

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**  
**Zemědělská fakulta**

Návrh logistického modelu sběru biologicky rozložitelných odpadů a jejich  
následné využití ve vybraném regionu

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Radim Soukup  
Studijní program: Z14604 Zemědělské inženýrství  
Studijní obor: Agropodnikání  
Vedoucí práce: Ing. Marie Šístková, CSc.  
Datum odevzdání práce: duben 2016

## **Abstract**

This thesis concentrates on the collection system of biodegradable waste in a chosen locality. The method deals with the realization of a logistic model of biodegradable waste in a locality. The introductory part provides a description of a particular system of biodegradable waste collection. The following part describes the calculation method and setting the particular parts of the system. The suggestions include descriptions and present experience with introducing this system in practice.

The thesis describes the logistics of biodegradable waste collection for its further use. Describes the composting in a composting plants and associated technologies. That are in the area or band mounds. And other machinery for the adjustment of the compost. The collection is realized in three towns in Prachatice region. A technical estimate and calculation helped to determine the annual production of biodegradable waste depending on the feature of the origin. The calculation was made on the basis of ascertained data about well-kept municipal places, number of homes, areas and gardens. Considering the prevailing origin of biodegradable waste there was determined a delivery system of collection to a waste collection place with an aside container. Based on the total volume of a ascertained production there was determined the capacity of containers in each town. According to the predicted capacity of the container, there were set the collection times and replacements done by an appropriate transport carrier. After researching the trails suitable for container transport there was chosen an optimal trail for collecting and accumulating the biodegradable waste. The choice of a landfill site originated from the real landfill site of municipal waste where the selection of biodegradable waste was realized. The transport carrier which realizes the containers collection from the towns is located on this landfill site.

## **Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Návrh logistického modelu sběru biologicky rozložitelných odpadů a jejich následné využití ve vybraném regionu“ vypracoval samostatně a použil jsem jen pramenů, které cituji v příložené literatuře. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. V platném znění, souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to ve zkrácené podobě, ve veřejně přístupné části databáze STAG, provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích, na jejích internetových stránkách. A to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích .....

.....

Podpis studenta

**Poděkování:**

Chtěl bych poděkovat vedoucímu práce paní Ing. Marie Šístková, CSc. a panu Ing. Ivo Celjakovi, Csc. za odborné vedení práce, za cenné rady a připomínky.

## Obsah

Úvod.....	3
1 Biologicky rozložitelné odpady (BRO) v České republice.....	4
1.1 Druhy biologicky rozložitelných odpadů.....	4
1.1.1 Odpady ze zemědělské činnosti.....	4
1.1.2 Odpady živočišného původu.....	5
1.2 Odpady z potravinářského průmyslu.....	7
1.2.1 BRO z potravinářského průmyslu dle původu.....	7
1.3 Zahradnické odpady a odpady ze zeleniny.....	8
1.3.1 Listí.....	8
1.3.2 BRO z ovocných sadů.....	9
1.3.3 BRO z vinné révy.....	9
1.3.4 Výlisky z hroznů.....	9
1.3.5 Výlisky z jablek.....	10
1.4 Zahradní BRO v komunální oblasti.....	10
1.4.1 BRO z údržby stromů.....	10
1.4.2 BRO z údržby keřů.....	11
1.5 BRO ze zemědělsky nevyužívaných ploch.....	11
1.6 BRO z travníkových ploch.....	11
1.7 Ostatní druhy BRO.....	12
1.8 Bilance množství BRO.....	14
2 Logistika sběru a svozu BRO.....	15
2.1 Systém sběru BRO.....	15
2.1.1 Donáškový systém sběru.....	15
2.1.2 Odvozový systém sběru.....	16
2.2 Technické prostředky a zařízení pro separovaný sběr BRO.....	20
2.2.1 Plastové sběrné nádoby.....	20
2.2.2 Popelnicové nádoby a malé kontejnery.....	21
2.2.3 Sběrové pytle, vaky a tašky.....	22
2.2.4 Velké kontejner, přepravované automobilními nosiči.....	24
2.2.5 Klecové (pletivové) kontejnery.....	24
2.2.6 Depontkontejnery.....	25
2.2.7 Velkoobjemové kontejnery.....	26

2.2.8	Kompostejnery .....	27
2.3	Svozová zařízení.....	29
2.3.1	Traktorové soupravy .....	30
2.3.2	Nákladní automobily se speciálními nástavbami .....	30
2.3.3	Automobilové nosiče kontejnerů .....	31
2.3.4	Nákladní automobily s hydraulickými manipulátory .....	32
2.3.5	Speciální zařízení pro přepravu odpadů .....	33
3	Kompostování .....	34
3.1	Tvorba a význam humusu.....	34
3.1.1	Hnití a tlení.....	35
3.2	Základy procesu kompostování .....	36
3.2.1	Fáze kompostovacího procesu .....	42
3.3	Kompostovací technologie .....	45
3.3.1	Kompostování v plošných zakládkách .....	45
3.3.2	Kompostování v pásových zakládkách .....	45
3.3.3	Intenzivní kompostovací technologie.....	49
3.3.4	Vermikompostování .....	55
4	Kompostování v kompostárnách .....	58
4.1	Kompostárna na trvalém stanovišti .....	58
4.2	Kompostárna na dočasném stanovišti.....	58
4.3	Strojní linky pro kompostování .....	59
4.3.1	Linky pro výrobu hrubého kompostu.....	59
4.3.2	Linky pro výrobu jemného kompostu .....	60
4.3.3	Kombinované kompostovací linky.....	60
4.4	Stroje pro drcení materiálu .....	60
4.4.1	Drtiče .....	61
4.4.2	Štěpkovače .....	62
4.4.3	Drtiče, míchače.....	63
4.4.4	Překopávače kompostu.....	64
4.4.5	Separční zařízení .....	65
4.4.6	Ostatní separční zařízení.....	66
5	Návrh možných systémů sběru BRO .....	67
5.1	Intervaly svozu v závislosti na vzniku BRO .....	67
6	Metodika.....	70

6.1	Studium problematiky vzniku a sběru BRO.....	72
6.2	Výběr lokality pro sestavení logistického modelu sběru BRO.....	74
6.2.1	Výběr kompostárny BRO.....	74
6.2.2	Výběr skládky BRO .....	97
6.2.3	Popis obcí a stanovení množství BRO, které je možné získat pro sběr .....	102
6.3	Stanovení množství a charakteru vzniklého BRO v jednotlivých obcích .....	105
6.4	Stanovení množství (t. rok <sup>-1</sup> )vyrobeného kompostu z vybraného regionu.....	110
6.5	Stanovení počtu sběrných kontejnerů.....	111
6.6	Návrh svozového zařízení .....	111
7	Stanovení intervalu svozu z jednotlivých obcí.....	113
8	Výběr stanoviště pro sběr BRO v jednotlivých obcích .....	116
9	Výběr a popis odvozní trasy na kompostárnu .....	118
10	Výběr a popis odvozní trasy na skládku BRO .....	120
11	Závěr.....	121
12	Literatura .....	123

## Úvod

Při vstupu České republiky do Evropské unie se změnila dostupnost státu k nárokům na zlepšení životního prostředí. Jestliže před vstupem se správný přístup částečně naplňoval, vstupem našeho státu bylo nutné sjednotit platnou legislativu České republiky a Evropské unie a řídit se podle této legislativy. Jedna z oblastí, která tím byla velice poznamenána, je nakládání s komunálním odpadem (1).

Z této oblasti se vyčleňuje segment o nakládání s biologicky rozložitelnými odpady (dále jen BRO). Pro tuto část byl vypracovaný samostatný Realizační program. Je mnoho způsobů, jak nejlépe přetvářet BRO na dále využitelné produkty, jako například v energetice nebo využití pro výrobu kompostu. Záměrem je neodstraňovat BRO, ale dále ho využívat. Důležitým krokem je postupné snižování množství biologicky rozložitelných odpadů, které se ukládají na skládky (1).

Cílem je nakládání s odpady jiným způsobem než podle Směrnice EU 99/31/EC „O skladování odpadů“. Velká část těchto odpadů je předurčena k energetickému nebo materiálovému užití. Biologicky rozložitelné odpady obsahují rostlinné živiny a organickou hmotu. Tuto hmotu je možné ustálit a výhodně uvést do přírodního koloběhu jako organické hnojivo – kompost. S tímto záměrem úzce souvisí pokus o zřízení nových kompostáren na obecní i regionální úrovni (1, 2).

Mezi BRO patří také nebezpečné odpady, které jsou zapsány v Seznamu nebezpečných odpadů prováděcího předpisu (Vyhláška č. 381/2001 Sb.–Katalog odpadů) (1).

Tato diplomová práce je zaměřena na systém sběru biologicky rozložitelných odpadů ve vybrané lokalitě, která zahrnuje tři malé obce. Metodika řeší návrh logistického modelu biologicky rozložitelných odpadů v typických podmínkách jejich vzniku s možností realizovat sběr a další využití. Úvodní část poskytuje popis jednotlivých používaných systémů sběru BRO. Dále je popsána metoda sběru, výpočtu množství vzniku BRO a nastavení jednotlivých částí systému tak, aby bylo dosaženo optimalizace sběru a odvozu. Doporučení se opírají o výsledky zjištěné při sběru dat ve vybraných obcích a využívají také dosavadní zkušenosti se zaváděním tohoto systému v praxi.



## **Současný stav řešené problematiky**

### **1 Biologicky rozložitelné odpady (BRO) v České republice**

Problematika biologicky rozložitelných odpadů se v současné době vyskytla v popředí pozornosti státní správy. Členské státy Evropské unie musí omezit množství biologicky rozložitelných odpadů, které se ukládají na skládky. Mezi biologicky rozložitelné odpady (BRO) patří hlavně odpady zemědělské, zahradnické a lesnické. Dále se jedná o odpady z potravinářského, z kožedělného, z textilního a z papírensko-celulózařského průmyslu, dále také ze zpracování dřeva. Řadí se sem i papírové a dřevěné obaly, čistírenské a vodárenské kaly a také komunální bioodpady (2).

BRO jsou odpady, které se podobají aerobnímu nebo anaerobnímu rozkladu. Při zpracování bioodpadu se vyskytne několik východisek efektivního využití. Výběr technologie zpracování závisí na mnoha okolnostech, zejména na druhu obalu. V současné době jsou nezapomenutelným činitelem také finanční možnosti tvůrců odpadu. Biologicky rozložitelné odpady se mohou úspěšně zpracovávat kompostováním nebo anaerobní digescí (2,3).

Biologicky rozložitelné odpady jsou také důležitou kvantitativní složkou komunálního odpadu, podle analýz tvoří biologicky rozložitelný komunální odpad (dále jen BRKO) v Evropě 30 – 40 % komunálního dopadu. Pro členské státy Evropské unie není jednotná strategie pro naložení s těmito odpady stále vypracovaná (2).

#### **1.1 Druhy biologicky rozložitelných odpadů**

Data o tvorbě biologicky rozložitelných odpadů, v jednotlivých regionech jejich vzniku, patří k nevýznamnějším informacím. Tyto informace jsou velice potřebné pro řešení jejich dalšího využití. Při vzniku se sleduje nejen fyzikální, ale i chemické znaky, jako je například objemová hmotnost, vlhkost, zrnitost, poměr C:N, atd. Dále se také sledují jednotková množství vztažená na plochu, počet obyvatel, počet zvířat atd. Ne vždy se hodnotí také jejich sezónnost (2).

##### **1.1.1 Odpady ze zemědělské činnosti**

Odpady z rostlinné výroby

Mezi odpady z rostlinné výroby se řadí sláma, řepný chrást, bramborová nať a silážní šťávy. Dále nadzemní hmota plodin na semeno po chemickém ošetření – desikaci (jeteloviny, luskoviny, olejniny – řepka). Patří sem i znehodnocená krmiva, tím se rozumí například

zelená píce, seno, siláže, senáže. Ve většině případů jsou důležitým původem minerálních živin a organických látek. Mezi nejčastější postupy, jejich použití, patří zkrmování hospodářskými zvířaty, přímé hnojení zemědělských plodin v podobě zaorání a kompostování anebo silážování. Po kompostování je vždy nejdůležitější jejich úprava, to znamená řezání nebo drcení, s cílem dosažení potřebné homogenity zakládky (2).

### 1.1.2 Odpady živočišného původu

K nejvýznamnějším biologicky rozložitelným odpadům ze živočišné výroby se řadí chlévská mrva (chlévkový hnůj), kejda, močůvka a hnojůvka. V místě, kde vznikají, se ale o odpad nejedná. Jejich smysl spočívá v tom, že obsahují cenné organické substance, máme na mysli celulózu, hemicelulózu, lignin, sacharidy, aminokyseliny, bílkoviny, auxiny, atd.; minerální živiny jako jsou N, P, K, Ca, Mg a mikroelementy; dále mikroorganismy a růstové látky. Jsou zdrojem látek pro vznik půdního humusu a zvyšování zásob živin v půdě. Tímto se významně podílí na tvorbě půdní úrodnosti. Při správném ošetřování, skladování a při dodržení všech důležitých zásad se mohou označit jako stájová hnojiva. Jejich užívání v kompostové zakládce pokaždé znamená obohacení mikrobiální činnosti. V některých případech se bez nich zemědělci s ohledem na požadavek optimálního poměru C:N neobejdou (2,3).

#### **Chlévská mrva (chlévkový hnůj)**

Jedná se o čerstvou směsici podestýlky, tuhých a tekutých výkalů hospodářských zvířat. Po správném zrání se stává tato směs chlévkovým hnojem tedy cenným hnojivem. Z agrotechnického a také z ekonomického hlediska je nejefektivnější využít chlévkový hnůj přímo do půdy. Všechny jiné způsoby využití, má se na mysli především kompostování, výroba bioplynu atd., jsou o poznání pracnější a nákladnější (3).

#### **Močůvka**

Močůvka je zkvašená moč hospodářského dobytka ředěná vodou, která je napájecí, splachovací nebo dešťová. Močůvka obsahuje malé množství organických látek, ale zato vyšší množství dusíku a draslíku. Proto je považovaná při dodržení všech aplikačních zásad za hodnotné dusíkato – draselné hnojivo. Dusíkatá složka je především tvořena močovinou (83 %). Pro močůvku je charakteristický vyšší obsah některých organických kyselin, jako jsou například kyseliny hippurové a močové. Vedle živin obsahuje také různorodé stimulační růstové látky. Vyprodukované množství močůvky závisí taktéž na druhu

hospodářských zvířat, na kvalitě a množství steliva, na způsobu a době ustájení, na způsobu krmení a v neposlední řadě na druhu krmiva a napájení. Přímé používání moče ke hnojení se nedoporučuje, protože obsahuje organické kyseliny. Tyto kyseliny mohou působit nepříznivě na rostliny. Močůvka se proto shromažďuje v jímkách nebo nádržích, kde dochází během kvašení k rozkladu organických kyselin. Močůvku lze používat k provlhčování kompostů nebo také polních hnojišť v mimo vegetačním období (2,3).

### **Hnojůvka**

Hnojůvka je tekutina, která vytéká z hnojiště, kde je uložen hnůj. Hlavní rozdíl mezi hnojůvkou a močůvkou je v tom, že močůvka obsahuje jen minimální množství mikrobu. Zdravá zvířata vylučují sterilní moč. Naopak hnojůvka je na mikroby velice bohatá, je kontaminovaná z hnoje, ve kterém se dále mikroby množí. Množství hnojůvky závisí na tom, jak je uskladněna a jak dochází k ošetřování hnoje. Hnojůvka se shromažďuje v jímkách podobně jako močůvka a rovněž její využití je stejné jako u močůvky (2).

### **Kejda**

Kejda je z jedné části zkvašená směs tuhých a z druhé části tekutých výkalů od hospodářských zvířat, která je zředěná vodou. Tato směs je produkována v bezstelivových provozech. Hospodářská zvířata jsou ustájena na roštích. Tuhé i tekuté výkaly propadávají roštem do sběrných kanálů nebo zvířata výkaly prošlapávají přes rošty a vodou jsou poté splachovány do jímek. Rozlišujeme tři druhy, jedná se o kejdu skotu, prasat a drůbeže. Složení kejdy závisí především na druhu hospodářských zvířat, na jejich krmení, napájení, na způsobu manipulace se zvířetem a v neposlední řadě na skladování. Množství a kvalita vyprodukované kejdy závisí rovněž na druhu hospodářských zvířat. Dále závisí na jejich stání, na užitkovém zaměření, na způsobu krmení a napájení zvířete, na způsobu odklizení, skladování a hlavně na množství použité technologické vody. Při překročení doporučeného objemu vody se vyskytují problémy zejména s kvalitou kejdy. Poté má nízký obsah sušiny. Ke kompostování se může používat kejda společně s dalšími vyhovujícími substráty a odpady. Kejda je zdrojem živin a energie pro mikroorganismy v kompostu. Kejdu je možné kompostovat buď klasickým způsobem v pásových zakládkách s překopáváním, anebo kontinuálně v bioreaktorech. Tyto bioreaktory zabezpečují výrobu hygienicky nezávadných, velice kvalitních kompostů. Kejda se aplikuje nejčastěji do zakládek s vyšším obsahem nasákavých materiálů. Jedná se o tuhé komunální odpady, drcenou kůru, dřevní štěpky, piliny, zeminu, rašelinu, zbytky slámy atd. Do pásových zakládek se kejda aplikuje

z automobilových nebo traktorových cisteren do žlabu, který je vytvořený v koruně pásové hromady. Potřebné množství je důležité aplikovat postupně, tedy vícekrát (2,3).

## **1.2 Odpady z potravinářského průmyslu**

Užívání surovin a odpadů z potravinářského průmyslu má svoje specifika, která jsou daná proměnlivostí surovin, sezónností výroby, dále také širokým spektrem výrobků a jejich častou obměnou. Dalším specifickým znakem tohoto odvětví je zpracování nákladně produkováných surovin. Některé suroviny se rychle kazí, například mléko, maso, zelenina, atd. Potravinářský průmysl produkuje také kapalné odpady, které obsahují téměř vždy organické látky. Tyto organické látky jsou většinou netoxické a dobře biologicky rozložitelné. Skupina potravinářských výrobků se stává odpadem hlavně z důvodu nesplnění hygienických požadavků. Jedná se o živočišné a rostlinné polotovary nebo produkty s vysokým obsahem těžkých kovů, pesticidů, mykotoxinů, parazitů choroboplodných zárodků, atd. Odpady z potravinářského průmyslu se nejčastěji využívají k hnojení nebo také ke krmení. Jejich využití jako zdroje energie je velice nákladné, a proto také méně časté. Naprosto nežádoucí je zneškodňování některých odpadů vypouštěním do kanalizace. Máme na mysli odpady z lihovarů, drožd'áren nebo také odpady z tukového průmyslu. Představuje to veliké zatížení čistíren odpadních vod zvýšeným obsahem organických látek, sloučenin dusíku a fosforu (2,4).

Užití druhotných surovin a odpadů z potravinářského průmyslu pro kompostování je výhodné hlavně z důvodu snížení znečištění povrchových vod. Dále také zefektivnění výrobních procesů vytvořením bezodpadových cyklů nebo také z důvodu vysoké biologické hodnoty většiny potravinářských odpadů. Důležitou podmínkou pro kompostování těchto odpadů je dodržování podmínek hygienizace, to znamená dosažení požadovaného teplotního průběhu při kompostovacích procesech (2,4).

### **1.2.1 BRO z potravinářského průmyslu dle původu**

Odpady z mlynářského průmyslu, myslí se tím například zadní mouky, otruby, zemité prach.

Odpady ze sladovnického průmyslu, například zadina, splávky odpadních máčecích vod.

Odpady z pivovarského průmyslu. Sem řadíme pivovarské mláto, pivovarské kvasnice, odpadní vody, hořké kaly.

Odpady ze škrobárenského průmyslu. Patří sem zdrtky. Odpadní drť obsahuje 3 – 4 % všech zpracovaných brambor, prací vody.

Odpady z lihovarnického průmyslu. Sem řadíme výpalky, lihovarnickou šámu (to jsou zejména vápenato – hořečnaté kaly), dále také odpadní vody.

Odpady z cukrovarnického průmyslu. Sem patří zejména vyslazené řízky, melasa, řepné kořínky, řepné úlomky, saturační kaly, zemité kaly (to je ideální složka kompostů) a také odpadní vody.

Odpady z tukového a olejářského průmyslu. Sem řadíme hlavně pokrutiny, pokrutinové šroty, slupky, olejnatou drť a také olejnaté kaly.

Odpady z konzervářského průmyslu. Patří sem zejména listeny, košťály, zeleninová nať, výlisky, semena, slupky a také odpadní vody.

Odpady z vinařského průmyslu. Myslí se tím například kvasničné kašovité nebo pastové kaly.

Odpady z mlékárenského průmyslu. Sem řadíme například syrovátku nebo mlékárenské kaly.

Odpady z masného průmyslu. Myslí se tím krev, kosti, rohoviny, odpady z jatek, tukové odpady atd. (2).

### **1.3 Zahradnické odpady a odpady ze zeleniny**

Při pěstování zeleniny, hlavně při jejím konečném zpracování, to znamená třídění, čištění a balení, vzniká velké množství biologických odpadů, stejně tak jako při jejím dalším zpracování (tím se myslí sušení, mražení a konzervace). U kořenové zeleniny jsou to všechny nadzemní části, eventuálně poškozené kořeny, zbytky po čištění a další odpady; u plodové zeleniny se jedná o nať i s kořeny, listy a také plevelné rostliny; u košťálové zeleniny se jedná o listeny, košťály, kořeny a další nezpracovatelné části zeleniny. Tyto odpady zůstávají po sklizni na povrchu pole, kde se většinou zaorávají. Jsou tvořeny různými materiály, není nutné je drtit, protože jsou lehce rozmělněny už při prvním překopávání. V základní části kompostu je důležité dodržovat vlhkost, hlavně při vyšším podílu dužnatých listů. Pro vznik BRO u zelenin je velmi důležitý využitelný podíl u jednotlivých druhů (2,5).

#### **1.3.1 Listí**

Listí je tradiční odpad, který se velmi často používá jako materiál ke kompostování. Nejlepší příprava pro kompostovací základku je smíchání rozdrceného listí z více druhů dřevin. Listí z některých druhů dřevin se špatně rozkládá. Tím se myslí například listy ořešáku, jírovce, dubu, topolu, břízy nebo akátu. Před založením základny kompostu je důležité promíchat listí s půdou nebo hnojem v poměru 2:1. Ke sběru listí se velmi často používají stroje, které jsou opatřeny nasávacím zařízením. Díky tomuto nasávacímu zařízení

nedochází k častému úletu listů. Někdy se používá systém plnění listů do vaků, které mohou být z biodegradabilního materiálu. Tím se práce velmi usnadní (2).

### 1.3.2 *BRO z ovocných sadů*

Z ovocných sadů a vinic vzniká množství odpadního dřeva. Proto se nabízí možnost jeho využití. Jeho výhodou je to, že jako zdroj využitelné energie je rovnoměrně rozmístěn po celé České republice. Množství odpadního dřeva z ovocných sadů je ovlivněno celou řadou aspektů. Jedná se hlavně o ovocné druhy, odrůdy, podnože a také pěstitelské tvary. Velký význam má výchovný a každoroční udržovací řez ovocných stromů, při kterém se musí odstraňovat poškozené, suché nebo zahušťující větve. Cílem těchto řezů je zajištění vysokých výnosů ovoce (2).

Samostatný oddíl pracovních operací, které jsou spojeny se získáváním velkého množství odpadního dřeva, je likvidace sadu. Jedná se o nákladné a náročné operace, které se realizují ve dvou až třech fázích; likvidace korun (a větví), kmene a kořenů. Dřevní štěrka z vinné révy nebo odpadní dřevo z ovocných stromů tvoří se slámou, pilinami nebo hoblinami výborný nasávací komponent pro kejdu skotu i prasečí kejdu. Může se uskutečnit úspěšný kompostovací proces. Pro zajištění kompostovacího procesu je důležité vycházet z určitých skutečností. Musí se řešit doprava dřevních štěpků na kompost. Vychází se z použité technologie (štěpkovače se zásobníkem, anebo převozní štěpkovače). Dopravní prostředky musí mít velký ložný objem. Další podstatnou skutečností je úvodní fáze rozkladu dřevní štěrky trvá 1-2 měsíce a celý cyklus 6-8 měsíců. Podstatné je kompostovat na vodohospodářsky zabezpečené kompostovací ploše se záchytnou jímkou (2,5).

### 1.3.3 *BRO z vinné révy*

Významný zdroj BRO z vinné révy je odpadní dřevo po řezu vinic. Velké množství vinné révy je k dispozici hlavně v zimním a také v jarním období. Množství odpadního dřeva po řezu vinic závisí hlavně na odrůdě, stáří a na počtu keřů na 1 ha. Běžné pálení odpadní vinné révy je v rozporu se Zákonem o ochraně ovzduší. Část vinné révy se drtí přímo v meziřadí a vrací se zpět do půdy (2).

### 1.3.4 *Výlisky z hroznů*

Dalším druhem BRO z vinic jsou výlisky z hroznů neboli matoliny. Přímé zaorávání výlisků z hroznů se nedoporučuje, hlavně kvůli dlouhé době rozkladu a také kvůli klíčení jader. Výlisky z hroznů jsou charakteristické vysokým obsahem jader, která tvoří přibližně

25 % jejich celkového objemu. Jádra obsahují mnoho kyselin a silic, ty omezují činnost mikroorganismů, které způsobují jejich rozklad. Pro dosažení požadovaného komponentu C:N je nutné přidávat slámu, znehodnocené seno, prasečí kejdu a jiné. Matoliny mají zrnitou strukturu a jsou velmi dobrým nasávacím materiálem pro kejdu nebo jiné tekuté odpady (2,3).

#### 1.3.5 Výlisky z jablek

Výlisky z jablek představují materiál, jehož kompostování je velice obtížné bez velkého přídavku nasávací složky. Ideální přídavek k výliskům je řezaná sláma, drcené zbytky vinné révy atd. (3).

### 1.4 Zahradní BRO v komunální oblasti

Velmi důležitým zdrojem BRO je komunální sféra. Tato sféra vzniká množstvím kompostovatelných odpadů z údržby stromů nebo keřů, z travnatých ploch, zahrádek a také z květinových záhonů. Zpracování těchto odpadů vyžaduje velmi individuální přístup (5).

#### 1.4.1 BRO z údržby stromů

Dřevní hmota, která vzniká v komunální sféře, představuje velmi různorodý materiál. Do této kategorie lze zařadit odpadní dřevní hmotu z údržby soukromých, a hlavně veřejných prostranství. Jedná se hlavně o parky, zahrady, aleje, stromořadí atd. Údržba se rozděluje na údržbu opadavých dřevin a na údržbu stále zelených a jehličnatých dřevin. U stromů je velice důležitá pravidelná kontrola. U zdravého stromu se v průběhu stárnutí potřeba řezu velmi snižuje, u mladých stromů se provádí řez v následujících cyklech (6). Viz tabulka 1.

**Tabulka 1 – Přehled cyklů řezu ovocných stromů v závislosti na jejich stáří**

Stáří stromu	Řez stromu
Do 10 let	Po 2 – 3 letech
10 – 30 let	Po 4 – 6 letech
30 – 50 let	Po 5 – 8 letech
Nad 50 let	Po 4 – 10 letech

Odpadní dřevní hmota, která pochází z komunální sféry, je tvořena mladými výhony nebo větvemi různé tloušťky, včetně jejich větví, kmenů i pařezů. Vzniká z ošetřovaných nebo likvidovaných dřevin a přímo souvisí s termínem provedení zásahu, (záleží na období vegetace a na vegetačním klidu, kdy hmota obsahuje rozdílný podíl vody). Dále souvisí se stářím dřevin, důležitá je velikost odstraňování částí (jako je průměr a délka větví). V neposlední řadě odpadní dřeviny souvisí také s druhovými vlastnostmi, tzn. objemová hmotnost a také tvrdost dřeva. Hodnoty údržby porostů v komunální oblasti jsou nižší ve srovnání s hodnotami při údržbě porostů v ovocných sadech (2,6).

#### **1.4.2 BRO z údržby keřů**

Významným kritériem při údržbě keřů je objem výsadby u pásových živých plotů a také ošetřená plocha. Odpadní dřevo má z větší části tenčí výhony, které se velmi dobře štěpkují. Tvary keřů určují množství odpadního dřeva (6).

#### **1.5 BRO ze zemědělsky nevyužívaných ploch**

V krajině narůstá velké množství neobhospodařovaných ploch. Jsou většinou označovány jako orná půda nebo také jako travní porost, ale na těchto plochách se neprovádí základní údržba. Velmi často jsou tyto plochy součástí komunálních ploch nebo podléhají komunální údržbě. Tento materiál se skládá většinou ze stébelnaté travní hmoty (suché nebo zavadlé), jejíž součástí jsou plevelné rostliny. Kompostování travní hmoty má několik specifíků. Stébelný materiál se může rychle rozpadat a je velmi sléhavý. Další důležité specifikum je homogenizace. Například řezání travní biomasy je operace energeticky náročná, nemusí se vždy rovnat hodnotě výsledného kompostu. Spolehlivý začátek kompostovacího procesu musí být zabezpečen dostatečnou vlhkostí. Jedná se o sběr čistého nebo mírně zavadlého materiálu s přidavkem zeleniny nebo hnoje. Kompostovací cyklus probíhá v závislosti na počtu překopávek přibližně 12-30 týdnů. První překopávání může nastat, až dojde k lámání stébel (6,7).

#### **1.6 BRO z trávnických ploch**

Celkové množství odpadu roste se zvyšujícími se plochami trávníků a podle charakteru travnaté plochy. Dle intenzity se většinou travní plochy sečou 3-20 x za kalendářní rok. Neustále roste počet žacích strojů, které jsou vybaveny sběracími koši. Čerstvě posečená tráva se stává nežádoucím odpadem. Kompostování trávy je velmi



složité bez přídavku zeminy, drcené slámy, štěpků atd. Vrstva se velmi rychle slehává a bez přístupu vzduchu je náchylná k anaerobním procesům a také k plísním. Zakládka kompostu s trávou je nutné častěji překopávat (6).

## 1.7 Ostatní druhy BRO

### Listí z lesních dřevin

Listí z lesních dřevin vzniká jako odpad buď při těžbě, nebo při zpracování dřeva, po opadání na podzim na lesních komunikacích, v alejích, v okrasných parcích, atd. Tento odpad se vyznačuje vysokým obsahem organických látek a také celou řadou živin, které jsou důležité pro růst a vývoj rostlin. Pro lesní dřeviny je typický obsah látek, jako jsou například pryskyřice, barviva, třísloviny, vosky a jiné. Důležitá je doba rozložitelnosti listí. Jednotlivé druhy stromů disponují rozmanitou dobou rozložitelnosti listí (viz. tabulka 2). Listí některých stromů a keřů je velmi obtížně rozložitelné a pro kompostování nevhodné (například ořešák, zimostřez) (2).

