z potravinářského průmyslu. Potravinářský průmysl produkuje hlavně kapalné odpady, které obsahují většinou netoxické a dobře biologicky rozložitelné organické látky (Hlušek 2002).

Podle původu lze odpady z potravinářského průmyslu dělit na 12 druhů (Zemánek 2010):

- Mlýnářský průmysl – zadní mouky, otruby, zemitý prach.
- Sladovnický průmysl – zadina, splávky odpadní máčecí vody.
- Pivovarský průmysl – mláto, kvasnice, hořké kaly, odpadní vody.

- Škrobárenský průmysl – zdrtky, plavící a prací vody.
- Lihovarnický průmysl – výpalky, lihovarnická šáma.
- Cukrovarnický průmysl – melasa, vyslazené řízky, řepné kořínky a úlomky.
- Tukový a olejářský průmysl – slupky, olejnatá drť, olejnaté kaly, pokrutiny.
- Konzervářenský průmysl - listeny a košťály, zeleninová nať, výlisky, semena.
- Vinařský průmysl – kvasničné kaly kašovité, pastové.
- Droždářenský a kvasný průmysl – odpadní droždí, kvasnicové mléko.
- Mlékárenský průmysl – syrovátka, mlékárenské kaly.
- Masný průmysl – krev, kosti, rohovina, odpad z jatek, tukové odpady.

3.2.3 BRO z lesnictví

Mezi nejvýznamnější bioodpady z lesnictví patří listí dřevin, jehličí, drcená klest, dřevní štěpky, kůra, piliny a hobliny. Po úpravě je lze použít ke zkrmování, výrobu energie nebo kompostování (Hlušek 2002).

Listí lesní dřevin

Je materiál vhodný pro kompostování. Jeho rozklad lze urychlit rozdrčením či rozsekáním. Tím se v kompostech zabrání tvorbě vlhkých shluků, které brání přístupu vzduchu i tekutin a omezují tak účinnost organismů. Rozložitelnost listí je závislá na druhu dřeviny (Zemánek 2010).

Jehličí

Nejpraktičtější význam pro kompostování má jehličí smrkové a borové. Smícháním jehličí s mletým vápencem a ovlhčení vodou, lze urychlit rozklad jehličí před vlastním kompostováním (Hlušek 2002).

Drcený klest

Dřevní štěpky představují hmotu získanou drcením nebo sekáním dřeva po vyvětvení. Často je využíván k výrobě lesnických kompostů (Hlušek 2002).

Kůra

Přirozený mikrobiální rozklad kůry je velmi pomalý, proto se doporučuje ji předfermentovat, tím způsobem, že se nadrcená kůra na hromadě prolévá

močůvkou nebo kejdou. Za dobu 3-6 měsíců klesne poměr C:N pod 50:1 a pak je kůra připravena ke kompostování (Zemánek 2010).

Piliny a hobliny

Z hlediska chemického složení nejsou piliny a hobliny dobrým materiálem pro kompostování, ale jsou nenahraditelné jako nasávací materiál a tím umožňují užití vyššího podílu surovin tekutějšího charakteru. Používají se jako nasávací materiál pod kompostové zakládky nebo na pokrytí kompostů pro zamezení rozplavování srážkami (Hlušek 2002).

3.2.4 BRO ze zahradnictví

Odpady ze zeleniny

Zejména při finálním zpracování zeleniny vzniká velké množství biologických odpadů. U zeleniny jde o nadzemní části, kořeny, nať, listy, listeny, košťály a další nezpracovatelné podíly (Zemánek 2010).

Odpady z ovocných sadů

Každoročně vzniká během výchovných a udržovacích prací velké množství odpadního dřeva. Dalším tradičním odpadem je listí ovocných stromů (Zemánek 2010).

Odpady z vinic

V oblasti vinic je významným zdrojem BRO réví, tj. odpadní dřevo po řezu vinic, které se provádí zejména v zimě a na jaře. Dalším druhem BRO z vinic jsou výlisky z hroznů (matoliny) a výlisky z hroznů (Zemánek 2010).

3.2.5 BRKO

Biologicky rozložitelným komunálním odpadem se rozumí biologicky rozložitelný odpad obsažený v komunálním odpadu a v odpadu podobném komunálnímu (Kotoulová 2000).

Komunální sféra je velmi významným zdrojem BRO. Vzniká zde velké množství kompostovatelných odpadů z údržby stromů, keřů, travnatých ploch, zahrádek a květinových záhonů (Zemánek 2010).

BRKO ze separovaných sběrů

Problém stanovení podílu BRO v komunálním odpadu je předmětem intenzivního výzkumu. Typ obytné zástavby zásadním způsobem ovlivňuje množství separovaného BRKO vztaženého na 1 osobu. Současná produkce se ve městech pohybuje okolo 60-120 kg na člověka za rok. U malých zástaveb jako jsou vesnice, činí produkce 40-80 kg na člověka za rok (Zemánek 2010).

3.2.6 Kaly z čistíren odpadních vod

Ke kompostování jsou nejvhodnější hlavně kaly, které když jsou stabilizované a mají vysoký obsah organických látek, minerální složku a jejich zneškodňování není účelné. K přímému hnojení vyrobeným kompostem jsou určující agrochemická kritéria a požadavky na výživu (Hlušek 2002).

3.3 Plán odpadového hospodářství ČR

Plán odpadového hospodářství České republiky stanovuje konkrétní cíle a opatření pro nakládání s odpady na území České republiky. Závazná část Plánu odpadového hospodářství byla vyhlášena v nařízení vlády č. 197/2003 Sb. a jeho platnost byla určena na deset let, tedy na roky 2003 – 2013. Cíle stanovené v plánu odpadového hospodářství směřují zejména k podpoře materiálového využití odpadů a omezení jejich negativního vlivu na životní prostředí. V Plánu odpadového hospodářství ČR jsou zahrnuty cíle pro nakládání s odpady stanovené závaznými. V zájmu dosažení cíle snížit maximální množství biologicky rozložitelných komunálních odpadů ukládaných na skládky tak, aby podíl této složky činil v roce 2010 nejvíce 75 % hmotnostních, v roce 2013 nejvíce 50 % hmotnostních a výhledově v roce 2020 nejvíce 35 % hmotnostních z celkového množství BRKO vzniklého v roce 1995 (MŽP 2012):

- vytvářet podmínky k oddělenému shromažďování jednotlivých druhů biologicky rozložitelných odpadů vznikajících v domácnostech, živnostech, průmyslu a úřadech, mimo směsný odpad;

- omezovat znečišťování biologicky rozložitelných odpadů jinými odpady zejména mající nebezpečné vlastnosti;
- zvyšovat v maximální možné míře materiálové využití druhů odpadů tvořících BRKO vytríděných z komunálního odpadu, zejména papíru a lepenky;
- zpracovat Realizační program České republiky pro biologicky rozložitelné odpady komplexně řešící nakládání s těmito odpady, zejména se zaměřením na snižování množství BRKO ukládaného na skládky;
- navrhovat a vytvářet ekonomicky a technicky zdůvodněná společná řešení, v rámci dvou i více krajů, za účelem docílení požadovaného snížení množství BRKO ukládaného na skládky;
- podpořit vytvoření sítě regionálních zařízení pro nakládání s komunálními odpady tak, aby bylo dosaženo postupného omezení BRKO ukládaných na skládky; při vytváření regionální sítě se zaměřovat zejména na výstavbu kompostáren, zařízení pro anaerobní rozklad a mechanicko-biologickou úpravu těchto odpadů;
- zpracovat na základě dat a informací zejména z krajských koncepcí nakládání s odpady analýzu kapacit, provozních podmínek a technologického vybavení současných zařízení pro materiálové využití BRKO a případně stanovit opatření pro jejich uvedení do souladu s právním řádem České republiky;
- upřednostňovat kompostování a anaerobní rozklad biologicky rozložitelných odpadů kromě odpadů tvořících BRKO vytríděných z komunálního odpadu, zejména papíru a lepenky, s využitím výsledného produktu zejména v zemědělství, při rekultivacích, úpravách zeleně; odpady, které nelze takto využít, upravovat na palivo anebo energeticky využívat;
- dodržovat důsledně požadavek zákazu ukládat na skládky odděleně vytríděné biologicky rozložitelné odpady s výjimkou řešení krizových situací způsobených živelními pohromami a jinými mimořádnými událostmi;

- vyhodnocovat na základě ohlašování odpadů každý rok množství a úroveň snižování podílu BRKO ukládaného na skládky a zveřejňovat výsledky vyhodnocení za uplynulý kalendářní rok vždy ke dni 30. září následujícího roku ve Věstníku Ministerstva životního prostředí.

3.4 Základní proces kompostování

Proces, který probíhá za aerobních podmínek, tj. za dostatku molekulárního kyslíku a dochází při něm k rozkladu organických látek v kompostovacích surovinách, kde je konečným akceptorem elektronů při rozkladných reakcích kyslík, nazýváme kompostování (Groda 1995).

Výsledkem kompostovacího procesu je především přeměna nestabilních organických surovin na stabilní kompost. Celý tento proces doprovází snížení objemu a hmotnosti, pokles obsahu vody a potlačení nežádoucích mikroorganismů v původních surovinách (Plíva 2009).

Kompost, vzniklý aerobním biologickým zráním rozložitelných odpadů, je stabilizovaná, zcela bez zápachu, hnědá až černá homogenní hmota, drobtovité až hrudkovité struktury, bohatá na humusové látky a rostlinné živiny (Kotoulová, Váňa 2001).

Z důvodu správného zajištění podmínek pro optimální průběh rozkladných reakcí kompostovacího procesu, je důležité v jeho průběhu dodržet několik technologických předpokladů (Plíva 2009):

- zvolení vhodné technologie kompostování,
- provést kontrolu fyzikálních, chemických a mikrobiologických vlastností kompostovaných surovin,
- vhodné skladování surovin a případně jejich úpravu před založením do kompostu,
- zvolení vhodné receptury zakládky,
- kompostovat dostatečně dlouhou dobu,
- monitorování průběhu kompostovacího procesu,
- určit, kdy je kompost dostatečně zralý a stabilizovaný,
- použití vhodných strojů a zařízení.

Rozklad a přeměnu organické hmoty v půdě a kompostech charakterizují zejména tyto čtyři základní pochody (Malat'ák, Vaculík 2008):

- tlení,
- kvašení (fermentace),
- hnití,
- humifikace.

3.5 Úrovně kompostování odpadu

Z hlediska uspořádání dělíme kompostování bioodpadu a odpadu ze zeleně na několik následujících úrovní (Kotoulová, Váňa 2001):

- domácí kompostování (v rodinných zahradách),
- komunitní kompostování (na sídlištích, u škol, v zahrádkářských koloniích),
- centrální kompostování (průmyslové a zemědělské kompostování).

3.5.1 Domácí kompostování

Domácí kompostování je prostý způsob jak zmenšit podíl odpadu ze zahrad a kuchyňského bioodpadu ve směsném komunálním odpadu. Pro maximální účinnost je výhodné spojit domácí kompostování odpadu ze zahrady s kompostováním odděleně sbíraného kuchyňského bioodpadu z domácnosti. Domácí kompostování se může realizovat v kompostovacích zakládkách, boxech nebo kompostérech (Kotoulová, Váňa 2001).

Kompostování na kompostových zakládkách

Nejvíce vyhovující styl je kompostování na jedné zakládce umístěné na méně exponovaném místě zahrady s dobrým přístupem i za nepříznivého počasí. Výška kompostové zakládky by měla být cca 1 – 1,5 m, s naprosto libovolnou délkou a její šířka u země asi 2 m. Během vrstvení materiálu do zakládky je žádoucí odpady promísit a při dosažení výšky 1,5 m provést homogenizační překopávku založené partie čerstvého kompostu. K takto homogenizované partii kompostu přidáváme během procesu zrání další odpad. Je vhodné po 3 - 6 měsících znovu překopat zrající kompost z důvodu provzdušnění. Během kompostování na jedné zakládce je vhodné překopávku provést opětovným přehozem. Tím pádem se překopaná provzdušněná

zakládka navrátí na své prvotní stanoviště. Většina odpadů ve zrajícím kompostu je přeměněná a stabilizovaná asi po 9-12 měsících. Prosetí kompostu se provádí po uplynutí této doby, a to přes prohazovačku 5x5 cm. Nadsítná frakce doposud nerozložených částic odpadů se přidá k nově zakládané partii (Kotoulová, Váňa 2001).



Obr. 1 Domácí kompostování na zakládkách (Příroda 2012).

Při vkládání trávy do vznikajícího kompostu je dobré trávu prohazovat nadsítnou frakcí z prosévání hotového kompostu nebo přímo zrajícím kompostem. Při zakládání nového kompostu je dobré suché části ovlhčovat vodou, nebo je možno použít i tekutinu ze záchodové jímky. Ovlhčování je nejlepší provádět při překopávkách. V místě, kde je k dispozici jímka na vyvážení, je výhodné minimálně jednou v roce kompost zavlažit do závlahové laguny vytvořené v koruně zakládky (Kotoulová, Váňa 2001).

Při dostatku vhodného místa na zahradě a zpracovávaných odpadů může být zakládání kompostu řešeno tak, že jednotlivé fáze jsou umístěny samostatně. Zakládka čerstvého kompostu, zrající kompost po homogenizační překopávce a dozrávající kompost po provzdušňovací překopávce mohou tvořit samostatné figury (Kotoulová, Váňa 2001).

Vybudováním ventilačních průduchů během zakládky s v kompostu zintenzivnění provzdušnění kompostu. Do podloží kompostové zakládky se dává porézní substrát jako třeba sláma, štěpka nebo kůra, do kterého se fixují připravené kůly ve vzdálenosti přibližně 1 m od sebe. Ventilační průduchy se budují pomocí

odřezků kulatiny o průměru 10 cm a přiměřené výšky. Na takto připravené podloží se překope nebo zakládá kompost a po navržení potřebné výšky se otáčivým pohybem kůly vyjmou. Do založeného kompostu se z půdy stahují žížaly, a jejich činností vznikají další malé průduchy (Kotoulová, Váňa 2001).

K domácímu kompostování je potřeba jednoduchého nářadí: lopata, vidle, prosévačka a konev. Při dodržení zásad správného kompostování bez jakýchkoliv dalších podpůrných prostředků (kompostové startéry, mikrobiologické a enzymatické přípravky). Při manipulaci je nutno dbát pravidel osobní hygieny (Kotoulová, Váňa 2001).

Kompostování v boxech nebo kompostérech

K výrobě domácího kompostu se často používá boxů nebo kompostérů. Boxy mohou být vyrobeny z prken, kulatiny, z kovového pletiva nebo boxy stavebně vybudovány. Boxy, oproti kompostování v zakládkách šetří práci s tvarováním kompostové figury a dociluje se požadovaných teplot již při množství 1 m³ bioodpadu. Doporučená výška boxů je 1 -1,5 m. Z důvodu umožnění vstupu žížal z půdy do kompostu se boxy budují bez dna. Technologický postup kompostování v boxech je totožný jako u kompostování v zakládkách. Překopávky se provádí buď pomocí dalšího prázdného boxu, nebo opakovaným přehozem ven a dovnitř. Nejvhodnějším případem je kompostování ve třech boxech, jeden pro ukládání odpadů, další na zrání čerstvého kompostu a třetí pro dozrání kompostu po aerační překopávce (Kotoulová, Váňa 2001).



Obr. 2 Vybudovaný box (Chatař 2012)

Mimo boxů, které si mohou občané sami zhotovit svépomocí, se při domácím kompostování uplatňují různé komerční kompostéry o obsahu 240 – 400 l z recyklovaného polyetylénu, běžně dostupné v obchodních řetězcích. Kompostéry jsou různé konstrukce. Plní se otvíratelným víkem, mají otočný ventil pro regulaci aerace a boční otvory na vybírání hotového kompostu. Vlastní kompost zraje na kovovém roštu. Kompostéry jsou buď bez dna, nebo mají na dně nádobu pro shromažďování odkapávající vlhkosti. Dobrá aerace kompostéru je závislá na vhodném umístění a velikosti otvorů pro vstup a výstup vzduchu. Vnitřní stěny kompostérů jsou obvykle svisle žebrovány, aby bihmota nepřilnula k stěnám. Zrající kompost je pod neustálým proudem čerstvého vzduchu, protože větrací soustava kompostéru využívá komínového efektu (Kotoulová, Váňa 2001).



Obr. 3 Komerční kompostér (Nazeleno 2012).

Kompostování s využitím žížal

Vermikompostování, neboli výroba biohumusu je specifická technologie výroby kompostů s využitím červeného kalifornského hybridu žížaly hnojní (*Eisenia Foetida*). Podstata výroby kompostu, v tomto případě biohumusu, spočívá ve schopnosti žížal přetvářet přijaté organické látky ve svém trávicím traktu. Z těchto látek využijí 40 % pro svůj metabolismus a 60% pro tvorbu biohumusu. Takto vyrobený biohumus je považován za nejúčinnější organické hnojivo. Nejjemnější frakce humusu (do 1mm) jsou 60-70x účinnější než chlévský hnůj. Optimální

podmínky pro kalifornského hybrida jsou vlhkost substrátu mezi 78-82% a teplota prostředí 19 - 22°C. Při jiných podmínkách jsou žížaly netečné. Při podmínkách pod 0°C, nad 42°C, vlhkosti nižší než 60% a vyšší než 90% žížaly hynou. Hodnota pH musí být neutrální, úhyn bývá zaznamenán při hodnotě menší než 6 a větší než 8. Ve vrstvách substrátu, které mají dostatek kyslíku, je zaregistrován největší pohyb žížal. Žížaly nesnesou zvýšené množství čpavku a bílkovin, přímé sluneční světlo, silnější vítr a již velmi malé koncentrace pesticidů (Hlušek 2002).

Předkompostovaný substrát z hnoje, kejdy, slámy, pilin, drcené kůry, rostlinných zbytků a jiných materiálů s poměrem C:N 20-30:1 je nejvhodnějším materiálem a tím pádem krmivem pro žížaly. Výška kompostovacího záhonu je 30 cm, šířka 2-2,5 m a délka libovolná (Hlušek 2002).



Obr. 4 Žížala hnojní - *Eisenia Foetida* (Nazeleno 2012).

Hybrid žížal *Eisenia Foetida* se vyznačuje vysokou produktivitou a plodností. Pohlavně dozrává ve stáří 3 měsíců a dva hermafroditní jedinci jsou schopni ročně vyprodukovat 1500 mladých červů po dobu 16 let. Dospělý jedinec denně spotřebuje tolik krmiva kolik sám váží (Kotoulová, Váňa 2001).

3.5.2 Komunitní kompostování

Hlavním znakem tohoto kompostování je společné kompostoviště pro příslušnou komunitu lidí. Občané třídí svůj odpad a tento bioodpad přinášejí na kompostoviště. Tento způsob kompostování je vhodné pro sídliště, zahrádkářské kolonie nebo společné kompostování několika majitelů zahrad. Organizací

komunitního kompostování se zabývají hlavně aktivisté ekologických organizací, zahrádkářské svazy nebo základní školy v rámci ekologické výchovy mládeže. Z technologického hlediska se využívá kompostování v boxech nebo na kompostových zakládkách, obdobně jako na centrální kompostárně. Překopávání se provádí ručně, při větším rozsahu se používá mechanizační prostředek, např. nakladač (Kotoulová, Váňa 2001).

3.5.3 Centrální kompostování komunálního bioodpadu

Centrální, neboli průmyslové kompostování organizují obce, podniky veřejných služeb nebo další převážně soukromé podnikatelské subjekty. Jedná se o náročný provoz, který musí splňovat celou řadu předpisů a norem. Jde hlavně o předpisy vodohospodářské, hygienické a legislativu odpadů. Při roční produkci kompostu 50 – 500 t se centrální kompostování zajišťuje na kompostovišti, s produkcí nad 500 t na průmyslové kompostárně. Na takovýchto zařízeních se kompostuje na kompostových zakládkách nebo v biofermentorech. Centrální zařízení jsou standardně označována jako průmyslové kompostárny a výroba kompostu se řídí platnou ČSN 46 5735 „Průmyslové komposty“. Zároveň je nutno dodržovat vyhlášku č. 6/1977 Sb., o ochraně jakosti povrchových a podzemních vod, podle které jsou aerobně stabilizované komposty a některé kompostované odpady považovány za látky ohrožující kvalitu nebo zdravotní nezávadnost vod (Kotoulová, Váňa 2001).

Zajištěny nepropustnou úpravou proti úniku závadných látek do půd nebo vod musí být všechny kompostárny a kompostoviště. Zároveň musí být zabráněno mísení látek s dešťovými srážkami. Výrobní plochy musí být konstrukčně řešeny tak, aby byly nepropustné, chráněné obrubníky a zajištěn odvod srážkových vod a splachů do odpovídající jímky. Vodohospodářsky zabezpečená kompostárna je finančně náročná, proto se hojně využívají silážní žlaby, hnojiště, zemědělská složiště a areály bývalých uhelných skladů. Rekonstrukce těchto objektů na kompostárnu se provádí s malými investičními náklady (Kotoulová, Váňa 2001).

3.6 Sběr a doprava surovin

Kvalita vstupního materiálu je přímo úměrná kvalitě a způsobu použití produktu vzniklého zpracováním bioodpadu. Z dlouhodobé zkušenosti vyplívá,

že kompostování materiálu získaného mechanickým zpracováním směsného komunálního odpadu, představuje velké riziko kontaminace jak vstupního tak následně i koncového produktu. Z tohoto důvodu se doporučuje zpracování materiálu získaného výhradně odděleným sběrem (Kotoulová, Váňa 2001).

3.6.1 Oddělený sběr

Jen na malém počtu lokalit funguje separovaný sběr a to pouze za účelem dalšího vyhodnocení následného postupu. Směrnice 99/31/EC o skládkování odpadů, vydaná Evropskou unií, ustanovuje harmonogram snižování množství skládkovaného BRKO. Česká republika jako jeden ze členských států, by měla podpořit kompostování v blízkosti zdroje bioodpadu. Ať se jedná přímo o domovní či komunitní kompostování, nebo centrální kompostování (Plíva 2009).

Zahájení odděleného sběru materiálu je podmíněno následujícími nároky (Kotoulová, Váňa 2001):

- Intenzivní a nepřetržitou osvětou obyvatel a tím pádem co největší účastí občanů.
- Vyhodnocením lokality, sociálních podmínek a druhu zástavby.
- Zkušeností s místní produkcí bioodpadu a jeho množství.
- Zkušebním provozem odděleného sběru.
- Pravidelnou kontrolou kvality a účinnosti sběru, jeho optimalizace.
- Analýzou nákladů a kontaminace sběru.
- Zkoumáním cest odbytu a využití zbytkové frakce.

3.6.2 Způsoby odděleného sběru

Existuje několik způsobů odděleného sběru bioodpadu. Z organizačního hlediska jde o systém donáškový nebo odvozový. Z hlediska technického se sběr může provádět jako nádobový, pytlový nebo beznádobový. K určení nejvhodnějšího způsobu sběru bioodpadu je především nutné znát prvotní místa vzniku bioodpadu, jeho množství, potřeby a cíle obce a její finanční možnosti (Plíva 2009).

Systémy odděleného sběru biologicky rozložitelného komunálního odpadu je možné rozdělit následovně (Slejška 2004):

- Dle sbíraného bioodpadu
 - zahradní odpad

- kuchyňský odpad
- zahradní + kuchyňský odpad
- Dle vzdálenosti od domovních dveří
 - sběrné dvory
 - donáškové systémy
 - sběr na prahu
- Dle frekvence svozu
 - Intenzivní (> 1x týdně)
 - standardní (1-2x za 14 dní)
 - extenzivní (< 1x za 14 dní)
- Dle sběrného prostředku
 - sběrné nádoby
 - pytlové systémy
 - kontejnery
 - kbelíky
 - mobilní sběr

Způsob sběru se určuje podle druhu sbíraného bioodpadu. Donáškovým způsobem sběru se získává odpad ze zeleně, přímo na místě k tomu určeném. Takovým místem může být přímo kompostárna nebo sběrný dvůr, kde je odpad ukládán do velkoobjemových kontejnerů. V případě kdy docházková vzdálenost do těchto zařízení je příliš velká, jsou zřizována tzv. stálá sběrná místa. To je předem vyhrazené místo, oplocené, řádně označené a vybavené přepravníky odpadu (kontejnery, valníky). Další zpracování a úprava rostlinného odpadu probíhá zpravidla až v kompostárně (Kotoulová, Váňa 2001).

Odvozovým způsobem se získává bioodpad z domácností. Jde o sběr do nádob menšího objemu (120 l, 240l), nacházející se v blízkosti obytných objektů. Z hygienického hlediska a v závislosti na typu nádoby by interval mezi jednotlivými svozy v letních měsících měl být maximálně 7 dní, v zimních potom 14 dní. K nejzávažnějším problémům při sběru odpadu z domácností patří (Kotoulová, Váňa 2001):

- Manipulace se sběrnými nádobami.
- Šíření zápachu v okolí nádob a při manipulaci.
- Rozptyl vody a jemných částic bioodpadu při nakládce.

- Kondenzace a rozptyl vody na stanovišti.

Sběr specifických materiálů ze živností a provozoven veřejného stravování je prováděn mobilním sběrem (Kotoulová, Váňa 2001).

Donáškový způsob je oproti odvozovému způsobu finančně výhodnější, množství sebraného materiálu je za stejných podmínek nižší a čistota bioodpadu horší. Oba tyto způsoby mohou z technického hlediska pracovat jako sběr nádobový nebo pytlový, donáškový i jako beznádobový. Výchozím pravidlem nádobového sběru je opakované používání sběrných nádob. Důležitým kritériem ekonomické efektivity je určení časové periody odvozu konkrétního typu bioodpadu. Také na to navazující velikost jednotlivých nádob (Plíva 2009).

3.7 Objekty pro výrobu kompostů

Kompostovat lze několika způsoby. Podle způsobu a kvality zajištění plochy, kde se musí zamezit eventuálnímu znečištění podzemních a podpovrchových vod, a také podle objemu kompostovaných surovin dělíme kompostovací plochy. Komposty lze vyrábět ve dvou základních objektech v kompostárnách a na kompostovištích. Všechny ostatní objekty, užívané pro produkci kompostu (zvl. na nezpevněných plochách), pokládáme za provizorní a technologicky zcela nevhodné. Ve spojitosti s oběma typy výroben může sloužit polní úložiště. Tím myslíme sklad vyzrálého kompostu na okraji hnojeného honu, kde je kompost skladován až do doby agrotechnické lhůty jeho aplikace (Hlušek 2002).

3.7.1 Kompostárna

Kompostárna je výrobní podnik všestranně vybavený stavebním a strojním zařízením na úpravu vstupních surovin pro kompostování na vlastní výrobu kompostů a jejich expedici (Hlušek 2002).

3.7.2 Kompostoviště

Na druhou stranu kompostoviště je trvale zpevněná, vodotěsná plocha, umožňující kompostovat velmi jednoduchým způsobem, který je použitelný v běžných provozních podmínkách většiny zemědělských podniků. Je vybavená pouze nezbytně nutnou mechanizací k zakládání, ošetřování a expedici kompostu (Hlušek 2002).

3.8 Zakládání kompostu a surovinová skladba

Dodržením daného postupu jednotlivých operací, docílíme nejlepší kvality kompostovacího procesu a možnosti jeho řízení (Plíva 2006):

- Výběr vstupních surovin (oddělení nekompostovatelných odpadů).
- Příprava vstupních surovin (optimální velikost částic, rovnováha živin a vlhkost vstupních surovin v rozmezí 50-60% pro podporu mikrobiální aktivity).
- Skladování vhodného materiálu.
- Optimální surovinová skladba zakládky kompostu.
- Kompostování.
- Zrání a stabilizace.
- Konečná úprava.