**Tabulka 2 – Přehled vybraných druhů neovocných stromů z hlediska doby rozložitelnosti listí**

Rychle rozložitelné listí	Středně rozložitelné listí	Pomalou rozložitelné listí
Akát	Bříza	Buk
Jasan	Dub	Topol
Olše	Javor	
Jírovec		
Lípa		
Jilm		

Listí lesních dřevin je velice vhodným materiálem pro kompostování. Jeho rozklad se urychluje rozdrcením nebo také rozsekáním, tím se zabrání vzniku vlhkých shluků v kompostech. Pokud se listí ponechá ve vyšší vrstvě, nedojde k přístupu vzduchu a vody a omezuje se lokálně činnost mikroorganismů, což je v procesu kompostování velmi nežádoucí jev (2).

## **Jehličí**

Jehličí má podobné složení jako listí lesních dřevin. Pro jehličí je také typický vyšší obsah pryskyřice, barviv, vosků a tříslovin, které brzdí jeho rozklad. Některé složky jsou rovněž toxické, jako jsou například terpeny. Rychlost rozkladu závisí hlavně na druhu jehličí. Nejrychleji se rozkládá borové jehličí, následuje ho smrkové jehličí, nejpomaleji jedlové jehličí a jehličí z okrasných jehličnanů. Praktický význam zejména pro výrobu kompostů má smrkové borové jehličí, jeho rozklad jehličí je možno urychlit smícháním s mletým vápencem a zvlhčit vodou. Takto se jehličí nechává na hromadách asi jeden měsíc. Přitom jehličí nabobtná, změkne a při vlastním kompostování se snadněji rozkládá díky činnosti mikroorganismů (2,8).

## **Drcená lesní štěpka**

Lesní štěpka je hmota, která se získává štěpkováním dřeva po vyvětvení. Dřevní štěpky většinou tvoří až 40 % podílu z celkové dřevní biomasy. Tento odpad je velmi nehomogenní, a proto má také velmi rozdílné složení. Kompostování tohoto odpadu má stejná specifika jako kompostování z ostatních dřevin (2).

## **Kůra**

Kompostování je velice vhodný způsob k využití stromové kůry. Přirozený mikrobiální rozklad stromové kůry je velmi pomalý, proto se doporučuje kůru před vlastním kompostováním předfermentovat. To znamená, že drcená kůra se na hromadách prolévá kejdou nebo také močůvkou, protože jsou významným zdrojem dusíku a mikroorganismů pro velmi důležitou rozkladnou činnost. Mikrobiálně rozložená kůra je podobná rašelině, jak svým složením, tak i svým vzhledem. Takto rozložená kůra se může nahradit v různých rašelinových substrátech. Dále se také využívá k nastýlání půdy, například v zahradnictví, kde snižuje zaplevelení, dále výpar vody a kontaminaci plodů ornici. K nastýlání se kůra používá také na záhonech okrasných dřevin například v parcích, okrasných zahradách atd. Kůra se může dále využívat jako hydroponický substrát pro oporu kořenů rostlin (2,9).

## **Hobliny a piliny**

Hobliny a piliny mají ve srovnání s kůrou velmi nízký obsah dusíku a také popelovin. Z těch je nejvíce zastoupen draslík a vápník. Obsah ostatních živin je velice zanedbatelný. Piliny obsahují poměrně velké množství pryskyřic a vosků, ty inhibují mikrobiální rozklad organických látek, především celulózy. Hobliny a piliny nejsou sice z chemického složení

nejvhodnějším materiálem pro kompostování, ale jsou cenné jako nasávací materiál. V kompostech velmi dobře poutají roztoky živin a umožňují používat vyšší podíly odpadů a surovin tekutého charakteru do kompostů. Jsou to například neodvodněné kaly, kejdy, močůvky, fekálie a jiné. Při použití většího množství pilin nebo hoblin k výrobě kompostů je vhodné je také předfermentovat podobným způsobem jako stromovou kůru. Případně se přidávají průmyslová dusíkatá hnojiva na úpravu poměru C:N. Pro velmi dobrou absorpční schopnost se piliny nebo hobliny používají také jako nasávací materiál pod kompostové základky nebo také na pokrývání kompostů (2,9).

### **1.8 *Bilance množství BRO***

Podklady pro vyčíslení množství BRO se získávají z několika zdrojů. Nejvýznamnějším zdrojem jsou normativní údaje o produkci BRO, dále se jedná o údaje, které se nachází na městských úřadech, například na referátu Životního prostředí, v evidenci produkce TKO nebo v plánu OH a v jiných. Používají se také údaje z evidence vzniku odpadů a dále se také používají údaje o zemědělské produkci u jednotlivých subjektů. Výsledná bilance je často ovlivněna existencí zpracovatelských a průmyslových subjektů v daném území. Z těchto území je možné BRO na kompostárnu odebírat. Bilance se většinou zpracovává do tabulky, kromě druhu a množství BRO je důležité také doplnit údaje o charakteru BRO, myslí se tím například C:N nebo také objemová hmotnost. Dále se doplňuje i místo zdroje a také úprava (jako je drcení, štěpkování, separace atd.) (10).

## **2 Logistika sběru a svozu BRO**

### **2.1 Systém sběru BRO**

BRO se získává buď vytríděním z komunálního odpadu, anebo využitím odděleného sběru. Třídění BRO z komunálního odpadu je nejen ekonomicky náročné, ale vzniká i riziko jeho znečištění (například ropnými produkty nebo těžkými kovy). V současné době dochází k nejlepším výsledkům při oddělování sběru a svozu bioodpadu (2).

Systém odděleného sběru lze provádět následovně:

- a) Prostřednictvím sběrných dvorů,
- b) využitím velkoobjemových kontejnerů umístěných na určitých sběrných místech,
- c) využitím normalizovaných sběrných nádob o objemech 120 l a 240 l,
- d) využitím speciálních sběrných nádob na bioodpad – kompostejner,
- e) využitím pytlového způsobu sběru.

Nádoby na sběr odpadů se využívají v donáškovém nebo dovozovém systému sběru. Donáškový způsob je charakterizován větší vzdáleností sběrného místa od místa sběru odpadu. Jedná se o více jak 50 m. Tento způsob se uplatňuje při sběru odpadu ze zeleně do sběrných dvorů, kde se ukládá do určených velkoobjemových kontejnerů. Odtud se sváží na kompostárnu. Kvalita BRO se v tomto donáškovém systému snadno kontroluje. Odvoz sběru se vyznačuje uplatněním krátkých vzdáleností, které nepřevyšují 50 m. Při využívání menších sběrných nádob o objemu 120 a 240 l je charakteristické jejich rozmístění v blízkosti vchodů do obytných domů. Toto využívání sběrných nádob dosahuje nejvyšší účinnosti sběru bioodpadu, ale je ekonomicky nákladnější než sběr donáškovým způsobem (2,11).

#### **2.1.1 Donáškový systém sběru**

Ve městech, kde je docházková vzdálenost do sběrných dvorů velká, se zřizují stálá sběrná místa ke sběru odpadů. Tato sběrná místa jsou vybavena kontejnery nebo nádobami rozmanitých objemů a provedení. Prevencí proti vzniku černých skládek jsou přistavené kontejnery na krátkou dobu, která je nezbytná k jejich naplnění. V praxi je ověřený mobilní sběr odpadů ze zeleně v předem vyhlášených termínech na určených stanovištích. Je dokázáno, že zavedením stálých sběrných míst se zmírní znečišťování nebo tvorba černých skládek. Tento způsob je nevhodnější a nejvíce používaný pro profesionálně prováděnou údržbu zeleně. Při ní je produkováno velké množství odpadu například z prořezávek atd.

Firmy, které provádějí údržbu zeleně v parcích, v alejích a jinde, musí stejně jako obyvatelé měst provádět oddělený sběr. Provozovatelé kompostáren musí vymezit místo na odpady, které bude vhodné pro kompostování s ohledem na vybavení kompostárny. S ohledem na potřebu drtit nebo štěpkovat odpad. Odpad určený pro kompostování je nutné kontrolovat a sledovat hlavně přítomnost kovových příměsí. Jedná se o plechovky, víčka, dráty a jiné. Dále je nutné sledovat také sklo, plasty, papíry, kameny a atd. Pokud se odpad předává v plastových pytlích, vyprazdňují se, protože mohou obsahovat skryté nežádoucí příměsí (2,11).

### 2.1.2 Odvozový systém sběru

Odvozový způsob sběru se používá především při sběru bioodpadu z domácností, kdy se sbírá kuchyňský bioodpad společně s odpady ze zeleně. Tento způsob sběru představuje především službu pro obyvatele měst, ale své uplatnění může nalézt také v menších obcích. Sběrné nádoby o objemu 120 l nebo 240 l se přistaví do blízkosti vchodů obytných budov. Dochází k nejvíce účinnému sběru, ale současně je také tento způsob sběru nákladnější než donáškový. Sběr bioodpadu z domácností má několik specifik, která se řídí hlavně typem zástavby (městská nebo venkovská), složením obyvatel, stupněm vybavenosti domácností, infrastrukturou nebo také přístupností pro techniku. Sběr BRO z domácností by měl být v souladu se sběrem směsného komunálního odpadu. V letních měsících by neměl sběr odpadu překročit 7 dní, zatímco v zimních měsících může být prodloužen až na 14 dní, zejména v závislosti na objemu sběrných nádob. S odvozem sběru BRO se organizuje i sběr specifických odpadů ze zařízení veřejného stravování anebo také ze živností. Zpracování návrhu sběru a svozu BRO se většinou provádí v krocích, které jsou uvedeny v následující tabulce 3 (2,11).

**Tabulka 3 - Návrh sběru a svozu BRO**

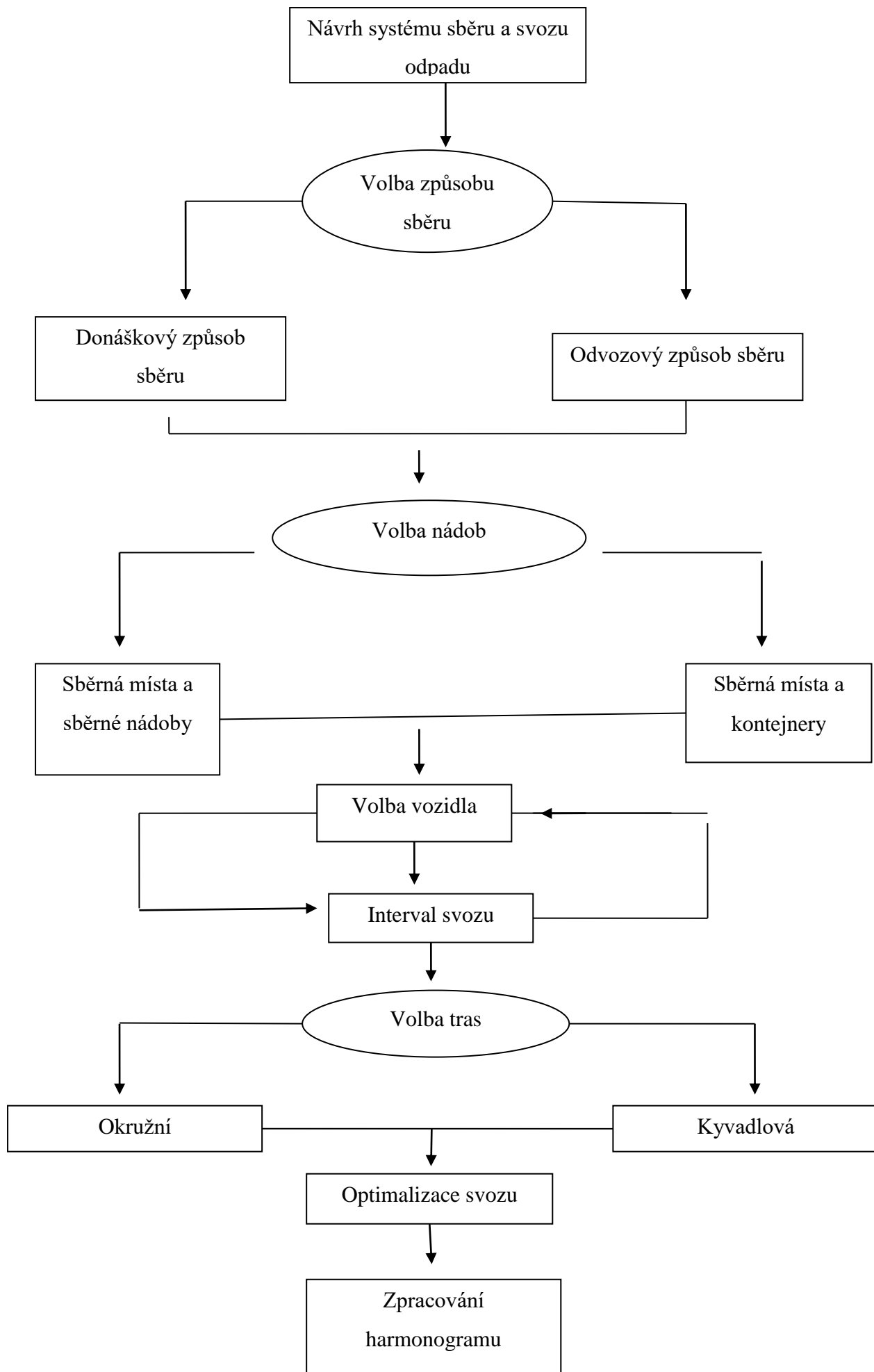
Návrh sběru a svozu BRO	
Volba sběrného systému	Stanovení intervalu svozu odpadu
Určení sběrných míst	Návrh svozových tras
Stanovení typu a počtu sběrných nádob	Zpracování harmonogramu svozu pro jednotlivá vozidla
Volba svozového vozidla	

Při zpracování návrhu sběru BRO z domácností je také velice důležité přihlížet k následujícím problémům:

- Ovlivnění okolí zápachem ze sběrných nádob i zápachem při nakládání odpadu,
- námaha při ruční manipulaci se sběrnými nádobami,
- častá přítomnost vody ve sběrné nádobě.

Některé z těchto problémů je možné zmírnit už při výběru sběrné nádoby. Na trhu jsou již typy vybavené větracími otvory nebo roštem v dolní části. Důležité pro zavedení odděleného sběru jsou druhy BRO, způsob jejich zpracování nebo také zdroje jejich výskytů. Dále jsou rozhodujícím faktorem finanční možnosti obcí, osvěta mezi obyvateli, potřeby a cíle obce nebo města. Způsob sběru odpadu je určen druhem sbíraného bioodpadu z technického i z organizačního hlediska. Odpady ze zeleně se shromažďují spíše donáškovým, resp. dovozovým způsobem na určená místa. Určenými místy jsou zpravidla sběrné dvory, kompostárny s režimem individuálního odběru či velkoobjemové kontejnery, které jsou umístěny ve vhodné části obce. Bioodpad z domácností ve městech se získává odvozovým způsobem do maloobjemových nádob. Jedná se tedy o oddělený sběr (2,12).

### **Obrázek 1 - Přehledné stanovení systému sběru odpadu a jeho svozu**



### **Zásady sběru BRO z domácností:**

- Pro využití odpadu na kompostárně je vhodný jen BRO, který se získává odděleně,
- pro zavedení tříděného sběru odpadu je důležité poskytovat dostatečnou dobu,
- za optimální dobu je používáno zavedení 1 nebo 2 týdenního intervalu svozu.

BRO z domácností se sbírá svozovými automobily, které mají systém rotačního i lineárního stlačování. Při rotačním stlačování dojde k větší homogenizaci odpadu. Dřevní hmota je částečně narušena a sesbíraný materiál se lépe připraví do kompostu. Při lineárním stlačování dochází k větší redukci objemu, ale mohou vznikat problémy s odvodem tekuté složky. Pro sběr BRO z domácností se nejčastěji využívají sběrné nádoby o objemu 120 l a 240 l. V zástavbách rodinných domků se používají často také nádoby menších objemů, tzn. 80 l. Hmotnosti naplněných nádob dosahují maximálně 160 kg. Běžně dosahují sběrné nádoby 80 kg až 100 kg. Separovaný sběr bioodpadu se velmi dobře sbírá také prostřednictvím sběrných pytlů. Ty jsou po naplnění uloženy u okrajů chodníků a sbírají se do svozového automobilu. Vyprazdňování takto sbíraného odpadu ze sběrných pytlů na místě zpracování znamená vyšší pracnost. V letních měsících přibývají navíc také problémy se zápachem. V případě, že je v kompostárně umístěn výkonný drtič, je možné drtit odpad ve sběrných pytlích (12).

Kvalitou sběrných odpadů se rozumí hlavně čistota, ale také podíl nežádoucích příměsí. Čistota BRO je vždy závislá na stupni komunikace s původci těchto odpadů. Je velice důležitá osvěta v období, kdy se zavádí sběr, a současně i důkladná kontrola obsahu sběrných nádob. Při znalosti původu závadných sběrů je také možné dopředu působit na původce. Myslí se tím například finanční sankce, vyřazení dané oblasti ze sběrné trasy atd. Zkušenosti dokazují, že u maloobjemových nádob je na začátku zavedení sběru kvalita odpadů dobrá, postupně se však zhoršuje. U velkoobjemových kontejnerů je princip opačný. Nejvyšší kvalita sbíraného odpadu se dosáhne na sběrných dvorech pod dohledem obsluhy. Většímu znečištění odpadů se také předchází tím, že se sběrné nádoby krátkodobě rozmístí v určitých termínech jen na žádost obyvatel. Při svozu BRO se navíc kontroluje obsah sběrných nádob. Zavedení a provozování separovaného systému sběru komunálního BRO je v rukou každé obce. Nakládání s těmito odpady se stává součástí jejího odpadového hospodářství. Konkrétní způsoby sběru a svozu BRO vychází z ověřených postupů, jedná se hlavně o místní zvyklosti obce (2,13).



## **2.2 Technické prostředky a zařízení pro separovaný sběr BRO**

Způsob sběru BRO a jeho organizace ovlivňují kvalitu a množství odpadní biomasy. Separovaný sběr odpadu je globálním trendem a jeho zavedení vyžaduje následující:

- Důležitá je znalost míst, druhů a také množství BRO, které vznikají v daném území, například v obcích nebo ve městech,
- dalším důležitým bodem je zvážení podmínek sběru, například sociální struktura nebo druh zástavby,
- dále se jedná o zajištění široké účasti a silné motivace obyvatel, například propagační akce,
- dále se řeší také technické zajištění sběrných nádob a jejich svozu,
- V neposlední řadě se také řeší vazba kompostáren na sběrných dvorech.

Separovaný sběr BRO lze z technického hlediska provádět prostřednictvím sběrných dvorů, dále prostřednictvím velkoobjemových kontejnerů i pomocí sběrných nádob, tím se myslí například pytlový způsob sběru. BRO lze provádět také prostřednictvím sběrných nádob na odpad. Využívá se donáškový způsob, který je nejvhodnější pro malé venkovské obce, nebo také svozový způsob. Systém sběru a svozu odpadu vychází většinou z návrhu účelného rozmístění počtu sběrných nádob v určeném území. BRO vychází z organizačně-technického zajištění pravidelného odvozu jejich obsahu pomocí využívaných svozových zařízení a prostředků (2,14).

### **2.2.1 Plastové sběrné nádoby**

Sběrné nádoby na komunální nebo separovaný odpad jsou nejčastěji kovové nebo plastové. Popřípadě se jedná o sklolaminátové, které se vyrábějí v různých objemech, tvarech, barvách a také ve speciálních úpravách. Tyto nádoby jsou určeny pro bioodpad, více druhový sběr, objemný odpad nebo také nebezpečný odpad (2).



**Obrázek 2 - Plastová sběrná nádoba** ([www.brasco.cz](http://www.brasco.cz))

### 2.2.2 Popelníkové nádoby a malé kontejnery

Komunální odpad se obvykle shromažďuje do přesypných nádob. Ve městech se tento obsah shromažďuje do kovových nebo do plastových popelníkových nádob o objemu 120 l nebo 240 l. Na sídlištích se nacházejí přesypné nádoby, což jsou kontejnery o objemu 1,1-3,2 m<sup>3</sup>. Pro pohodlnost obyvatel měst mají některé sběrné nádoby nášlapný pedál, který slouží k otevírání víka. Moderní konstrukce jsou opatřeny větracími otvory a ventilem na vypouštění kapalin (2).



**Obrázek 3 - Popelníkové nádoby 240 l a 120 l** ([www.brasco.cz](http://www.brasco.cz))



**Obrázek 4 - Maloobjemový kontejner** ([www.brasco.cz](http://www.brasco.cz))

### 2.2.3 *Sběrové pytle, vaky a tašky*

Tyto prostředky slouží ke sběru tříděného BRKO. Jsou vyráběny z papíru, plastů nebo textilie v provedení o objemu 16-240 litrů. V České republice je pytlový sběr rozšířen také ve zdravotnictví, v obchodech, na úřadech atd. Papírové pytle se dodávají ve vícevrstevném provedení. Jejich předností je prostupnost vzduchu. Odpad, který se v nich ukládá, rychle vysychá a nezapáchá. Odpadá také kondenzace vody, dochází i k omezení vzniku bakterií a výskytu hmyzu. Jedinou nevýhodou je nízká trvanlivost a také malá odolnost vůči větru. Při jejich využívání ke sběru BRO, který se zaměřuje pro kompostování, se mohou ponechat tyto obaly jako součásti kompostu. Tyto moderní obaly se vyrábějí z tzv. biodegradovatelných materiálů, na bázi kukuřičných nebo bramborových škrobů; ty se v kompostu rozloží cca za 90 dní (14).



([www.mariuspedersen.cz](http://www.mariuspedersen.cz))



([www.agroseznam.cz](http://www.agroseznam.cz))

**Obrázek 5 - Sběrové pytle a vaky**



**Obrázek 6 - Sběrové tašky** ([www.mestojablonec.cz](http://www.mestojablonec.cz))

#### 2.2.4 Velké kontejner, přepravované automobilními nosiči

Při sběru BRO i TKO se využívají objemové kontejnery, které jsou doplněny zařízením pro vyprazdňování sběrných nádob. Tyto kontejnery se uplatňují ve velmi frekventovaných lokalitách, myslí se tím například centra měst nebo sanační zóny. Dále se také uplatňují při intenzivních lokálních zásazích, jako je údržba parků, sběrné dny atd. Objem kontejneru je 8-12 m<sup>3</sup>, k vyprazdňování slouží hydraulické zařízení (15).



**Obrázek 7 - Velký kontejner, přepravovaný automobilními nosiči**

([www.mariusedersen.cz](http://www.mariusedersen.cz))

#### 2.2.5 Klecové (pletivové) kontejnery

Klecové kontejnery se používají ke sběru odpadu z údržby zeleně v parcích a v zahradách. Mají krychlový nebo hranolový tvar s pevným perforovaným dnem. Stěny jsou tvořeny drátěným pletivem, které se nachází v napnutém rámu. Objemy kontejnerů bývají většinou do 1,0 m<sup>3</sup>. Pro usnadněnou manipulaci jsou kontejnery opatřeny bantamovými koly na ostruhových držácích (14).



**Obrázek 8 - Klecový (pletivový) kontejner** ([www.kaiserkraft.at](http://www.kaiserkraft.at))

### 2.2.6 Depontkontejnery

Depontkontejnery mají objem 1,6; 3,2 a 5,0 m<sup>3</sup>. Tyto kontejnery slouží k ukládání obalového odpadu, jedná se například o bílé, hnědé nebo zelené sklo, sběrový papír, plast a textil. Depontkontejnery jsou konstruovány z odolných plastů nebo ze sklolaminátu. Konstrukčně jsou řešeny se dvěma záchytnými oky, které jsou v horní části a se spodním vyprazdňováním. Ke sběru BRO se využívají velmi výjimečně (2,15).



**Obrázek 9 – Depontkontejnery** ([www.dataz.cz](http://www.dataz.cz))

**SKLOLAMINÁTOVÉ KONTEJNERY NA TRÍDĚNÝ ODPAD  
SKLOLAMINÁTOVÉ ZÁSOBNÍKY NA POSYPOVÝ MATERIÁL  
JEDNODUCHÉ PODZEMNÍ KONTEJNERY**

Kontejnery na sběr tříděného odpadu			Sklolaminátové zásobníky na posyp			Podzemní kontejnery		
MODEL	OBJEM	CENA	MODEL	OBJEM	CENA	MODEL	OBJEM	CENA
MINI A	1,50 m <sup>3</sup>	8 080,00 Kč	Model 1	190 l	2 660,00 Kč	Podzemní kontejner	1,50 m <sup>3</sup>	31 000,00 Kč
A	2,50 m <sup>3</sup>	11 640,00 Kč	Model 2	190 l	3 800,00 Kč	Podzemní kontejner	3,00 m <sup>3</sup>	48 000,00 Kč
MINI B	1,50 m <sup>3</sup>	8 610,00 Kč	Model 3	250 l	3 960,00 Kč	Podzemní kontejner	5,00 m <sup>3</sup>	64 000,00 Kč
B	1,80 m <sup>3</sup>	10 490,00 Kč	Model 4	300 l	5 700,00 Kč	CITY kontejner	3,20 m <sup>3</sup>	57 660,00 Kč
MINI C	1,50 m <sup>3</sup>	8 610,00 Kč	Model 5	450 l	5 940,00 Kč	CITY kontejner	5,00 m <sup>3</sup>	73 760,00 Kč
B	2,50 m <sup>3</sup>	12 480,00 Kč	Model 6	700 l	7 560,00 Kč			
MAXI B	3,20 m <sup>3</sup>	15 480,00 Kč	Model 7	1100 l	10 240,00 Kč			
MINI H-A	1,10 m <sup>3</sup>	2 710,00 Kč						
MINI H-B	1,10 m <sup>3</sup>	6 690,00 Kč						
MINI H-B BIODOPAD	1,10 m <sup>3</sup>	9 650,00 Kč						
MINI HK-A	1,30 m <sup>3</sup>	8 130,00 Kč						
MINI HK-B	1,30 m <sup>3</sup>	8 390,00 Kč						
MINI H-R	1,20 m <sup>3</sup>	9 370,00 Kč						
H-B	1,55 m <sup>3</sup>	10 270,00 Kč						
H-B	1,80 m <sup>3</sup>	12 250,00 Kč						
H-B BIODOPAD	1,80 m <sup>3</sup>	14 750,00 Kč						
H-B	2,15 m <sup>3</sup>	12 950,00 Kč						
MAXI H-B	3,20 m <sup>3</sup>	16 200,00 Kč						
RESTAURANT	0,70 m <sup>3</sup>	9 250,00 Kč						

REFLEX

REFLEX Zlín, spol. s r.o.  
 U. Tomáše Bati 285, 762 02 Zlín, Czech Republic  
 tel.: +420 577 844 516 fax: +420 577 844 519  
 e-mail: reflex@reflex-zlin.cz  
 www.reflex-zlin.cz

Reflex Production Facility  
 Pod Dvorem 240, 763 11 Zlín-Ludkovice,  
 Czech Republic  
 tel./fax: +420 677 104 044

**Obrázek 10 - Možné varianty sklolaminátových kontejnerů**  
(www.dataz.cz)

### 2.2.7 Velkoobjemové kontejnery

Velkoobjemové kontejnery jsou vyráběny o objemech od 8 až 12 m<sup>3</sup> ze silnostěnných plechů v žebrovaném rámu. Tyto kontejnery připomínají otevřené vany nebo uzavřené boxy, které mají 2 až 4 víka pro sběr různého materiálu. Používají se ve sběrných dvorech nebo kompostárnách. Uplatnění kontejnerů je také na místech dočasného umístění na předem zvoleném místě. Mohou být přepravované automobilovými nosiči kontejnerů s hydraulickým nakládacím zařízením nebo pomocí lanového navijáku. Vyprazdňují se většinou sklápěním (2,15).



**Obrázek 11 - Velkoobjemové kontejnery**

([www.logismarket.cz](http://www.logismarket.cz))

### *2.2.8 Kompostejnery*

Kompostejnery se využívají ke sběru organické části komunálního odpadu nebo také při separovaném sběru. Tyto nádoby mají objem 120-240 litrů a jsou vyráběné z odolných plastů. Mají otvory, které zajišťují přístup vzduchu, a to zabrání anaerobnímu procesu, který je spojen se zápachem a umožní odpar vody. V dolní části těchto nádob jsou rošty, rozdělující tekutou složku, a tím přispívající k hygienizaci vytríděných odpadů (2,14).





**Obrázek 12 - Pastové nádoby 120 l– 240 l (www.psas.cz)**



**Obrázek 13 - Kompostejnery 120 l a 240 l (www.energi21.cz)**

### **2.3 Svozová zařízení**

K přepravě BRO se mohou využívat různá dopravní zařízení. Společným znakem je uzavřená korba s přídatným zařízením, které je velmi důležité pro vyprazdňování sběrných nádob. Druhou možností jsou otevřené korby, které jsou vybaveny hydraulickými zařízeními pro nakládání a také k přesypání sběrných nádob. Moderní svozová zařízení mají zásobník odpadu vybaven lisovacím zařízením. Tento lis zvyšuje využívání nosnosti vozidla a redukuje objem. Odpad je po vyprázdnění ze sběrné nádoby lisován pomocí rotačního nebo lineárního ústrojí. Při rotačním lisování se používá šnek, který se po zaplnění pracovní komory točí. Stlačený odpad se posouvá a hutní. Po naplnění se vyprazdňuje při zpětném chodu šneku. Během využívání tohoto systému dochází k dobré homogenizaci odpadu. Dřevní hmota je narušena (je štípaná a lámaná), materiál je částečně upraven do kompostu. Lineární lisování funguje pomocí přímočarého nebo obloukového pohybu lisovacího čela. Tlačí v pracovní komoře na odpad a suno ho o délku jeho zdvihu. Redukce objemu je proto o něco vyšší než u rotačního lisování (2,16).

#### **Svozová zařízení se dělí na:**

- Traktorové soupravy s klasickými přívěsy,
- traktorové soupravy s klecovými přívěsy,
- nákladní automobily se speciálními nástavbami:
  1. nástavby na komunální odpad se zadním podávacím zařízením,
  2. nástavby na komunální odpad s bočním podávacím zařízením,
  3. nástavby na komunální odpad s čelním podávacím zařízením,
- nákladní automobily s hydraulickými manipulátory,
- zařízení k přepravě kapalných a plastových odpadů,
- automobilové nosiče kontejnerů,
- speciální automobily určené k přepravě.

### 2.3.1 Traktorové soupravy

V České republice se traktorová zařízení využívají hlavně na venkově. Nakládání BRO v pytlích se provádí ručně. Nosnost přívěsu je 3-9 tun, objem ložného prostoru je 5-15 m<sup>3</sup>. Traktory s přívěsy mají výkon 30-40 kW. Pracovní rychlost soupravy je 2,5-3,5 km.h<sup>-1</sup> a dopravní rychlost je 20-25 km.h<sup>-1</sup> (2).



**Obrázek 14 - Traktorová souprava** ([www.zdpojbuky.cz](http://www.zdpojbuky.cz))

### 2.3.2 Nákladní automobily se speciálními nástavbami

Jsou to automobily, které mají upravený podvozek se speciálními nástavbami. Nástavba se skládá ze zásobníku na sbíraný odpad, z lisovacího zařízení a z vyklápěče nádob. Tento vyklápěč se přizpůsobuje normalizovaným sběrným nádobám. Objem zásobníku je 5-8 m<sup>3</sup> u menších vozidel a 10-15 m<sup>3</sup> u velkých vozidel a ovlivňuje délku svozové trasy. Automobily jsou vybaveny podávacím zařízením. Toto zařízení je umístěno vzadu, popřípadě na boku vozidla. Mohou být i soupravy s čelním podávacím zařízením. Sběrná nádoba je do pracovní komory přiváděna nad kabinou řidiče (2).