3.8.1 Receptura

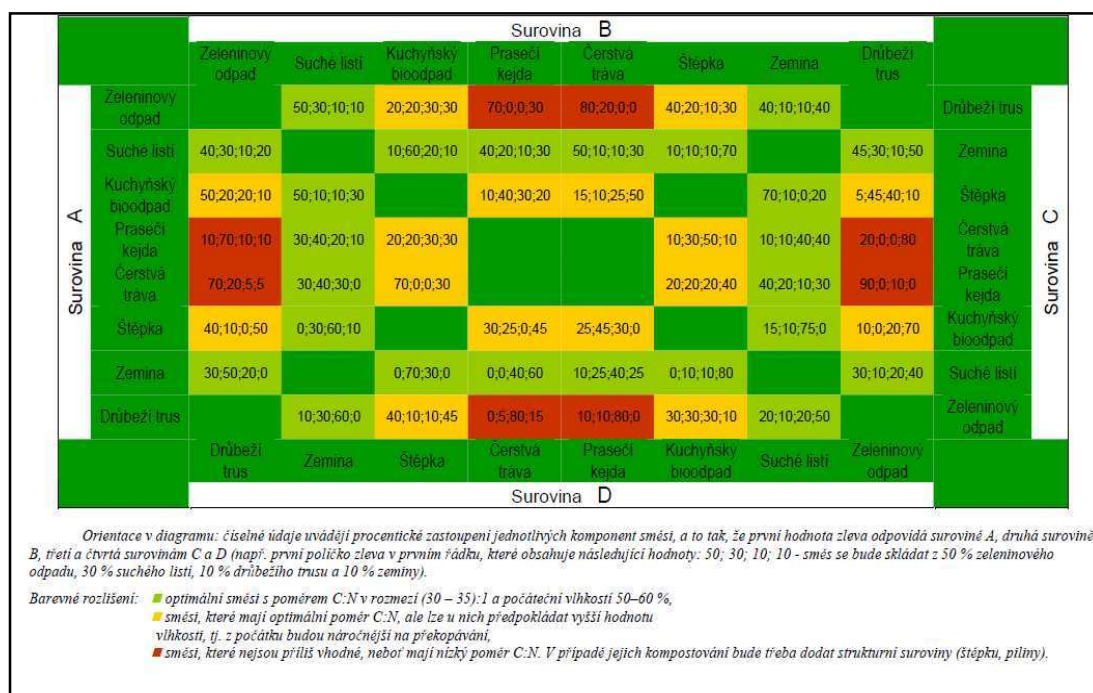
Surovinovou skladbu čerstvého kompostu lze optimalizovat propočtem následujícími body (Kotoulová, Váňa 2011):

- Výběr odpadů a určení jejich hmotnosti
- Odhad vlhkosti, obsahu organických látek a P_2O_5
- Propočet složení čerstvého kompostu
- Provedení korelací skladby pro optimální podmínky
- Odhad ztrát v průběhu kompostování
- Výpočet předpokládaného množství a kvality kompostu

Hlavní předpoklad kvalitního kompostování je optimální surovinová skladba. Působí na ni několik faktorů, největší význam má vhodný poměr uhlíku a dusíku a počáteční vlhkost. Počáteční vlhkost zakládky by měla být v rozmezí 50 - 60%, v případě porézních materiálů až 65%. Poměr C: N se u čerstvě založeného kompostu pohybuje v rozmezí (20 až 40) : 1, v ideálním případě (30 až 35) : 1 (Banout 2005).

K dosažení poměru C:N v rozmezí 25 - 30 : 1 u zralého kompostu pro dobrou stabilitu a agronomickou účinnost, je nutno optimalizovat poměr C:N v čerstvém kompostu. V průběhu zrání ubývá část uhlíku ve formě oxidu uhličitého a poměr se zužuje. Odpady se širokým poměrem C:N jako dřevní štěpka, sláma a papír jsou

odolnější mikrobiologickému rozkladu než odpady s úzkým poměrem. Široký poměr v čerstvém kompostu prodlužuje jeho zrání a v případě aplikace do půdy pokračuje rozklad kompostu v půdním prostředí a pěstovaným rostlinám odebírá půdní dusík. Při úzkém poměru převyšuje obsah dusíku metabolickou potřebu mikroorganismů, vznikají ztráty čpavkového dusíku, doba zrání se prodlužuje a produktivita tvorby humusových látek klesá (Kotoulová, Váňa 2001).



Obr. 5 Diagram možných surovinových skladeb (Plíva 2011).

V praxi se vychází ze zjištění, že obsah uhlíku představuje cca polovinu objemu organické hmoty. To umožňuje sestavení optimální surovinové skladby podle výsledků chemických rozborů odpadů nebo tabulkových hodnot. K materiálům se širokým poměrem (dřevní štěpka, piliny, listí, papír) se přidávají odpady s úzkým poměrem, jako jsou zvířecí fekálie, čistírenské kaly (Kotoulová, Váňa 2001).

Vlhkost, P_2O_5 a obsah organických látek se provádí chemickými rozbory, avšak pro jejich finanční nákladnost, proto se v praxi pracovníci kompostáren uchylují k odhadu skladby, což není úplně vhodné. Odhad se určuje na základě tabulkových hodnot, které jsou zobecněny pro určitý druh suroviny. Nejpřesnější určení surovinové skladby je výpočtem (Plíva 2009).

3.8.2 Zrnitost a homogenita

Potřebné dezintegrace vstupních materiálů se docílí rozdrčením a rozmělněním. Kvůli zahájení procesu kompostování na sebe musí suroviny vzájemně co nejúčinněji působit. Zvětšením oxidační a styčné plochy je umožněno mikroorganismům urychlení biodegradabilního procesu. Proto je jedním z hlavních požadavků dosažení zrnitosti a homogenity kompostovaných surovin (Plíva 2009).

Zrnitost, tím se rozumí největší rozměr částic, by neměla být větší než 50 mm. Struktura kompostu musí být vlhká, porézní a nepřevlhčená, aby umožňovala výměnu plynů mezi kompostem a okolím, z důvodu dostatku kyslíku. U surovin, které se rozkládají pomaleji, je vhodná zrnitost a snadná homogenita tím nejhlavnějším. Z odpadů ze zahrad je to především stromová kůra, dřevní štěpka, drcené réví atd. Je-li tento materiál ve formě větších částic, projde kompostovacím procesem bez výraznější změny. Aby byl přijatelnou složkou, musí být ve formě menších částic. Naopak velmi jemné složky vytvoří zcela kompaktní, těžko provzdušnitelnou hmotu bránící růstu mikroorganismů. Tomuto problému se zabrání rozhozením surovin po celé ploše zakládky a proložením vhodným přídatkem upravujícím konzistenci směsi (Plíva 2009).

Zrnitostní úpravy odpadů ze zeleně a jejich dokonalá homogenizace jsou významným intenzifikačním činitelem. Homogenizace posečené trávy se strukturálním materiálem zamezuje ulehání travní fytomasy ve spodních částech kompostu a vzniku nepropustných, rychle hniјících vrstev (Kotoulová, Váňa 2001).

Obecně při dezintegraci surovin platí (Roy a spol. 2010) :

- čím menší částice, tím větší oxidační a styčná plocha částic (účinnější proces biodegradability),
- čím má surovina větší schopnost degradovat, tím větší mohou být její částice v zakládce,
- čím menší částice jsou do zakládky požadovány, tím víc vzrostou náklady na jejich rozmělnění.

3.9 Fermentace bioodpadu a mikroorganismy

Podstatou fermentace je kvašení látek rostlinného nebo živočišného původu ve výchozích surovinách kompostu. Ke kvašení dochází díky účinku enzymů za současného uvolňování tepla. Během fermentace, dochází k rozkladným

a k syntetickým změnám organických látek. Dále pak k imobilizaci minerálních živin a současně k odbourávání některých škodlivých látek ve vstupních surovinách a tím i hygienizaci vyrobeného kompostu (Hlušek 2002).

Vytvářením nejlépe vyhovujících podmínek pro rozvoj aerobních mikroorganismů lze v kompostu získat až desetkrát většího počtu mikroorganismů ve srovnání s půdou a získat tak humusové látky rychleji a produktivněji. Při přeměně organické hmoty se dále uplatňují houby a drobní živočichové, zejména roztoči, chvostokoci a žížaly (Kotoulová, Váňa 2001).

Rozkladná činnost (mineralizace) spočívá v rozkladu organických materiálů rostlinného i živočišného původu na jednoduché sloučeniny hlavně minerálního charakteru, jako jsou oxid hlinitý (CO_2), amoniak (NH_3), voda (H_2O), oxidy fosforu (P), síry (S) aj. Mineralizace v kompostových zakládkách neprobíhá zcela, z důvodu rozdílných podmínek. V horních, více provzdušněných částech zakládek probíhá mineralizace lépe, než ve středních méně provzdušněných partiích. Syntetická činnost (humifikace) záleží na tvorbě nových, stabilních humusových organických látek. Ty jsou převážně tvořeny huminovými kyselinami a huminem. Pro svou odolnost vůči rozkladu mají příznivý vliv na fyzikální a chemické vlastnosti půdy a půdní strukturu (Hlušek 2002).

Přeměna organických látek při kompostování probíhá ve třech fázích:

- fáze rozkladu,
- fáze přeměny,
- fáze dozrávání.

3.9.1 Fáze rozkladu

V první fázi označované jako mezofilní (rozkladná) dochází vlivem činnosti aerobních mikroorganismů ke zvýšení teploty a následného zahřívání substrátu na teplotu 50 – 60 °C. Aerobní mikroorganismy rozkládají lehce rozložitelné látky (cukry, škrob, bílkoviny, hemicelulóza a některé lipidy) a ke svému metabolismu využívají uvolněné živiny. Termofilní houby se prosazují při rozkladu lignocelulózových pletiv. Kyselost substrátu se úměrně zvyšuje vlivem tvorby organických kyselin. Během tohoto děje se díky dýchání aerobních mikroorganismů vytváří oxid uhličitý. V případě nadbytečného množství dusíku se v substrátu začne uvolňovat čpavek. Zároveň probíhá redukce objemu kompostu. Dochází ke stavbě

humusových látek, což lze považovat ze základní kámen. Doba trvání této fáze je rozdílná, záleží na intenzivitě provzdušňování a materiální skladbě (Kotoulová, Váňa 2001).

3.9.2 Fáze přeměny

Ve druhé fázi, označované jako termofilní (přechodná), se mění složení mikroorganismů a teplota klesne na 40 – 45 °C. Díky změně vzhledu, již nelze rozpoznat původní hmoty odpadů. Se začátkem činnosti drobných živočichů a žížal vzniká drobtovitá struktura. Kompost dostává jednolitou hnědou barvu a slabé aroma po lesní zemině. V této fázi je velmi důležité dodržovat příznivé aerobní podmínky, jinak hrozí, že kompost zkusne. Aerace už ale nemusí být tak mohutná jako na počátku zrání (Kotoulová, Váňa 2001).

3.9.3 Fáze dozrávání

Ve třetí fázi, označované jako dozrávací, dochází ke tvorbě nových organických humusových látek, hlavně huminiové kyseliny. Molekulová váha těchto látek se zvyšuje. Kompost se stabilizuje, živiny se pevněji zavádějí do organických vazeb a kyselost substrátu se snižuje (pH stoupá). Teplota kompostu se postupně srovnává s okolní teplotou. Již by v substrátu neměl být přítomen čpavek ani fyto toxické látky. V této fázi je kompost zcela homogenní a má výrazný zápach po lesní či zahradní zemině (Kotoulová, Váňa 2001).

3.9.4 Faktory ovlivňující fermentaci

Nejlépe vyhovující podmínky pro rozvoj mikroorganismů při kompostování odpadů se zajistí (Kotoulová, Váňa 2001):

- Vhodným poměrem uhlíku a dusíku (C:N) a vhodnou skladbou zpracovávaných odpadů.
- Úpravou vlhkosti.
- Minimálním výskytem fosforu.
- Úpravou pH.
- Úpravou zrnitosti a homogenity substrátu.
- Zajištění dostatečného přísunu vzduchu do substrátu.
- Regulací teploty v průběhu kompostování.

Do čerstvého kompostu lze aplikovat mikroorganismy různými přípravky. Některé technologické postupy kompostování to doporučují. V provozních podmínkách nemají tyto přípravky prokazatelný účinek. Z ekonomického hlediska aplikace takových přípravků zbytečně výrobu prodražuje (Kotoulová, Váňa 2001).

Přidávat lze například (Hlušek 2002) :

- Speciální kmeny mikroorganismů, rozkládajících mimořádně odolné složky kompostu (celulózu, lignin), např. obsahuje-li kompost větší množství lesnických odpadů a druhotných surovin (kůra, dřev. štěpky, piliny, hobliny) lze použít různé druhy dřevokazných hub (*Phanerochaete chrysosporium*).
- Termofilní bakterie, rozkládající organické látky při vysokých teplotách, hlavně pokud jsou některé vstupní suroviny hygienicky závadné (odpady ze živočišné výroby, jatek) a je nutné vysokou teplotou likvidovat jejich patogenní potenciál.
- Enzymy detoxikující ropné sloučeniny v použitých surovinách (např. kompostuje-li se zemina kontaminovaná ropnými produkty po různých haváriích cisteren, ropvodů, atd.)
- Enzymatické přísady, detoxikující aromatické uhlovodíky v použitých surovinách apod.

Nejvhodnější složení mikroorganismů lze do kompostu dostat ornicí, pařeništní zeminou nebo přidáním již zrajícího kompostu. Méně rozložené části kompostu neboli nadsítná frakce, která vzniká při prosévání, je dobrým očkovacím materiálem do nově zakládaného čerstvého kompostu. Taktéž vhodné množství odpadu z odplevelování záhonů zajišťuje dostatečnou mikroflóru, hlavně při domácím kompostování (Kotoulová, Váňa 2001).

3.10 Průběh kompostovacího procesu

K zajištění co nejlepšího průběhu kompostování, je nezbytné monitorování fyzikálně-chemických, chemických a mikrobiologických vlastností kompostu. V případě odchýlení naměřených hodnot od optimálních podmínek, lze provést vhodný zásah. V průběhu kompostovacího procesu jsou zjišťovány tři hlavní vlastnosti kompostu: teplota, vlhkost a obsah kyslíku (Plíva 2009).

3.10.1 Délka procesu

Dobu potřebnou pro kompostování ovlivňuje několik faktorů, a její délka není nikdy konstantní. Obvyklá doba, během které je možno dosáhnout úplného rozkladu organických látek a stability materiálu, je několik týdnů. Je doporučeno tuto dobu prodloužit ne déle než dva měsíce. Samozřejmě v naprosto ideálních kompostovacích podmínkách. Délku procesu ovlivňuje jak použitá technologie, tak konečné použití výsledného kompostu. Kompost nemusí být zcela stabilizovaný. Komposty méně zralé jsou zdrojem rostlinných živin, naopak ty dokonale vyztalé zvyšují účinek minerálních hnojiv (Plíva 2009).

3.10.2 Teplota

Nejsnáze zjistitelným znakem dobrého zrání kompostu je teplota, která je v souladu s intenzitou činností mikroorganismů, proto je její měření a evidence hodnot základní podmínkou kontroly správného průběhu kompostování. Hlavní příčiny nezvyšující se teploty nebo výrazného poklesu, jsou (Plíva 2009):

- nevhodná surovinová skladba,
- nadměrná nebo malá vlhkost kompostovaných surovin,
- nízký obsah kyslíku.

Pro určení teploty kompostu se používají kontaktní elektronické zapichovací teploměry. Mohou být jak s analogovým tak digitálním ukazatelem nebo s možností datového výstupu. Součástí teploměru je tyčová zapichovací sonda. Její délka je různá, avšak měla by umožnit měření minimálně 1 m pod povrchem hromady, aby bylo zajištěno měření v celém profilu (Plíva 2009).

Počet měřících míst a časový interval potřebný pro odečet naměřených hodnot po jejich ustálení jsou určeny metodikou měření. Metoda měření udává, jak a kde bude sonda zapíchnuta do kompostu, časové periody určují termíny, kdy bude měření provedeno. Měření teploty během jedné zakládky se do 7. dne provádí každý den. Během tohoto období má teplota nejvyšší nárůst, ovšem nesmí překročit hodnotu 65 °C. Obvykle na konci prvního týdne dochází k výraznému poklesu teploty a je potřeba provést aerační překopávku. Od 8. dne až po ukončení procesu kompostování se teplota měří jedenkrát za 3 - 4 dny. Princip měření teploty zapichovacím teploměrem (Plíva 2009):

- sondu je nutné zapíchnou kolmo k povrchu hromady, tak aby mířila do středu jejího příčného řezu,
- délka vpichu je určena z výšky hromady (postupně: $\frac{1}{3}h$, $\frac{1}{2}h$, $\frac{2}{3}h$, $\frac{1}{3}h$, $\frac{1}{2}h$, $\frac{2}{3}h$ od země),
- vzdálenosti vpichů po horizontále se odvíjejí od celkové délky hromady (první se provádí 2000 od kraje a následně každou $\frac{1}{5}$ délky hromady),
- měřicí místa je nutné označit a používat po celou dobu kompostování,
- hodnoty naměřené teploty se zapisují do tabulky, měření ze stejných míst se evidují pod stejným označením.

3.10.3 Vlhkost

Mikroorganismy, jako všechny živé organismy vyžadují určité množství vody. Při nedostatku vlhkosti mikroorganismy zpomalují, až zastavují svojí činnost, při nadbytku naopak dochází velmi rychle ke znehodnocení kompostu díky nežádoucím hnilobným procesům. Optimální vlhkost kompostu je, když 70% pórovitosti zaplňuje voda. Pro zakládku se volí nižší vlhkost, která se snadněji navyšuje závlahou. Naopak snižování vlhkosti se upravuje mnohem namáhavěji (Plíva 2009).

Pro určení vlhkosti lze použít několika metod. Gravimetrická metoda stanovení vlhkosti je standardní metodou používanou v laboratoři a využívá se pro další kalibraci jiných vlhkoměrů. Jedná se o přímé měření, tedy oddělení vody od pevných částic suroviny. Výslednou vlhkost určíme z rozdílu počáteční hmotnosti vzorku a konečné hmotnosti po úplném vysušení. Velká přesnost a měřicí rozsah jsou hlavní výhodou této metody, naopak nutnost použití laboratoře její nevýhodou. Nepřímé měření vlhkosti surovin lze provádět přenosnými vlhkoměry. Ty zaručují okamžitý výsledek, nedestruktivnost měření a mobilitu přístroje na úkor přesnosti měření a nutné kalibraci přístroje. V případě nutnosti, lze určit vlhkost pomocí orientační zkoušky. Provedení spočívá v uchopení vzorku kompostu do ruky a jeho zmáčknutí. Pokud je vlhkost optimální nesmí se mezi prsty objevit vody. Po otevření pěsti musí surovina zůstat zcela pohromadě a nerozpadnout se (Roy a spol. 2010).

Doba zrání kompostu je závislá na surovinách a jejich poměru v základce a tím i časové intervaly mezi vyhodnocováním vlhkosti. Časové intervaly jsou obecně doporučeny takto (Plíva 2009):

- První měření se provádí ihned po skončení první homogenizační překopávce.
- Během prvních osmi dnů, kdy probíhá nejintenzivnější aerobní činnost, se měření provádí co nejčastěji (minimálně alespoň jedenkrát).
- Optimální intervaly dalšího měření jsou tři týdny.
- Poslední měření se provádí pro určení vlhkosti hotového kompostu.

3.10.4 pH

Protože většina mikroorganismů vykazuje nejpříznivější rozvoj a aktivitu při hodnotách pH v rozmezí 6-8, je toto optimální hodnota u čerstvého kompostu. U kompostů založených z převážné části z travní biomasy je toto rozmezí udržitelné bez přídavku vápenatých látek (Kára a spol. 2002).

3.10.5 Obsah kyslíku

Technologie použitá pro kompostování musí zaručovat výměnu plynů mezi zrajícím kompostem a okolním prostředím tak, aby byl v kompostu dostatek vzdušného kyslíku. Na ten mají vysoké nároky mikroorganismy přeměňující organickou hmotu a zároveň produkující oxid uhličitý. Minimální obsah vzdušného kyslíku ve vzdušných pórech kompostu by měl být šest objemových procent (Plíva 2009).

Měření obsahu kyslíku není v polních podmínkách jednoduché. V praxi se využívá vztahu mezi obsahem kyslíku a mikrobiálním metabolismem. Kompost, který má nedostatek kyslíku se projevuje kyselým až hnilobným zápachem, což je způsobeno metabolismem mikroorganismů. Ty díky nedostatečnému obsahu vzdušného kyslíku nemohou být plně oxidovány a uvolňují zápachající látky jako amoniak (NH_3), sirovodík (H_2S), merkaptany a různé kyseliny. Nejčastěji používané měřící metody využívající přenosné přístroje jsou (Plíva 2009):

- sorpční metoda,
- elektrochemická metoda.

Časové intervaly měření obsahu kyslíku nejsou metodicky předepsané, je pouze doporučeno spojit měření s určováním teploty a jejich dodržování.

3.10.6 Obsah ostatních plynů

Během zrání kompostu je možnost vzniku emisí amoniaku (NH_3), oxidů dusíku (NO_x), oxidu uhelnatého (CO), oxidu uhličitého (CO_2), metanu (CH_4), vodní páry (H_2O) a sirovodíku (H_2S) (Jelínek a spol. 2001).

Zvyšování skleníkového efektu způsobuje oxid uhličitý, který se do atmosféry běžně uvolňuje z mineralizované organické hmoty jako forma uhlíku. I při procesu kompostování vzniká CO_2 jako produkt činnosti mikroorganismů. Kompostování má významnou funkci tzv. sekvestraci uhlíku v půdě, kdy při kvalitním zkompostování zůstane velká část uhlíku v kompostu ve formě humusových látek a organominerálních komplexů. Takto vázaný uhlík se po zapravení kompostu do půdy uskladí na desítky až stovky let a tím dochází k výraznému snížení emisí skleníkových plynů (Plíva 2009).

Komposty s nedostatkem kyslíku, nízkou pórovitostí a vysokou vlhkostí se vyznačují zápašnými emisemi. Jedná se o významné emise pachových látek, které zejména v blízkosti lidských obydlí mohou způsobovat obtěžování obyvatel. Pokud je potřeba řešit problém se zápachem, je na trhu k dostání několik biotechnologických přípravků, omezujících či úplně odstraňujících zápach (Plíva 2009).

Na měření plyných emisí je možné použít měřicí přístroje od konstrukčně jednoduchých po složité v různých cenových hladinách. V běžném provozu je jejich používání zcela výjimečné. Je spíše používáno kontrolními orgány, výzkumnými pracovišti a školami (Plíva 2009).

3.11 Klasifikace vyrobeného kompostu

Stanovení biologické stability a zhodnocení mikrobiologických a chemických vlastností vyrobeného kompostu je základem pro určení jeho kvality a hygienické nezávadnosti (Váňa a spol. 2005).

U vyrobeného kompostu se kontroluje především (Plíva 2009):

- Zralost a stabilita kompostu.

- Mikrobiologické hodnocení kompostu.
- Chemické a fyzikální hodnocení kompostu.
- Zjišťování dalších fyzikálních veličin.

3.11.1 Stabilita kompostu

Stabilita je jednou ze základních charakteristik vyrobeného kompostu. Žádná norma nestanovuje metodu měření ani jakých hodnot by měla dosahovat. Vstupní suroviny mají obvykle velmi nízkou stabilitu, která se postupně zvyšuje v průběhu kompostování, až je surovina tzv. zralá (stabilní). Stabilita může být dočasná nebo trvalá (Plíva 2009).

Z praxe je známo, že nestabilní organické odpady při nevhodném skládkování zapáchají, vytvářejí látky jedovaté pro rostliny, rychleji uvolňují živiny a napomáhají opětovnému rozvoji patogenních organismů. Zralé komposty naopak živiny uvolňují pozvolna v průběhu dalších let, díky humusovým látkám mají výraznější kladný vliv na kvalitu půdy, optimalizují složení půdního roztoku a při dlouhodobém skladování nezapáchají (Plíva 2009).

Základní metody stanovení biologické stability a zralosti kompostu lze rozdělit do čtyř hlavních skupin (Plíva 2009):

- fyzikální,
- chemické,
- rostlinné zkoušky,
- mikrobiální metody.

3.11.2 Mikrobiologické vlastnosti kompostu

Hygienická nezávadnost kompostů se určuje sledováním indikátorových organismů. V rámci České republiky jsou to termotolerantní koliformní bakterie, bakterie rodu *Salmonella* a enterokoky. Přípustné množství indikátorových organismů v rekultivačním kompostu nesmí překročit kritéria stanovená vyhláškou MŽP č.341/2008.

3.11.3 Chemické a fyzikální vlastnosti kompostu

Podle ČSN 46 5735 Průmyslové komposty se v laboratořích stanovují tyto znaky jakosti kompostu:

- vlhkost,
- celkový obsah spalitelných látek (C),

- obsah celkového dusíku (N),
- poměr C: N,
- pH ve vodní suspenzi,
- stanovení nerozložitelných příměsí,
- hodnocení homogenity celku.

3.11.4 Hodnocení dalších fyzikálních veličin

Tyto vlastnosti mají spíše význam pro vedení evidence zpracovávaných surovin nebo vyrobeného kompostu a nemusí přímo ovlivňovat průběh procesu. Jedná se především o (Plíva2009):

- hmotnost (Kg),
- objemová hmotnost (Kg.m^{-3}),
- pórovitost (%),
- sypný úhel (rad).

3.12 Druhy kompostu

Komposty můžeme dělit podle surovinové skladby, typické pro určité hospodářské odvětví. Druhy kompostů:

- Statkové
- Průmyslové
- Speciální

3.12.1 Statkové komposty

Statkové komposty, jak už jejich název napovídá, se vyrábějí z typických zemědělských surovin a odpadů přímo v podmínkách zemědělských a zahradnických podniků. Nejčastější organickou složkou bývá chlévská mrva, chlévský hnůj, přebytky slámy, bramborová nebo zeleninová nat' a znehodnocená krmiva (seno, senáž, siláž, apod.). Minerální náplní je zejména zemina, rybníční bahno, zemité kaly, apod. Mikrobiální substrát tvoří chlévská mrva, kejda, močůvka, fekálie, bakteriální hnojiva, apod. Úroveň takových kompostů lze vylepšovat minerálními hnojivy (hlavně Ca-, P-, N- hnojivy). V průběhu zrání se statkové komposty přehazují z důvodu vytvoření optimálních podmínek pro průběh fermentačních a humifikačních procesů, a ovlhčují kejdou nebo močůvkou. Složení již vyžralého

statkového kompostu je cca 60 % sušiny, 20 - 23 % organických látek (z toho 40 – 50 % humifikovaných), 0,5 – 1 % dusíku, 0,3 - 0,5 % fosforu, 0,2 - 0,5 % draslíku, 1 - 1,5 % vápníku a 0 – 3 % hořčíku v sušině. Statkový kompost se používá na plodiny náročné na organické hnojení v dávkách 30-50 t.ha⁻¹ (Hlušek 2002).

3.12.2 Průmyslové komposty

V současné době, díky rozvoji velkovýrobních průmyslových technologií, převažuje výroba průmyslových kompostů, tvořených nejčastěji v kompostárnách. Hlavní charakteristikou průmyslových kompostů je větší zastoupení různých kalů a odpadů z odlišných průmyslových odvětví a menší zastoupení klasických zemědělských surovin a odpadů. Z pohledu surovinových zdrojů platí zásada využívání (Hlušek 2002):

- Všech kvalitních hnojivých odpadů z příslušného zájmového odvětví na maximální ekonomicky únosnou vzdálenost přepravy.
- Potřebného množství středně kvalitních hnojivých odpadů na omezenou přepravní vzdálenost.
- Nejnutnější množství málo kvalitních odpadů na krátkou dopravní vzdálenost.

Existují dva způsoby výroby průmyslových kompostů z hlediska surovinové skladby. Tím prvním je monotecnologický způsob výroby, kdy se kompost vyrábí z 2 - 3 surovin, obvykle drtě domovního odpadu a čistírenských kalů, případně kejdy. Druhým způsobem je pestrá surovinová skladba, kde k výrobě kompostu se používá hned několik rozličných surovin z různých průmyslových odvětví (Hlušek 2002).

3.12.3 Speciální komposty

Speciálními komposty myslíme listovku, drnovku, rašelinovku, vřesovku, aj., kde jejich názvy jsou odvozené od typu organické hmoty, z které jsou vyráběny. Jejich specifické biologické a fyzikálně chemické vlastnosti, které plně odpovídají potřebám převážně zahradnických kultur. Jak jejich názvy napovídají, používají se převážně v zahradnické výrobě (Hlušek 2002).