### 2.3.3 Automobilové nosiče kontejnerů

Automobilové nosiče se používají k přepravě a vyklápění různých typů velkoobjemových kontejnerů nebo kontejnerových nástaveb, rovněž se používají v oblasti stavebnictví. Zařízení, které nakládá kontejnery, se rozlišuje dle způsobu manipulace s kontejnerem. Pro lehčí posouvání kontejneru se využívají navalovací nebo nákluzné prvky (1).

Manipulační systém kontejnerů se rozděluje na:

- Hydraulický výklopný,
- hákový,
- lanový,
- ramenný.

V hákovém a lanovém systému se velmi často používají natahovací kontejnery. Jedná se o systém ABROLL, které mají objem 5-25 m<sup>3</sup>. Ramenný systém používá vanové kontejnery, ty se používají ke sběru a svozu komunálního, biologického i průmyslového odpadu. Objem vanových kontejnerů je 7-10 m<sup>3</sup>. Tyto kontejnery jsou otevřené nebo mají horní uzavíratelná odpružená víka (2).



**Obrázek 15 - Automobilové hákové nosiče kontejnerů**

([www.czechmat.cz](http://www.czechmat.cz))

### 2.3.4 Nákladní automobily s hydraulickými manipulátory

Hydraulické manipulátory podávají a vyprazdňují sběrné nádoby, které jsou přistavené na okraji silnice. Velkou výhodou je obsluha pouze jedním pracovníkem, ten ovládá činnost manipulátoru z kabiny. V tomto modelu se používají jednotlivé typy sběrných nádob (2).



**Obrázek 16 - Nákladní automobily s hydraulickým manipulátorem**  
([www.dobrowolski.com](http://www.dobrowolski.com))



**Obrázek 17 - Nákladní automobily s hydraulickým manipulátorem**  
([www.dobrowolski.com](http://www.dobrowolski.com))

### 2.3.5 Speciální zařízení pro přepravu odpadů

Jsou to soupravy, které mají tahač s návěsem nebo přívěsem. Celková hmotnost dosahuje 30-35 tun. Objem soupravy se pohybuje od 120 do 150 m<sup>3</sup>. Často se používají k dálkové přepravě BRO ve standardizovaných kontejnerech nebo třínápravových návěsech (5).



**Obrázek 18 - Speciální zařízení pro přepravu odpadů**

([www.arcimpex.cz](http://www.arcimpex.cz))

### 3 Kompostování

#### 3.1 Tvorba a význam humusu

Kompost je nejstarším a nepřírozenějším prostředkem ke zlepšování půdy. Přípravuje se z organických odpadů z domácnosti a ze zahrady. Kompost je významným příspěvkem k udržení zdravé půdy a k výživě rostlin. Kompostování na zahradě je praktickým odstraňováním odpadů, a proto významně přispívá k ochraně životního prostředí. Kompost plynule udržuje, a také zvyšuje úrodnost půdy (17).

Kompostování je proces zpracování organických opadů. Při tomto procesu se snažíme o následující cíle:

- Zpětný přívod organické hmoty a rostlinných živin do přírodního koloběhu,
- zabránění nepříjemným pachům,
- usmrcení původců rostlinných chorob,
- usmrcení semen plevelů,
- produkce přírodního humusu.

Jednou z hlavních předností kompostování je výroba kvalitního humusu mimo půdní prostředí. Využitím kompostu se zvýší obsah humusu v půdě a urychlí se proces obnovy půdní úrodnosti. Pouze půda s odpovídajícím množstvím humusových látek může být v dobrém chemickém, fyzikálním a biologickém stavu. Humus a jeho kyseliny jsou důležité pro vytváření struktury a kyprosti půdy, kapacitu živin a také vody. Mikroorganismy v půdě využívají humus jako substrát (17).

Nejdůležitějšími vlastnostmi humusu pro půdu a rostlinu jsou:

- Pomalé uvolňování fosforu a dusíku,
- rozpouštění živin pro rostliny z půdních minerálů,
- zlepšuje výživu rostlin stopovými prvky,
- humus má vysokou výměnnou kapacitu pro kationy,
- dále také zlepšuje strukturu půdy,
- zlepšuje jímavost půdy pro vodu,
- tmavá barva půdy zlepšuje její záhřevnost,
- větší biologická aktivita,
- určité složky humusu mají charakter stimulátorů růstu,
- humus zvyšuje pufovací (tedy tlumící) kapacitu půdy,
- v neposlední řadě také snižuje toxicitu přírodních jedovatých látek a pesticidů.

Vedle získávání humusu má kompostování i další výhody. V kompostech lze zpracovat všechny organické a hnojivé odpady. Kompost je vzhledem k humusu daleko hodnotnější pro půdu než chlévský hnůj a jiné organické odpady. Na rozdíl od chlévského hnoje nedochází u dobře vyztáhlého kompostu ke ztrátám živin.

Kompostování je jednou z nejstarších recyklačních technologií. Využití klasických metod pro výrobu kompostů ze zbytkové biomasy se neobejde bez uplatnění špičkových technologií. Tyto technologie využívají vysoce výkonnou techniku (17).

### 3.1.1 Hnití a tlení

Hnití a tlení jsou možnosti, jak se může rozkládat organická hmota.

#### **Hnití**

Hnití se vyskytuje tam, kde převládá nedostatek kyslíku. Při tomto procesu se činností určitých druhů bakterií tvoří zapáchající plyny, jedná se například o čpavek nebo sirovodík. Vznikají také jedovaté sloučeniny jako je skatol, indol a také mrtvolné jedy kadaverin a putrescin. Tyto škodlivé látky lákají škodlivý hmyz jako například pochmurnatku mrkvovou, květilku cibulovou, drátovce a květilku zelnou. Dále také podporují různé podpůrce chorob. Jedná se například o slepičí mor, mor prasat, tetanus, tuberkulózu, paratyfus, dětskou obrnu a epidemickou žloutenku. Poškozuje také úrodnost půdy a následkem je obohacení půdy nevhodnými mikroorganismy. Hnití se vyskytuje v blokově ukládaném hnojivu, tedy v kejďe a v močůvce. Všude, kde se v přírodě vyskytují nepříjemné zápachy, je to příčinou hnití (17).

#### **Tlení**

Na tlení se podílejí mikroorganismy, tedy bakterie, plísňe, kvasinky a jiné, které vyžadují kyslík. Živiny nejsou přeměněny v zapáchající plyny, ale jsou nejdříve vázány v mikroorganismech a později se používají pro tvorbu humusu. Organické látky jsou rozkládány až mineralizovány. Uvolněné minerální prvky včetně dusíku jsou přijatelné rostlinami. Při tlení dochází ke zneškodňování původců chorob nejen vysokými teplotami, ale také tvorbou přírodních antibiotik. Dále se tvoří fermenty a enzymy, které jsou zčásti přijímány rostlinami a tak posilují nejen jejich zdraví, ale také dochází k odolnosti proti chorobám. Tlení vede k cenným humusovým látkám, podporuje tak úrodnost půdy a zvyšuje zdraví rostlin. Tak lze velmi cíleně produkovat humus a také zlepšovat úrodnost půdy (17).



### **Výhody kompostování**

- Až 100% dusíku je organicky vázáno v půdě a nemůže se již ztratit,
- tvoří se cenné humusové látky, které půdu oživují,
- zničí se všechny hnilobné, jedovaté látky a také původci chorob,
- dojde k usmrcení většiny semen plevelů,
- kompost lze použít ke všem kulturám, dále také působí příznivě na životní prostředí, (živiny hlavně dusičnany se nevyplavují do podzemních vod),
- tvoří se přírodní antibiotika, které přijímají rostliny a zvyšují tím odolnost proti škůdcům (17,18).

### **Nevýhody kompostování**

Nejvýznamnějším důvodem proti kompostování je vysoká pracnost. Dalším důvodem je ztráta živin. Důležité je vědět, že při tlení kompostu dochází k nejmenším ztrátám. Dusík uniká pouze ve formě plynného čpavku. Tyto ztráty se pohybují kolem 20 %. Uhlík uniká do vzduchu ve formě oxidu uhličitého v množství do 30 %. Všechny již zmíněné živiny zůstávají v kompostu. Dochází v něm k relativnímu obohacení živinami v důsledku ztráty sušiny. Dále se jedná také o přísady ke kompostování, které jsou buď drahé, nebo se komplikovaně připravují (17,18).

### **3.2 Základy procesu kompostování**

Dochází ke zpracování materiálu různými mikroorganismy, které potřebují velmi specifické podmínky pro život. Různými mikroorganismy se myslí například bakterie a houby. Tyto mikroorganismy jsou v přírodě hojně zastoupeny. Důležité je zabezpečit životní podmínky pro tyto bakterie a houby, tím kompostování probíhá samo (19).

Nejdůležitější podmínky jsou:

- vzduch (kyslík)
- vlhkost
- přísadek půdy
- složení výchozího materiálu
- tma a teplo
- promíchání
- hodnota pH
- obsah fosforu

## **Vzduch (kyslík)**

Bakterie a houby potřebují velké množství kyslíku. Největší potřeba kyslíku je ve velmi horké počáteční fázi tlení. V 1 m<sup>3</sup> je kyslík spotřebován během dvou hodin. Materiál musí být tak kyprý, aby mohl vzduch přicházet zvnějšku až do středu kompostu. A proto je každý kryt nepropustný pro vzduch nepoužitelný. Jedná se například o fólie z plastické hmoty. Obsah vzduchu v kompostu nelze stanovit. Existují sice přístroje na měření kyslíku, ale ty se v praxi nepoužívají kvůli jejich vysokým cenám. Použitelné pravidlo pro odhad obsahu vzduchu zní: když odpovídá vlhkost, odpovídá obsah vzduchu (19).

Existují také výjimky. Když je například v kompostu málo strukturní hmoty. Každý kompost potřebuje určitý podíl strukturního materiálu. Myslí se tím neskladný materiál, který vede vzduch. Jedná se o slámu, seno, piliny, slabé větve, kůru a jiné. Čím více máme tohoto materiálu, tím více vzduchu je v kompostu. Když je kompost s dostatkem strukturního materiálu založen, začíná tlení v podstatě ihned. Materiál se rozpadá a rozkládá. Kompost se při tom trochu sesedá, zmenšuje se. Při slehávání kompostu se ničí póry pro vzduch a vnitřek kompostu už není zásobován kyslíkem. Proto je velmi důležité kompost pravidelně přehazovat. Čím více máme k dispozici strukturního materiálu, jako jsou suroviny ke kompostování, tím později lze provést přehazování (19).

## **Vlhkost**

Optimální vlhkost kompostu se pohybuje kolem 60–70 %. Při nízké vlhkosti dochází k rozvoji nekompletní mikroflóry a převažují plísňe. Při vysoké vlhkosti se tvoří anaerobní prostředí a zpomaluje se mineralizace. To znamená, že dochází k prodloužení zrání kompostu. Mikroorganismy jako každý jiný živý organismus potřebují určité množství vody v potravě. Při nedostatku vody se zastavuje jejich činnost, než je opět vlhko, myslí se tím například déšť, anebo zavlažování. Když je velmi vlhko, dochází k nežádoucím hnilobným procesům. Ty vznikají v důsledku nedostatku vzduchu. Proto si musíme uvědomit, že je důležité zakládat příliš suchý než příliš vlhký kompost. Správná vlhkost kompostu se určí pomocí orientační zkoušky. Kompostovaný materiál se vezme do dlaně a mačká se pevně co nejdéle. Při optimální vlhkosti se neobjeví mezi prsty voda. Je-li kompostovaný materiál příliš suchý, při otevření dlaně se materiál opět rozpadne (19).

## Přídavek půdy

Ten je nezbytně nutný, pokud chceme získat kvalitní výsledný produkt. Důležité je vědět, že kompost s přídavkem půdy lépe zetlí. Doporučuje se používat dobrá zahradní zem. Každá zemina, hlavně ta obsahující jílu, může dobře hospodařit s vodou. Tato zemina může vodu poutat a pomalu jí předávat do okolí. S přídavkem půdy lze dosáhnout lepší životní podmínky pro mikroorganismy, protože dochází k vyrovnanějšímu obsahu vody. A proto může tlení probíhat lépe. Během kompostování vznikají stabilní částice. Nejstabilnější částice vznikají stmelěním humusu a jílu. Jedná se o humusojílovitý komplex. Bez přídavku půdy zůstává kompost vláknitý a nestává se tak zemitým (19).

## Složení výchozí materiálu

Do kompostu by se mělo použít co nejvíce různých materiálů. Čím pestřejší je směs, tím lepší je výsledný produkt. Při složení se musí respektovat poměr C:N, tedy poměr uhlíku k dusíku. Optimální poměr je v rozmezí 20 až 30:1. Myslí se tím tedy 20 až 30 krát více uhlíku než dusíku ve výchozím produktu. Čím lépe se tento poměr podaří udržet, tím lépe a rychleji probíhá tlení. Při nadbytku dusíku dochází k úniku nadměrné živiny ve formě čpavku do vzduchu. Tento problém se pozná intenzivním zápachem čpavku. Naopak při nadbytku uhlíku uniká do vzduchu ve formě oxidu uhličitého. Čím je starší, tmavší a dřevnatější materiál, tím obsahuje větší procento uhlíku. Čím je materiál čerstvější a zelenější, tím obsahuje větší procento dusíku (19,20).

**Tabulka 4 – Poměr C:N**

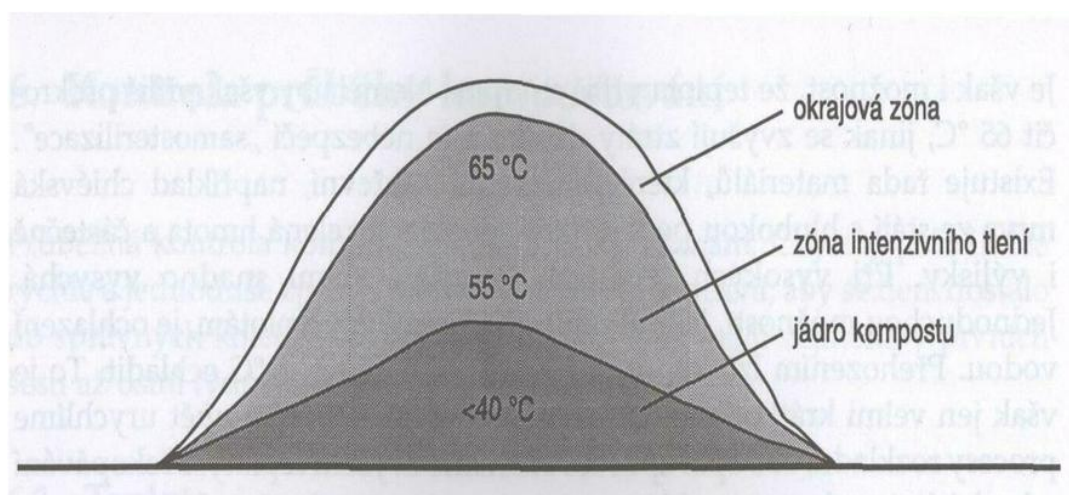
Surovina	C : N
<b>Kůra</b>	<b>120:1</b>
<b>Papír</b>	<b>350:1</b>
<b>Piliny</b>	<b>500:1</b>
<b>Odpad z kuchyně</b>	<b>15:1</b>
<b>Odpad ze zahrady</b>	<b>40:1</b>
<b>Listí</b>	<b>50:1</b>
<b>Posečená tráva</b>	<b>20:1</b>

**Tabulka 5 – Poměr C:N**

Surovina	C : N
Drůbeží trus	10:1
Močůvka	2:1
Kejda skotu	10:1
Hnůj skotu	25:1
Sláma – žito, oves	60:1
Sláma – pšenice, ječmen	100:1

### Tma a teplo

Bakterie a houby, které jsou důležité v kompostu, pracují při absolutní tmě. Proto je vhodné kompost zakrýt. K zakrytí je vhodný každý materiál, který je propustný pro vzduch, myslí se tím například sláma, seno, listí, pytle, staré koberce a jiné. Určitá počáteční teplota zajistí, aby se rozklad dostal do pohybu. Optimální počáteční teplota je 20-25 °C. Při zrání kompostu je nutné dosažení termofilní fáze (40-70 °C), abychom získali stabilní a hygienicky nezávadný kompost (19).



**Obrázek 19 Rozdělení teploty v kompostu**

([http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/files/68/5307.jpg](http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/files/68/5307.jpg))

## Teplotní fáze při zrání kompostu

### I. Fáze – mezofilní

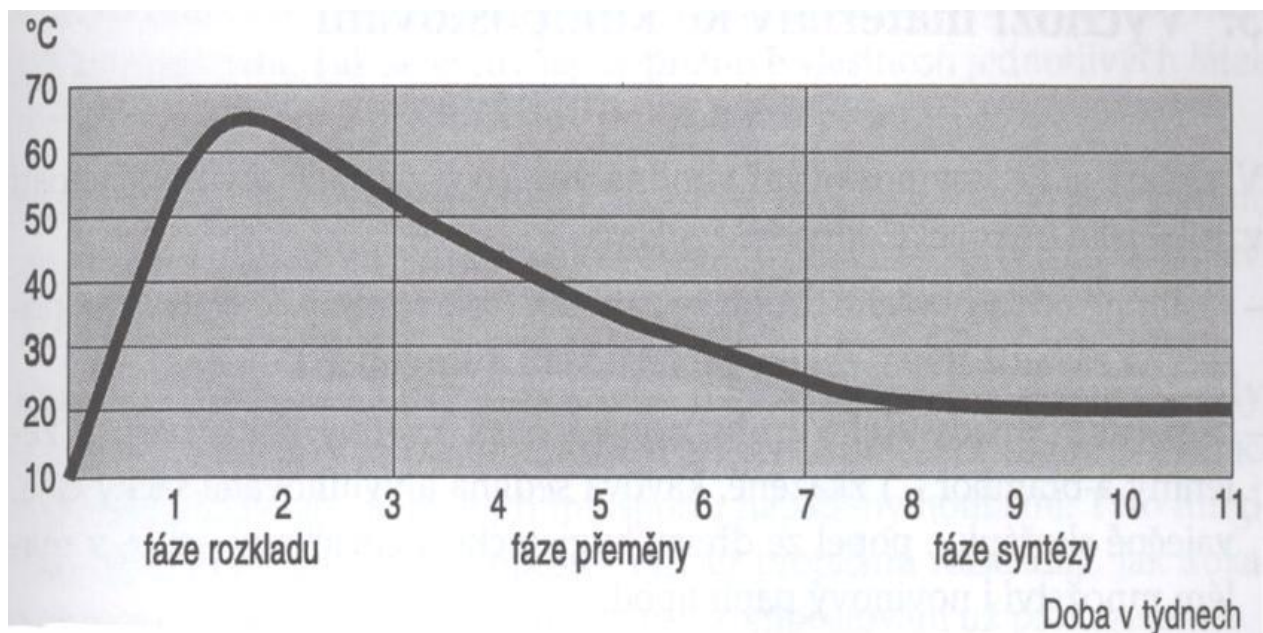
- Teplota 20-45° C, rozvíjí se mezofilní bakterie a plísně,
- rozkládají se lehce rozložitelné organické látky – jako jsou některé tuky, cukry, bílkoviny, jiné).

### II. Fáze – termofilní

- Teplota dosahuje 45–70° C, rozvíjí se pouze termofilní bakterie a některé houby.

### III. Fáze – dozrávací

- Teplota klesá vlivem původní mikroflóry,
- dochází ke stabilizaci vytvořených humusových látek,
- kompost je homogenní a bez zápachu (19).



Obrázek 20 - Průběh teploty a fáze fermentace

([http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/files/68/5308.jpg](http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/files/68/5308.jpg))

## **Promíchání**

Veškerý materiál v kompostu má být nepřerušovaně zásobován kyslíkem, proto je důležité promíchávání. Další důvod, proč pravidelně kompost přehazovat je ten, že materiál musí stále homogenizovat. To znamená, že se suchý materiál musí promíchat s vlhkým a jemný s hrubým, aby všude vznikly správné podmínky pro tlení. Pokud je kompost správně založen, vytvářejí se po určité době různé zóny. Okrajová zóna je příliš suchá, to znamená, že po určité době neprobíhají procesy přeměny. Zóna intenzivního tlení reaguje rozdílně podle materiálu a vlhkosti. Procesy přeměny probíhají velmi intenzivně a materiál se velmi rychle zahřívá. Proto se může stát, že tato oblast vlivem vysoké teploty vyschne během deseti dnů. To se projeví bílým povlakem plísní. V této zóně probíhá při vysoké výchozí vlhkosti tlení nejlépe. Jádru kompostu je ohroženo nedostatkem kyslíku. Při vlhkém výchozím materiálu může dojít v této zóně k hnilobě. Hniloba se pozná podle zápachu a materiál je zbarven do modra až černa. Zabránit se tomu dá častějším přehazováním, přimícháním suššího materiálu, anebo použit strukturnější materiál. Čím častěji se kompost přehazuje, tím je dříve hotový. Čím je více strukturního materiálu ve výchozí směsi, tím déle se může počkat s přehazováním. Dle řady odborníků není třeba při správném založení kompostu přehazovat, anebo jednou za šest měsíců (19,20).

## **Hodnota pH**

Optimální pH u čerstvého kompostu s ohledem na mikroflóru se požaduje v rozmezí pH 6-8. U kompostu ze zemědělských a stájových odpadů se tento interval dodrží bez přísad vápenatých hnojiv. Nejpriznivější podmínky pro rychlé kompostování je od 6 do 8, protože většina mikroorganismů vykazuje maximální růst a aktivitu v tomto rozmezí. Hodnoty pH 5-11 kompostování nezpožďují aktivitu mikroorganismů o více než dva dny. Jak kompostování pokračuje, přibližuje se hodnota pH k neutrální hodnotě (19,20).

## **Obsah fosforu**

Při kompostování se musí přihlížet i na to, aby kompostová základka obsahovala minimální obsah fosforu pro metabolickou potřebu mikroflóry k zabezpečení tvorby humusu. Při přeměně organických látek vznikají energeticky bohaté vazby. Jedná se o 0,2 %  $P_2O_5$  v sušině. Tento obsah je v kompostech zabezpečen odpady a kompostovanými hnojivy. Výjimečně se  $P_2O_5$  doplňuje přísadkou superfosfátu s převažujícím podílem stromové kůry, dřevěných štěpků a pilin. Maximálně 2 kg na 1 t odpadu. Fosforečná hnojiva,

která se přidávají do kompostů, se v průběhu kompostování neztrácejí a neznehodnocují. Tyto hnojiva se naopak zpřístupňují pro rostliny (19,20).

### 3.2.1 *Fáze kompostovacího procesu*

Kompostovací proces má tři fáze.

#### **Fáze – mineralizace**

V této fázi dochází k rychlému nárůstu teploty a následně k relativně rychlému poklesu. V jádru kompostovaného materiálu dosáhne teplota přes 60 °C. A proto dochází k tomu, že mikroorganismy rozkládají složité organické sloučeniny na jednodušší anorganického charakteru. Dále zde probíhají také degradační reakce. Na počátku mineralizace se odbourávají cukry, bílkoviny a škroby. V pozdější fázi také celulóza a další součásti dřevní hmoty. Nakonec z těchto rozkladů vzniká voda, oxid uhličitý a další látky. Při přebytku dusíku v kompostované směsi může vzniknout amoniak. Zde se sleduje velká spotřeba kyslíku a vývin oxidu uhličitého. Mikroorganismy nejsou schopny odbourat organické kyseliny, a proto relativně rychle roste zastoupení těchto kyselin a dochází tak k poklesu pH (17,21).

Na počátku se rozvíjí mezofilní mikrobi. Tyto mikroby dosahují vrcholu své aktivity při teplotách 20–30 °C. Snadno se rozkládají na odbouratelnou organickou hmotu. Pokud se zvýší teplota na 45 °C, nastupují termofilní mikroorganismy, ty mohou zvýšit teplotu až na 80 °C. Při těchto pochodech se uplatňují hlavně bakterie tyčinkové. Celulózu rozkládají mikromycety. Při tvorbě humusu se připisuje v kompostovacím procesu důležitá úloha termofilním houbám. Případný vzestup teploty nad 70 °C se musí omezovat, protože při této teplotě hynou vhodné organismy a prodlužuje se tak doba zrání kompostu (17,21).

Objem kompostované směsi rychle klesá, nejde při tom jen o sesedání a hutnění materiálu a o odpařování vody, ale o bilanční pokles celkové hmotnosti. Vyplývá to z produkce oxidu uhličitého a dalších plynů. Celková ztráta dosahuje až 30 % původního množství kompostovaného materiálu. Kompost zatím nemá vlastnosti humusu, vzhled se zatím nemění a pach také zůstává stejný jako na počátku. V této fázi dochází k hygienizaci kompostu. Kvůli teplotě se hubí hnilobné a další patogenní bakterie, dále se také likviduje klíčivost semen (17,21).

### **Fáze – přeměnná**

Tato fáze se vyznačuje pozvolným poklesem teploty na 25 °C. Termofilní bakterie jsou nahrazeny jinou skupinou mikroorganismů. Střídají se zde období rozvoje a útlumu mikrobiální činnosti. Při rozkládání hůře přístupných složek nastupují aktinomycety. Organické látky se postupně přeměňují na humusové složky. Tyto složky se váží na jílovité částice. Dále přecházejí na stabilní formy, které jsou odolné mikrobiálnímu rozkladu. V této fázi se často objevuje také nenáročný hmyz (17,21).

Původní vzhled, pach a struktura kompostovacího materiálu se ztrácí. Kompost má hnědou barvu a jednotlivé částice se rozpadají. Dále také dochází k odbourávání cca dalších 10 % směsi. Výluhy kompostu nejsou hygienicky závadné. V této fázi mizí fytoxicita. Ke konci druhé části se může kompost používat jako hnojivo (17,21).

### **Fáze – syntéza, tedy dozrávání kompostu**

Ve třetí fázi teplota klesá na hodnotu okolí. Vytvářejí se vazby mezi anorganickými a organickými látkami. Nepozoruje se téměř žádný úbytek na hmotnosti kompostovacího materiálu. Kompost je už skoro vyzrálý a objevují se kokovité bakterie, malí živočichové, hmyz, žížaly, roztoči a další. Kokovité bakterie jsou představitelé autochtonní mikroflóry. Od začátku kompostování dochází ke snížení hmotnosti materiálu až 40 %. Pokles objemu je ještě větší, protože dochází ke zhutnění objemu kompostovacího materiálu (17,21).

Technologie, surovinová skladba, podmínky pro kompostování a také roční období rozhodují o délce jednotlivých fází (17).



**Tabulka 6 - Vlhkost, obsah organické hmoty a také živin v hmotách vhodných do kompostu**

<b>Hmota</b>	<b>vlhkost</b>	<b>Org.látky</b>	<b>N</b>	<b>P2O5</b>	<b>K2O</b>	<b>Cao</b>	<b>MgO</b>
<b>Chlív.mrva skot</b>	75-82	78-85	1,8-2,4	1,1-1,4	2,5-2,9	2,0-2,4	0,4-0,7
<b>Chlív.mrva koně</b>	68-73	86-92	1,9-2,5	1,0-1,3	1,9-2,3	1,1-1,3	0,2-0,5
<b>Chlív.mrva ovce</b>	65-70	88-96	2,5-3,0	0,7-1,0	2,0-2,3	0,8-1,1	0,1-0,4
<b>Močůvka</b>	96-99	0-3,0 +	0,1-0,9 +	0-0,1+	0,1-0,7+	0-0,1+	0
<b>Kejda prasat</b>	91-98	72-78	5-5,8	3,5-4,2	2,8-3,4	3,0+ -3,8	0,7-1,3
<b>Kejda skotu</b>	94-99	70-81	3,5-4,5	1,6-2,0	3,2-3,9	2,0-5,0	0,5-0,8
<b>Kejda drůbeže</b>	82-97	65-76	5,0-8,1	2,8-5,1	2,9-4,8	8,0-11,0	0,6-0,9
<b>Sláma obilovin</b>	13-20	92-96	0,4-0,6	0,1-0,3	0,9-1,1	0,3-0,4	0,1-0,2
<b>Nat' brambor</b>	25-60	81-91	0,7-0,8	0,2-0,3	1,3-1,6	0,2-0,4	0,1-0,2
<b>Listí</b>	15-40	88-94	0,9-1,5	0,1-0,2	0,2-0,5	1,7-3,0	0,1-0,2
<b>Odpad zeleniny</b>	80-90	85-90	1,5-2,5	0,8-1,3	1,0-2,0	0,8-2,0	0,2-0,4
<b>Kuchyňský odpad</b>	65-80	75-88	1,2-2,3	0,3-0,7	0,4-0,8	1,9-3,0	0,3-0,6
<b>Výlisky ovoce</b>	65-87	78-92	0,1-0,6	0,1-0,3	0,3-0,6	0,1-0,3	0-0,1
<b>Piliny</b>	40-70	97-99	0-0,2	0-0,1	0-0,1	0,1-0,2	0

Vlhkost v %, organická hmota a živiny v % sušiny, údaje v původní hmotě jsou označeny +

### **3.3 Kompostovací technologie**

Existují tři hlavní způsoby výroby kompostu

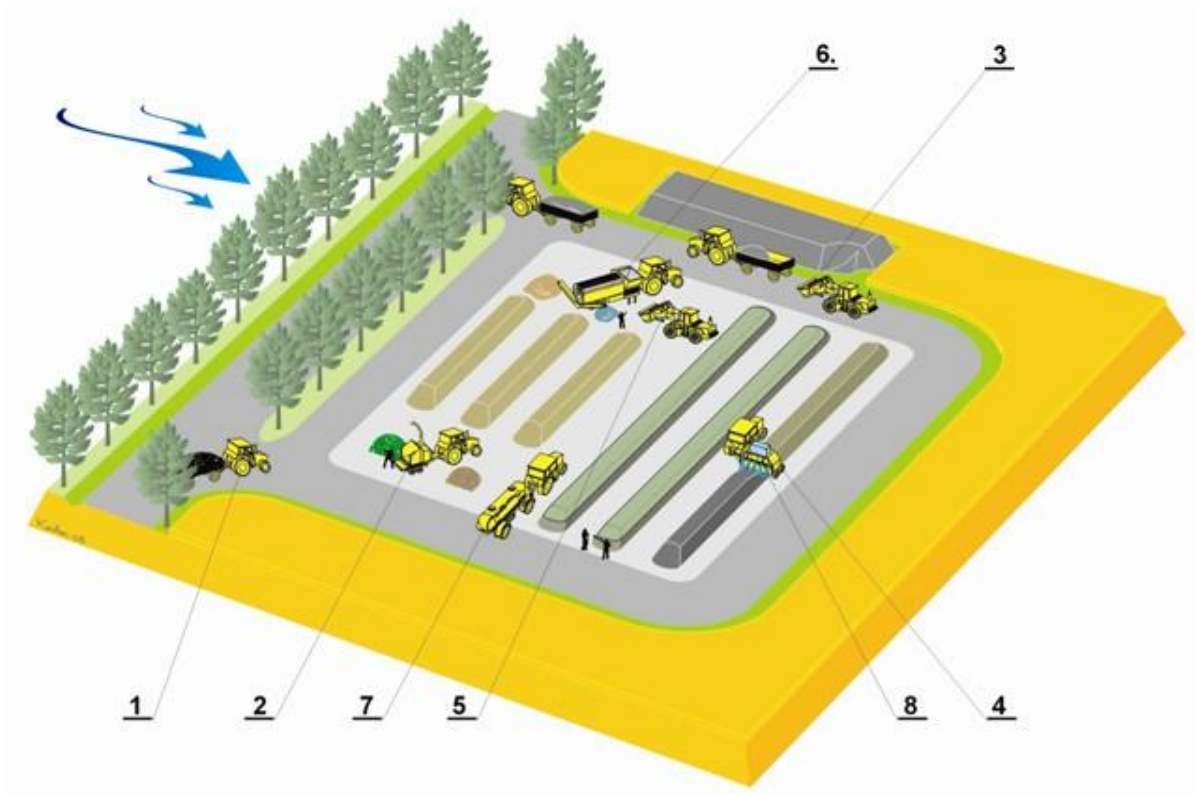
- 1) Kompostování v plošných zakládkách,
- 2) Kompostování v pásových zakládkách (tzv. krechtové zakládky),
- 3) Intenzivní kompostovací technologie –
  - a) Kompostování v boxech nebo žlabech,
  - b) Kompostování v bioreaktorech,
  - c) Kompostování ve vacích (AgBag kompostování),
  - d) Kompostování v kontejnerech,
- 4) Vermikompostování,
- 5) Kompostování v domácích kompostérech (19).