3.13 Využití kompostu

Jestliže je vyrobený kompost používán pro vlastní potřebu, darován nebo použit jako materiál k dalšímu zpracování, nemusí být registrován. Jakostní znaky kompostu musí splňovat požadavky normy ČSN 46 5735 „Průmyslové komposty“ (Plíva a spol. 2010).

Komposty a ostatní pěstební substráty, jsou do oběhu uváděny prodejem podle zákona č. 156/1998, o hnojivech, ve znění zákona č. 308/2000 Sb. Výrobci a dodavatelé smějí uvádět do oběhu jen komposty registrované dle tohoto zákona. O jejich registraci rozhoduje Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský na žádost výrobce (Kotoulová, Váňa 2001).

V případě, že výstupní kompost nesplňuje podmínky registrace ÚKZÚZ, je zařazen do nižší skupiny, kde musí splňovat požadavky vyhlášky č. 341/2008 Sb.:

- **1. skupina** – výstupy, které splňují požadavky na výrobky podle zákona č. 156/1998 Sb. (například bioplyn, kompost, digestát).
- **2. skupina** – výstupy, které splňují požadavky této vyhlášky a využívají se mimo zemědělskou a lesní půdu. Na základě skutečných vlastností, složení a způsobu využití se skupina dělí na tyto třídy:
 - *Třída I* – určena pro využití na povrchu terénu užívaného nebo určeného pro zeleň u sportovních a rekreačních zařízení včetně těchto zařízení v obytných zónách s výjimkou venkovních hracích ploch.
 - *Třída II* – určena pro využití na povrchu terénu užívaného nebo určeného pro městskou zeleň, zeleň parků a lesoparků, pro využití při vytváření rekultivačních vrstev nebo pro přimíchávání do zemin při tvorbě rekultivačních vrstev, na území průmyslových zón, při úpravách terénu v průmyslových zónách. Pro uvedená místa a účely je možné užívat i Třidu I;
 - *Třída III* – určena pro využití na povrchu terénu vytvářeného rekultivačními vrstvami zabezpečených skládek

odpadů podle ČSN 83 8035 Skládání odpadů – Uzavírání a rekultivace skládek, rekultivačními vrstvami odkališť nebo pro filtrační náplně biofiltrů (kompost). Pro uvedené účely je možné užívat i Třídou I a Třídou II.

- **3. skupina** - stabilizovaný bioodpad určený k uložení na skládku v souladu s vyhláškou č. 294/2005 Sb. nebo k jinému způsobu využití, než výstupy 1. a 2. skupiny.
- **4. skupina** - výstupy ze zařízení k využívání bioodpadů, které nesplňují podmínky pro 1., 2. a 3. skupinu a které jsou odpady biologicky nerozložitelnými, určenými většinou k jejich odstranění.

3.14 Ekonomické nároky

Výběr kompostovacích technologií je rozsáhlý. Kompostování může být prováděno v soukromých zahradách stejně jako v moderních centrálních závodech s rozvinutou technologií. Centrální kompostárny v Evropské unii jsou schopné zvládnout více než 100 000 tun biodegradabilního odpadu za rok, ale nejrozšířenější jsou závody o velikosti okolo 10 000 až 30 000 tun za rok. Nejjednodušší řešení jsou technologie kompostování s nízkými náklady bez aktivního provzdušňování a technologicky pokročilejší způsoby s aktivním provzdušňováním a regulací teploty. Náklady pro tyto provozy jsou závislé na složitosti či technologické úrovni kompostáren. Kromě toho se do značné míry investice odvíjí také od čistoty zpracovávaného materiálu získaného separovaným sběrem. Dále se náklady zvyšují s instalovaným zařízením na kontrolu procesu a následnou kontrolu znečištění (Malat'ák, Vaculík 2008).

3.14.1 Náklady na vybudování a rozvoj provozu

Náklady na výstavbu a následný provoz kompostárny můžeme rozdělit do několika skupin (Malat'ák, Vaculík 2008):

- Projektování, konstrukce
- Výdaje na konzultace
- Získání povolení a technologických licencí

- Cena pozemku pro výstavbu
- Podíl financování
- Příprava staveniště
- Povrchové úpravy
- Oplocení
- Výstavba komunikací

3.14.2 Náklady na technologie, zařízení a provoz

Náklady na práci mohou být rozděleny do dvou skupin: práce obsluhy a údržba. Servisní práce spočívají v údržbě zařízení, budov, provozních ploch, dopravních a manipulačních prostředků. Práce obsluhy zahrnuje například tyto operace (Malat'ák, Vaculík 2008):

- Sběr a nakládání s odpadem
- Příjem materiálu
- Třídění
- Drcení
- Promíchávání
- Formování hromad, či naložení do reaktoru
- Překopávání
- Vlhčení
- Monitoring
- Prosévání
- Nakládání

Norma ČSN 46 5735 z roku 1996 říká, že spolu s expedicí hotového produktu a jeho přípravou souvisí další vynakládané investice, které zahrnují míchání kompostu s dalšími materiály za účelem vytvoření prodejné směsi vyhovující všem požadavkům (legislativním, hygienickým atd.), balení, dopravu, marketing, propagaci, a případně náklady na aplikaci v místě použití.

3.14.3 Ostatní náklady

S organizací každého takového zařízení rovněž souvisí náklady a výdaje na (Malat'ák, Vaculík 2008):

- Administrativu
- Vedoucí zaměstnance
- Bezpečnost a ostrahu
- Konzultace (technické či ekologické)
- Zákonné poplatky
- Výzkum a vývoj
- Pojištění
- Povolenky
- Licence a patenty

Podle ČSN 46 5735 z roku 1996 je určení přesných nákladů jednotlivých typů kompostářenských provozů nemožné, protože samozřejmě každá kompostárna, každý region má naprosto jiné nebo specifické podmínky, náklady, a tím pochopitelně i výsledky svého hospodaření. Základním principem ekonomiky a rentability je to, že firma musí logicky kromě komunálního bioodpadu na kompostárně zpracovávat tzv. “zelený“ odpad nebo dřevní odpad, a to za úplatu. Zcela prokazatelně ziskový provoz je kompostování bioodpadu s čistírenskými kaly spolu s dalšími materiály biologického původu.

3.15 Legislativní prostředí BRO

3.15.1 Evropské předpisy

- Rámcová směrnice o odpadech 2008/98/ES.
- Směrnice Rady 1996/61/ES o integrované prevenci a omezování znečištění (IPPC).
- Směrnice Rady 1999/31/ES o skládkách odpadů – Směrnicí je uložena povinnost omezení ukládání na skládky BRO z komunálního odpadu a to do roku 2010 na 75% hmotnosti tohoto druhu odpadu vzniklého v roce 1995, do roku 2013 na 50% hmotnosti a nejpozději do roku 2020 na 35%.
- Rozhodnutí Rady 2003/33/EC, kterým se stanoví kritéria a postupy pro přijímání odpadů na skládkách podle článku 16 směrnice 1999/31/ES a její přílohy II.

- Nařízení Evropského parlamentu a Rady 1774/2002 o nakládání s vedlejšími živočišnými produkty.

3.15.2 Národní předpisy

Přehled platné právní úpravy

- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech.
- Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech.
- Zákon č. 156/1998Sb., o hnojivech.
- Vyhláška č. 341/2008 Sb. o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady.
- Vyhláška č. 381/2001 Sb., Katalog odpadů.
- Vyhláška č. 383/2001 o podrobnostech nakládání s odpady.
- Nařízení vlády č. 197/2003 Sb., o Plánu odpadového hospodářství ČR.

Přehled platných norem

- ČSN 83 8001 Názvosloví odpadů.
- ČSN 83 8030 Skládkování odpadů – Základní podmínky pro navrhování a výstavbu.
- ČSN 83 8032 Skládkování odpadů – Těsnění skládek.
- ČSN 83 8033 Skládkování odpadů – Nakládání s průsakovými vodami.
- ČSN 83 8034 Skládkování odpadů – Odplynění skládek.
- ČSN EN 12255-8 Čistírny odpadních vod – Část 8: Kalové hospodářství.
- ČSN 46 5735 Průmyslové komposty.
- ČSN 77 0052 Obaly. Obalové odpady.
- ČSN EN 13432 Obaly – Požadavky na obaly využitelné ke kompostování a biodegradaci – Zkušební schéma a kritéria hodnocení pro konečné přijetí obalu.
- ČSN CR 13714 Charakterizace kalů – Nakládání s kaly ve vztahu k jejich využití nebo ukládání.
- ČSN EN 643 Seznam evropských standardních druhů sběrového papíru.

4 Charakteristika studijního území



Obr. 6 Poloha studijního území (ČSÚ 2012)

Středočeský kraj, jako vyšší územně samosprávný celek, byl vytvořen v roce 2000 na základě zákona č. 129 / 2000 Sb., o krajích (krajské zřízení). Velikostí, počtem obcí i obyvatel patří mezi největší kraje České republiky. Svou rozlohou 11.016 km² zaujímá 13 % plochy České republiky, což představuje asi jednu sedminu území celého státu (Středočeský kraj 2012).

Okres Příbram (*zkráceně Příbramsko*) se nachází v jihozápadní části Středočeského kraje. S rozlohou 1692,05 km² je v rámci kraje nejrozlehlejší okrese a 3. největším v rámci republiky. Počtem obyvatel 110 333 k 31. 3. 2007 mu v rámci kraje patří 4. místo. Příbramsko bylo v minulosti velmi bohaté na nerostné suroviny, zejména na rudy. Vždyť samotné okresní město a jeho část Březové Hory bylo známé jako hornické město. Již od 13. století se tam těžilo stříbro, v řece Litavce se rýžovalo zlato. Od poloviny 20. století byla Příbram a její okolí spíše poněkud nechvalně proslulá těžbou uranu, při které bylo v 50. letech využíváno otrocké práce politických vězňů. V současnosti je těžba uranu již nadobro zastavena, ale zůstala po ní nemalá ekologická zátěž (Wikipedie 2012)

4.1 Popis sídelního celku

Město Dobříš leží ve Středočeském kraji v podhůří Brdské vrchoviny asi 40 km jihozápadně od Prahy. Podle katastrálního výměru na ploše 53,41km² s počtem obyvatel 8 573 a v nadmořské výšce 371 m, je Dobříš hned po Příbrami druhým největším městem v okrese. Na počátku svého vzniku byla Dobříš osadou na významné obchodní cestě tzv. Zlaté (Solné) stezce, která vedla z Prahy do Bavor. První písemná zmínka o městě pochází z roku 1252. Městská práva obdržela v roce 1569 od císaře Maxmiliána II. Je obcí s rozšířenou působností a tvoří přirozené centrum pro své okolí. Ve městě převažuje strojírenský, dřevozpracující a kožedělný průmysl (Dobříš 2012).

4.1.1 Ortografické členění a geomorfologie

Na Dobříšsku se setkává Poberounská a Českomoravská soustava (Hřebeny s Dobříšskou pahorkatinou). Hranice je na území obcí Rosovice, Voznice a Dobříš. Dnešní vzhled Hřebenů je výsledkem denudace, kdy tvrdé slepence a křemence odolaly zvětrávání. Nejvyšším vrcholem je Studený vrch (660 m), průměrná výška pahorkatiny je 380 m (Dobříš 2012).

Geologie

Nejstarší horniny patří ke středočeskému starohornímu algonkiu, které vznikaly před cca 800 až 600 mil. let z mořských sedimentů. Zpevněním vznikly především břidlice. Při následné vulkanické činnosti došlo k usazování sopečných tufů. K dalšímu zaplavení mořem došlo ve spodním ordoviku. Z této doby pocházejí také břidlice, křemence, pískovce a také ložiska usazených železných rud. Mezi nejvýznamnější horniny patří především břidlice, křemence, granodiority, porfyry a porfyrity (Dobříš 2012).

Klimatické poměry

Dobříš patří k oblasti mírně teplé. Průměrná roční teplota je 7,7 °C, počet letních dnů s teplotou nad 25 °C je průměrně 47, počet dnů se sněžením 33 až 40. Nachází se ve srážkovém stínu Brd. Převládají zde větry západního a jihozápadního směru. Průměr ročních srážek je 535 mm (Dobříš 2012).

Hydrologie

Dobříš leží v povodí Vltavy a voda je odváděna prostřednictvím Kotenčického, Lipížského a Trnovského potoka. Město leží přímo na soustavě rybníků, z nichž největší je Hut'ský (uváděno 38 ha), Papež (18 ha) a Koryto (8 ha). Na jižním okraji města vznikla – dnes již nevyužívaná vodárenská nádrž Chotobuš (3,4 ha) (Dobříš 2012).

Půdy

Z půdních druhů se nejvíce uplatňují půdy písčito-hlinité, které jsou vlhkostně méně příznivé (Dobříš 2012).

Rostlinstvo a živočichové

Dobříš náleží k pahorkatému pásmu doubrav a okraji svého území do pásma podhorského. V lesích původně dubových a bukových dnes převažuje smrk a borovice. Rostou tu i habry, javory, modřiny, lípy, osiky, jasany, rovněž i původní porosty. V lesích na katastru města žijí zvířata takřka původní (zajíc, veverka apod.), ale i zvířata vysazená (daněk skvrnitý, bažant obojkový, jelenec viržínský, ondatra pižmová atd.) (Dobříš 2012).

5 Metodika

Po seznámení se s dostupnou odbornou literaturou a studiem literárních podkladů byl formou literární rešerše popsán celý proces nakládání s biologicky rozložitelným odpadem. Včetně jednotlivých druhů biologicky rozložitelných odpadů, seznámení s Plánem odpadového hospodářství ČR a procesů doprovázející kompostování. Během terénního šetření byla provedena potřebná fotodokumentace a vytvoření mapových podkladů. Na základě dlouhodobého pozorování zájmového území a účasti přímo v zařízení kompostárny Svaté pole u Dobříše, je vyhotoven rozbor dané situace v celém správním kraji, sledovaném sídelním celku a konkrétním zařízení. Dále bylo provedeno vyhodnocení v souladu s Plánem odpadového hospodářství města Dobříš a konfrontace s Plánem odpadového hospodářství ČR. Na jeho základě je provedeno doporučení pro zlepšení efektivity provozu.