#### **3.3.1 Kompostování v plošných zakládkách**

Kompostování v plošných zakládkách je nejstarší kompostovací technologie. V minulosti se používaly hlavně z toho důvodu, že nebyla vhodná mechanizace k zakládání krechtové kompostů. Tyto komposty se zakládaly na souvracích. Kompost se zakládal z vrstev z chlévské mrvy, slámy a dalšího materiálu do výšky 0,50 m. Zavlažovali se především močůvkou. Tento kompost byl překopáván hlubokou orbou. Plocha zakládky se po 2-3 roky využívala k pěstování krmných plodin nebo teplomilných zelenin. Při obdělávání těchto plodin docházelo také k překopávání kompostu. Po zrušení se kompost rozvážel na zbývající pozemek (22).

#### **3.3.2 Kompostování v pásových zakládkách**

Tato technologie představuje klasickou výrobu kompostů. Kompostovaný materiál se vrství do pásových hromad, kdy vzniká trojúhelníkový nebo lichoběžníkový průřez. Délka hromad je omezena délkou stanoviště. Tato stanoviště musí splňovat některé požadavky, jedná se například o umožnění otáčení mechanizačních prostředků při navážení a překopávání kompostovaného materiálu. Dále se také musí zamezit ohrožení povrchových a podzemních vod (22).



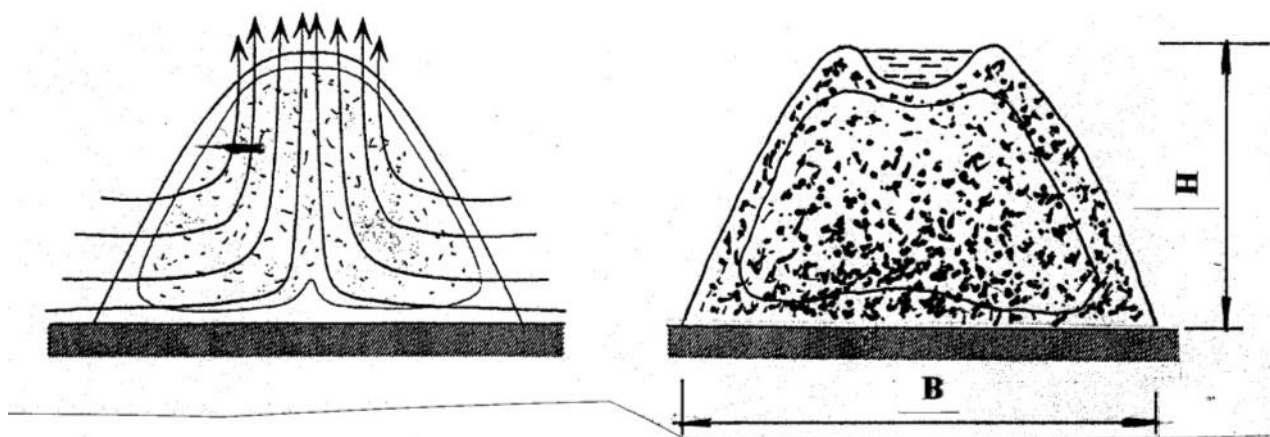
1-dovoz surovin, 2-pásová hromada přikrytá kompostovací plachtou, 3-překopávání kompostu, 4-dávkování kapalin, 5-manipulace se surovinami, 6-odvoz kompostu.

### Obrázek 21 – Kompostování v pásových zakládkách

(<http://hgf10.vsb.cz/546/bmzo/img/kom11.jpg>)

#### a) Trojúhelníkový profil kompostu

Minimální doporučená šířka je 2 m. Z technického hlediska bývá běžná šířka 2,5 až 4 m. Výška profilu je daná charakterem kompostovaného materiálu. Myslí se tím například zrnitost, sytný úhel a v poslední řadě také vlhkost (19).



**Obrázek 22 - Trojúhelníkový profil pásové hromady**

(<http://hgf10.vsb.cz/546/bmzo/img/kom9.jpg>)

**Tabulka 7 – Parametry trojúhelníkového profilu hromady**

Šířka pásové hromady B (m)	Výška profilu H (m)
2,0	1,10 – 1,20
2,50	1,30 – 1,50
3,0	1,50 – 1,80
4,0	2,20

**Výhody trojúhelníkového profilu kompostu:**

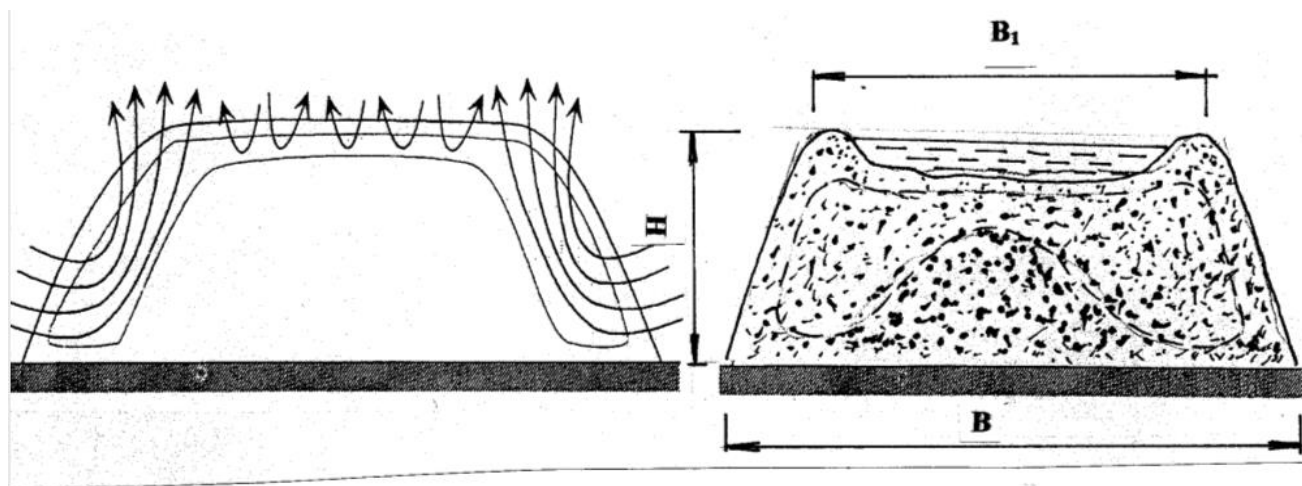
- lépe se uplatní „komínový efekt“, tzn. přirozené provětrávání profilu

**Nevýhody trojúhelníkového profilu kompostu:**

- Ztížená aplikace kejdy do zakládky,
- kompostová zakládka je silně ohrožena deštěm, protože velký povrch odpovídá malému absorpčnímu povrchu,
- doporučená šířka zakládky je od 2,5 m, proto při výšce nad 3,0 m je nutné častěji kompostovaný materiál překopávat (19,22).

## b) Lichoběžníkový profil kompostu

U lichoběžníkového profilu hromady je možné podélné navážení traktorovými přívěsy a také je možné kompostovací materiál upravovat nakladačem (19).



Obrázek 23 - Lichoběžníkový profil pásové hromady

(<http://hgf10.vsb.cz/546/bmzo/img/kom10.png>)

Tabulka 8 – Parametry lichoběžníkového profilu hromady

Šířka hromady	Výška hromady
Od 3,0 – 6,0 m	1,50 – 2,50m

### Výhody lichoběžníkového profilu kompostu:

- Lepší využití plochy,
- lepší udržení teploty v základce kompostu, hlavně při začátku procesu kompostování,
- větší odolnost proti dešti – tzv. velký absorpční objem hromady vzhledem k povrchu,
- lepší aplikace tekuté složky kompostu (19,22).

### **Nevýhody lichoběžníkového profilu kompostu:**

- Horší přirozené provětrávání profilu, proto je důležité častější překopávání.

Úspěšný průběh celého kompostování v pásových hromadách předpokládá vysoký stupeň mechanizace. Nejeftivnější je používání strojů, které pracují s přerušovaným pracovním cyklem. Jedná se o lopatové nebo drapákové nakladače. Úprava hromad kompostu se provádí nakladačem nebo aspoň traktorem s čelní shrnovací lopatou. Dobrá příprava tvaru hromady umožní dosáhnout vysoké výkonnosti překopávání. Poté lze eliminovat hlavní nevýhodu lichoběžníkových profilů, myslí se tím nutnost častějšího překopávání, protože se může překopávat prakticky denně (19,22).

### **3.3.3 Intenzivní kompostovací technologie**

Pro tyto zařízení je společné, že intenzifikují hlavně první rozkladnou fázi. Intenzifikace provzdušněním pomáhá dosáhnout vyšších teplot. Tím dohází ke zkrácení celé fáze. Tyto zařízení jsou nákladná, proto se používají jen na nezbytně krátkou dobu v první fázi kompostování. Při použití dojde i v dalších fázích kompostování ke zrychlení.

Existují dva typy zařízení pro intenzivní kompostování:

- a) Polozavřená kompostovací zařízení – boxy a žlaby,
- b) uzavřená kompostovací zařízení – bioreaktory (23).

### **Kompostování v kompostovacích boxech**

Boxy, tedy polozavřená nebo uzavřená kompostovací zařízení jsou umístěny pod střechou z důvodu ochrany zakládky hlavně před převlhčením vlivem deště. Boxy, které jsou tvořeny z betonových monolitických desek, mají délku 10-12 m, šířku 3-4 m a výšku 2,50-3,0 m. Boční stěna tohoto boxu je otevíratelná. Zařízení je vybaveno jeřábovou drahou, která je uložena na stěnách boxů. Součástí boxů je zavlažovací zařízení. Ventilátory zabezpečují provzdušnění systému. Celý proces je plně automatizovaný. Zařízení je vybaveno centrálním řídicím a kontrolním systémem. Doba kompostování v 1 boxu trvá přibližně 2-4 měsíce. Po ukončení dozrávání se otevře čelo boxu a poté se vyskladní (17,24).



**Obrázek 24 – Kompostovací boxy**

([http://hgf10.vsb.cz/546/bmzo/pages/Technologie\\_kompostovani.html](http://hgf10.vsb.cz/546/bmzo/pages/Technologie_kompostovani.html))

### **Kompostování v kompostovacích žlabech**

Tyto kompostovací prostory mají tvar podlouhlých žlabů, které jsou zaplněny kompostovací materiálem. Nad těmito žlaby se musí pohybovat překopávací mechanismus. Příjímací buňky umožňují míchání různých surovin a optimalizaci zakládky. Zavážecí zařízení není pojízdné a většinou bývá umístěno na jednom konci žlabu. Zavážení kompostu se provádí jednou až dvakrát za den. Nad žlabem také můžeme vidět mobilní provzdušňovací a homogenizační zařízení. Překopávaný kompostovací materiál se neustále posouvá k vyskladňovacímu konci. Cesta biomasy žlabem trvá přibližně 4 týdny. Za tu dobu dochází k biochemické degradaci (17).



**Obrázek 25 – Kompostovací žlaby**

([http://hgf10.vsb.cz/546/bmzo/pages/Technologie\\_kompostovani.html](http://hgf10.vsb.cz/546/bmzo/pages/Technologie_kompostovani.html))

### **Kompostování v bioreaktorech**

Bioreaktory se liší od předchozích polozavřených systémů ve dvou základních principech: 1) Jedná se zcela o uzavřené aparáty kontejnerového typu, které mají tvar boxu nebo válce, a které jsou často tepelně izolované,

2) Přívod kyslíku je umožněn provzdušňováním kompostované vrstvy od spodu.

Tyto aparáty pracují v režimu vsádkovém, tzn. že se naplní a vsádka se po určitou dobu provzdušňuje. Nebo pracují v režimu kontinuálním, tzn. že kompostovaný materiál se reaktorem posouvá. Denně část materiálu opouští reaktor na výstupním konci a odpovídající část materiálu se na vstupním konci musí navést. První fáze kompostování se zkrátí až na 5-7 dnů, dle kompostovacího materiálu. V kontinuálním reaktoru, kde dochází k posouvání kompostu, nečasový průběh teploty nahrazen stacionárním teplotním čidlem. Materiál se musí nechat ještě 2-4 týdny uzrát. Náklady na výrobu kompostu s používáním bioreaktoru je ve srovnání s klasickou metodou asi dvojnásobné.

Bioreaktory se rozdělují na:

- a) Rotační biostabilizátor,
- b) uzavřené kompostovací boxy,
- c) věžové bioreaktory,



d) tunelové bioreaktory (17).

### Rotační biostabilizátory

Tento reaktor tvoří přechod od polozavřených systémů. Kompost se rozkládá v uzavřeném boxu, ale aerace se provádí převalováním kompostovacího materiálu v obřím bubnu, který se pomalu otáčí. Do bubnu se zavádí vzduch, kompost se v bubnu nachází, pouze dokud nedojde ke stabilizaci a hygienizaci. To je většinou jeden nebo několik dnů (17,19).



**Obrázek 25 - Rotační biostabilizátory**

([http://hgf10.vsb.cz/546/bmzo/pages/Technologie\\_kompostovani.html](http://hgf10.vsb.cz/546/bmzo/pages/Technologie_kompostovani.html))

### Uzavřené kompostovací boxy

Kompostovací boxy jsou kovové nebo také plastové hranaté kontejnery. Jsou buď mobilní a nebo stacionární, tomu odpovídá i jejich velikost. Menší mobilní kontejnery mívají objem do  $10 \text{ m}^3$  a stacionární do  $5 \text{ m}^3$ . Jsou to vsádkové bioreaktory, do kterých se vhání vzduch. Nevýhodou je, že materiál uvnitř kontejneru nevykonává žádný pohyb. Může dojít i k úniku vzduchu. (17,19).



**Obrázek 26 - Uzavřené kompostovací boxy**

([http://hgf10.vsb.cz/546/bmzo/pages/Technologie\\_kompostovani.html](http://hgf10.vsb.cz/546/bmzo/pages/Technologie_kompostovani.html))

### Věžové bioreaktory

Tyto reaktory se skládají z válcové nádoby o průměru 8-10 m a výšky přibližně 7 m. Provzdušňovací a vyprazdňovací mechanismus se nachází na dně válce. Tento mechanismus je tvořen válcovou frézou, která se pohybuje kolem osy věže. Fréza při vyprazdňování dopraví kompostovací materiál k otvoru, kudy vypadává ven. Tento bioreaktor se plně shora a má klasický kontinuální chod. Nevýhodou je komplikovaný a také lehce zranitelný mechanismus. Oprava mechanismu je náročná, materiál se musí ručně opravovat (17,19).

### Tunelové bioreaktory

Tyto bioreaktory se provozují v kontinuálním režimu. Průřez je obdélníkového tvaru, spodní část je opatřena systémem kanálů, které slouží pro rozvod vzduchu. Součástí je pohyblivé dno a čelní pohyblivý štít, které posouvá kompostovací materiál. Výhodou je provzdušnění a minimalizuje se nebezpečí zkratových kanálů. Dále je také výhodné, že veškeré mechanické části jsou snadno přístupné. Proto se jednoduše udržují (17,19).

### **Kompostování ve vaku - AgBag kompostování)**

Kompostování v uzavřeném vaku můžeme přirovnat ke kompostování na volné ploše v pásových hromadách, kdy jsou hromady ukládány do uzavřených PE vaků. Tyto vaky jsou známy z uskladňování krmiv, ale jsou upraveny pro kompostování (17).



**Obrázek 27 - Kompostování ve vaku**

(<http://komunalweb.cz/kompostovani-ve-vaku-ii/>)

Výhody kompostování ve vaku:

- Úspora vodohospodářsky zabezpečené plochy,
- minimalizace zápachu v průběhu kompostování,
- odpadá překopávání kompostu,
- přijatelný investiční náklad,
- flexibilita – celý systém lze přemístit za zpracovávaným materiálem,
- proces se neovlivňuje klimatickými podmínkami, jako je déšť nebo suché počasí,
- estetická stránka – dobrý vzhled (17).

Nevýhody kompostování ve vaku:

- Náročnost úpravy kompostovaného materiálu před plněním do vaků,
- nutnost řešit problematiku s použitými a znehodnocenými vaky, tyto vaky jsou uzpůsobeny jen na jedno použití,
- značná omezenost z hlediska zásahů do kompostovacího procesu v jeho průběhu,
- možná komplikace při ucpávání vaků (17).

## **Kompostování v kontejnerech**

Modulární kompostovací zařízení, je představitelem kontejnerového řízeného intenzivního kompostování. V hale jsou umístěny zařízení pro přípravu zakládky kompostu a zařízení pro plnění jednotlivých mobilních kontejnerů. Dále jsou součástí haly také kontejnery, které se naplní a poté jsou umístěny na plochu mimo halu, kde jsou připojeny na přívod vzduchu a na potrubí, které odvádí přebytečnou vlhkost a odpadní vzduch. Okolní prostředí kompostárny není zatěžováno žádnými pachovými látkami, protože kontejnery jsou opatřeny biofiltrem. Doba setrvání, než se kompostovaný materiál zpracuje, se v jednotlivých kontejnerech pohybuje v intervalu 14-20 dní. Následné dozrávání kompostu probíhá na kryté ploše v plošné hromadě, která je vysoká až několik metrů (17,19).

### **3.3.4 Vermikompostování**

Při verмикompostování se využívá interakce mezi intenzivní činností žížal a mikroorganismů. Žížaly v tomto procesu zajišťují překopávání, fragmentaci a také aeraci. Vermikompostování se řadí mezi nízkonákladové technologie zpracování materiálu. Velmi důležitým faktorem pro úspěšné množení a růst žížal je především teplota. Ideální teplota je mezi 15 a 20 °C. Nižší teploty podporují u žížal větší konzumaci potravy. Při vyšších teplotách dochází u žížal k větší reprodukci (25,27).

## **Technologie verмикompostování**

Pro verмикompostování kuchyňských zbytků v domácnosti se používají malé domácí verмикompostéry s odlišnou konstrukcí.

Velkoprodukční verмикompostování se rozděluje na:

- 1) Vermikompostování plošné,
- 2) Vermikompostování v ohraničeném prostoru – tzv. boxové (25,27).

### Malé domácí verмикompostéry

Jedná se o verмикompostování v zakryté nádobě, používá se hlavně v bytech nebo v kancelářích. Vyrábějí se z recyklovaného plastu nebo ze dřeva, nejčastěji v patrovém provedení. Výhodou plastového verмикompostéru je vysoká trvanlivost. Důležité je zajistit pro žížaly optimální teplotu přibližně kolem 20 °C a správnou vlhkost substrátu. Na 1 kg bioodpadu týdně je nutné zhruba 0,2 m<sup>2</sup> plochy dna nádoby. Perforovaná dna nádoby

zajišťují odvod přebytečné tekutiny, volný pohyb žížal a provzdušnění zpracovaných surovin. Jako podestýlka se používá tráva, listí, rašelina, hobliny, roztrhaný a namočený papír, a jiné. Žížaly se krmí jednou až dvakrát týdně. Přibližně 0,5 kg žížal zkonsumuje přibližně 0,25 kg bioodpadu denně. Z nepropustného zásobníku s vypouštěcím ventilem se může průběžně čerpat přebytečná tekutina, která se používá jako tekuté hnojivo (25,28).



**Obrázek 28 - Malé domácí vermikompostéry**

(<http://www.bio.cz/c/domacnost/kompost/>)

### Vermikompostování plošné

Klasickým a nejjednodušším typem vermikompostování je venkovní uspořádání vermikompostovaných surovin do řádků nebo do hromad na volném prostranství. Tento způsob je nenáročný na investice a je technicky jednoduchý. Hromady není třeba překopávat ani obracet. Důležité je akorát sledovat vlhkost. Optimální koncentrace je cca 50 000 žížal na m<sup>2</sup> plochy. Nejčastější používanou variantou je tzv. přikrmování žížal. Při tomto postupu je zpracovaný materiál přidáván na povrch hromady ve vrstvě 10 cm jednou za týden nebo 20-30 cm jednou za dva týdny, anebo 30-50 cm jednou za tři týdny. V zimě zmrzne jen tenká povrchová vrstva a žížaly bez problému zpracovávají bioodpad a při vyšších teplotách se i rozmnožují. Mezi nejnáročnější pracovní operace patří na konci procesu oddělování žížal od hotového kompostu (25,26).

### Vermikompostování v ohraničeném prostoru

Vermikompostování v ohraničených záhonech o šířce přibližně 2 m, které se provozuje buď bez přístřešku nebo pod přístřeškem. Nejlepší umístění záhonů je na zpevněné ploše nebo na tvrdém podkladu. Vhodné je vrchní část zakrýt geotextílií, kobercem a nebo také rohožemi. Součástí jsou také bočnice, které chrání žížaly před jejich nepřáteli. Před příchodem zimy je nutné záhony zateplit vyšší vrstvou slámy nebo listím. Nevýhodou zastřešení je nutnost vlhčení při vyšších venkovních teplotách. Žížaly se odebírají ze substrátu pomocí přídatku atraktivního krmiva. Do tohoto krmiva přesídí většina žížal a můžou se pak přenést do nových záhonů. Mezi další metody patří použití sítě, světla atd. (25,26).

### **Složitější technologické systémy vermikompostování**

Ke složitějším systémům patří technologie, které probíhají v zařízeních, které zpracovávají materiál v uzavřeném prostředí.

Mezi nejvýznamnější výhody patří:

- Výrazné urychlení celého procesu,
- omezení potřebné plochy,
- potlačení vlivu povětrnostních podmínek,
- lépe využívat vzniklý výluh,
- řídit a automatizovat celý provoz (25).

Tato zařízení se nazývají vermireaktory. Existuje mnoho konstrukčních řešení vermireaktorů. Jejich společným znakem je schopnost monitorovat určité fyzikální veličiny a zpětnou vazbou řídit proces vermikompostování v optimálních podmínkách (25,29).

## 4 Kompostování v kompostárnách

### 4.1 Kompostárna na trvalém stanovišti

Tato kompostárna musí být řešena tak, aby se zamezilo vniknutí přívalových vod na nepropustnou plochu hromady. Povrch má podélný sklon 1,5-3 % směřující k jímce. Výše zmíněné podmínky splňuje kompostování na tzv. vodohospodářsky zabezpečeném stanovišti. Důležité jsou následující požadavky: (17)

- okraje obrubníku kompostovací plochy jsou vyvýšeny nad terén do 0,40 m
- nepropustná plocha může být provedena jako:
  - a) živičná
  - b) železobetonová
  - c) monolitická
  - d) panelová
- panelová plocha kompostárny je nepřípustná v pásech hygienické ochrany vodních zdrojů. Při porušení spár může dojít k úniku škodlivých látek do podkoží.
- nutné je kompostárnu vybavit vhodným kontrolním systémem pro zjištění případného úniku škodlivých látek (17).

Komposty se vyrábějí na zpevněných plochách hnojišť, na bývalých silážních žlabů, anebo na silážních boxů. Důležitá je hlavně vícevrstevná zpevněná plocha s dokonalou izolací (17).

### 4.2 Kompostárna na dočasném stanovišti

Jednorázově se může kompost vyrobit na dočasné polní kompostárně. Myslí se tím na okraje pozemku, kde bude kompost užitečný. Nesmí se jednat o meliorovaný pozemek anebo o pozemek v pásmu ochrany vodních zdrojů. Při kompostování zbytkové biomasy nedochází na vodohospodářsky neošetřeném stanovišti ke kontaminaci spodních vod. Nedochází k tomu, protože v zakládce nejsou obsaženy kontaminující látky (17).

#### Hlavní požadavky na dočasné kompostovací stanoviště

- I v době nepříznivého počasí se musí zjistit přístup k zakládce po zpevněné cestě,
- stanoviště musí být mimo meliorované pozemky a také mimo pásma ochrany vodních zdrojů,
- zajištění urovnání pozemku do spádu 3° a volný odtok dešťové vody,
- zabezpečit volný a bezpečný pohyb mechanizačním prostředkům.

Umístění dočasného kompostoviště podléhá určitým předpisům. Proto se doporučuje nejdříve vše projednat s příslušnými veřejnoprávními orgány. Jedná se o referát životního prostředí, stavební úřad, okresní hygiena, a jiné (17).

### **4.3 Strojní linky pro kompostování**

Kompostovací proces se nejčastěji provozuje v pásových hromadách trojúhelníkového nebo lichoběžníkového průřezu. Rozměry profilů se liší díky kompostovanému materiálu. Pásové hromady umožňují snadné vrstvení, úpravu profilu, překopávání, jednoduchou aplikaci kejdy do žlabu, ale také snadnou nakládku při vyskladnění hotového kompostu. Při tomto procesu se musí udržovat požadovaný tvar profilu zakládky. Proto je nutné používat mechanizační prostředky (21).

Tyto mechanizační prostředky jsou sestavovány do strojních linek dvou typů:

- a) Linky pro výrobu hrubého kompostu,
- b) Linky pro finalizaci a expedici vyrobeného kompostu (21).

#### **4.3.1 Linky pro výrobu hrubého kompostu**

Strojní linky jsou sestaveny z těchto strojních celků:

- 1) Nákladní automobil s přívěsem – zajistí navážení tuhého materiálu a rozváží hotový kompost, který je buď volný nebo pytlovaný,
- 2) Traktor s přívěsy – zajišťuje dopravu na kratší vzdálenost, operativně přepravuje materiál,
- 3) Fekální vůz, cisterna – naváží tekutý a kašovitý materiál,
- 4) Mostní váhy – umožňují vážení při expedování hrubého kompostu,
- 5) Drtič, štěpkovač – drtí komponenty kvůli dobré homogenizaci zakládky,
- 6) Nakladač – vrství materiál, přemisťuje a nakládá kompost, upravuje hromady,
- 7) Překopávač kompostu – Průběžně promíchává a provzdušňuje kompost během procesu tzv. zrání (21).



#### 4.3.2 Linky pro výrobu jemného kompostu

Strojní vybavení kompostovací linky je závislé především na velikosti kompostárny. Dále také na způsobu kompostování a zpracování výsledného materiálu.

Strojní linky jsou sestaveny z těchto strojních celků:

- 1) Drtič s mísičem – upravuje jemný kompost s možností zamíchání obohacujících mikroprvků,
- 2) Dávkovač – dávkuje mikroprvky a jiné příměsi do zpracovaného kompostu,
- 3) Prosévací zařízení – prosévá hrubý kompost,
- 4) Pytlovací váhy – umožňují dávkování v požadovaných hmotnostech při finalizaci,
- 5) Mostní váhy – váží hrubý materiál při expedování (21).

#### 4.3.3 Kombinované kompostovací linky

V sestavách linek se objevují většinou víceúčelové stroje. Jedná se o: nakladače, drtiče (štěpkovače), rotační nebo vibrační síta, automatické váhy, a jiné.

U moderních kompostovacích linek se nerozlišuje výroba hrubého a jemného kompostu. Linky jsou sestavovány tak, aby mohli operativně pokrýt poptávku v požadovaném sortimentu. Tyto linky jsou sestaveny z výkonných speciálních strojů a označují se jako kombinované. Vstupní kompostovací materiály jsou přiváděny do mobilního míchače přímo nebo přes drtič. Součástí míchače je vynášecí, výškový stavitelný dopravník, který umožňuje vrstvení pásových hromad. Nezpracovaný materiál se vytřídí ve vzduchovém třídíči. Lehké příměsi jsou odděleny a kompostovatelný podíl se vrací do zakládky.

Moderní linky se vyznačují tím, že preferují mobilní vysoce výkonné stroje. Tyto stroje umožní i provádění služeb pro menší firmy, jako jsou například zahradnictví, údržba zeleně a jiné (20,21).

#### 4.4 Stroje pro drcení materiálu

Materiály, které se ukládají do kompostovacích zakládek, vyžadují rozmělnění nebo drcení. Jedná se hlavně o drcení dřevných odpadů, révy, kůry, zeleně, atd. Požadovaná velikost částic je daná charakterem kompostovaného materiálu.

Z hlediska kompostování platí:

- Čím menší jsou částice kompostovaného materiálu, tím je větší oxidační plocha částic a biodegradabilní proces probíhá účinněji,
- Čím materiál lépe degraduje, tím větší jsou jeho částice v zakládce,
- Čím menší částice jsou v zakládce, tím větší jsou ekonomické náklady na jejich rozmělnění (21).

Základní požadavky na stroje pro drcení a štěpkování kompostovaného materiálu:

- Rozdrtit kompostovaný materiál na částice o objemu 5-50 mm<sup>3</sup>,
- Zpracovat materiál suchý, polosuchý vlhký,
- Snadno vyměnit činné části pracovního ústrojí,
- Zamezení častému ucpávání,
- Pracovní ústrojí musí být odolné proti otěru drceným materiálem,
- Konstrukce musí splnit podmínky bezpečnosti práce, myslí se tím například ochranné kryty, hlučnost, a jiné (21).

Pro kompostování se využívají 3 skupiny strojů:

- 1) Drtiče,
- 2) Štěpkovače,
- 3) Míchače, drtiče (21).

#### 4.4.1 Drtiče

Drtiče se používají v kompostovacích linkách na drcení tenkých větví, zeleně, kůry a další měkkých odpadů. Na odpadový materiál působí pracovním ostrím, úderem a nebo také pomalým tlakem. Při tomto pochodu dochází k lámání, štípání nebo rozmělnění na menší částice (21).

Pracovní ústrojí může být:

- 1) Talířové,
- 2) Nožové,
- 3) Spirálové ostří,
- 4) Kladívkové ostří,
- 5) Kombinované ostří – například talířové a kladívkové (21).

U drtičů jsou také mechanismy s pracovními orgány, které se pomalu otáčejí a tvoří drtící ústrojí:

- S frézovacím válcem,
- se šnekovým řezacím mechanismem.

Tyto mechanismy velkou silou rozřezávají i silnější větve a jsou málo hlučné (21).

Rozdělení drtičů:

- 1) Podle způsobu pohonu: - Drtiče s elektrickým pohonem,  
- Drtiče s pohonem spalovacím motorem,  
- Drtiče s pohonem od vývodového hřídele traktoru.
- 2) Podle způsobu přepravy
  - Přenosné,
  - Převozné - Nesené traktorové,
    - Na jednonápravovém podvozku,
    - Na dvounápravovém podvozku (21).

Drtiče se dále dělí podle výkonu motoru a cílové skupiny na:

- I. Kategorie – drtiče s motorem 1-3 kW – pro domácí použití,
- II. Kategorie – drtiče s motorem 3-10 kW – pro profesionální pracovníky,
- III. Kategorie – drtiče s motorem 40-50 kW a více – pro specializované firmy (20,21).

Technická a konstrukční řešení drtičů

Konstrukční řešení drtičů je určováno dle charakteru zpracovaného materiálu, množstvím podrcené hmoty a také kvalitou rozmělnění. Rozlišujeme drtiče podle osy rotace pracovních orgánů na:

- 1) Drtiče s vertikální osou rotace - Drtiče s nožovým rotorem,  
- Drtiče s frézovacím válcem,  
- Drtiče se šnekovým řezacím mechanismem,
- 2) Drtiče s horizontální osou rotace,
- 3) Vysoce výkonné drtiče – pomaluběžné drtiče (20,21).

#### 4.4.2 Štěpkovače

Štěpkovače jsou stroje, které jsou určeny k beztržskému dělení dřeva. V kompostovacích linkách nacházejí štěpkovače uplatnění tam, kde je potřeba upravit do zakládky podíl odpadního dřeva z ovocných výsadeb nebo z údržby parků. Pro štěpkování se nejlépe hodí čerstvé, mokré, měkké a rovné dřevo.

Kvalitu štěpky určují:

- Pracovní ústrojí štěpkovače,
- Vlastnosti zpracovaného dřeva – jedná se o tvrdost, sukovitost, tvar (21).

U štěpkovače se používají tato pracovní ústrojí:

- Diskové - kotoučové pracovní ústrojí,
- Bubnové pracovní ústrojí,
- Spirálové – šnekové pracovní ústrojí (21).

Rozdělení štěpkovačů podle provedení:

- Traktorové,
- Samojízdné s vlastním motorem,
- Přívěsné s vlastním motorem.

Podle velikosti rozlišujeme štěpkovače:

- I. Kategorie - malé vlastní podvozek, připojitelné za traktor, výkon motoru 25-50 kW,
- II. Kategorie-střední - jedno nebo dvounápravový přívěs s výkonem motoru 50-100 kW,
- III. Kategorie-velké - nesené na traktorovém podvozku nebo samojízdné s výkonem motoru pro vlastní štěpkovače 100-450 kW (21).

Technická a konstrukční řešení štěpkovače

- Štěpkovače s diskovým (kotoučovým) pracovním ústrojím,
- Štěpkovače s bubnovým pracovním ústrojím,
- Štěpkovače s pracovním spirálovým ústrojím (šnekovým) (21).

#### 4.4.3 Drtiče, míchače

Tato zařízení se vyrábějí ve stacionárním nebo v mobilním provedení. Jsou poháněné spalovacím nebo elektrickým motorem. Různé typy drtičů se vyrábějí v širokém velikostním spektru. Tyto stroje zabezpečují rozbití hrud a nadměrných částic do menších stejnoměrných částic. Dále zabezpečují separaci nerozbitné hmoty a promíchání zpracovaného materiálu, přičemž dochází k výměně vlhkosti mezi mokrým a suchým materiálem. Proto může vzniknout homogenní směs o přibližně konstantní hustotě. Pomocí drtičů nebo míchačů lze do zpracovaného kompostovaného materiálu přimíchat i další komponenty, které jsou nutné pro jeho výrobu (21).

Technická a konstrukční řešení drtičů – míchačů

Využívá se dvou základních konstrukčních principů:

- Drtící pás,
- Drtící šnek (21).

Toto konstrukční pojetí umožňuje:

- Vrstvení materiálu do kompostovací zakládky,
- Převoz materiálu z místa vzniku do kompostovací zakládky,
- Úprava jednotlivých materiálů pro složení zakládky,
- Plnění prosévacího zařízení (21).

#### 4.4.4 Překopávače kompostu

V celém procesu kompostování je nejdůležitější překopávání kompostu. Účel je provzdušnit kompostovaný materiál a tím zintenzivnit mikrobiální činnost. Složky kompostovaných materiálů v zakládce musí na sebe nejúčinněji působit, proto musí být dokonale rozmělněny a promíchány. Nejvýhodnější jsou překopávače, které pracují kontinuálně, protože stroje s přerušovaným pracovním cyklem se používají jen jako nouzové řešení. Požadavky na konstrukční řešení překopávačů vyplývají hlavně z charakteru kompostovaného materiálu a také z objemu produkce kompostu (21).

Mezi nejdůležitější patří:

- Kvalitní provzdušnění a promísení kompostovaného materiálu v celé výšce,
- Vysoká výkonnost pro zrychlení operace a pro častější překopání,
- Nízká pracovní rychlost,
- Narušení i slehlého kompostovaného materiálu,
- Formování překopávaného materiálu do zakládky,
- Dobré vlastnosti pro pohyb po pracovní ploše.

Rozdělení překopávačů podle energetického prostředí:

- a) Traktorové - nesené
  - návěsné
  - přívěsné
- b) Samojízdné - se spalovacím motorem
  - s elektromotorem (20,21)

**Tabulka 9 – Dělení dle výkonnosti**

<b>Malé</b>	<b>Do 200 t</b>
<b>Střední</b>	<b>200 – 400 t</b>
<b>Velké</b>	<b>Nad 400 t</b>

**Tabulka 10 - Dělení dle pracovního ústrojí**

<b>Rotorové</b>	<b>Dopravníkové</b>
<b>S přesunem hmoty dozadu</b>	
<b>S přesunem hmoty do strany</b>	

Rotorové překopávače jsou konstruovány pro překopávání celé zakládky v šířce od 1,5 m do 6,0 m. Dopravníkové překopávače jsou konstruovány pro šířku zakládek od 2,0 m do 6,0m. Pracovním orgánem je pásový dopravník, ve kterém se nacházejí ocelové trny (21,30).

#### *4.4.5 Separální zařízení*

Separace je proces, při kterém dochází k oddělování různého druhu materiálu na základě rozdílných mechanicko-fyzikálních vlastností. Oddělování různých velikostních frakcí ze směsi se označuje jako třídění, hlavní metoda tohoto procesu je prosévání. V kompostovacích linkách se uplatňuje jak třídění tak také prosévání. Před drtičem se oddělují nežádoucí příměsi a při finalizaci se musí zajistit vyrovnaná velikost pomocí prosévání. Využívají se hlavně prosévací síta, protože se předpokládá, že při kompostování zbytkové biomasy je minimální přítomnost cizorodých materiálů. Účelem prosévání je zabezpečit vhodnou velikost, oddělit částice větší než 20 mm a oddělit dlouhé vláknité části z hrubého kompostu (21).

Prosévací síto rozdělujeme na:

- Vibrační prosévací síta – zařízení s rovinným sítem,
- Rotační třídiče – jedná se o zařízení s válcovým sítem,
- Rotační rošty – tzv. aktivní rošty (21).

### Vibrační prosévací síta

Principem činnosti vibračních sítí je přerušovaný posun kompostovaného materiálu šikmo uloženém rovinném sítu. Výhodou je konstrukční jednoduchost, vysoká životnost a také malá energetická náročnost. Tyto síta bývají provedena jako stacionární, protože musí být pevně ukotveny, existují také vibrační síta mobilní (21).

### Rotační třídíče

Principem je plynulý posun kompostovaného materiálu vnitřním povrchem rotujícího válcového síta. Přitom materiál je do určité výšky unášen třením a později nastává vlivem gravitace jeho sesun po stěně válce a celý proces se opakuje. U velkých kompostáren se denně uplatňují prosévací zařízení, která jsou sestavena ze sady rotačních sítí, která musí být na sebe navzájem propojena pásovým dopravníkem (21).

Rotační třídíče se rozdělují na:

- 1) Mobilní - s elektromotorem (3-5 kW),  
- se spalovacím motorem (20-60 kW).
- 2) Stacionární

### Třídíče s rotačními rošty

Rotační rošty jsou tvořeny soustavou hřídel, na které se pravidelně nasazují ocelové nebo pryžové elementy. Hlavní výhodou je vysoká výkonnost rotačních roštů, která je daná dobrou průchodností kompostovaného materiálu (21).

#### *4.4.6 Ostatní separační zařízení*

V kompostárnách se nacházejí tyto zařízení:

- odstředivé odlučovače
- vzduchové třídíče

Odstředivé odlučovače fungují na principu různých balistických drah různě těžkých částic. Dále fungují na principu různé intenzity odrazu pružných a nepružných částic, nebo také na principu rozdílných valivých a třecích vlastností částic. U vzduchového třídíče dochází pomocí tlakového proudu vzduchu k oddělení lehkých materiálů, jako je například fólie nebo papír. V moderních kompostárnách je vzduchový třídíč zařazen za rotační síto pro vyčištění od nežádoucích částic (20,21).

## 5 Návrh možných systémů sběru BRO

Řešení sběru a svozu odpadů spočívá především ve stanovení návrhu objemů, počtů sběrných nádob, jejich rozmístění v daném území. Správná volba svozových prostředků a zařízení následně vyplývá z navrhovaných sběrných nádob, svozových tras, vzdáleností a z objemu odpadů. S rozvojem sběrných dvorů a kompostáren se stává tato problematika stále aktuálnější (2).

### 5.1 Intervaly svozu v závislosti na vzniku BRO

Při sběru odpadu v různých obcích České republiky se zjistilo, že produkce BRO ze zeleně a z domácností se pohybuje až na hodnoty 100 kg a více. Produkce odpadu je vyjádřena v kg na obyvatele a rok. Pro kvalitní sběr BRO se musí zabezpečit dostatečné množství sběrných nádob. Tyto nádoby jsou v přímé závislosti na intervalu odvozu různých druhů bioodpadů. Doporučené intervaly odvozu odpadu jsou zobrazeny v následujících tabulkách 11 a 12 (3).

**Tabulka 11 – Odpad ze zeleně**

Odpad ze zeleně	Interval odvozu odpadu
➤ sběrné nádoby	➤ 1x za týden
➤ kompostejnery	➤ 1x za 2 týdny
➤ VOK	➤ 1x za 4 týdny

**Tabulka 12 – Kuchyňské odpady**

Kuchyňské odpady	Interval odvozu odpadu
➤ odpady z domácnosti	➤ 1x za týden
➤ odpady z veřejných stravoven	➤ 1x za 2 týdny

Pro úspěšný sběr bioodpadu se zahušťují sběrné nádoby a tím se zkracuje donášková vzdálenost. Tato vzdálenost by neměla překročit 30 metrů. Sběrné nádoby musí být výrazně označeny, jedná se například o hnědou barvu s nálepkou a s popisem, co do sběrné nádoby patří. Tím se docílí zvýšení čistoty sebraného odpadu. V obcích musí být v dostatečném předstihu známý termín odvozu bioodpadu. Doporučené dny odvozu jsou znázorněny v následující tabulce 13 (3).



**Tabulka 13 – Intervaly svozu BRO**

➤ sběrné nádoby	➤ Po – St
➤ kompostéry	➤ Čt – So
➤ pytle	➤ Po
➤ VOK	➤ Po – Ne, případně na zavolání

Systémy sběru BRO se zavádějí v různých typech zástaveb. Nejúčinnější systémy, z pohledu sebraného odpadu, jsou v zástavbách rodinných domů se zahradami. Jedná se o vesnickou nebo městskou zástavbu. Separovaný sběr BRO v těchto lokalitách představuje vysoké investiční náklady, zejména z důvodu vysokých nákladů při koupi sběrných nádob. Nezanedbatelnou položkou provozních nákladů jsou také jízdy sběrových vozidel, které slouží k pravidelnému vyvážení sběrných nádob. V těchto nádobách může být často pouze zanedbatelné množství BRO z jednotlivých domů. Nižší sběr odpadu je v zástavbách řadových rodinných domů nebo v rodinných domech s předzahrádkami. Sběr BRO v těchto zástavbách se často řeší sběrnými nádobami, které mají větší objem. Také je možné po domluvě prodloužit interval odvozu sběrných nádob, například svoz 1x za 14 dní. Při sběru odpadů do sběrných pytlů je velmi důležité interval svozu odpadu co nejvíce zkrátit. Při sběru do biodegradabilních pytlů se musejí pořizovat sběrné nádoby nebo také kontejnery, do kterých se tyto pytle odkládají (3,5).

Velice nízkou účinnost mají systémy, které jsou zavedené v zástavbě bytových domů. Obyvatelé jsou odkázáni na centrální systémy sběru odpadu, který je zajišťovaný v určité lokalitě. Vzniká zde několik problémů, jež mohou nastat při separovaném sběru BRO. Největším problémem je, že obyvatelé nejsou disciplinováni při samostatném třídění odpadu (3).

Pro zajištění vysoké kvality vytríděného odpadu je třeba vymyslet způsob osvěty, která bude v dané lokalitě na co nejvyšší úrovni. Musí se také oslovit co největší počet obyvatel. Tam, kde je sběr BRO na dobrovolné bázi obyvatel, je velice důležité k zapojení obyvatel využít kampaň. Při zahájení sběru biologického odpadu by měla být intenzivní a měla by trvat po celou dobu průběhu sběru. Kampaň může zahrnovat například roznášení letáků do schránek, semináře, roznášení příruček, dny otevřených dveří na kompostárně nebo v recyklačním centru. Dále může zahrnovat přednášky ve školách, sdělení na webových

stránkách obce nebo měst atd. Důležité je také seznámení obyvatel dané oblasti s výsledným produktem, tedy kompostem a jeho dalším využití. Toto použití výsledného produktu je limitováno čistotou nasbíraných surovin (3,5).

Stanovení systému odděleného sběru BRO je předmětem řešení každé obce. Obec také nese odpovědnost za provoz tohoto systému. Nakládání s BRO se stává nedílnou součástí odpadového hospodářství obcí. Způsoby sběru BRO jsou zakládány na ověřených postupech. Při sběru odpadu se musí přihlídnout také k možnostem daných obcí a logice, která vyplývá z místních zvyklostí a podmínek (3).

## 6 Metodika

Pro splnění cílů diplomové práce byly stanoveny následující kroky:

1. Zjištění počtu lidí trvale žijících v RD v obci a počtu lidí, kteří mají v obci obývaný rekreační objekt v sezóně,
2. Zjištění počtu RD se zahradou a počet rekreačních objektů (RO) se zahradou v obci,
3. Stanovení průměrné rozlohy zahrad obyvatel žijících v RD nebo rekreačních objektech,
4. Zjištění nebo odborný odhad (využití hodnot uváděných v literatuře) produkce BRO na 1 obyvatele trvale žijícího v obci, resp. rekreantů,
5. Stanovení množství BRO, které vznikají v obci v domácnostech v přepočtu na 1 obyvatele,
6. Zjištění rozlohy udržovaných zelených obecních ploch (trávníky) a jejich charakter, počet dřevin (stromy, keře) a jejich stáří,
7. Stanovení množství BRO, které vznikají v obci při údržbě obecních ploch,
8. Stanovení celkového množství BRO, které vznikají v obci nebo v jejím území,
9. Zjištění způsobu sběru (donáškový, odvozový),
10. Výběr stanoviště sběrného kontejneru v jednotlivých obcích,
11. Zjištění nebo stanovení charakteru a velikosti sběrných kontejnerů,
12. Výběr, rekognoskace a zjištění charakteru a vzdálenosti dopravní trasy do kompostárny a odborný odhad hodnoty průměrné rychlosti jízdy nosiče kontejnerů,
13. Zjištění konstrukce svozových vozidel (objem korby nebo kontejneru, celková hmotnost, rozměry vozidel).

Na základě výše uvedených kroků byly vypočítány následující parametry

- a) Celkový objem vzniklého BRO za časové období jednoho kalendářního roku,
- b) Charakter BRO (objemová hmotnost, zpracování, fyzikální vlastnosti),
- c) Plánovaný interval svozu (týdenní, měsíční, resp. jiné),
- d) Stanovení množství a charakteru vzniklého BRO v jednotlivých obcích,
- e) Stanovení hmotnosti vyrobeného kompostu z vybraných obcí.

Odpad se třídí v praxi většinou v souladu tabulkami 14 a 15 (3).

**Tabulka 14 - Zájmový biologicky rozložitelný odpad**

<b>BRO k zakládce</b> <b>materiál bez potřeby k drcení</b>	<b>BRO k drcení</b> <b>materiál vhodný k drcení</b>
➤ rostlinná hmota	➤ větve
➤ papírové ubrousky a sáčky	➤ křoví
➤ ovoce	➤ klacky
➤ zelenina	➤ kořeny
➤ slupky	

V mé diplomové práci se zaměřuji zejména na zájmové BRO, a to jak na materiál bez potřeby k drcení, tak na materiál vhodný k drcení.

**Tabulka 15 - Nežádoucí biologicky rozložitelný odpad**

<b>Sběrový papír</b> -jiná složka separovaného sběru odpadu	<b>Textil</b> -jiná složka separovaného sběru odpadu	<b>Vedlejší produkty živočišného původu</b> -režim veterinárního zákona
➤ karton	➤ trička, halenky	➤ těla zvířat
➤ papírové krabice	➤ kalhoty, montérky	➤ výrobky živočišného původu, které nejsou určené k lidské spotřebě
➤ krabice od potravin	➤ povlečení	
➤ papírové pytle	➤ dětské oblečení	
➤ noviny a časopisy	➤ svetry, mikiny	
➤ reklamní letáky	➤ bundy, kabáty	

**Nerozložitelné příměsi:**

- Plast - igelitové tašky nebo pytle, mikroténové sáčky, guma
- kovy,
- minerální odpad – kameny, cihly, jiný stavební materiál,
- sklo.

**6.1 Studium problematiky vzniku a sběru BRO**

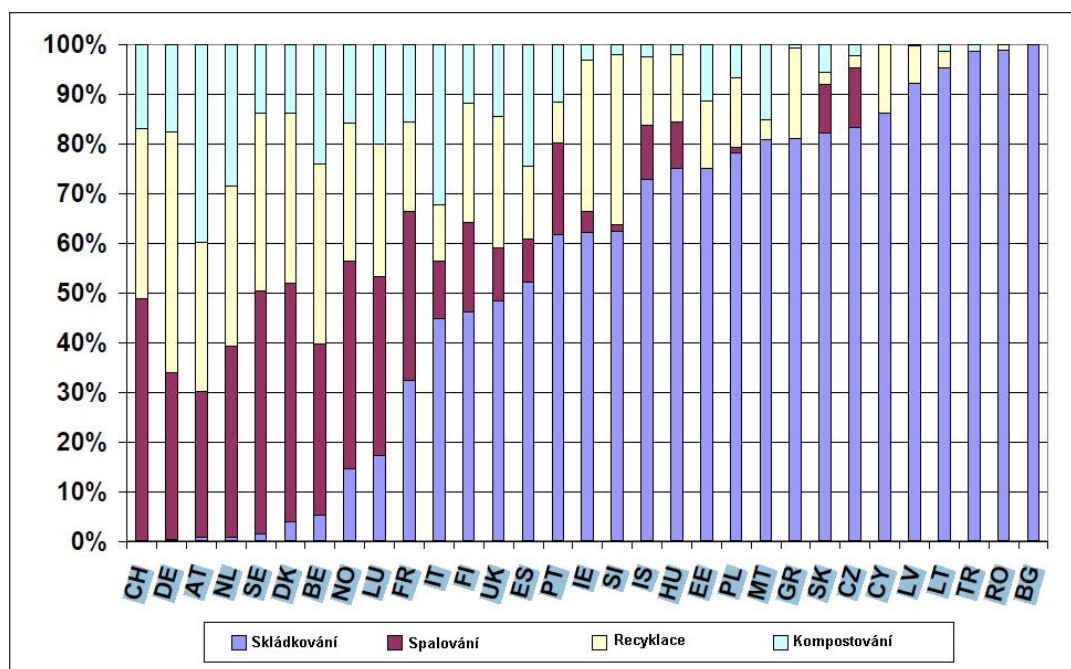
V případě zavedení sběru BRO v určených obcích lze počítat s určitými specifickými dopady. Může dojít k vyčlenění části této složky, zejména ze směsného odpadu. Dojde také k nárůstu celkové produkce BRO. Do odpadového proudu se dostane i odpad, který nebyl doposud zařazen v systému sběru a zpracování odpadů. Je to například výroba domácího kompostu, zkrmování, spalování odpadu. Často mohou vznikat i černé skládky. Účelný sběr komunálního BRO předpokládá následné zajištění, dostatečně informované a motivované veřejnosti, musí se také zajistit účinný systém pro soustředění zájmové složky BRO. Jedná

se o systém sběru a svozu odpadu. Využívá se dostupné zařízení pro vytěžené BRO. Jedná se o kompostárny, bioplynové stanice, atd. Vzniká alternativní cesta BRO pro případ nízké úrovně separace BRO v dodávce nebo i pro případ jiného znehodnocení odpadu. Například možnost odbytu produktu zpracování. Je tím myšleno odběr kompostu, digestátu, také využití bioplynu, využití paliva z biomasy atd. (31).

Základní formy separovaného sběru komunálního BRO jsou zajištění sběru odpadu na kontrolovaných místech, například ve sběrných dvorech nebo na řízených skládkách (skládka se stanoveným režimem). Dále se jedná o sezonní kampaně. Kontejnery se umístí na určená místa dle předem vyhlášeného rozpisu. Kontejnery se trvale umístí na velmi často navštěvovaná místa, například na hřbitovy nebo zahrádkářské kolonie. Sběrné nádoby nebo kontejnery se také trvale umísťují na sběrná stanoviště pro potřebu obyvatel v domácnostech. Kontejnery nebo sběrné nádoby pro BRO se situují na úroveň jedné domácnosti (32).

Graf 1 porovnává zpracování komunálního odpadu v Evropě. Nakládání s odpady se v každé zemi řeší individuálně. Z grafu vyplývá, že směrem na západ se méně skládkuje, v některých zemích např. vůbec. Odpady se využívají různým způsobem (11).

**Graf 1 - Porovnání zpracování komunálního odpadu v Evropě**



(www.skladka-odpadu.cz)

## 6.2 Výběr lokality pro sestavení logistického modelu sběru BRO

Pro sestavení logistického modelu sběru BRO byly vybrány tři obce na Prachaticku. Jsou to obce Libínské Sedlo, Perlovice a Záblatí.

V obecném zájmu je dosáhnout snížení množství biologicky rozložitelných komunálních odpadů, které se ukládají na skládky bez jejich dalšího využití.

Legislativní podpora je vyjádřena v důležitých zákonech, které se zabývají problematikou nakládání s odpady:

- Zákon č. 185/2001 Sb. se zkráceným názvem „Zákon o odpadech“,
- Zákon č. 156/1998 se zkráceným názvem „Zákon o hnojivech“ ve znění zákona č. 308/2000 Sb., a ve znění zákona č. 147/2002 Sb.,
- Zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší,
- Zákon č. 100/2001 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí (zákon o EIA),
- Zákon č. 76/2002 Sb. o integrované prevenci a omezení znečištění (11).

Důležité je vytvářet podmínky k oddělenému shromažďování jednotlivých druhů BRO, které vznikají v domácnostech, v komunální sféře, živnostech, průmyslu a úřadech atd. Dále se musí omezit znečišťování biologicky rozložitelných odpadů jinými odpady, například odpady, které mají nebezpečné vlastnosti a jsou stanoveny jako škodlivé odpady. Je potřebné v maximální možné míře zajistit častější využití odpadů, které jsou vyřazeny z komunálního odpadu, jako je lepenka nebo papír (11).

### 6.2.1 Výběr kompostárny BRO

#### **Kompostárna Prachatice**

Název zařízení: Kompostárna Prachatice

Umístění zařízení: 1388, 1604/1, 2198/2, 1592/53, 1592/59, 1592/5, 1604/1, 1407/1, k.ú. Prachatice

**Kapacita zařízení: 3200 tun za rok**

Vlastník zařízení:

Název: Město Prachatice  
Adresa: Velké nám. 3, 383 01 Prachatice  
Telefon: Telefon:+420 388 607 111  
Email: urad@mupt.cz  
IČ: 00250627  
WWW: www.prachatice.eu

Provozovatel zařízení:

Název: Technické služby Prachatice, s.r.o.  
Adresa: Krumlovská 749, 383 01 Prachatice II  
Telefon: Telefon: +420 388 318 642, +420 388 318 736  
Email: info@tsprachatice.cz  
IČ: 62501623  
DIČ: CZ62501623  
WWW: www.tsprachatice.cz

Osoba oprávněná jednat jménem provozovatele: Ing. Rostislav Eichner, jednatel  
Platnost PŘ: Platnost provozního řádu je stanovena rozhodnutím Krajského úřadu Jihočeského kraje. Souhlas k provozování zařízení a provozní řád schválil Krajský úřad Jihočeského kraje, U Zimního stadionu 2, 370 76 České Budějovice.

dne: 28.8.2015

rozhodnutím: KUJCK 64366/2015/OZZL

## **Základní údaje**

Název zařízení: **Kompostárna Prachatice**

Zařízení slouží k příjmu a zpracování biologicky rozložitelných odpadů (dále jen „bioodpady“), kód zařízení R3 (Z3), na výsledný výstup (vyhl. MŽP č. 341/2008 Sb., příloha č. 6):

- Výstup skupiny č. 1: kompost (organické hnojivo) v souladu s požadavky zákona č. 156/1998 Sb. o hnojivech,
- výstup skupiny č. 2 třídy I, II a III: rekultivační kompost,
- výstup skupiny č. 3: stabilizovaný bioodpad,



- výstup skupiny č. 4: biologicky nerozložitelné odpady určené k odstranění uložením na skládku.

Vlastník kompostárny: **Město Prachatice**

Velké nám. 3, 383 01 Prachatice

IČO: 00250627

Provozovatel kompostárny: **Technické služby Prachatice, s.r.o.**

Krumlovská 749, 383 01 Prachatice II

IČO 62501623

Statutární zástupce: ing. Martin Malý, starosta města

Vedoucí pracovník kompostárny (vedoucí provozu):

Ing. Josef Starý, tel: 380 727 815, 736 720 537

stary@tsprachatice.cz

### **Účel a charakteristika kompostárny**

Kompostárna se nachází v lokalitě Prachatic na jihovýchodním okraji města při ulici Krumlovská vedoucí směrem k obci Chroboly. Je dobře přístupná od této komunikace. Staveniště je svažité, situované k okraji louky, nadmořská výška cca 605-615 m n.m. Pro účel kompostárny je vhodné. Veškeré pozemky dotčené výstavbou jsou v majetku Města Prachatice. Na umístění kompostárny navazuje při západní straně stavba sběrného dvora. Okolní zástavba je od areálu kompostárny vzdálena cca 150 m sz (část Kandlův mlýn). Další zástavba leží ve vzdálenosti cca 200 m od záměru severním a sz směrem.

### **Stručný popis kompostárny**

Seznam objektů kompostárny:

- příjezdová komunikace,
- garáž pro techniku, plocha 150 m<sup>2</sup>, půdorys 15x10 m, sv. výška 4 m, max. výška 5 m,
- sklad dočasného uložení surovin a kompostů, plocha 300 m<sup>2</sup>, půdorys 30x10 m, výška max. 8,04 m,
- zpevněná asfaltová plocha pro kompostování ve vacích a krechtech, plocha cca 30x40 m spádovaná do vpustí kanalizace s odvodem do jímky, obvodové obrubníky,
- zpevněná manipulační asfaltová plocha cca 10x30 m, spádování do vpusti kanalizace,
- mostová váha 8x3 m,
- oplocení výška 2 m,

- vodovod,
- dešťová kanalizace z manipulační plochy s lapolem ropných látek a následným odvodem do místní vodoteče kanalizací DN 300,
- dešťová kanalizace z kompostovací plochy s akumulací jímky 12 m<sup>3</sup> a čerpací šachtou pro zpětný rozstřík vody,
- dešťová kanalizace ze střech s odvodem do místní vodoteče přes odlučovač ropných látek,
- přípojka elektrické energie a osvětlení,

#### Vybavení kompostárny příjezdovou komunikací a zpevněnou plochou:

- Zařízení je vybaveno pro provoz silniční dopravy,
- kompostárna je napojena na zpevněnou příjezdovou komunikaci, která je napojena na ulici Krumlovská,
- příjezdová a manipulační komunikace je asfaltová, zpevněná vodohospodářsky zabezpečená plocha pro kompostování je rovněž asfaltová,
- po celém obvodu kompostárny a sběrného dvora je vystavěno oplocení o výšce 2 metru s bránou s bezpečnostním uzamykacím systémem o šířce 6 m a výšce 2 metru,
- monitorovací systém kompostárny bude tvořit měřicí jednotka, se softwarem, počítačem, teploměrem a vlhkoměrem a váha,
- záchytná jímka vodohospodářsky zabezpečené plochy,

#### **Účel kompostárny**

Zařízení je provozováno za účelem zpracování a materiálového využití biologicky rozložitelných odpadů o roční kapacitě 3.200 tun, resp. 15 t za den po dobu 9 měsíců v roce a výroby hnojiva- kompostu.