6 Současný stav kompostování v kraji



Obr. 7 Mapa kompostáren ve Středočeském kraji (Zera 2012).

Z mapy je patrné, že největší koncentrace kompostáren se nachází kolem hlavního města. Tento fakt potvrzují i údaje krajského úřadu uvedené v následující tabulce:

Tab. 1 Počty kompostáren v jednotlivých okresech (Středočeský kraj 2012).

Okres	Počet kompostáren
Benešov	3
Beroun	1
Kladno	3
Kolín	0
Kutná hora	1
Mělník	1
Mladá Boleslav	2
Nymburk	8
Praha – Východ	7
Praha – Západ	7
Píbram	3
Rakovník	1
CELKEM	37

6.1 Produkce odpadu

Následující tabulka udává množství vyprodukovaných odpadů v rámci města Dobříš jako obce s rozšířenou působností, tzn. obec Dobříš a dalších 23 okolních obcí.

Tab. 2 Produkce odpadů ORP Dobříš.

Kód odpadu	Název odpadu	Množství (t/rok)		
		rok 2007	rok 2008	rok 2009
		obyvatel 19 599	obyvatel 20 129	obyvatel 20 393
20	Komunální odpady	6 043,00	7 744,24	6 847,81
2001	Složky z odděleného sběru	607,47	891,22	998,41
200101	Papír a lepenka	150,23	352,86	343,52
200102	Sklo	201,31	246,53	255,37
200139	Plasty	126,2	145,06	243,32
200140	Kovy	19,06	32,88	38,08
200201	BRO	399	118,98	81,05
200202	Zemina a kameny	0	1 097	0
2003	Ostatní KO	5 029,87	5 612,96	5 765,10
200301	Směsný KO	4 963,38	5 531,48	5 703,26
200307	Objemný odpad	65,86	80,44	48,64

Pro porovnání je v následující tabulce uvedeno množství vyprodukovaného odpadu v sídelním celku obdobné velikosti. V tomto případě se jedná taktéž o Obec s rozšířenou působností Lysá nad Labem. Tato ORP se nachází také ve Středočeském kraji.

Tab. 3 Produkce odpadů ORP Lysá nad Labem.

Kód odpadu	Název odpadu	Množství (t/rok)		
		rok 2007	rok 2008	rok 2009
		obyvatel 20 263	obyvatel 20 843	obyvatel 21 482
20	Komunální odpady	10 327,06	7 583,75	7 492,67
2001	Složky z odděleného sběru	228,89	150,67	197,06
200101	Papír a lepenka	76,48	16,11	32,30
200102	Sklo	28,16	12,84	15,98
200139	Plasty	33,08	15,43	32,22
200140	Kovy	0,00	0,00	2,10
200201	BRO	371,32	276,24	191,60
200202	Zemina a kameny	0,00	0,00	0,00
2003	Ostatní KO	9 725,95	7 156,85	7 104,01
200301	Směsný KO	8 706,34	5 600,67	5 681,10

200307	Objemný odpad	1 003,61	1 543,42	1 413,01
--------	---------------	----------	----------	----------

6.2 Plán odpadového hospodářství města Dobříš

Účelem POH je v souladu s POH ČR a POH kraje stanovit (Dobříš 2012):

- výhled pro systém OH původce – město Dobříš – na období 11 let od schválení zastupitelstvem města Dobříš (2005 až 2016);
- cíle a opatření (programy) pro předcházení vzniku odpadů, omezování jejich vzniku, nebezpečných vlastností a optimalizace nakládání se vznikajícími odpady;
- opatření pro splnění cílů závazné části POH kraje ve způsobech využití odpadů a nakládání s nimi, v reálném časovém a ekonomickém scénáři;
- způsob informačního a organizačního zabezpečení řízení OH původce.

Důvodem pro zpracování POH je naplnění povinností, stanovené v § 44 zákona o odpadech. To znamená překročení roční produkce odpadů limitu 10 tun nebezpečných i 1000 tun ostatních odpadů. Zařazení OH v organizačním schématu původce:

- Město má pro svoje potřeby ve spolupráci se Svazkem obcí Dobříšska a Novoknínska založenu firmu, která zajišťuje veškeré služby v oblasti nakládání s komunálními odpady pro město. Touto firmou je firma DOKAS Dobříš, s.r.o., IČ 25144251.
- Pracovníci této firmy jsou přímo podřízeni jednatelem firmy, který je podřízen valné hromadě společnosti. Ve valné společnosti firmy DOKAS Dobříš, s.r.o. má většinový podíl město Dobříš, tudíž může většinu důležitých rozhodnutí ovlivňovat na základě příslušného rozhodnutí zastupitelstva či rady města.

Tab. 4 Výhled na rok 2015 (Dobříš 2012).

	Rok 2011	Rok 2015
Počet obyvatel	7864	8000
Způsob vytápění	37 % zástavba (centrální vytápění)	35% zástavba (centrální vytápění)

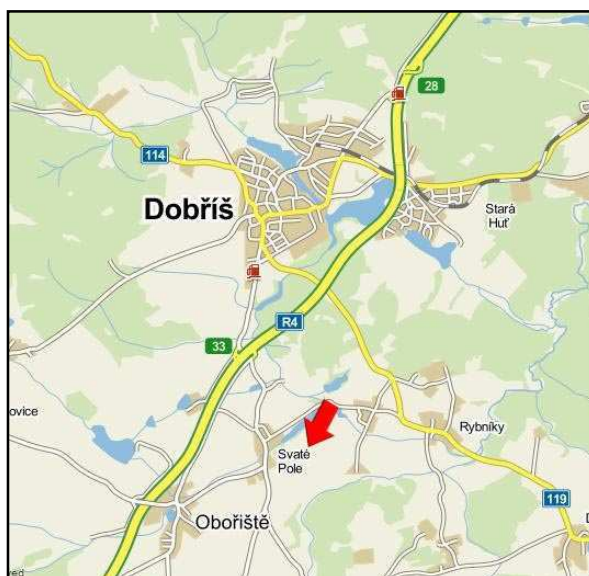
	63 % příměstská a vilová zástavba	65% příměstská a vilová zástavba
Vývoj spotřeby / příjmy domácností	3% růst	
Počty nádob na separovaný sběr	10 ks nádob na plasty	40 ks nádob na plasty
	9 ks nádob na bílé sklo	35 ks nádob na bílé sklo
	10 ks nádob na barevné sklo	35 ks nádob na barevné sklo
	7 ks nádob na papír	35 ks nádob na papír
Četnost mobilního sběru	2x ročně nebezpečné složky i elektrošrot	
	2x ročně bioodpad	
Zajištění odběru vytríděných složek komunálního odpadu	sběrné středisko odpadů, provozovatel: DOKAS Dobříš, s.r.o.	

Na základě výše uvedených dat je kvantifikovaný odhad produkce uveden v následující tabulce. Tyto údaje vycházejí z odhadů chování občanů a ze stanovení reálných cílů POH Středočeského kraje. Od roku 2008 je předpokládáno využití všech vytríděných složek komunálního odpadu včetně objemného odpadu. Je uvažováno materiálové a energetické využití těchto druhů odpadů. Od roku 2012 je počítáno s ukládáním maximálně 1050 tun komunálních odpadů ročně na skládky, od roku 2015 pak nejvýše 900 tun komunálních odpadů za rok.

Tab. 5 Kvantifikovaný odhad produkce odpadů (Dobříš 2012).

Množství BRKO a KO přípustná k ukládání na skládky					
Rok	Měrná množství BRKO (kg/obyv. a rok)	Počet obyvatel	Cílová množství BRKO (t/rok)	Koeficient BRKO	Cílová množství KO (t/rok)
2010	112	7864	880,8	0,45	1957
2013	75	7900	592	0,55	1077
2016	66	8000	528	0,58	910
Výhled 2020	53	8000	424	0,60	707

6.3 Kompostárna Svaté pole – Dobříš



Obr. 8 Poloha kompostárny (Mapy 2012).

6.3.1 Základní údaje o zařízení

Název zařízení je Kompostárna Svaté pole, jedná se o stavbu bez popisného čísla na pozemcích k. ú. Svaté pole a k. ú. Daleké Dušníky ve Středočeském kraji. Stavba byla dokončena v roce 2002 a ve stejném roce bylo vydáno kolaudační rozhodnutí. Vlastníkem tohoto zařízení je město Dobříš. Nájemcem je firma DOKAS Dobříš která je poskytovatelem podnájmu firmě RUMPOLD – P s.r.o.

Příslušnými dohlížecími orgány jsou:

- Česká inspekce životního prostředí, oblastní inspektorát Praha,
- Město Dobříš,
- Krajský úřad Středočeského kraje, Odbor životního prostředí a zemědělství,
- Krajská hygienická stanice Středočeského kraje se sídlem v Praze.

6.3.2 Charakter zařízení

Zařízení se nejvíc využívá v měsících duben – září, kdy je největší produkce bioodpadů z údržby městské zeleně a trvalých travních ploch. Provozní doba zařízení je pondělí- pátek 6:00 – 15:00. Obsluhu kompostárny tvoří 2-3 pracovníci, vedoucí zařízení a 1-2 technici – řidiči.

6.3.2.1 Odpady zpracovávané

V zařízení je v návaznosti na vyhlášku MŽP č. 381/2001 Sb. – Katalog odpadů nakládáno s odpadem kategorie „O“ ostatní neboli 200 201 biologicky rozložitelný odpad. Dále jsou používány jako pomocné suroviny: zemina, mletý vápenec, popř. doplňkové hnojivo (superfosfát či jiné). Hnojivo je vždy přivezeno na úpravu složení kompostu a poté zase odvezeno mimo areál nazpět k dodavateli.

6.3.2.2 Odpady produkované

Při provozu vznikají odpady kategorie ostatní a kategorie nebezpečný, které jsou shromažďovány podle jednotlivých druhů do příslušných nádob. Jde o plastové popelnicové nádoby o objemu 120 l umístěné uvnitř budovy technického zázemí areálu. Dle zákonných povinností jsou označené katalogovým číslem, názvem odpadu, kategorií, jménem odpovědné osoby a v případě nebezpečného odpadu identifikačním listem nebezpečného odpadu a symbolem nebezpečnosti.

Při naplnění shromažďovacího prostředku jsou odpady předány odpovědné osobě. Jedná se o odpady:

- 150 110 – obaly obsahující zbytky nebezpečných látek nebo obaly těmito látkami znečištěné,
- 150 202 – absorpční činidla, čistící a ochranné oděvy znečištěné nebezpečnými látkami,
- 200 101 - papír a lepenka,
- 200 102 – sklo,
- 200 139 – plasty,
- 200 301 – směsný komunální odpad.

6.3.3 Účel zařízení

Zařízení slouží ke kompostování biologicky rozložitelného odpadu (BRO ze zahrad a parků) od právnických i fyzických osob. Hlavním dodavatelem odpadů je firma DOKAS, která zajišťuje pro město Dobříš údržbu veřejné zeleně a trvalých travních porostů.

BRO ukládaný do zařízení je průběžně míšen, tak aby bylo dosaženo optimální zakládky. Z využívaných odpadů musí být před jejich použitím odstraněny nerozpojitelné částice (zejména kameny). Celková kapacita kompostárny je 2000 t

bioodpadů za rok a dále zemina, mletý vápenec, superfosfát či jiné hnojivo ve formě suroviny. Doba kompostování je závislá na složení vstupního bioodpadu, přesněji na množství těžce rozložitelného podílu.



Obr. 9 Kompostárna Svaté pole

Výsledný produkt – kompost se využívá zejména k rekultivačním účelům na skládkách v okolí (skládka komunálních odpadů), popř. k terénním úpravám při splnění limitních hodnot.

6.3.4 Popis provozu

Objekt kompostárny je tvořen vodohospodářsky zabezpečenou plochou, vytvořenou betonovými panely s izolací o základních rozměrech 24 x 30 m. Plocha je ohraničena obvodovými hrázkami o výšce 40 cm, vjezd manipulační techniky na plochu je zabezpečen 2 nájezdovými rampami. Odtok srážkových a průsakových vod z plochy kompostárny je sveden do zachytné jímky o kapacitě 34,8 m³. Jde o soustavu tří jímek. Jímky brání úniku případného biologického znečištění z nefermentovaného substrátu do horninového prostředí, zároveň slouží jako akumulární nádrž pro srážkové a výluhové vody, které jsou zpětně využívány ke zkrápění kompostu pro udržení optimální vlhkosti v tělese zakládky (vlhkost výchozí suroviny se musí pohybovat v rozsahu 50 - 60 %, v průběhu fermentace potom 40 – 65 %).

Kolem vlastního objektu kompostárny jsou zpevněné plochy o celkové ploše 270 m², umožňující provoz techniky v této části areálu.



Obr. 10 Kompostárna Svaté pole

Zařízení je vybaveno:

- váha – AWIN do 20 tun, VD300 do 150 kg a váha firmy Primagra WT 100/RY 300s váživostí 400 – 50 000 kg v areálu Rybníky u Dobříše,
- vysokozdvíhací vozík Desta,
- vozidlo AVIA s kontejnerem a hydraulickou rukou,
- kolový nakladač T 174,
- kontejner natahovací na vozidlo AVIA, počet 10 ks, užitečný objem 6 m³, výrobce OTS Okřínek,
- plastové popelnicové nádoby na odpady o objemu 120 a 240 litrů,
- zařízení pro sledování teploty – digitální teploměr značky GRYF s možností měřit v min. hloubce materiálu 1 m,
- zařízení pro zvlhčování – dopouštění vody je prováděno z cisterny nebo z vrtu (zdroj vody),
- zařízení pro provzdušňování a překopávání (spodní vybírací fréza).

V areálu jsou vybudovány tyto inženýrské sítě:

- rozvod elektrické energie,
- splašková kanalizace – jímka,
- pitná voda – dovoz balené vody,

- užitková voda – zásobování z vodního zdroje pro zvlhčování kompostu, nebo dovoz užitkové vody do nádrže.