Seznam přijímaných odpadů a požadavky na kvalitu odpadů vstupujících do technologie materiálového využívání bioodpadů dle katalogu odpadů vyhl. MŽP ČR č.381/2001 Sb. a č.341/2008 Sb. o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady:

**Tabulka 11 – Zařazení odpadu**

<b>Zvláštní způsoby nakládání</b>	<b>Katalogové číslo</b>	<b>Název odpadu</b>
<b>Skupina 02 01 Odpady ze zemědělství, zahradnictví, lesnictví, myslivosti, rybářství</b>		
	02 01 03	Odpad z rostlinných pletiv
	02 01 07	Odpad z lesnictví
<b>skupina 02 03 Odpady z výroby a ze zpracování ovoce, zeleniny, obilovin, jedlých olejů, kaka, kávy a tabáku; odpady z konzervářského a tabákového průmyslu z výroby droždí a kvasničného extraktu, z přípravy a kvašení melasy</b>		
	02 03 01	Kaly z praní, čištění, loupání, odstředování a jejich separace
	02 03 04	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování
	02 03 05	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku
<b>Skupina 02 06 Odpady z pekáren a výroby cukrovinek</b>		
	02 06 01	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování
<b>Skupina 02 07 Odpady z výroby alkoholických a nealkoholických nápojů (s výjimkou kávy, čaje a kaka)</b>		
	02 07 01	Odpady z praní, čištění a mechanického zpracování surovin
	02 07 02	Odpady z destilace lihovin
	02 07 04	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování
	02 07 05	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku
<b>Skupina 03 01 Odpady ze zpracování dřeva a výroby desek a nábytku</b>		
	03 01 01	Odpadní kůra a korek
	03 01 05	Piliny, hobliny, odřezky, dřevo, dřevotřískové desky a dýhy, neuvedené pod číslem 03 01 04
<b>Skupina 03 03 Odpady z výroby a zpracování celulózy, papíru a lepenky</b>		
	03 03 01	Odpadní kůra a korek
<b>Skupina 10 01 Odpady z elektráren a jiných spalovacích zařízení (kromě odpadů uvedených v podskupině 19)</b>		
	10 01 03	Popílek ze spalování rašeliny a neošetřeného dřeva
<b>Skupina 15 01 Obaly (včetně odděleně sbíraného komunálního obalového odpadu)</b>		

<b>Zvláštní způsoby nakládání</b>	<b>Katalogové číslo</b>	<b>Název odpadu</b>
	15 01 01	Papírové a lepenkové obaly
	15 01 03	Dřevěné obaly
<b>Skupina 16 03 Vadné šarže a nepoužité výrobky</b>		
	16 03 06	Organické odpady neuvedené pod číslem 16 03 05
<b>Skupina 17 02 Dřevo, sklo a plasty</b>		
	17 02 01	Dřevo
<b>Skupina 17 05 Zemina (včetně vytěžené zeminy z kontaminovaných míst), kamení a vytěžená hlušina</b>		
	17 05 04	Zemina a kamení neuvedené po číslem 17 05 03
	17 05 06	Vytěžená hlušina neuvedená pod číslem 17 05 05
<b>Skupina 19 05 Odpady z aerobního zpracování pevných odpadů</b>		
	19 05 03	Kompost nevyhovující jakosti
<b>Skupina 19 08 Odpady z čistíren odpadních vod jinde neuvedené</b>		
	19 08 02	Odpad z lapáků písku
	19 08 05	Kaly z čištění komunálních odpadních vod
<b>skupina 19 12 Odpady z úpravy odpadů jinde neuvedené (např. třídění, drcení, lisování, peletizace)</b>		
	19 12 01	Papír a lepenka
	19 12 07	Dřevo neuvedené pod číslem 19 12 06
	19 12 12	Jiné odpady (včetně směsí materiálů) z mechanické úpravy odpadu neuvedené pod číslem 19 12 11
<b>skupina 20 01 Složky z odděleného sběru (kromě odpadů uvedených v podskupině 15 01)</b>		
	20 01 01	Papír a lepenka
	20 01 38	Dřevo neuvedené pod číslem 20 01 37
<b>Skupina 20 02 Odpad ze zahrad a parků (včetně hřbitovního odpadu)</b>		
	20 02 01	Biologicky rozložitelný odpad
	20 02 02	Zemina a kameny

<b>Zvláštní způsoby nakládání</b>	<b>Katalogové číslo</b>	<b>Název odpadu</b>
<b>Skupina 20 03 Ostatní komunální odpady</b>		
	20 03 02	Odpad z tržišť

Poznámky:

Z hlediska praktických provozních způsobů nakládání s BRO bude dbáno na správné nakládání s přijímanými surovinami. Odpad k.č. 15 01 01 papírové a lepenkové obaly bude přijímán jen za podmínky, že bude nevyužitelný jako druhotná surovina.

Kompostárna je určena pro zpracování výše uvedených bioodpadů procesem aerobní biochemické přeměny. Do kompostů nesmí být použity suroviny, které po skončení biologického zrání kompostu budou mít charakter cizorodých látek:

**Tabulka 12 - Nejvyšší přípustné množství sledovaných látek podle ČSN 46 5735**

<b>Sledované látky</b>	<b>Nejvyšší přípustné množství sledované látky v mg v 1 kg vysušeného vzorku</b>
As*	50
Cd	13
Cr	1000
Cu	1200
Hg	10
Mo*	25
Ni*	200
Pb	500
Zn	3000

\*stanovuje se v případech, kdy lze očekávat zvýšená množství vzhledem k použitým surovinám.

V případě podezření, že suroviny obsahují další neodbouratelné cizorodé látky, stanovují se i tyto a použitelnost těchto surovin se posuzuje v souvislosti s technologií v jednotlivých případech. Zneškodňování přípravků na ochranu rostlin a jiných chemikálií a látek nemajících charakter surovin je v kompostech nepřípustná. Kromě uvedených odpadů mohou být do procesu za účelem doplnění surovinové skladby dle receptury, nadlepšení zakládky, nebo podpory procesu, zaváděny další přísady a suroviny, které nejsou odpadem ve smyslu zákona č. 185/2001 Sb., jedná se o:

- Slámu a seno, určenou k doplnění zakládky s cílem dosáhnout optimální vlhkosti,
- statkový hnůj - organické hnojivo,
- minerální hmotu (zeminu),
- přípravky podporující průběh procesu (např. mikrobiální přípravky, nebo enzymy vyráběné pro tyto účely),
- přípravky obohacující produkt určený jako hnojivo o další žádoucí prvky (např. draslík, vápník, hořčík),
- přípravky upravující pH (např. mletý vápenec, cukrovarnická šáma apod.).
- přípravky upravující poměr C:N dle požadavků receptury (např. síran amonný, nebo jiná průmyslová hnojiva).

### **Postup nakládání s odpady a podmínky pro provoz zařízení**

Při nakládání s biologickými odpady dochází k tomuto využívání:

- XN13 Kompostování - výroba kompostu, výrobek dle ČSN 46 5735 - kompost třídy I., II. a III,
- XR3 Recyklace/znovuzískání organických látek - výroba substrátů,
- XR12 Úprava odpadů před využitím některým ze způsobů uvedených pod označením R1 až R11.

### **Příjem odpadů:**

Původci odpadů, oprávněné osoby, dodavatelé a dopravci jsou povinni respektovat pokyny obsluhy kompostárny a tento PROVOZNÍ ŘÁD.

Občané města Prachatice, společnost Technické služby obhospodařující obecní zeleň a svážející obsah kontejnerů na BRKO, kompostejnerů a sběrných nádob na biologicky rozložitelné odpady umístěné městem budou přivážet biologicky rozložitelné odpady na kompostárnu svozovými, nákladními a osobními automobily s vlekem. Obsluha provede vizuální kontrolu biologických odpadů, případně namátkovou kontrolu a srovnání skutečnosti

s druhem odpadů deklarovaným v základním popisu odpadu. V případě pochybností odebere vážný vzorek a sepíše zápis. O tomto postupu následně vyrozumí vedoucího pracovníka kompostárny, který tuto záležitost projedná s přepravcem, či dodavatelem odpadu a odpad buď převezme, nebo jej přijmout odmítne. Při zásadním rozporu mezi deklarovanými odpady a skutečností, přijetí odpadu ke zpracování v kompostárně odmítne. V obou případech je událost zaznamenána do provozního deníku a o odmítnutí je informován Krajský úřad.

Dále bude provedeno zvážení automobilu i s přiváženými odpady a při odjezdu zvážení prázdného automobilu. Bude tak přesně zvážena hmotnost odpadů.

Pokud se jedná o jednorázovou dodávku nebo první z řady dodávek v jednom kalendářním roce, jsou kontrolovány následující údaje: Identifikační údaje původce odpadu (název, adresa, IČ bylo-li přiděleno). Identifikační údaje dodavatele odpadu (název, adresa, IČ bylo-li přiděleno). U občanů se zapisuje jméno a bydliště z průkazu totožnosti. Kód odpadu, kategorie a popis jeho vzniku a váha odpadu.

#### **Příjemce při příjmu odpadů do kompostárny ověří:**

- Jestli se nejedná o odpad, který není možno využít ke kompostování (na základě vizuálního posouzení, prohlášení původce, příp. analýzy),
- kategorii přijímaného odpadu (podle prohlášení dodavatele či původce, nebo průvodní dokumentace),
- namátkově může být kontrolováno, zda nejsou překročena nejvyšší přípustná množství sledovaných látek podle ČSN 46 5735, tab. 1. (namátkově po homogenizaci bioodpadu).

Dokumenty dokládající kvalitu přijatých odpadů příjemce uchovává po dobu pěti let.

#### **Dodavatel odpadu nebo původce je povinen provozovateli kompostárny předložit tyto údaje:**

- Název,
- adresa, IČ, v případě fyzické osoby (jméno a příjmení a adresa bydliště občana),
- kód odpadu, kategorie a popis jeho vzniku,
- případně protokol o vlastnostech odpadu (příp. výsledky analýz) ne starší jednoho roku.

Je-li náklad z hlediska druhu odpadu akceptován, je zapsána hmotnost vozidla s odpadem o jeho množství a jsou zachyceny všechny povinné údaje, obsluha navede vozidlo k místu vyložení odpadů. Pracovník kompostárny určí řidiči místo, kam je možné odpad složit.

Při vlastní vykládce provádí vizuální kontrolu odpadu z hlediska příměsí jiných druhů než kompostovatelných odpadů. V případě pochybnosti o kvalitě a druhu odpadu, odpad na vodohospodářsky zabezpečené ploše uloží stranou do doby vyřešení vzniklé situace. Věc nahlásí vedoucímu provozu, který situaci posoudí a při zásadním rozporu mezi deklarovanými odpady a skutečností, přijetí odpadu ke zpracování odmítne. V obou případech je událost zaznamenána do provozního deníku. V případě nepřijetí odpadu do zařízení kompostárny o této skutečnosti vyrozumí vedoucího provozu a ten písemnou formou Krajský úřad Jihočeského kraje do tří pracovních dnů. V hlášení provozovatel uvede jemu známé údaje o původci odpadů, případně dopravci. Dopravce či dodavatel je povinen na své náklady nepřijatý odpad odstranit z areálu kompostárny. Událost je zaznamenána do provozního deníku. Při odjezdu je zapsána hmotnost prázdného vozidla. Pobyť dodavatele odpadů v areálu kompostárny se omezí pouze na složení odpadu a předání a převzetí potřebné dokumentace. V případě potřeby jsou kola vozidla očištěna při výjezdu vodou z hydrantu.

### **Manipulace s odpady a technologie kompostování**

Pro zajištění provozu kompostárny jsou k dispozici tyto stroje, přístroje a zařízení:

- 1 x teleskopický manipulátor s čelní lžící,
- 1 x mobilní kompostovací stroj MK-7 tažený traktorem,
- 1 x vakovací zařízení pro mobilní kompostárny,
- 1 x dopravník k mobilní kompostárně,
- 1x traktor,
- 1 x váha,
- 1 x evidenční software,
- 1 měřicí jednotka, se softwarem, teploměrem a vlhkoměrem,
- 1x čerpadlo a rozstřikovače pro zavlažování kompostu z jímky technologických vod.

Manipulační technika a ostatní technika je uskladněna v garážích kompostárny a na manipulační ploše, odkud také dle potřeby vyjíždí.

### **Obsluha kompostárny (1 osoba)**

Zde působí pouze v definované pracovní době. K dispozici má zázemí vedlejšího sběrného dvora v objektu vrátnice (WC, umyvadlo a sprcha s teplou vodou, kancelář se šatnou, předsíň.). Pitná voda je zajištěna přípojkou na městský vodovod.



## **Technologie příjmu bioodpadů**

Třídění odpadů na oddělené hromady je základem úspěchu, je nutné oddělit ty, které mají nízkou vlhkost a strukturní materiály a uchovat je k přípravě zakládek z vlhkých surovin. Každý druh odpadu má také jiný poměr C:N (uhlíku a dusíku). Každá vsázka vyžaduje přidat také čerstvý kompost bohatý na bakterie, apod., tím se významně intenzifikuje a zkrátí kompostovací proces. Tyto materiály budou skladovány v boxu na dočasné uložení surovin.

Jednotlivé druhy odpadů přijaté pracovníkem kompostárny jsou odděleně umístěny v hromadách v boxu dočasného uložení surovin, kde bude probíhat krátkodobé skladování bioodpadů, jeho hrubé přetřídění, kontrola čistoty a druhu odpadu. Odpad se v boxu upraví tak, aby se odloučily některé příměsi, pro kompostování nevhodné. Pro odloučený odpad je na ploše umístěn kontejner, nebo plastová nádoba k tomu určená. Vytříděné odpady, které jsou strukturní, neprodukují výluh a nepodléhají samovolné fermentaci (dřevo, větve, ořezy keřů a podobné strukturní materiály) budou skladovány na ploše a dle potřeby postupně drceny. Ostatní odpady budou rovnou drceny a spolu s odpady, ze kterých by mohla vytékat závadná tekutina, nebo budou mít významné negativní vlastnosti - zápach, vysoká vlhkost a s ní spojené výluhy, budou rovnou umístovány do kompostovacích vaků.

## **Příprava vstupních surovin, vsázka**

Drcení separované dřevní hmoty větších rozměrů se provádí v samostatném drtiči na velikost okolo 10 cm, toto drcení je prováděno v areálu kompostárny či na manipulační ploše technických služeb. Ostatní odpady se drtí v rámci založení do stroje MK-7, což je mobilní kompostovací stroj. Zde dochází k homogenizaci a dodrcení kompostované hmoty vertikálním řezacím šnekem v násypce stroje.

Směs odpadů se v násypce stroje vhodně doplňuje nadrcenou dřevní hmotou kvůli struktuře a zvlhčuje se vodou z jímky, aby vlhkost zakládky byla vyšší než 50 %. Promísené odpady jsou následně šnekovým lisem vytlačovány do kompostovacího vaku o průměru 1,5 m v celkové délce 30-60 m. Do kompostovacího vaku je souběžně vkládána perforovaná PVC hadice DN 50-100 pro provzdušnění.



**Obrázek 29 – Mobilní kompostovací stroj**

Celkový počet kompostovacích vaků o průměru 1,5 m a délce 30-60 m je na ploše předpokládán cca 5-10.

V každém vaku je uloženo cca 40-80 t odpadu ke kompostování.



**Obrázek 30 – Mobilní kompostovací stroj při plnění**

### **Kompostovací proces**

Zakládka v každém vaku v této fázi musí splnit teplotní režim dle vyhlášky 341/2008 Sb. pro hygienizaci kompostováním. Teplota zakládky musí dosáhnout nejméně 55 °C a musí se udržet bez přerušení po dobu min. 21 dní. Nebo teplota zakládky musí mít nejméně 65 °C po dobu 5 dní. Bude prováděna řízená ventilace vzduchu do vaku.

Po celou dobu trvání procesu kompostování pracovník dbá na vhodnou vlhkost zakládky, teplotu, poměr C:N v zakládce a provzdušňování. Provzdušňování se provádí pomocí ventilátoru s programovým řízením větrání napojeným na perforovanou PVC hadici zakládanou do vaku strojem.

Proces zrání kompostu pak bude probíhat v klasických kompostovacích zakládkách - krechtech o šířce cca 2,5 m, výšce cca 1,5-2 m, které budou překopávány překopávačem či manipulátorem s čelní lžící, případně jiným vhodným mechanismem v intervalu cca 1x za 3 týdny. Dokompostování v krechtech se předpokládá na dobu cca 2-3 měsíců. Další dozrání kompostu lze provádět v zastřešeném prostoru pro dočasné uložení kompostů.

Pracovník monitoruje teplotu a vlhkost zakládky přenosnou dálkovou měřicí jednotkou s vpichovací sondou, pro účely prokázání hygienizace. Měří se co možná nejbližší středu vaku v minimální hloubce 0,5 m od povrchu. Teploty zaznamenává do provozního deníku pro každou jednotlivou zakládku zvlášť.

Na základě zjištěných údajů upravuje délku kompostování, vlhčení a tím ovlivňuje nárůst a pokles teploty zakládky tak, aby byly splněny teplotní režimy pro hygienizaci kompostováním, uvedené výše.

### **Konečná úprava a expedice**

Hotový kompost má mít hnědou, šedohnědou až černou barvu. Pro expedici kompostu je přípustná teplota nižší než 40 °C. Hmota má být homogenní, drobtovité až hrudkovité struktury, bez nerozpojitelných částic. Nesmí vykazovat pachy svědčící o přítomnosti nežádoucích látek. Pokud byl materiál předem tříděn a separován, a pro aplikaci postačí hrubý kompost, není nutné prosévání kompostu. Pokud předchozí úprava toto neumožnila, pak je možné uvažovat s budoucím proséváním, které zbaví kompost nežádoucích příměsí plastů, skla, kovů, nebo nerozložených organických částic. Uzářlý kompost se pak nakladačem přemísťuje do násypky vibračního síta, umístěného na vodohospodářsky zabezpečené ploše. Zde se separují nerozložené části organického původu, které budou opětovně vloženy do zakládky pro zlepšení struktury materiálu, dále složky, které mají charakter komunálního odpadu, tyto budou skladovány v kontejneru, nebo vhodné nádobě a odváženy na skládku komunálního odpadu. Některé příměsi mohou být kovové, ty budou skladovány v přistavené nádobě a poté předány k dalšímu využití firmám, vykupující kovové odpady. Technické požadavky pro průmyslové komposty musí odpovídat znakům jakosti dané Českou normou 46 5735. Teprve po splnění podmínek daných normou je možno

kompost předávat ke zpětnému odběru občanům nebo aplikovat na pozemcích města. Kompost bude odvážen nákladními automobily a osobními automobily s přívěsem.

### Monitoring, hodnocení a kontrola výstupů

Požadavky a kritéria pro hodnocení výstupů - limitní koncentrace vybraných rizikových látek a prvků pro zařazení výstupů: rekultivační kompost třídy I, II a III a stabilizovaný odpad určený k uložení na skládku dle přílohy č. 6 vyhl. č. 341/2008 Sb.

**Tabulka 13 – Zařazení do tříd**

Sledovaný ukazatel	Jednotka	Výstupy (skupina 2)			Stabilizovaný biologicky rozložitelný odpad (skupina 3)
		Třída I	Třída II	Třída III	
As	mg/kg sušiny	10	20	30	40
Cd	mg/kg sušiny	2	3	4	5
C <sub>celkový</sub>	mg/kg sušiny	100	250	300	600
Cu	mg/kg sušiny	170	400	500	600
Hg	mg/kg sušiny	1	1,5	2	5
Ni	mg/kg sušiny	65	100	120	150
Pb	mg/kg sušiny	200	300	400	500
Zn	mg/kg sušiny	500	1200	1500	1800
PCB	mg/kg sušiny	0,02	0,2	-	dle způsobu využití
PAU	mg/kg sušiny	3	6	-	dle způsobu využití
Nerazložitelné příměsi >2 mm	% hm.	max. 2% hm.	max. 2% hm.	-	-
AT4	mg O <sub>2</sub> / g sušiny	-	-	-	< 10

**Tabulka 14 - Znaký jakosti rekultivačního kompostu**

<b>Znaký jakosti</b>	<b>Jednotky</b>	<b>Hodnota znaku jakosti</b>
Vlhkost	% hm.	Od zjištěné hodnoty spalitelných látek do jejího dvojnásobku, min. 40 až 65
Spalitelné látky v sušině vzorku	% hm.	min. 25
Celkový dusík jako N přepočtený na vysušený vzorek	% hm.	min. 0,6
Poměr C:N*		min. 20 (max. 30)
PH	-	6,0-8,5
Nerzložitelné příměsi	% hm.	max. 2,0

**Tabulka 15 - Četnost a druh kontrol**

<b>Roční produkce výstupů</b>	<b>Jednotky</b>	<b>Četnost kontrol výstupů</b>
1001 - 5000	t	4 x za rok*

\*v případě celoročního provozu se kontroly provádějí se stanovenou četností v zimním a letním období

Snížení četnosti zkoušek stanovené v tabulkách 14, 15 pro kterýkoliv ze sledovaných ukazatelů je možné, jestliže v průběhu dvouletého období byly hodnoty daného ukazatele trvale pod 75 % stanoveného limitu. Snížení četnosti zkoušek je možné pouze na četnost uvedenou v předcházejícím řádku tabulky, tedy na 2 vzorky za rok. Snížená četnost zkoušek se uvádí v provozním řádu příslušného zařízení.

## Kontrola hygienizace

Výsledný kompost podléhá kontrole účinnosti hygienizace dle tabulky 16. Kontroluje se výstupní kompost na obsah *Salmonella* spp., termotolerantní koliformní bakterie, Enterokoky.

**Tabulka 16 – Obsah bakterií**

Indikátorový mikroorganismus	Výstup	Jednotky	Počet zkoušených vzorků při každé kontrole výstupu	Limit (nález/KTJ*)	
<i>Salmonella</i> spp.	Rekultivační kompost/rekultivační digestát	nález v 50g	5	negativní	
<i>Termotolerantní koliformní bakterie</i> **	Rekultivační kompost/rekultivační digestát	KTJ v 1 gramu	5	2	$< 10^3$
			5	3	$< 50$
<i>Enterokoky</i> **	Rekultivační kompost/rekultivační digestát	KTJ v 1 gramu	5	2	$< 10^3$
			5	3	$< 50$

Pozn.:

\*KTJ = kolonie tvořící jednotky

\*\* Z odebraných 5 vzorků musí minimálně stanovený počet vyhovět předepsaným limitům

Způsob vzorkování je nutné zvolit tak, aby odebrané vzorky byly reprezentativní pro celé množství posuzovaného výstupu. U kompostáren se odebírá homogenizovaný směsný vzorek z několika míst v hotovém kompostu.

### **Při odběru vzorku se postupuje následovně:**

Vzorek ke zkoušce vybraných rizikových látek a prvků se vytvoří smíšením dílčích vzorků odebraných rovnoměrně z celého objemu vzorkovaného celku. Velikost vzorku a způsob úpravy (například drcení) vzorku se stanoví po dohodě s laboratorii.

Vzorkování musí probíhat dle zpracovaného plánu. Ze vzorkování je pořizován Protokol o vzorkování. Veškeré informace jsou vedeny v písemné formě. Tyto údaje budou archivovány po dobu pěti let.

K výstupům ze zařízení k využívání bioodpadů se při jejich uvádění na trh, nebo do oběhu zpracovává průvodní dokumentace, která obsahuje:

- Výrobek kompost, nebo organominerální substrát dle zák. č. 156/1998 Sb. o hnojivech,
- příbalový leták, jehož obsah je dán rozhodnutím o registraci dle zák. č. 156/1998 Sb. o hnojivech,
- výrobky - rekultivační komposty třídy I, II a III dle přílohy č. 6 vyhl. č. 341/2008 Sb,
- průvodní dokumentace dle odst. (3), přílohy č. 6, vyhl. č. 341/2008 Sb.

Povinnost osob vykonávajících činnost na kompostárně s ohledem na možnost poškození zařízení, zejména technologie vakování, vodního rozvodu, jímek a zpevněných ploch kompostárny.

Pracovník kompostárny stále sleduje prostor kompostárny, zejména ve chvílích, kdy původci nebo přepravci odpadů projíždějí po provozní komunikaci a přijíždějí na plochu kompostárny a vykládají odpady. Pracovník bedlivě dbá na to, aby pojížděním mechanizací kompostárny a vozidly dodavatelů odpadů nedocházelo k poškození zařízení kompostárny, zejména příjezdové komunikace a vodohospodářsky zajištěné plochy a jímek. Původcům a přepravcům obsluha udílí příslušné pokyny. Časové podmínky zpracování odpadů s ohledem na ochranu před zápachem, výskytem hmyzu a nebezpečím vznícení

Odpad bude průběžně zpracováván tak, aby jej nebylo nutné na zpevněné ploše dlouhodobě deponovat. Maximální množství odpadů, umístěných v jednu chvíli na zpevněné ploše bude max. 100 tun. Skutečné množství bude podstatně menší, neboť BRO bude zpracováván do vaků - zakládek kompostu vždy cca každých 7-10 dní a v případě potřeby i častěji tak, aby nedocházelo k znečištění ovzduší nadměrným zápachem.

### **Vymezení činností, které není dovoleno v prostoru kompostárny provádět**

- 1) Vstup na plochu kompostárny je zakázán všem osobám, jejichž schopnost reagovat je omezena vlivem alkoholu, léků, drog apod.,
- 2) před uvedením každého zařízení, nebo mechanismu do provozu, je pracovník povinen se přesvědčit o jeho provozuschopném a bezpečném stavu a jeho použití je možné jen k tomu účelu, který v návodu k obsluze uvádí výrobce,
- 3) je zakázáno zdržovat se za vozidly vyklápějícími odpad, tankovat mechanismy na ploše kompostárny,

- 4) Osoby, přibližující se k mechanismům, případně vozidlům vykládajícím odpad se musí pohybovat pouze v zorném poli řidiče či obsluhy,
- 5) V případě nálezu neznámých předmětů (nádob obsahující neznámý obsah), je zakázáno s nimi neodborně manipulovat. Obsluha kompostárny nález oznámí vedoucímu provozu, nebo jeho zástupci, který zajistí odborné prověření a odstranění nálezu,
- 6) V případě nálezu výbušniny, či zbraní, obsluha kompostárny tuto skutečnost neprodleně oznámí Policii ČR.

### Období provozu

Kompostárna je v plném provozu min. 9 měsíců v roce, v rámci níže uvedené provozní doby. V zimních měsících - prosinci, lednu a únoru bude provoz kompostárny omezen dle povětrnostních podmínek. Na kompostárně se předpokládá příjem bioodpadů cca 5x týdně v uvedených hodinách ve vegetační sezóně v období cca březen – listopad. V zimě doběhne zpracování navezeného biomateriálu a bude prováděn pouze omezený příjem bioodpadů např. z ořezu stromů. Obsluha kompostárny bude po dobu příjmu odpadů přítomna a bude provádět jejich kontrolu dle provozního řádu.

**Tabulka 17 - Provozní doba zařízení**

<b>Pondělí</b>	8.00-11,00	11,30-14.00
<b>Úterý</b>	6.00-11,00	11,30-14,00
<b>Středa</b>	8.00-11,00	11,30-14,00
<b>Čtvrtek</b>	6.00-11,00	11,30-14,00
<b>Pátek</b>	6.00-11,00	11,30-14,00
<b>Sobota</b>	zavřeno	
<b>Neděle</b>	zavřeno	

V neděli, sobotu a během svátků není kompostárna v provozu, pokud provozovatel z organizačních důvodů nerozhodne jinak. Provozní doba je zveřejněna na vstupní tabuli při vstupu do areálu kompostárny a dále na vhodných informačních dokumentech, zasílaných občanům a oprávněným osobám k prezentaci. Počet pracovníků zajišťujících provoz kompostárny. Na kompostárně se předpokládá umístění jednoho pracovníka, který bude zastávat funkci pracovníka kompostárny.



## **Povinnosti obsluhy kompostárny**

### Vedoucí provozu

- Řídí a zodpovídá za veškerý provoz a stavbu kompostárny,
- řídí pracovníka kompostárny, který je mu pracovně podřízen.

zejména zodpovídá za:

- Bezpečnost provozu kompostárny,
- vedení provozního deníku, evidence odpadů a plnění ohlašovací povinnosti,
- dodržování ustanovení tohoto provozního řádu,
- přijímá kontrolní orgány, případně povoluje návštěvy (zaznamenává do provozního deníku),
- řídí činnost kompostárny při vzniku mimořádné události a havárie, neprodleně,
- vzniklou situaci řeší, informuje příslušné orgány státní správy a vlastníka kompostárny,
- provedení příslušných analytických rozborů výstupního kompostu,
- vypracování protokolu o vzorkování, analýzy, hodnocení a kontrolu výstupů ze zařízení.

### Pracovník kompostárny

- Je podřízen vedoucímu pracovníkovi a řídí se jeho pokyny,

zejména provádí:

- přejímání jednotlivých složek kompostovatelných odpadů, jejich vážení, dotřídění, umístění na ploše kompostárny,
- zajišťuje technologický proces kompostování,
- při přejímání odpadů vede předepsanou evidenci o původcích, přepravcích, odpadech, vozidlech a hmotnostech,
- příjem odpadů, provádí dokladovou a vizuální kontrolu,
- v případě pochybnosti o deklarovaném druhu odpadu odebere vzorek z přijímaného,
- odpadu a může rozhodnout o tom, že odpad bude umístěn izolovaně a s dodavatelem sepiše zápis,
- v případě nemožnosti příslušný odpad zatřídit s ohledem na jeho stav a charakter, má právo takový odpad odmítnout,
- zajišťuje provoz vozidel v systému kontejnerového svozu BRO a vyprazdňování městských kompostejnerů,
- údržbu veškerého technického, strojního vybavení kompostárny a objektu,
- po provedených kontrolách a údržbě provádí zápis do provozního deníku,

- provoz traktoru, překopávače, údržbu, včasné přistavení k technické kontrole, vedení knihy jízd,
- vedení provozního deníku,
- dodržuje ustanovení tohoto provozního řádu,
- kontroluje jímku technologických vod ze zpevněné plochy,
- kontroluje funkci lapolu ropných látek v souladu s jeho provozním řádem.

Zodpovědnost provozovatele kompostárny, jeho pracovníků a dodavatelů odpadů za dodržování provozního řádu a pořádku v areálu kompostárny. Jednatel společnosti provádí kontrolu činnosti zaměstnanců, svozové firmy i občanů svážejících odpady průběžně. Všichni zaměstnanci kompostárny, jsou povinni se při nástupu a dále nejméně 1x ročně seznámit s provozním řádem a tuto skutečnost stvrdit svým podpisem, s uvedením přesného data do provozního deníku. Jsou seznámeni i s orgány, které jsou oprávněné ke kontrole provozu kompostárny a povinností předkládat jim příslušnou dokumentaci a podávat pravdivé a úplné informace související s provozem zařízení. Za splnění tohoto ustanovení je odpovědný statutární zástupce města.

Provozní řád určuje povinnosti, kterým se musí podřídit dodavatel odpadů při vstupu do areálu kompostárny. V buňce obsluhy je k dispozici provozní řád kompostárny k nahlédnutí všem osobám, které se v areálu kompostárny v daném okamžiku pohybují, nebo mají záměr zařízení využívat.

V případě porušení provozního řádu zaměstnancem či dodavatelem odpadů s následnou újmou na zdraví je odpovědný ten, který ustanovení provozního řádu porušil. Tato skutečnost se zaznamená do provozního deníku.

V případě porušování pracovně právních předpisů a provozního řádu může dle individuální situace jednatel použít ustanovení zákoníku práce č.262/2006 Sb. ve znění pozdějších předpisů.

### **Program kontroly a monitorování**

Pachové látky dle rozhodnutí č.j. KUJCK 42612/2013/OZZL Krajského úřadu Jihočeského kraje nejsou stanoveny emisní limity znečišťujících látek.

### **Evidence odpadů a provozní deník**

Provozní deník: Do provozního deníku jsou zapisovány denně všechny skutečnosti o běžné a mimořádné činnosti v kompostárně.

### **Evidence a dokumentace dovezených a odebraných odpadů**

O druzích, množství a původu odpadů přijatých do zařízení provádí provozovatel kompostárny průběžnou evidenci. Pracovník kompostárny provádí kvalitativní i kvantitativní příjem odpadů. Množství odpadů je pracovníkem kompostárny váženo. Do provozní evidence zaznamenává pracovník obsluhy u každého příjmu odpadů následující skutečnosti:

- Původce odpadů nebo dodavatele, dopravce (název, adresa, IČO, nebo jméno a adresu u fyzických osob),
- hmotnost dovezeného odpadu,
- název a kód odpadu,
- datum a hodinu,
- údaje o dopravci, pokud není shodný s původcem,
- odmítnuté odpady a jejich původci, které jsou hlášeny krajskému úřadu.

### **Při výdeji kompostu a odvozu vytríděných odpadů se zaznamenává:**

- Odběratele kompostu nebo oprávněného dopravce vytríděných odpadů (název, adresa, IČO, nebo jméno a adresu u fyzických osob),
- hmotnost kompostu nebo hmotnost odváženého odpadu,
- název a kód odpadu,
- datum.

### **Provozovatel je odpovědný v areálu kompostárny za ochranu životního prostředí z hlediska:**

- Ochrany povrchových vod,
- ochrany podzemních vod,
- ochrany ovzduší,
- nakládání s odpady.

### **Ochrana životního prostředí při nakládání s odpady a odpadními vodami**

Produkce odpadů v zařízení a nakládání s nimi

20 02 03 (O) – jiný biologicky nerozložitelný odpad

20 30 01 (O) – směsný komunální odpad

Vyprodukované odpady jsou předávány na skládku odpadů, resp. společnosti TS Prachatice k využití či odstranění.

Kompostárna bude dále produkovat splaškové vody ze společného sociálního zázemí se sběrným dvorem zachycené ve splaškové kanalizaci vedoucí do městské sítě. Dešťové vody z kompostárny jsou odváděny do sběrné jímky. Touto vodou budou v případě potřeby vlhčeny krechty dokompostování nebo bude používána pro zvlhčení nové zakládky. Dešťové vody z manipulační plochy jsou odváděny přes lapol ropných látek do vodoteče. Obsluha kontroluje správnou funkci lapolu v souladu s povolením a jeho provozním řádem.

### **Bezpečnost práce a ochrana zdraví osob**

Kompostárnu smí obsluhovat pouze osoba starší 18 let, tělesně i duševně způsobilá. Vstup do prostoru kompostárny je zakázán všem osobám, jejichž schopnost reagovat je omezena vlivem alkoholu, léků, drog apod. V prostoru kompostárny je zakázáno kouřit a manipulovat s otevřeným ohněm a ukládat doutnající či hořící odpad. Podřízený pracovník je povinen provádět veškerou činnost podle pokynů nadřízeného pracovníka.

Při používání mechanismů - vakovací stroj, traktor, drtič, nakladač, nákladní automobil, valník, síto, čerpadlo a další. – je pracovník kompostárny povinen nejprve zkontrolovat jejich technický stav a řídit se návodem na obsluhu těchto zařízení. Za chodu mechanismů je obsluze kompostárny zakázáno z nich vystupovat. Také je zakázáno přibližovat se k mechanismům mimo zorné pole řidiče. Mechanizační prostředek musí být po jeho opuštění zajištěn proti samovolnému pohybu.

Pohonné hmoty je možno tankovat pouze mimo provozní plochy kompostárny, u čerpacích a výdejních míst PHM, stejně tak servisní úkony motorových vozidel, při kterých vznikají odpady s nebezpečnými vlastnostmi, budou prováděny v místech k tomu určených. (servisní dílny). Na provozní komunikaci a ploše kompostárny jsou všichni povinni se řídit předpisy o provozu na veřejných komunikacích. Rychlost jízdy na provozní komunikaci je 20 km/ha, zpevněné ploše je stanovena max. 5 km/h. Předměty související s možnou trestnou činností se oznámí orgánům Policie ČR. Pracovníci kompostárny jsou povinni se podrobit všem předepsaným školením podle profese: bezpečnosti práce, požární ochrany, školení strojníka.

## **Ochrana zdraví osob**

Pohyb osob v prostoru kompostárny po všech zpevněných plochách je možný při zachování zásady klidné chůze. Pracovník je seznámen s druhy a vlastnostmi přijímaných odpadů z hlediska bezpečného nakládání s nimi. Pracovník je seznamován pravidelně se zásadami první pomoci v rámci povinných školení odborníkem v oblasti bezpečnosti práce. Používání pracovních oděvů a osobních ochranných prostředků a pomůcek pracovníkem kompostárny je kontrolováno nadřízeným. Pracovník má přidělen seznam osobních ochranných prostředků podle druhu prováděné práce. V případě poškození či ztráty je zaměstnanec povinen tuto skutečnost nahlásit nadřízenému, který mu vydá prostředek nový. V traktoru bude umístěna lékárnička a „Kniha úrazů“, kam je pracovník povinen zaznamenat každé zranění. Pro poskytování první pomoci je vyškolen vedoucí provozu. Požívání jídla a pití není na kompostárně dovoleno. Obsluha si po každém styku s kompostovanými odpady musí umýt ruce, při práci nesmí jíst, pít, kouřit.

## **Provozní předpisy**

Pokyny pro provoz a údržbu stavebních objektů nezbytných pro provoz kompostárny  
Stavební objekty jsou kontrolovány průběžně. V případě nutnosti je provedena jejich údržba či oprava.

Pokyny pro provoz a údržbu jednotlivých technologických zařízení  
Údržbu technického vybavení kompostárny, strojů a zařízení provádí pracovník dle jejich návodů k obsluze. Opravy, vyžadující servisní úkony většího rozsahu, bude provádět odborná firma, mimo prostory kompostárny (servisní dílny).

Provozní řád lapolu  
Provozní řád lapolu je dodáván výrobcem zařízení a je součástí vodohospodářského povolení tohoto zařízení.

## **Závěrečná ustanovení**

Zabezpečení odpadů před odcizením nebo jiným nežádoucím únikem. Odpady jsou umístěny na ploše kompostárny, která je oplocena. Odpovědnost provozovatele kompostárny za monitoring a následné analýzy. Provozovatel provádí odběr monitorovacích vzorků a zadává následné provedení analýzy podle ustanovení tohoto provozního řádu. Výsledky jsou archivovány a jsou k dispozici kontrolním orgánům. Provozovatel kompostárny sleduje stav akumulací jímky technologické vody a činnost lapolu.

## **Rekapitulace povinností dodavatelů odpadů.**

Dodavatel odpadů je povinen dodržovat ustanovení provozního řádu kompostárny.

Jedná se zejména o:

- Nahlášení identifikačních údajů původce nebo dodavatele,
- zařazení dodaného odpadu dle platného katalogu odpadů,
- rychlost pohybu vozidel v areálu kompostárny,
- respektování pokynů obsluhy kompostárny,
- opuštění areálu kompostárny po složení odpadů.

## **Bilance hmotnostního toku kompostovatelných odpadů.**

Kompostárna je zařízením pro zpracování bioodpadů s kapacitou 3200 tun za rok. Při kompostování dochází k objemové a hmotnostní redukci materiálu. Lze tedy očekávat roční produkci vyrobeného registrovaného hnojiva – průmyslového kompostu ve výši 1500-1800 tun. Ten bude nabízen občanům a bude využíván na pozemcích města Prachatice. Použití kompostu na zelených plochách bude působit významně pozitivně, při zvyšování obsahu organické hmoty, sorpční kapacity dešťových srážek a v konečném důsledku jako významná ochrana pře erozí půdy a povodněmi.

### **6.2.2 Výběr skládky BRO**

Vzhledem ke skutečnosti, že existující skládka komunálního odpadu „Libínské Sedlo“ se nachází v blízkosti vybraných obcí, bude využita tato skládka. Skládka „Libínské Sedlo“ pro ukládání BRO je umístěna přibližně 2 km od obce Libínské Sedlo, v nadmořské výšce 870 m. Nalézá se v údolí, které je ze tří stran obklopeno lesy. Území, na kterém se nachází, je součástí Prachatické vrchoviny. Tato vrchovina patří do oblasti s vysokými srážkami. Hydrologicky se řadí do povodí řeky Blanice (33).

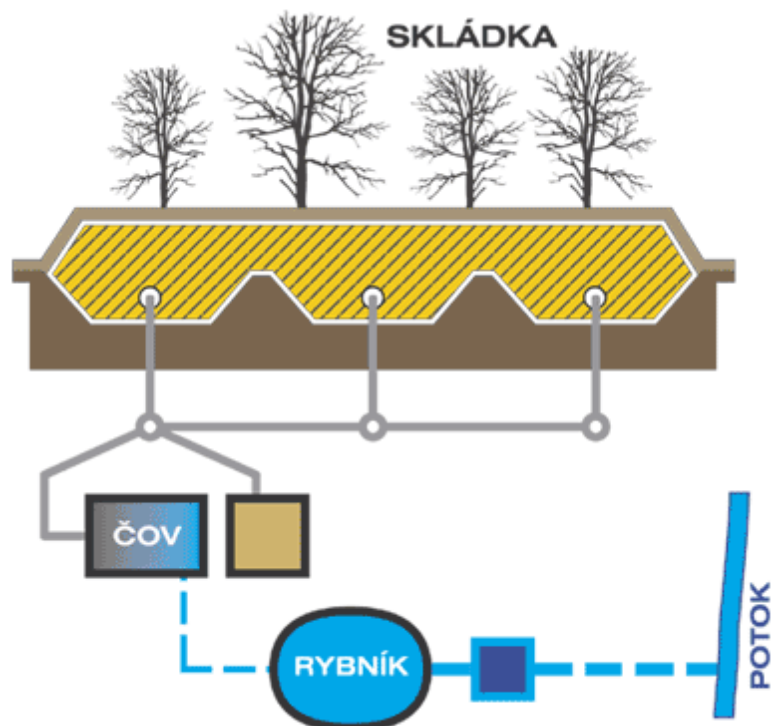
V roce 1992 bylo založeno Sdružení obcí – odpadové hospodářství za účelem financování stavby. Jeho členové sdružili finanční prostředky na výstavbu skládky. Stavba skládky komunálního odpadu byla zahájena v roce 1993. 1.5.1994 bylo zahájeno skládkování odpadu. V roce 1997 se na skládku zakoupil kompaktor BOMAG o hmotnosti 32 tun. Tím došlo výrazně k zhutnění odpadu a k průběžné redukci dováženého odpadu. V roce 1998 zde byla postavena čistírna odpadních vod typu CINIS (33,34).

Skládka odpadů je technické zařízení, které je určeno k ukládání odpadů. Odpad se ukládá na zemi nebo do země. Na skládku se komunální odpady ukládají odpovídajícím způsobem, aby nemohlo dojít ke vzniku škodlivých látek nebo k narušení těsnosti, stability

a konstrukce skládky. Skládka musí být zabezpečena hlavně proti úniku kontaminovaných vod a skládkových plynů. Při odstraňování odpadů nesmí být ohroženo životní prostředí a zdraví lidí. Skládka se dělí podle způsobu technického zabezpečení. Jedná se o inertní odpad a ostatní odpad. Do ostatního odpadu se řadí například komunální odpad a směsný stavební odpad (33,35).

Celkový objem skládky je 246 441 m<sup>3</sup>. Objem první etapy je 45 372 m<sup>3</sup>, objem druhé etapy je 105 669 m<sup>3</sup>, objem třetí etapy je 95 400 m<sup>3</sup>. Celková kapacita skládky bude stačit do roku 2025–2027 (33).

Skládka se skládá z tří etap. Každá etapa má rozdílnou kapacitu. První etapa skládky je již naplněna a byla provizorně uzavřena v roce 1999. Druhá etapa skládky je rozdělena do třech částí. První část neboli sekce je částečně zaplněna. Nyní se odpad ukládá do druhé sekce. Výluhové vody z těchto dvou částí (sekcí) se odvádějí do ČOV CINIS. Stavební řešení skládky umožňuje odvádět čistou vodu z třetí sekce do dočišťovací nádrže. Tím je myšlena pouze dešťová voda. Stavba třetí etapy skládky bude zahájena těsně před zaplněním druhé etapy, a vyplní se tak prostor ke staré skládce. Po naplnění třetí etapy dojde k překrytí všech tří etap skládky a následně dojde k rekultivaci všech etap včetně staré skládky. Po naplnění se skládka překryje vrstvou zeminy a osází se dřevinami. Zachová se pouze systém monitoringu vod a skládkových plynů. Viz. obrázek 31 (33).



Obrázek 31 - Uzavření skládky (www.prachatice.cz)

**Tabulka 18 - Základní údaje o skládce na Libínském Sedle**

<b>Provozní doba skládky</b>	Po – Pá 8:00 – 15:00
<b>Provozovatel</b>	František Hejtmánek s.r.o. Hájky 448 Vlachovo Březí 384 22 Tel.: 388 318 112
<b>Aktuální cena za komunální odpad</b>	1290 Kč/t + DPH

V následující tabulce 19 je uvedeno množství odpadu uvedeného v tunách od roku 2000 až do roku 2011 (33).

**Tabulka 19 - Množství komunálního odpadu**

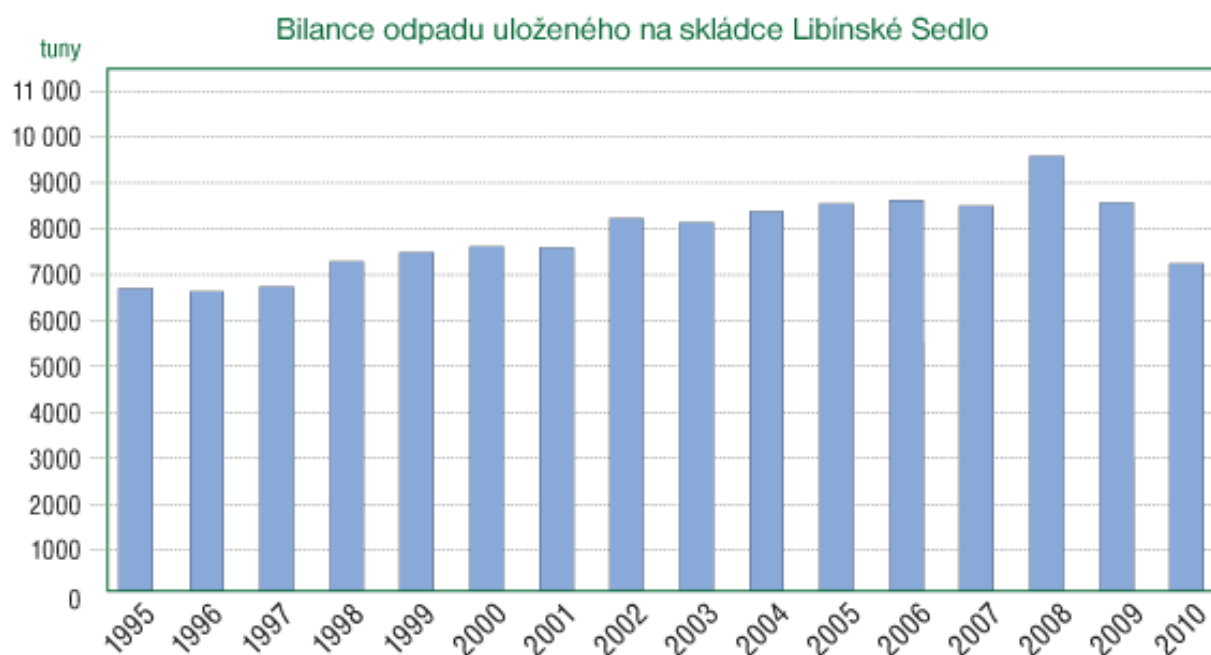
ROK	Množství odpadu, uvedeno v tunách
<b>2000</b>	7615,16
<b>2001</b>	7683,64
<b>2002</b>	8262,19
<b>2003</b>	11 042,70
<b>2004</b>	10 760,06
<b>2005</b>	8994,00
<b>2006</b>	10 817,00
<b>2007</b>	9818,82
<b>2008</b>	10 914,75
<b>2009</b>	9941,84
<b>2010</b>	8535,00
<b>2011</b>	7211,00

Od roku 2003 se na skládku ukládají odpady, jako technologický materiál na zajištění skládky (33).

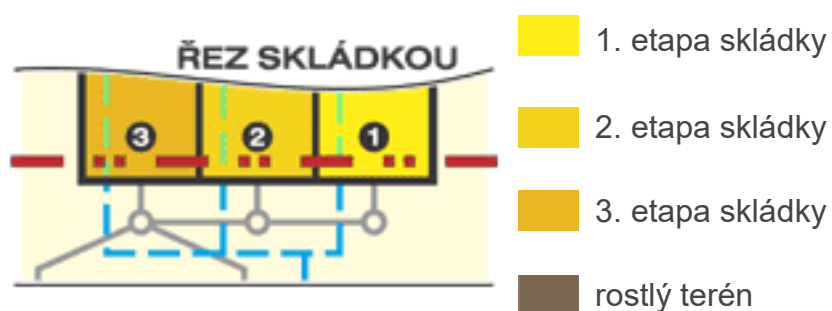


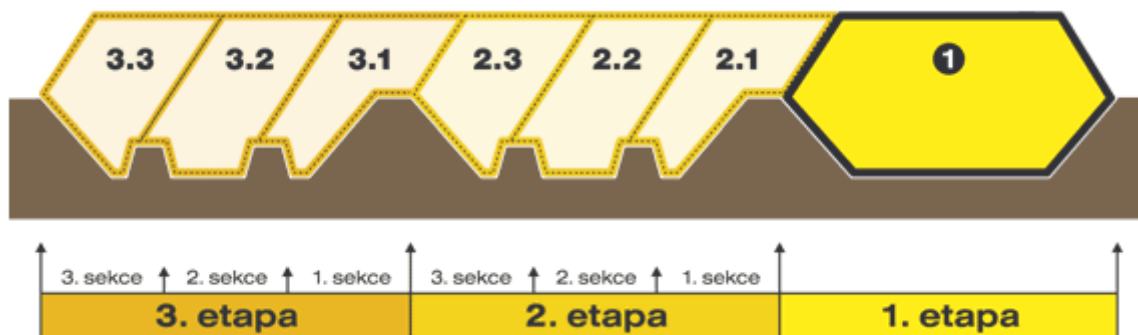
V následujícím grafu 2 je znázorněna bilance odpadu, který se ukládá na skládku na Libínském Sedle.

**Graf 2 - Bilance odpadu, který se ukládá na skládku na Libínském Sedle v období 1995 – 2010.**



(www.prachatice.cz)





**Následující obrázek 32 a 33 - Znázorňuje etapizaci skládky na Libínském Sedle**  
(www.prachatice.cz)

Skládka komunálního odpadu je rozdělena na několik částí, které se postupně zaplňují odpadem. Rozděluje se na jednotlivé etapy z určitých důvodů, myslí se tím například rozdělení skládky z hlediska ochrany životního prostředí. Důležitá je menší otevřená plocha skládky pro spád dešťové vody. Ta je vhodná také z hlediska prašnosti a poletování lehkých odpadů. Další podstatný důvodem je ekonomický. Stavba skládky se může provádět postupně. Mohou se investovat finance, které byly zaplacené za uložení odpadů do skládky. Také se snižuje množství výluhových vod, a tím se snižují i náklady na jejich likvidaci. Za zmínku stojí i provozní důvod. Odpad se ukládá a hutní po vrstvách, zaplněná část skládky se překrývá a postupně rekultivuje. Do jisté míry se reguluje i množství výluhových vod (33).

### 6.2.3 Popis obcí a stanovení množství BRO, které je možné získat pro sběr

Spádovou oblastí záměru jsou vybrané tři obce v okolí Prachatic. Jedná se o Libínské Sedlo, Perlovice a o Záblatí.

Obec Libínské Sedlo se do roku 1950 jmenovala Fefry. Jedná se o osadu vzdálenou 4 km od Prachatic. Libínské Sedlo se nachází v Prachatické hornatině pod horou Libín, s nadmořskou výškou 855 m. První písemná zmínka o Fefrách existuje již z roku 1351. Potřebné údaje o obci jsou uvedeny v tabulce 20.

**Tabulka 20 – Obec Libínské Sedlo**

<b>Druh pozemku</b>	<b>Výměra m<sup>2</sup></b>
Počet obyvatel	104
Orná půda	678 754
Zahrada	8 391
Travní porost	1 042 653

Zemědělské pozemky	1 729 798
Lesní pozemky	3 098 249
Vodní plochy	50 688
Zastavěné plochy	14 402
Ostatní plochy	570 236
<b>Celkem</b>	<b>5 463 373 m<sup>2</sup></b>

Obec Perlovice je malá obec v okrese Prachatic. Nachází se asi 3,5 km na jihozápad od Prachatic. Potřebné údaje o obci jsou uvedeny v tabulce 21.

**Tabulka 21 – Obec Perlovice**

<b>Druh pozemku</b>	<b>Výměra v m<sup>2</sup></b>
Počet obyvatel	12
Orná půda	1 701
Zahrada	9 071
Ovocný sad	4 484
Travní porost	760 172

Zemědělské pozemky	775 428
Lesní pozemky	869 877
Vodní plochy	14
Zastavěné plochy	4 512
Ostatní plochy	239 745
<b>Celkem</b>	<b>1 889 576 m<sup>2</sup></b>

Obec Záblatí se nachází 15 km jihozápadním směrem od Prachatic. Název má souvislost s jeho polohou. Kolem Záblatí protéká řeka Blanice. Ta získala své jméno podle názvu „blani“, což bylo původní označení pro louky, které byly často zaplavované vodou. Ze 14. století existují informace, že v době tání sněhu se říčka Blanice rozlévala široko do okolí. Za územím, které bylo zaplavováno říčkou čili blatem (močálem, mokřinou), vznikla nová osada, již se pojmenovala podle místní polohy „Za blaty“, z čehož se postupně dalšími jazykovými úpravami vyvinul název Záblatí (36).

Potřebné údaje o obci Záblatí jsou uvedeny v tabulce 22.

**Tabulka 22 – Obec Záblatí**

<b>Druh pozemku</b>	<b>Výměra v m<sup>2</sup></b>
<b>Počet obyvatel</b>	375
<b>Orná půda</b>	122 237
<b>Zahrada</b>	34 563
<b>Travní porost</b>	1 170 257
<b>Zemědělské pozemky</b>	1 327 057
<b>Lesní pozemky</b>	673 346
<b>Vodní plochy</b>	64 162
<b>Zastavěné plochy</b>	26 999
<b>Ostatní plochy</b>	391 209
<b>Celkem</b>	<b>2 482 773 m<sup>2</sup></b>

### 6.3 Stanovení množství a charakteru vzniklého BRO v jednotlivých obcích

**Produkcí BRO lze rozdělit na následující části:**

- a) Biologicky rozložitelný odpad z domácností,
- b) biologicky rozložitelný odpad z travních ploch, které jsou součástí obce,
- c) biologicky rozložitelný odpad ze zahrad.

V následujících tabulkách je uveden přehled produkce BRO v jednotlivých obcích.

#### Obec Perlovice

**Tabulka 23 - Stanovení objemu biologicky rozložitelného odpadu z domácností**

Počet obyvatel	12
Průměrné množství odpadu	10 l /obyvatel
Počet budov s číslem popisným	14
Měsíční objem odpadu	480 l
Roční objem odpadu	5 760 l

V tabulce 23 je stanoven objem biologicky rozložitelného odpadu z domácností v obci Perlovice. Průměrné množství odpadu na jednu osobu je stanoveno odborným odhadem na 10 l týdně. Tato hodnota je stanovena na základě sběru informací z 5 domácností s průměrným počtem tří členů domácností z obce Perlovice, pro které je logistika sběru vypracována. Oproti publikovaným údajům vychází mírně odlišně, což je způsobeno kompostováním BRO v domácnostech a vlivem zkrmování zbytků hospodářským zvířectvem. Podle tohoto průměrného množství je stanoven měsíční objem 480 l a z něho je vypočítán roční biologicky rozložitelný odpad z domácností v obci Perlovice 5 760 l.

**Tabulka 24 - Stanovení objemu biologicky rozložitelného odpadu z travních ploch, které jsou součástí obce**

Travní plocha	5 286 m <sup>2</sup>
Výtěžnost trávy z 1 hektaru	1,5 t.ha <sup>-1</sup>
Z jedné seče trávy	0,78 t
Počet sečí trávy – 8x	6,24 t

Hodnoty v tabulce 24 jsou stanoveny na základě poskytnutých informací z obecního úřadu a osobním zjišťováním při realizaci údržby travnatých ploch sečením se sběrem posečené trávy.

**Tabulka 25 - Stanovení množství objemu biologicky rozložitelného odpadu ze zahrad**

Velikost zahrad s funkcí okrasnou a zemědělskou	9 071 m <sup>2</sup>
Velikost ovocných sadů	4 484 m <sup>2</sup>
Stanovený počet ovocných a ostatních stromů a keřů (průměrný počet stromů na jedné zahradě je 9,28)	130 ks, při průměrné hmotnosti BRO z jednoho stromu je 18 kg za rok, celková produkce je 2,34 t.rok <sup>-1</sup>
Výtěžnost trávy z 1 hektaru	1,5 t.ha <sup>-1</sup>
Z jedné seče trávy	1,36 t
Počet sečí trávy – 12x	16,32 t

Hodnoty v tabulce 25 jsou stanoveny na základě výpočtu ploch z katastrální mapy (<http://nahliznidokn.cuzk.cz/VyberParcelu.aspx>) a osobního průzkumu v obci, kdy byly vybrány zahrady a zjištěny počty dotazem od majitelů nebo vizuálním zjištěním počtu stromů a keřů ve vhodně zvolených zahradách. Z realizované údržby ovocných stromů a keřů v podzimní prořezávce byla zjištěna průměrná hmotnost BRO z jednoho stromu 18 kg.

**Tabulka 26 – Celková hodnota objemu biologicky rozložitelného odpadu za rok v obci Perlovice**

Stanovení objemu biologicky rozložitelného odpadu z domácností	5 760 l při objemové hmotnosti BRO z domácnosti 460 kg.m <sup>-3</sup> , to je <b>2,649 t, resp. 5,76 m<sup>3</sup></b>
Stanovení objemu biologicky rozložitelného odpadu z travních ploch	<b>6,24 t</b> při objemové hmotnosti trávy 250 kg.m <sup>-3</sup> , to je <b>24,96 m<sup>3</sup></b>
Stanovení množství objemu biologicky rozložitelného odpadu ze zahrad	<b>16,32 t</b> při objemové hmotnosti trávy 250 kg.m <sup>-3</sup> , to je <b>65,2 m<sup>3</sup></b>
Stanovení množství odpadu z ovocných a ostatních stromů a keřů	<b>2,34 t</b> při objemové hmotnosti nestlačené dřevní hmoty 80 kg.m <sup>-3</sup> , to je <b>29,25 m<sup>3</sup></b>
<b>Celkem</b>	<b>122,17 m<sup>3</sup></b>

### **Libínské Sedlo**

**Tabulka 27 - Stanovení objemu biologicky rozložitelného odpadu z domácností**

Počet obyvatel	104
Průměrné množství odpadu	10 l /obyvatel
Počet budov s číslem popisným	53
Měsíční objem odpadu	4 160 l
Roční objem odpadu	49 920 l

V tabulce 27 je stanoven objem biologicky rozložitelného odpadu z domácností v obci Libínské Sedlo. Průměrné množství odpadu na jednu osobu je stanoveno odborným odhadem na 10 l týdně. Tato hodnota je stanovena na základě sběru informací dotazem z 10 domácností s průměrným počtem tří členů domácnosti z obce Libínské Sedlo, pro které je logistika sběru vypracována. Oproti publikovaným údajům vychází mírně odlišně, což je způsobeno kompostováním BRO v domácnostech a vlivem zkrmování zbytků hospodářským zvířectvem. Podle tohoto průměrného množství je stanoven měsíční objem 4 160 l a z něho je vypočítán roční biologicky rozložitelný odpad z domácností v obci Libínské sedlo 49 920 l.



**Tabulka 28 - Stanovení objemu biologicky rozložitelného odpadu z travních ploch, které jsou součástí obce**

Travní plocha	9 869 m <sup>2</sup>
Výtěžnost trávy z 1 hektaru	1,5 t.ha <sup>-1</sup>
Z jedné seče trávy	1,47 t
Počet sečí trávy – 8x	11,76 t

**Tabulka 29 - Stanovení množství objemu biologicky rozložitelného odpadu ze zahrad**

Velikost zahrad s funkcí okrasnou a zemědělskou	18 391 m <sup>2</sup>
Stanovený počet ovocných a ostatních stromů a keřů (průměrný počet stromů na jedné zahradě je 9,28)	180 ks, při průměrné hmotnosti BRO z jednoho stromu je 18 kg za rok, celková produkce je 3,24 t.rok <sup>-1</sup>
Výtěžnost trávy z 1 hektaru	1,5 t.ha <sup>-1</sup>
Z jedné seče trávy	2,75 t
Počet sečí trávy – 12x	33,1 t

**Tabulka 30 – Celková hodnota objemu biologicky rozložitelného odpadu za rok v obci Libínské sedlo**

Stanovení objemu biologicky rozložitelného odpadu z domácností	49 920 l při objemové hmotnosti BRO z domácnosti 460 kg.m <sup>-3</sup> , to je <b>22,96 t, resp. 49,092 m<sup>3</sup></b>
Stanovení objemu biologicky rozložitelného odpadu z travních ploch	<b>11,76 t</b> při objemové hmotnosti trávy 250 kg.m <sup>-3</sup> , je to <b>47,04 m<sup>3</sup></b>
Stanovení množství objemu biologicky rozložitelného odpadu ze zahrad	<b>33,1 t</b> při objemové hmotnosti trávy 250 kg.m <sup>-3</sup> , to je <b>132,4 m<sup>3</sup></b>
Stanovení množství odpadu z ovocných a ostatních stromů a keřů	<b>3,24 t</b> při objemové hmotnosti nestlačené dřevní hmoty 80 kg.m <sup>-3</sup> , to je <b>40,5 m<sup>3</sup></b>
<b>Celkem</b>	<b>269,032 m<sup>3</sup></b>

## Záblatí

**Tabulka 31 - Stanovení objemu biologicky rozložitelného odpadu z domácností**

Počet obyvatel	375
Množství odpadu	10 l/osoba týdně
Počet budov s číslem popisným	67
Měsíční objem odpadu	15 000 l
Roční objem odpadu	180 000 l

V uvedené tabulce je uveden počet stálých obyvatel v obci. Průměrné množství odpadu na jednu osobu je stanoveno na 10 l týdně, je uvažováno s nižším objemem odpadu vzhledem k domácímu kompostování obyvatel a zkrmování zbytků hospodářským zvířatům. Podle stanovených hodnot je stanoven měsíční objem (15 000 l) a z něho je vypočítáno množství biologicky rozložitelného odpadu z domácností (180 000 l) za rok. V Záblatí je nižší počet budov s číslem popisným, neboť se zde nachází několik bytových domů.