6.3.5 Kontrola a příjem odpadu

Odpady jsou přebírány přímo odpovědným pracovníkem firmy. Odpad od dodavatelů je nejprve podroben vizuální kontrole. Příjem je prováděn na vjezdu do zařízení (kontrola přiváženého odpadu, jeho zaevidování, uložení odpadu na kompostovací plochu). Na základě rozhodnutí pověřeného pracovníka příjmu je odpad umístěn na příslušné místo a současně s odpadem je převzat a zkontrolován základní popis odpadu. Zároveň se provádí kontrola, zda odpad neobsahuje nežádoucí příměsi a zda splňuje podmínky pro příjem odpadů. Po uložení na plochu kompostárny se odpad překryje zeminou, aby se zamezilo úletům drobných a lehkých částí. V případě pochybností o složení a obsahu nepovolených složek ho pracovník zajišťující převzetí odpadu nepřevzme.

Odpad musí svým charakterem splňovat tyto podmínky a nesmí obsahovat žádné cizorodé látky. Podmínky pro příjem odpadu 200 201 biologicky rozložitelný odpad:

- **listí** – bez dalších podmínek,
- **tráva** - bez dalších podmínek,
- **větve** – nadrcené na drtiči zeleně na štěpku o maximální délce 10 cm, nebo drobné větve (koncové drobné větve do maximální tloušťky 1 cm v průměru a maximální délce 50 cm) bez úpravy,
- zbytky rostlin – nedřevnaté (dřevnaté viz větve).

6.3.6 Vlastní provoz zařízení

V zařízení jsou prováděny tyto pracovní úkony:

- kontrola odpadů,
- vykládka odpadů,
- soustředování odpadů,
- vytrídění příměsí odpadů, které nebyly zjištěny při přejímce,
- vlastní kompostování,
- kontrola průběhu procesu kompostování (teplota, překopávky),
- nakládka a odvoz surovin či produktu (kompostu),

- úklid zařízení a přístupové cesty.

6.3.6.1 Ochrana horninového prostředí

Ohrožení horninového prostředí v případě dodržení povinností obsluhy (sledování úrovně hladiny v jímce a její operativní přečerpávání) nehrozí. Rizika vůči životnímu prostředí mohou nastat v případě úniku nebezpečných látek (ropné látky apod.) při poruše obslužných mechanismů, havarijního poškození plochy kompostárny nebo porušení těsnosti jímky.

6.3.6.2 Kompostování

Pro kompostování nesmějí být použity odpady, které po ukončení biologického zrání mají charakter cizorodých látek. Likvidace přípravků na ochranu rostlin a jiných chemikálií nemající charakter surovin je nepřípustná.

Pro úspěšný průběh kompostování jsou zajišťovány následující podmínky:

- Vstupní materiály musí být rozmělněny a bioodpadu nadrceny.
- Kompostování začíná homogenizací vstupních odpadů a přidáním pomocných materiálů na základě výsledku kontrolního rozboru provedeného akreditovanou laboratoří (úprava pH).
- Počáteční hygienizaci při teplotě minimálně 45°C po dobu alespoň 10 dnů s dvojitou překopávkou.
- Po dobu zrání musí být zakládka udržována ve vhodném stavu (figura ve tvaru trojúhelníku nebo lichoběžníku o výšce 2 - 4 m, délce 16 – 20 m a šířce 3 – 6 m). V zařízení je možno umístit 4 až 6 figur.
- Maximální a minimální podíl zeminy a rostlinného odpadu je 25:75 a 5:95 hmotnostních procent.
- Doba zrání po ukončení homogenizace (tj. po první překopávce) trvá min. 60 dní. Pokud je obsaženo více než 40% těžce rozložitelných surovin, činí doba zrání min. 100 dní.
- Během zrání se kompost min. ještě jednou překopává, interval mezi překopávkami musí být min. 21 dnů.
- Vlhkost kompostu se musí pohybovat mezi 50 – 60 %, v průběhu fermentace potom 40 – 65 %, kontrola vlhkosti se stanovuje v akreditované laboratoři stanovením obsahu sušiny.

- Kontrola pH se provádí při každé překopávce. Vzorek je odvezen do laboratoře a na základě zjištěných údajů je provedena úprava pomocí mletého vápence na pH neutrální.
- Obsah dusíku by neměl přesahovat metabolickou potřebu mikroorganismů, veškerý dusík by měl být v průběhu procesu imobilizován do organických vazeb.
- Měření teploty se provádí po celé délce zakládky v min. hloubce 1 m ve středu výšky. Teplota se reguluje pomocí aerace po celou dobu humifikace zpracovávaného odpadu.
- Klimatické podmínky (srážky, teplota) – teplota je měřena venkovním teploměrem a srážky jsou zaznamenávány z dostupných zdrojů ČHMÚ a zapisovány do provozního deníku.
- Pověřený pracovník 2 – 3x týdně čistí povrch zakládky od odpadů zanesených větrem (např. igelit, papír). Nebo při překopávce.
- V případě možnosti zlepšení sledovaných ukazatelů se prodlouží doba procesu, upraví pH nebo změní složení zakládky.
- Četnost prováděných kontrol měření je každé tři měsíce.

6.3.7 Kontrola a využití produktu fermentace

V rámci kontroly produktu je měřena i teplota, která nesmí překročit 25°C. Po ukončení procesu před zahájením vlastní expedice hotového kompostu je proveden odběr vzorku, který je laboratorně analyzován na obsah rizikových ukazatelů podle vyhlášky č.341/2008. Po porovnání s příslušnými hodnotami je kompost zařazen do III. třídy. Je určen pro využití na povrchu terénu vytvářeného rekultivačními vrstvami zabezpečených skládek odpadů podle ČSN 83 8053 Skládání odpadů – Uzavírání a rekultivace skládek, rekultivačními vrstvami odkališť nebo pro filtrační náplně biofiltrů (kompost).

Průvodní dokumentace k uvádění na trh musí obsahovat:

- identifikační údaje (název a sídlo, místo podnikání) výrobce a distributora,
- název a zařazení výstupu do příslušné skupiny,
- datum produkce (výroby, balení a expedice),
- vlastnosti výstupu a další dostupné informace o složení,

- způsob balení výstupu (objem, hmotnost, počet obalů ve skupinovém obalu),
- návod k použití (doporučené dávkování, způsob aplikace, ochrana zdraví lidí a životního prostředí apod.),
- vymezení prostředí použití,
- vliv na jiné výrobky,
- způsob distribuce.

6.3.8 Monitorování zařízení

Vliv na životní prostředí je sledován denně vizuální kontrolou používaných manipulačních prostředků z hlediska případného úniku kapalných látek. Kompostárna nemá zaveden samostatný systém monitorování podzemních vod. Objekt je umístěn v prostoru bývalé skládky, která je po provedené rekultivaci samostatně monitorována odběry vzorků z kontrolního vrtu a přilehlé vodoteče. Monitoring zajišťuje město Dobříš 4x ročně.

V rámci monitoringu provozu zařízení jsou sledovány následující základní ukazatele ovlivňující bezprostřední okolí zařízení, resp. hodnotící efektivitu provozu:

- počet pracovníků ve směně,
- spotřeba vody pro zavlažování,
- množství navážených bioodpadu a surovin,
- množství vyrobeného produktu a jeho kvalita,
- teplota a vlhkost zpracovávaného odpadu,
- doba zpracování vsádky,
- denní prohlídka přilehlých pozemků z hlediska materiálů zanášovaných větrem ze zařízení,
- množství odpadů vzniklých provozem zařízení.

7 Výsledky a návrh řešení

Město Dobříš v minulých letech výrazně investovalo do infrastruktury odpadového hospodářství ve spolupráci se státními institucemi. Mezi nejvýraznější investice patří sběrné středisko odpadů Dobříš, kompostárna Svaté Pole a třídírna Svaté Pole. Poslední dvě jmenované investice nejsou na katastrálním území města, ale jsou na pozemcích města. Jsou v dostatečné vzdálenosti od obydlených částí okolních obcí. Po srovnání produkce odpadů ve dvou různých ORP je patrné, že město Dobříš vykazuje větší objem vytríděných složek odpadu, než město Lysá nad Labem.

Kompostárna Svaté pole vzhledem ke svým možnostem přijmout 2000 t bioodpadu ročně, není využívána dle svých propozic. Jak je patrné i z tabulky č. 2 množství produkovaného odpadu neodpovídá kapacitě kompostárny. Ba dokonce má klesající tendenci. Vlastně jediným zpracovávaným odpadem je materiál z údržby městské zeleně a trvalých travních porostů, který je prováděn již zmíněnou firmou DOKAS. Ukládaný materiál je dost jednotvárný v podobě velkého množství trávy. V obci se nevyskytují sběrné nádoby na separovaný sběr biologicky rozložitelného odpadu. Jen dvakrát ročně je uskutečňován mobilní sběr bioodpadu. Poskytnutá data obsahují pouze BRO získaný tímto mobilním sběrem. Co se týká domácího kompostování v rámci vlastních prostředků, zde neprobíhá žádná evidence.

V podstatě hlavním účelem celého areálu na Svatém poli je třídírna odpadů, kompostování je jen jakousi „doplňkovou činností“ a díky tomu je k provozu kompostárny tak přistupováno. Z tohoto důvodu není vedena ani podrobná evidence přijatých odpadů ani dodržována základní pravidla pro kompostování, např. tvar kompostové zakládky a dodržování fází fermentace.

Díky nedůslednému dodržování technologického postupu, kdy dovezený materiál není tříděn od nerozložitelných materiálů, hlavně pouličních smetků a vzhledem k velké koncentraci olova a arsenu ve vzorcích kompostu je finálním produktem kompost III. třídy. Ten je v různých fázích procesu odvážen na skládku komunálního odpadu, kde je většinou používán k pokrytí skládky před další vrstvou KO, nebo je s ním přímo mísen. Skládku komunálního odpadu se nachází v obci Chrást, nedaleko města Příbram a jejím provozovatelem je také firma RUMPOLD.

Ze zakládky jsou pouze po zběžné kontrole vytahány větve velkých průměrů a při překopávce náhodně odstraněny větrem zanesené plasty z přílehlé třídírny odpadů.

Primárním cílem Plánu odpadového hospodářství je snížení množství ukládaného BRO a BRKO na skládky, což je v případě města Dobříš splněno jen zčásti. Sice pro nakládání s BRO má zařízení ale z důvodu nízké kvality je vyrobený kompost stejně používán na skládky, někdy i přímo skládkovaný. Konečné množství uloženého kompostu je sice menší v porovnání s odpady před kompostováním a tím je dosaženo snížení množství skládkovaného BRKO, ale celý proces je značně neefektivní.

7.1 SWOT analýza

Pro uvedení základních problematických odvětví nakládání s BRO byla využita SWOT analýza, která je určena k hledání silných, slabých stránek, hrozeb a příležitostí pro danou problematiku.

Někdy bývají hrozby a příležitosti, slabé a silné stránky hodnoceny z hlediska jejich závažnosti a pravděpodobnosti existence. V tomto případě jsem navrhla váhu výskytu v podobě třístupňového rozsahu:

- vysoká významnost +++
- střední významnost ++
- nízká významnost +

Silné stránky		
1	BRO je vhodný pro využití (materiálové i energetické).	+++
2	Tradice a technologická vyspělost kompostování v ČR.	+++
3	Prostorová dispozice podniků pro zpracování a využití odpadů (je k dispozici dostatek nevyužitých prostor, zemědělských budov apod.).	+++
4	Technologické zázemí pro řešení biologicky rozložitelného komunálního odpadu.	++
5	Možnost druhotného využití a ekonomického zhodnocení produkovaných odpadů.	++
6	Existence vysokých škol s vhodnou specializací.	++
7	Ochota občanů ČR chovat se ekologicky.	++
8	Adaptabilita podnikatelského prostředí.	++
9	Existence vědeckovýzkumné základny.	+
10	Členství ČR v EU.	+

Slabé stránky		
1	Neexistence surovinové koncepce státu v oblasti obnovitelných zdrojů.	+++
2	Vysoké vstupní investice a nízká návratnost technologií zpracovávajících a využívajících BRO, nedostatek financí.	+++
3	Nedostatky v evidenci BRO.	+++
4	Nekoordinovaná a nepřehledná tvorba a schvalování koncepčních, právních a technických norem a dokumentů.	+++
5	Závislost a vazba na životní prostředí, vlivy počasí, biogenní činitele apod.	+++
6	Nedostatek výstupů pro porovnání jednotlivých metod z hlediska environmentálních vlivů.	++
7	Nízká úroveň spolupráce mezi zainteresovanými subjekty (podniky, samospráva, státní správa, kontrolní orgány apod.).	++
8	Absence norem kompostů, které nejsou vedeny v režimu hnojiv.	++
9	Zkreslená představa o vlivu dopadů, nízké povědomí o vhodných způsobech využití nebo likvidace vznikajících odpadů, velký rozdíl mezi teorií a praxí.	+
10	Nedostatečné vzdělávání, výchova, poradenství a osvěta veřejnosti.	+

Příležitosti		
1	Provázanost koncepčních dokumentů jednotlivých resortů a sjednocení výkonu státní správy.	+++
2	Finanční podpora celého systému nakládání s BRO poskytovaná jednotlivými resorty a zvýšení cen skládkování.	+++
3	Zavést legislativní opatření pro upřednostňování používání tuzemských kompostů u veřejných zakázek.	+++
4	Přenos „příkladů dobré praxe“ (s tím spojené exkurse, workshopy atp.).	++
5	Zavést separovaný sběr BRKO s využitím řady různých opatření nebo jejich kombinací.	++
6	Zkvalitnění výuky oboru odpadového hospodářství na všech stupních vzdělávacích zařízení.	++
7	Přenos zkušeností o jednotlivých způsobech zpracování BRO ze států EU.	++
8	Tlak na zpracování a alternativního využívání produkovaného odpadu (legislativa).	++
9	Pozitivní stimulace a motivace (např. soutěž na projekty, medializace apod.).	+
10	Zavedení ekonomických nástrojů pro podporu využívání produktů z bioodpadu (daňové zvýhodnění apod.).	+

Hrozby		
1	Ekonomický tlak na bezodpadové hospodářství, nedostatek financí.	+++
2	Zpřísnění legislativy v oblasti produkce a nakládání s odpady (kvalita).	+++
3	Nedůvěra a nezáměr o kompost z BRKO (nelze garantovat kvalitu).	+++
4	Vznik většího množství nekvalitních kompostů, jejichž využití bude problematické.	+++
5	Nevyváženost, nekonceptnost či neprovázanost finančních podpor nakládání s BRO z různých zdrojů (fondy EU, dotační tituly jednotlivých resortů atd.).	++
6	Změna hospodářsko-politických preferencí.	++

7	Růst konkurence na trhu produktů ze zpracovávaných odpadů.	++
8	Nediferencované a nepromyšlené zvyšování poplatků za skládkování bude mít nežádoucí efekty pro ŽP a zdraví lidí v jiných sektorech.	++
9	Nezajištěný odbyt výstupu zpracovatelů, s tím související nedostatečná síť zpracovatelů.	++
10	Změny v technologiích výroby a tlak různých lobby.	+
11	Ohrožení zdraví lidí a ŽP při nevhodném nakládání s BRO.	+
12	Drtiče kuchyňských odpadů.	+

Závěr SWOT analýzy:

Hlavními silnými stránkami ve využívání BRO jsou jeho široké možnosti v dalším využití spolu s dlouhou tradicí kompostování v ČR. Dále pak dostatečně velké množství nevyužitých prostor a zapojení občanů. Dostatek odborníků na danou problematiku a výchova dalších prostřednictvím vysokých škol s vhodnou specializací.

K nejslabším stránkám patří hlavně legislativní nedostatky a jejich dodržování, finanční stránka věci co se týče vysokých nákladů a nízké návratnosti investic, nedostatečná evidence a nízká úroveň spolupráce mezi zúčastněnými subjekty. A nakonec nedostatečná osvěta a poradenství pro občany, ohledně správných technologických postupů.

Jako hlavní příležitosti pro zlepšení stavu využití bioodpadu jsou zejména provázání a sjednocení státní správy, finanční podpora systému jak ve formě dotací tak daňového zvýhodnění nebo zvýšení cen skládkování. Také pozitivní stimulace a zkvalitnění výuky oboru odpadového hospodářství.

Hlavní ohrožení využití BRO jsou ekonomické tlaky a nedostatek financí. Zpřísnování legislativy a její nemožné dodržování, tím pádem vznik velkého množství ne zcela kvalitních kompostů a jejich problematického využití. Růst konkurence a z toho vyplývající obtížné zajištění odbytu. Nevyváženost, nekonceptnost či neprovázanost finančních podpor nakládání s BRO z různých zdrojů.

7.2 Návrhy řešení zařízení

Důsledným dodržováním daných jak legislativních tak technologických předpisů, popsanych v této práci, by se pozvedla kvalita vyrobeného kompostu a tím i jeho možnosti na uplatnění a navrácení do oběhu.

Jako primární problém se jeví nedostatečné množství přijímaných odpadů ať už přímo od občanů, nebo i dalších měst a obcí v okolí. Větší četností mobilního sběru, vhodným umístěním sběrných nádob v donáškové vzdálenosti nebo možnost pro občany dovést BRO přímo do objektu kompostárny, by byla zaručena surovinová skladba, větší množství a urychlení celého procesu. Spolupráce při nakládání s BRO s okolními zemědělci a tím i možnost zpětného odběru kvalitního kompostu. Samozřejmě celé doplněno vhodnou osvětou občanů, aby se do kompostovacího procesu aplikoval jen správný materiál.

Větší důslednost při zabezpečení sousední třídírny odpadů, zamezení kontaminace zpracovávaných odpadů a důslednou prací obsluhujícího personálu by se zabránilo obsahu plastů v kompostu. Kdy zvláště ve zhoršených povětrnostních podmínkách by měli dbát na provoz třídírny.

Odstranění kontaminace olovem a arsenem je spekulativní a možná bez řešení, z důvodu velkého výskytu olova po celém Příbramsku. V 70. letech minulého století se v této oblasti ve velké míře recyklovaly akumulátory a zplodiny s vysokým obsahem olova unikaly do ovzduší, kde následným spadem kontaminovaly celé okolí. Patrné stopy olova jsou již v půdě a tím pádem i v rostlinách a biologickém materiálu z okolí.

8 Diskuze

Problematika kompostování je všeobecně známá, avšak v současné době ne příliš využívána. Jednou z příčin je i neznalost a neinformovanost, jak tuto činnost provozovat v optimálních podmínkách a ekonomicky. Nakládání s biologicky rozložitelným odpadem je nedílnou součástí celé problematiky odpadového hospodářství. Vstupem České republiky do Evropské unie v roce 2004 došlo k zásadním legislativním změnám. Česká republika přistoupila na dohodu s ostatními členskými státy, ohledně snižování množství BRO ukládaného na skládky. Bohužel tento příslib není úplně dodržen.

Pro vyhodnocení a návrh řešení jsem si vybrala kompostárnu na Dobříši z důvodu znalosti dané lokality a ochoty obsluhy zařízení pro spolupráci. Kvůli nemožnému dodržování platné legislativy v praxi jsem se po oslovení různých zařízení pro nakládání s BRO setkala s neochotou a nevlí k přístupu do zákulisí kompostáren. Poskytnutí dat, kvůli neexistující evidenci byl velký problém. Ze studie je patné, že ani kompostárna na Dobříši nedodrжуje stanovené normy. Ve vypracované analýze jsou uvedeny slabé stránky a hrozby, kde je tento problém zpřehledněn.

Po srovnání nakládání s bioodpadem v rámci řešeného území s Plánem odpadového hospodářství Středočeského kraje vychází, že není dodržen. Nesplňuje plánované opatření ani v rámci plánu celé České republiky za Středočeský kraj.

Pro návrh řešení zefektivnění provozu kompostárny, byly brány v potaz všechny dostupné a známé informace, které byly pro dané zájmové území k dispozici v době vypracování této práce.

9 Závěr

Kompostování lze považovat za jednu z perspektivních a zároveň ověřených technologií využívání odpadních látek organického původu. Současná produkce BRKO představuje 1,8 mil. t/rok, přičemž z obcí pochází 1,3 mil. t/rok. Odpady z údržby veřejné zeleně nejsou v současné době z velké většiny evidovány. Oddělený sběr BRKO z domácností probíhá formou ověřovacích projektů v několika městech a obcích ČR. Komunitní kompostování je zaměřeno většinou na zpracování bioodpadu ze zahrad a z ploch zeleně v obcích. Rozšířeno je tradiční domácí kompostování zejména ve venkovských zástavbách.

Trend rozšířeného využívání bioodpadu je legislativně nastartován. Realizace opatření pro tuto oblast je podmíněna investicemi jak z veřejných zdrojů tak soukromého sektoru.

Hlavně uvědomění si lidí, že je potřeba ekologicky nakládat s odpady. Ať už se vyvarovat v co největší míře jejich vzniku, tak i zájem o jejich další zpracování a hledání dalších variant. Aby tak člověkem vyprodukovaný odpad neskončil bez rozmyslu v první popelnici, kterou potká.

10 Seznam použité literatury

BANOUT, J., 2005: Optimalizace surovinové skladby, výrobní plochy a kalkulace provozních nákladů při výrobě kompostu v zakládkách, doktorská disertační práce, ČZU, Praha.

ČSN 46 5735: Průmyslové komposty, 1996. Praha: Normalizační institut.

ČSN EN 13965-1. Charakterizace odpadů - Názvosloví -Část 1: Názvy a definice vztahující se k materiálu, 2005. Český normalizační institut.

ČSN EN 13965-2. Charakterizace odpadů - Názvosloví -Část 1: Názvy a definice vztahující se k materiálu, 2005. Český normalizační institut.

EPSTEIN, E., 1997: The science of composting. Lancaster, Pa.: Technomic Pub. Co., 487 s. ISBN 1-56676-478-5.

GRODA, B., 1995: Technika zpracování odpadů, skriptá MZLU v Brně, 260s., první vydání, č. publ. 1489, ISBN 80-7157-164-4.

HLUŠEK, J., 2002: kapitola 4 : Biologické zpracování odpadů. In FILIP, J.: Odpadové hospodářství. Brno, MZLU, 116 s., ISBN 80-7157-608-5.

JELÍNEK, A., ČEŠPIVA, M., PLÍVA, P., HÖRNIG, G., 2001: Composting as possibility of toxic gases emissions reduction, mainly ammonia, generated during manure storage. Agricultural engineering, č. 3, s. 82-91.

KOLLÁROVÁ, M., PLÍVA, P., 2008: Kompostování travní hmoty z údržby trvalých travních porostů, Praha: VÚZT, Metodika pro praxi, 24 s. ISBN 978-6884-36-3.

KÖRNER, I., BRILSKY H., JENSEN, U., RITZKOWSKI, M., STEGMANN, R., 1997: Possibilities for the regulation of the composting process to optimize the

nutrient composition of compost. Department of waste management. Hamburg : Technical University.

KÖRNER, I., STEGMANN, R., 1998: Influence of biowaste composition and composting parameters on the nitrogen dynamics during composting and on nitrogen contents in composts. Hamburg : Technical University, international symposium on composting and use of composted materials for horticulture

KOTOULOVÁ, Z., 2000: Situační zpráva o biologicky rozložitelných komunálních odpadech v ČR (Studie), Sleeko Praha.

KOTOULOVÁ, Z., VÁŇA, J., 2001: Příručka pro nakládání s komunálním bioodpadem, edice Na pomoc praxi v odpadovém hospodářství. Svazek I. MŽP, ČEU, Praha, 70 s.

MALATĚÁK, J., VACULÍK, P., 2008: Technologická zařízení staveb odpadového hospodářství, zpracování biologicky rozložitelných odpadů. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 168 s. ISBN 978-802-1317-475.

MEADOWS, D. H., MEADOWS, D. L., RANDERS, J., 1995: Překročení mezí: konfrontace globálního kolapsu s představou trvale udržitelné budoucnosti. Vyd. 1. Překlad Pavla Polechová, Ladislav Zvolánek. Praha: Argo, 319 s. ISBN 80-901-8900-8.

Metodika správné kompostářské praxe pro výrobu kvalitního kompostu (řízené kompostování). Náměšť nad Oslavou: ZERA, 2008. ISBN 978-80-87226-00-1.

Nakládání s bioodpady v legislativě a praxi: sborník konference : 27.-28.2.2008, Žďár nad Sázavou. 1. vyd. Editor Alena Pecinová. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 2008, 87 s. ISBN 978-80-86832-33-3 (BROŽ.).

PLÍVA, P., 2005: Technika pro kompostování v pásových hromadách. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 72 s. ISBN 80-868-8402-3.

PLÍVA, P., 2006: Zakládání, průběh a řízení kompostovacího procesu. Praha: VÚZT, č. 1, 65 s., ISBN 80-86884-11-2.

PLÍVA, P., 2008: Strojní vybavení kompostovací linky. Praha: VÚZT, Metodika pro praxi, 16 s., ISBN 978-80-86884-33-2.

PLÍVA, P., 2009: Kompostování v pásových hromadách na volné ploše. Praha: Profi Press, 136 s., ISBN 978-808-6726-328.

PLÍVA, P., LAURIK, S., ROY, A., 2010: Kompostování biomasy v místě jejího vzniku. Metodický postup. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 24 s.

ROY, A., LAURIK, S., PLÍVA, P., 2010: Výroba kompostů s různou objemovou hmotností. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 21 s.

SIDWICK, J., HOLDOM, R., 1987: Biotechnology of waste treatment and exploitation. New York: Halsted Press, 332 s. Ellis Horwood series, water and wastewater technology. ISBN 04-702-1031-1.

SLEJŠKA, A., 2004: Využívání bioodpadů z domácností, ze zahrad, z údržby zeleně: příručka pro obce, sestavili Jan Habart a Jiřina Popelková, Olomouc: Hnutí Duha.

VÁŇA, J., 1994: Výroba a využití kompostů v zemědělství. 1.vyd. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 40 s. ISBN 80-710-5075-X.

VÁŇA, J., BALÍK, J. TLUSTOŠ, P., 2005: Pevné odpady. ČZU Praha, katedra agrochemie a výživy rostlin, ISBN 80-213-1097-9.

Vyhláška č. 341/2008 Sb. - Vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb.

ZEMÁNEK, P., 2001: Speciální mechanizace – mechanizační prostředky pro kompostování (učebnice), MZLU, Brno, 114s., ISBN 80-7157-561-5.

ZEMÁNEK, P., 2002: Influence of windrow composition on composting by windrow turner. In: Horticulture Science, 29, s.161 – 164. Prague.

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

Online zdroje:

ČSÚ, 2012: Český statistický úřad, Praha, online: <http://www.czso.cz/>, cit. 17. 4. 2012.

DOBŘÍŠ, 2012: Informace o obci Dobříš, online: <http://www.mestodobris.cz/>, cit. 17. 4. 2012.

CHATAŘ, 2012: Chatař a chalupář, časopis pro volný čas, Praha, online: <http://www.chatar-chalupar.cz>, cit. 17. 4. 2012.

KÁRA, J., PASTOREK, Z., JELÍNEK, A., 2002: Kompostování zbytkové biomasy, online: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kompostovani-zbytkove-biomasy>, cit. 3. 4. 2012.

MAPY, 2012: Mapové podklady, Praha, online: <http://www.mapy.cz>, cit. 17.4 2012

MŽP, 2012: Ministerstvo životního prostředí, Odpadové hospodářství, Praha, online: http://www.mzp.cz/cz/biologicky_rozlozitelne_odpady, cit. 17. 4. 2012.

NAZELENO, 2012: Internetový server o zdravém životním stylu, Brno, online: <http://www.nazeleno.cz>, cit 17. 4. 2012.

PŘÍRODA, 2012: Příroda a zahrada, Břeclav, Milan Bruchter, 2. června 2011, online: <http://priroda-zahrada.cz/clanek/kompost-jaky-je-ten-pravy>, cit. 17. 4. 2012.

STŘEDOČESKÝ KRAJ, 2012: Krajský úřad Středočeského kraje, Praha, online: <http://www.kr-stredocesky.cz>, cit. 17. 4. 2012.

WIKIPEDIE, 2012: Informace o Příbramsku, online: <http://cs.wikipedia.org>, cit. 17. 4. 2012.

ZERA, 2012: Zemědělská ekologická regionální agentura, Náměšť nad Oslavou, online: <http://www.zeraagency.eu>, cit. 17. 4. 2012.