**Tabulka 32 - Stanovení objemu biologicky rozložitelného odpadu z travních ploch, které jsou součástí vesnice**

Travní plocha	51 860 m <sup>2</sup>
Výtěžnost trávy z 1 hektaru	1,5 t.ha <sup>-1</sup>
Z jedné seče trávy	7,7 t
Počet sečí trávy – 8x	62,2 t

**Tabulka 33 - Stanovení množství objemu biologicky rozložitelného odpadu ze zahrad**

Velikost zahrad s funkcí okrasnou a zemědělskou	34 563 m <sup>2</sup>
Stanovený počet ovocných a ostatních stromů a keřů (průměrný počet stromů na jedné zahradě je 9,28)	400 ks, při průměrné hmotnosti BRO z jednoho stromu je 18 kg za rok, celková produkce je 7,2 t.rok <sup>-1</sup>
Výtěžnost trávy z 1 hektaru	1,5 t.ha <sup>-1</sup>
Z jedné seče trávy	4,95 t
Počet sečí trávy -12x	59,47 t

**Tabulka 34 – Celková hodnota biologicky rozložitelného odpadu za rok v obci Záblatí**

Stanovení objemu biologicky rozložitelného odpadu z domácností	180 000 l při objemové hmotnosti BRO z domácností 460 kg.m <sup>-3</sup> je to <b>82,8 t</b> , resp. <b>180 m<sup>3</sup></b>
Stanovení objemu biologicky rozložitelného odpadu z travních ploch	<b>62,2 t</b> při objemové hmotnosti trávy 250 kg.m <sup>-3</sup> , to je <b>248,8 m<sup>3</sup></b>
Stanovení množství objemu biologicky rozložitelného odpadu ze zahrad	<b>59,47 t</b> při objemové hmotnosti trávy 250 kg.m <sup>-3</sup> , to je <b>237,88 m<sup>3</sup></b>
Stanovení množství odpadu z ovocných a ostatních stromů a keřů	<b>7,2 t</b> při objemové hmotnosti nestlačené dřevní hmoty 80 kg.m <sup>-3</sup> je <b>90 m<sup>3</sup></b>
<b>Celkem</b>	<b>756,68 m<sup>3</sup></b>

#### **6.4 Stanovení množství (t. rok<sup>-1</sup>)vyrobeného kompostu z vybraného regionu.**

Pro přepočítání objemu na hmotnost BRO lze na základě znalosti objemové hmotnosti  $\rho$  BRO podle vztahu:  $V = m \cdot \rho^{-1}$  (m<sup>3</sup>). Důležité je správné stanovení objemové hmotnosti dílčí skupiny BRO. Objemová hmotnost kuchyňského odpadu je 520 kg.m<sup>-3</sup> (je tvořen slupkami, skrojky, natí, listy, jádřinci, výlisky z ovoce, ovocem a zeleninou s defekty vlivem skladování). Množství tohoto odpadu není ovlivněno sezónními vlivy.

Průměrná objemová hmotnost BRO ze zahrady je 275 kg.m<sup>-3</sup> (zahrnuje dřevní hmotu z keřů a stromů, trávu, nadzemní a podzemní část letniček, nadzemní část trvalek, listí ze stromů). Množství tohoto odpadu je ovlivněno sezónními vlivy.

Při výpočtu hmotnosti BRO je vhodné počítat s hodnotou objemové hmotnosti 374 kg.m<sup>-3</sup>.

Do kompostu by se mělo použít co nejvíce rozmanitých materiálů. Čím pestřejší je směs, tím lepší je výsledný produkt. Při složení se musí respektovat poměr C:N, tedy poměr uhlíku k dusíku. Složení BRO z obcí, z něhož je produkován kompost, je obecně ve vhodném poměru složek, ale nutný je přídavek půdy, protože kompost s přídavkem půdy lépe zetlí. Objemová hmotnost půdy je v rozsahu 1300 až 1680 kg.m<sup>-3</sup> a přidává se přibližně 20 až 30% z celkové vsázky. Pokud je BRO v sušší formě, je vhodné, do hmoty určené ke kompostování, přidávat vhodnou formu zavlažovací látky (voda, řídka kejda, močůvka), což zvýší objemovou hmotnost kompostu o 5 až 10 %. Každá vsázka BRO vyžaduje přidat také čerstvý

kompost bohatý na bakterie, čímž se významně intenzifikuje a zkrátí kompostovací proces. Objemová hmotnost přidávaného kompostu je v rozsahu  $560$  až  $780 \text{ kg.m}^{-3}$  a přidává se přibližně 10 až 15%.

Pokud se sečtou objemy BRO přivážené z obcí za sledovaný rok a vynásobí se objemovou hmotností  $374 \text{ kg.m}^{-3}$ , získá se hmotnost, s níž lze uvažovat při výpočtu hmotnosti ( $\text{t. rok}^{-1}$ ) vyrobeného kompostu z vybraných obcí za kalendářní rok. K této hmotnosti je nutné připočítat hmotnosti přidané půdy a přidaného čerstvého kompostu.

### 6.5 Stanovení počtu sběrných kontejnerů

V každé obci navrhuji umístit jeden kontejner o objemu  $16 \text{ m}^3$  a v místě skládky komunálního odpadu zaparkovat svozové zařízení, kterým je automobilní nosič kontejnerů také s jedním kontejnerem. Při odvozu naplněného kontejneru v obci je zanechán druhý prázdný kontejner, který je umístěn na automobilovém nosiči. Tudíž dochází k nepřerušovanému sběru biologicky rozložitelného odpadu. Rozměry kontejneru jsou: délka – 4,5 m, šířka – 2,4 m, výška – 1,5 m.



Obrázek 34 – Kontejner o objemu  $16 \text{ m}^3$  (www.ekopatrol.cz)

### 6.6 Návrh svozového zařízení

Pro zvolený způsob sběru biologicky rozložitelného odpadu vyhovuje automobilový nosič kontejnerů od firmy Mercedes Benz, typ vozidla je Mercedes Benz Ateco 1018 s přestavbou hákového nosiče kontejnerů, navrhuji kontejner o objemu  $16 \text{ m}^3$  od firmy Eko-patrol. Náklady na pohonné hmoty na 100 km činí 605 Kč.

**Tabulka 35 – Informace o svozovém zařízení**

<b>Pořizovací cena</b>	<b>700 000 Kč</b>
<b>Rok výroby</b>	2004
<b>Výkon</b>	132 KW
<b>Palivo</b>	Diesel
<b>Spotřeba na 100 km</b>	17 l
<b>Cena 1l nafty</b>	35,60 Kč
<b>Celková hmotnost</b>	10,5 t



**Obrázek 35 – Mercedes Benz Ateco 1018 (www.fornal.cz)**

## 7 Stanovení intervalu svozu z jednotlivých obcí

### Perlovice

**Tabulka 36 - Stanovení četnosti svozu odpadu**

<b>Měsíc</b>	<b>Počet svozů odpadu</b>
<b>leden</b>	<b>1x</b>
<b>únor</b>	<b>1x</b>
<b>březen</b>	<b>1x</b>
<b>duben</b>	<b>1x</b>
<b>květen</b>	<b>2x</b>
<b>červen</b>	<b>2x</b>
<b>červenec</b>	<b>2x</b>
<b>srpen</b>	<b>2x</b>
<b>září</b>	<b>2x</b>
<b>říjen</b>	<b>1x</b>
<b>listopad</b>	<b>1x</b>
<b>prosinec</b>	<b>1x</b>

V zobrazené tabulce 36 je uvedena četnost svozu biologicky rozložitelného odpadu v měsících leden až prosinec v osadě Perlovice. V období od 1. května do 30. září je navržen svoz odpadu 1x za 14 dní vzhledem k předpokládanému vyššímu množství odpadu ze zahrad a travních ploch. V období od 1. října do 31. dubna jsem zvolil svoz 1x měsíčně vzhledem k předpokládané nízké produkci BRO.

## Libínské Sedlo

**Tabulka 37 - Stanovení četnosti svozu odpadu**

<b>Měsíc</b>	<b>Počet svozů odpadu</b>
<b>leden</b>	<b>1x</b>
<b>únor</b>	<b>1x</b>
<b>březen</b>	<b>1x</b>
<b>duben</b>	<b>1x</b>
<b>květen</b>	<b>4x</b>
<b>červen</b>	<b>4x</b>
<b>červenec</b>	<b>4x</b>
<b>srpen</b>	<b>4x</b>
<b>září</b>	<b>4x</b>
<b>říjen</b>	<b>1x</b>
<b>listopad</b>	<b>1x</b>
<b>prosinec</b>	<b>1x</b>

V uvedené tabulce 37 je stanovena četnost svozu biologicky rozložitelného odpadu v měsících leden až prosinec v obci Libínské Sedlo. V období od 1. května do 30. září jsem zvolil svoz odpadu 4x za měsíc (tedy 1x týdně) vzhledem k vyššímu množství odpadu ze zahrad a travních ploch. V období od 1. října do 31. dubna jsem zvolil svoz 1x měsíčně pro nízkou produkci BRO.

## Záblatí

**Tabulka 38 - Stanovení četnosti svozu odpadu**

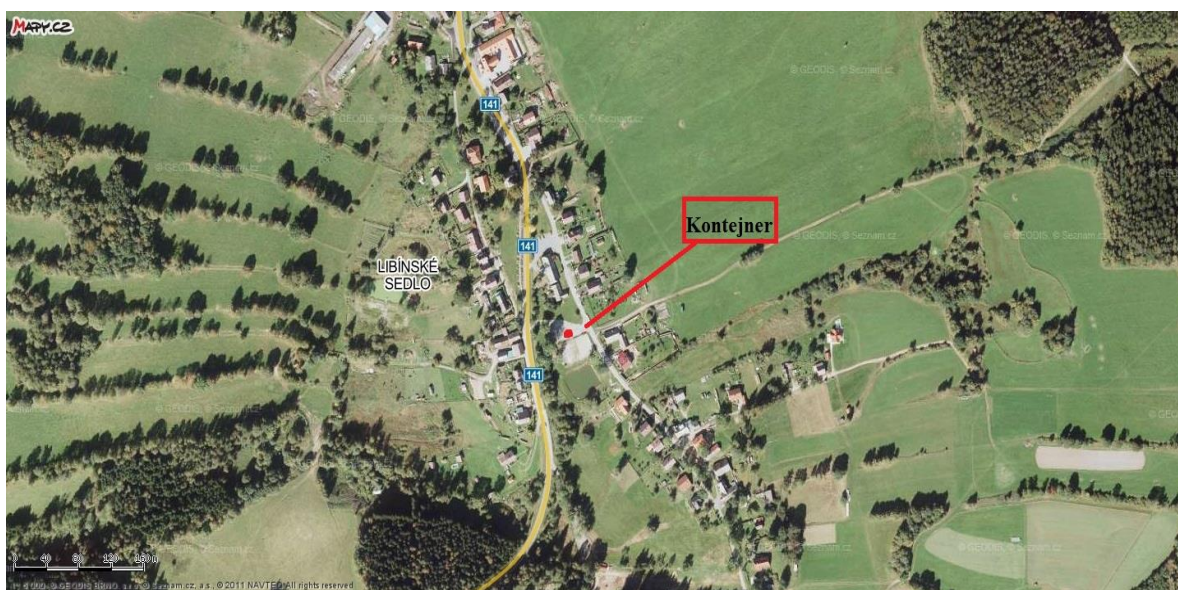
<b>Měsíc</b>	<b>Počet svozů odpadu</b>
<b>leden</b>	<b>1x</b>
<b>únor</b>	<b>1x</b>
<b>březen</b>	<b>1x</b>
<b>duben</b>	<b>1x</b>
<b>květen</b>	<b>4x</b>
<b>červen</b>	<b>4x</b>
<b>červenec</b>	<b>4x</b>
<b>srpen</b>	<b>4x</b>
<b>září</b>	<b>4x</b>
<b>říjen</b>	<b>1x</b>
<b>listopad</b>	<b>1x</b>
<b>prosinec</b>	<b>1x</b>

V uvedené tabulce 38 je stanovena četnost svozu biologicky rozložitelného odpadu v měsících leden až prosinec v obci Záblatí. V období od 1. května do 30. září jsem zvolil svoz odpadu 4x za měsíc (tedy 1x týdně) vzhledem k vyššímu množství odpadu ze zahrad a travních ploch. V období od 1. října do 31. dubna jsem zvolil svoz 1x měsíčně vzhledem k nízké produkci BRO.



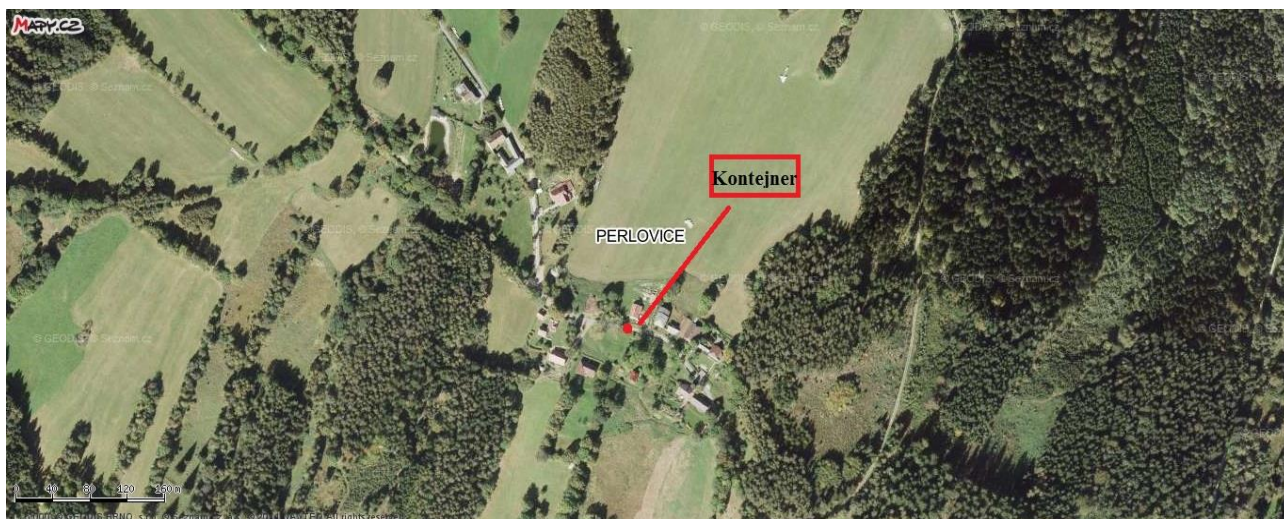
## 8 Výběr stanoviště pro sběr BRO v jednotlivých obcích

V obci Libínské Sedlo navrhují umístit sběrnou nádobu do místa, které je na mapě znázorněno červeným bodem. Kontejner je umístěn v blízkosti depontkontejnerů, kam jsou místní obyvatelé zvyklí odnášet tříděný odpad. Objem kontejneru je stanoven na  $16 \text{ m}^3$ . Mapa je v měřítku 1:4000, kdy 1 cm na mapě je 40 m ve skutečnosti.



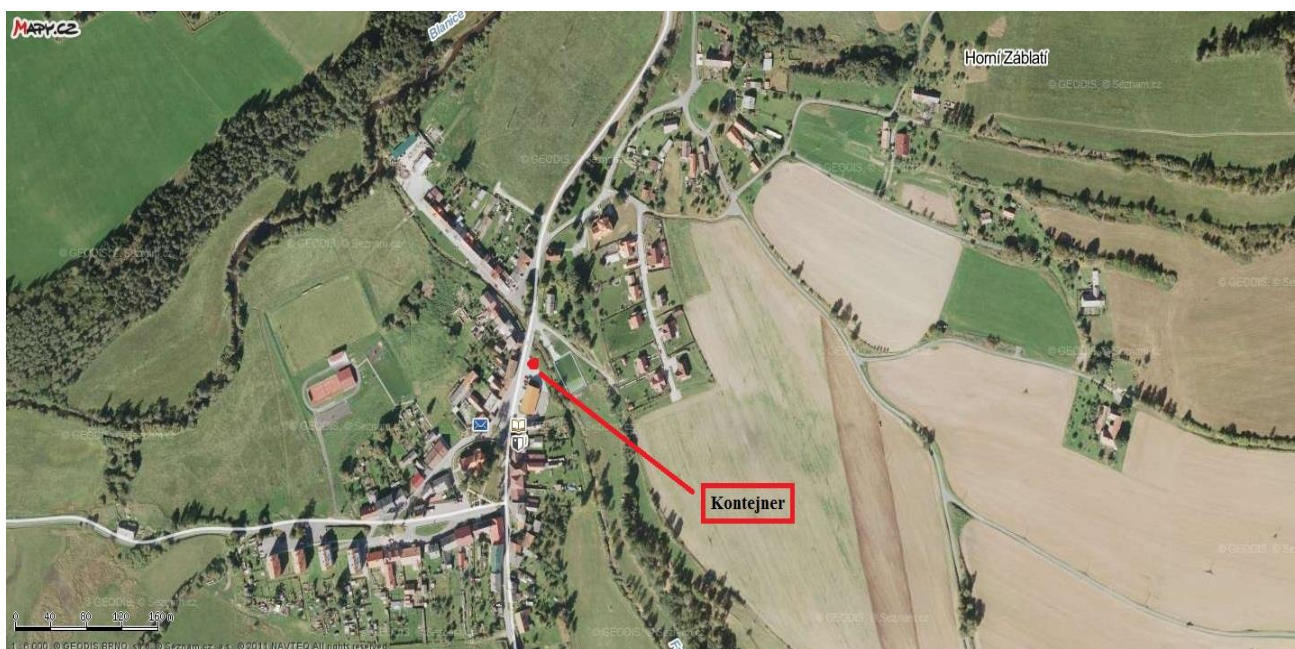
Obrázek 36 - Libínské Sedlo (www.mapy.cz)

V obci Perlovice je sběrný kontejner umístěn na červeně znázorněném bodě na obrázku 37. Z obrázku je patrné, že kontejner je umístěn ve středu osady, kde ho mají místní obyvatelé v dostupné blízkosti. Jeho umístění je zvoleno v přirozeném koridoru pohybu občanů. Navrhují kontejner viditelně označit, protože v obci je několik obyvatel, kteří zde nemají trvalé bydliště. Objem sběrné nádoby je  $16 \text{ m}^3$ .



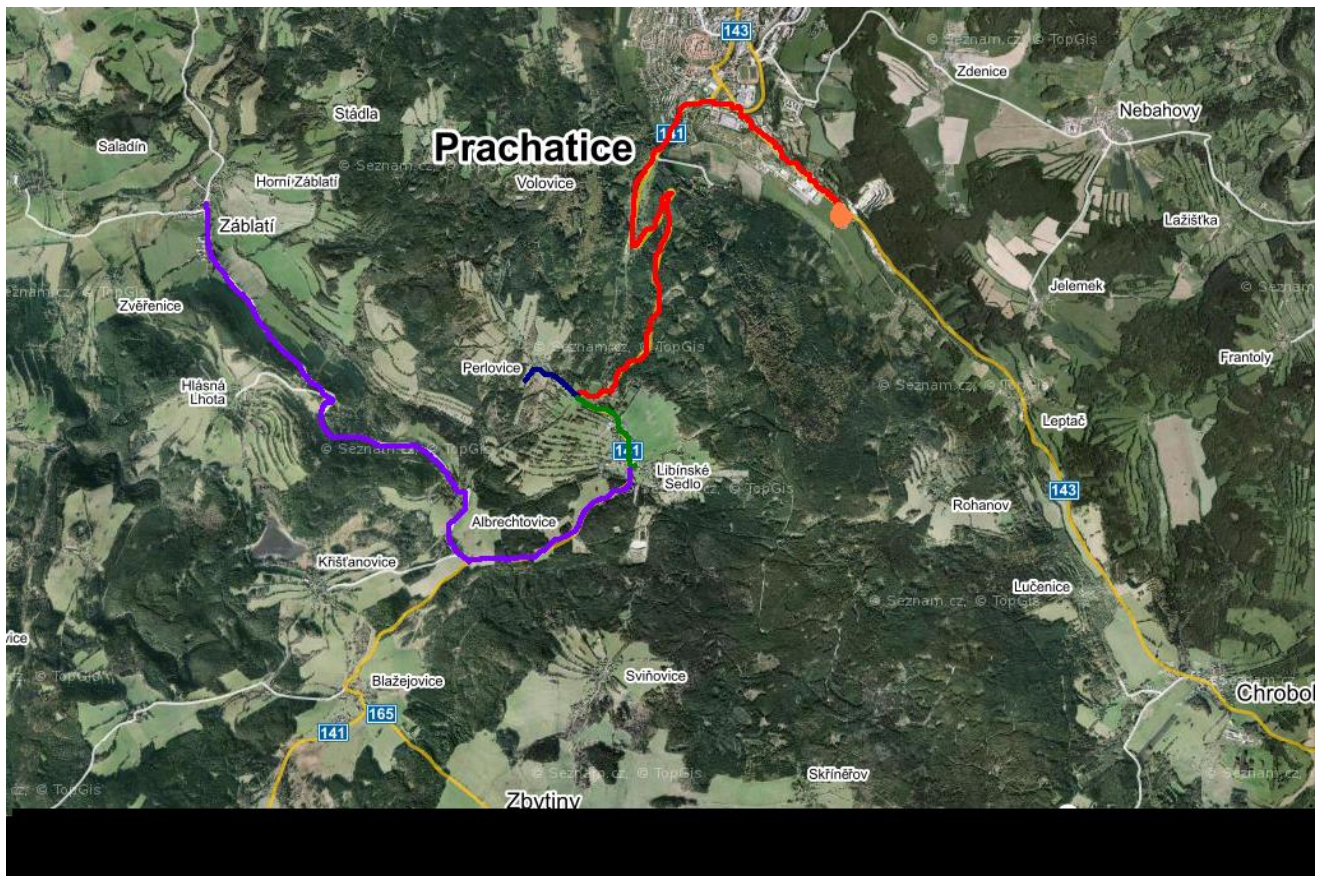
**Obrázek 37 – Perlovice (www.mapy.cz)**

Na obrázku 38 je zobrazena obec Záblatí. Červeným bodem je znázorněn kontejner pro biologicky rozložitelný odpad. Tento kontejner navrhuji ukládat na návsi, kde je místo dostupné pro všechny občany a kde je možné snadno manipulovat s prázdným i plným kontejnerem. Objem kontejneru navrhuji 16 m<sup>3</sup>.



**Obrázek 38 – Záblatí (www.mapy.cz)**

## 9 Výběr a popis odvozní trasy na kompostárnu



Obrázek 39 – Odvozní trasy na kompostárnu (www.mapy.cz)

Na znázorněné mapce jsou navrženy čtyři barevné trasy svozu odpadu na kompostárnu v Prachaticích. Je zde uvedena kompostárna odpadů, která je znázorněna oranžovým bodem, odkud naše trasy začínají.

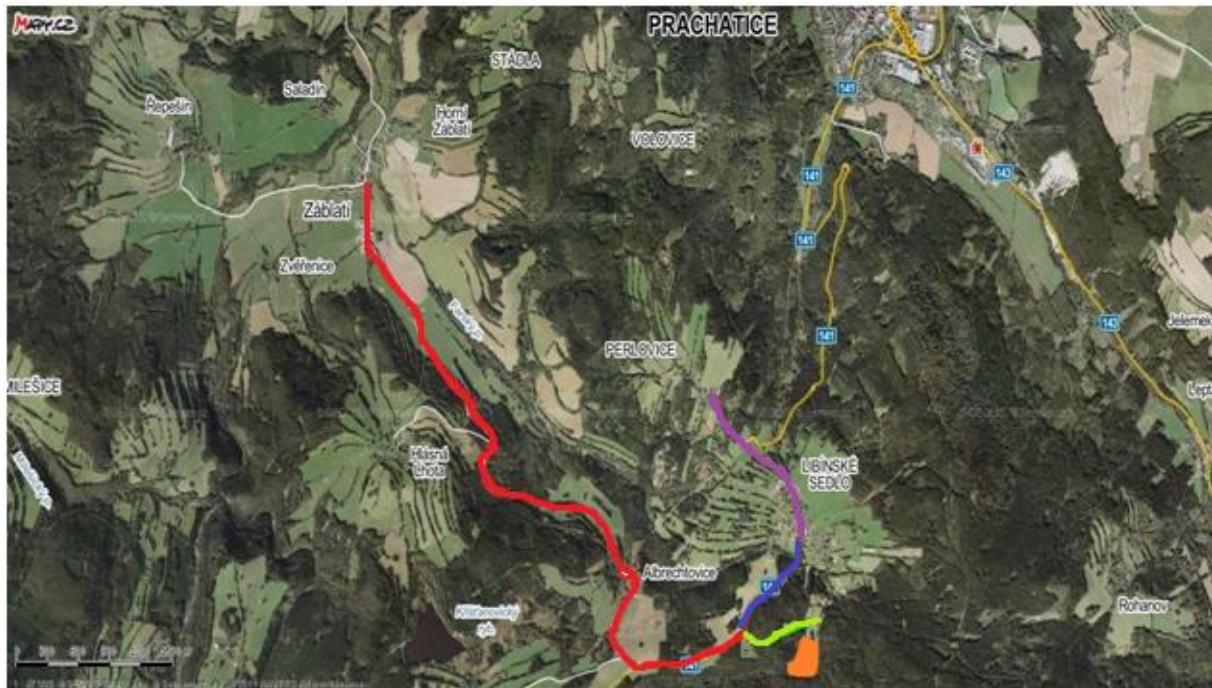
Trasa A je znázorněna červenou barvou a dále pokračuje po zelené a poté po fialové barvě do obce Záblatí, kde je umístěn kontejner o objemu  $16 \text{ m}^3$ . Červená trasa je pro všechny svozové trasy stejná, protože se jedná o pozemní komunikaci od kompostárny do odbočky na Perlovice. Vzdálenost červené trasy je 6 km a vzdálenost zelené trasy je 1 km a vzdálenost fialové trasy je 7,2 km. Celková vzdálenost trasy A tam a zpět je tedy 28,4 km.

Trasa B je znázorněna na mapce červenou a zelenou barvou, kdy vzdálenost červené trasy je 6 km a vzdálenost zelené trasy je 1 km. Tato trasa vede do obce Libínské Sedlo,

kde je uložen další kontejner o objemu  $16 \text{ m}^3$ . Celková vzdálenost trasy B tam a zpět je tedy 14 km.

Trasa C je na mapce znázorněna červenou barvou poté pokračuje po modré barvě, která vede do třetího sběrného místa, tedy do obce Perlovice. Zde je uložen kontejner o objemu  $16 \text{ m}^3$ . Vzdálenost této trasy je tam a zpět 13,6 km.

## 10 Výběr a popis odvozní trasy na skládku BRO



Obrázek 40 – Odvozní trasy (www.mapy.cz)

Na znázorněné mapce jsou navrženy čtyři barevné trasy svozu odpadu. Je zde uvedena skládka odpadů, která je znázorněna oranžovým bodem, odkud naše trasy začínají. Trasa A je znázorněna zelenou barvou a dále pokračuje po červené barvě do obce Záblatí, kde je umístěn kontejner o objemu  $16 \text{ m}^3$ . Zelená trasa je pro všechny svozové trasy stejná, protože se jedná o příjezdovou komunikaci ke skládce komunálního odpadu. Vzdálenost zelené trasy je 0,7 km a vzdálenost červené trasy je 7,5 km. Celková vzdálenost trasy A tam a zpět je tedy 16,4 km.

Trasa B je znázorněna na mapce zelenou a modrou barvou, kdy vzdálenost zelené trasy je 0,7 km a vzdálenost modré trasy je 1 km. Tato trasa vede do obce Libínské Sedlo, kde je uložen další kontejner o objemu  $16 \text{ m}^3$ . Celková vzdálenost trasy B tam a zpět je tedy 3,4 km.

Trasa C je na mapce znázorněna zelenou barvou poté pokračuje po modré barvě a dále po fialové barvě, která vede do třetího sběrného místa, tedy do obce Perlovice. Zde je uložen kontejner o objemu  $16 \text{ m}^3$ . Vzdálenost této trasy je tam a zpět 6,4 km.

## 11 Závěr

Uvedený systém sběru BRO je stanoven na základě odděleného sběru BRO, který je realizován jednak občany jednotlivých obcí donáškovým způsobem a sběrem BRO z údržby obecních pozemků. Důležitým parametrem je velikost objemu sběrného kontejneru, do kterého je BRO ukládán. Objemy kontejnerů byly stanoveny na základě předpokládané produkce BRO a na základě stanovení optimálních intervalů odvozu kontejnerů na skládku BRO. Je to z důvodů využitelnosti kontejneru, ale také je uvažováno s velkou variabilitou dodávky BRO. Variabilita dodávky BRO může být ovlivněna množstvím a charakterem vzniku odpadu, ochotou občanů donést BRO na stanoviště kontejneru, úmysly využití odpadu pro vlastní potřebu při kompostování nebo využití pro domácí zvířata. V praxi se může stát, že kontejner nebude naplněn v plánovaném intervalu svozu odpadu a jízda nosiče kontejnerů by byla zbytečná. Z tohoto důvodu navrhuji v každé obci stanovit kompetentní osobu (například člena obecního zastupitelstva), která bude předávat informace o naplněnosti kontejneru, aby nebyla vykonána neekonomická jízda nosiče kontejneru. Vzhledem k možnosti ovlivnění životního prostředí rozkládajícími se zbytky BRO nelze prodlužovat intervaly svozu, takže jízda nosiče nebude realizována pouze za předpokladu, že kontejner bude zcela prázdný nebo naplněn nezapáchajícím odpadem.

Na základě sběru dat z uvedených obcí je patrné, že vzniká velké množství rozmanitého BRO, který je velmi dobře využitelný pro výrobu kompostu. Kompost je využitelná komodita, jejíž význam je velmi široký, od optimalizace vodního režimu v krajině až po produkci zemědělské produkce pro výrobu biopotravin.

Pro malé obce je donáškový způsob charakterizovaný nutností uložit BRO na sběrné místo nebo do sběrného dvora. Z praxe vyplývá, že sběrné dvory v lokalitách s rozptýlenými obcemi nejsou k dispozici, resp. jsou ve velké vzdálenosti od obcí. To je překážka pro občany, protože jejich ochota separovat odpady a odvézt BRO na stanovená místa naráží na bariéru délky trasy, což představuje náklady na pohonné hmoty a na dispozici přívěsů za automobily.

Přestože se návrhy v této práci opírají o údaje zjištěné z praktického sledování a z již zjištěných hodnot v jednotlivých obcích s cílem zjistit maximální objemy BRO, nelze vždy očekávat, že skutečnost bude naprosto v souladu s očekáváním.

Objem BRO se v průběhu roku výrazně mění. V zimních měsících se jedná především o domovní odpad a na jaře až podzim se jedná o produkci z údržby zahrad a obecních ploch.

V období jara je to především sečení trávy, v letních měsících je to také sečení trávy, navíc likvidace květin a někdy také poškozených dřevin a na podzim jsou to prořezávky, sběr listí a likvidace květin. Produkce trávni hmoty závisí na charakteru počasí a zejména srážková bilance je důležitá pro tvorbu hmoty. Například v roce 2015 byla produkce trávni hmoty o 70% nižší než v roce předešlém.

Maximální objemy BRO nelze vždy očekávat. Variabilita dodávky BRO do kontejneru může být ovlivněna rozmanitým množstvím a charakterem vzniku odpadu, ochotou občanů třídit odpady, odvázet je na stanovené místo, do něhož je umístován velkoobjemový kontejner. Je třeba také kalkulovat se skutečností, že některé domácnosti (v obcích na jihu Čech je to přibližně 38 % domácností) využívají odpadu pro vlastní potřebu při kompostování nebo využití pro domácí zvířata, zejména pro drůbež. Slepice mohou snížit produkci domovního BRO o 86 % (například slupky od banánů, pomerančů citrusů a brambor se slepicím zpravidla nedávají). Některé části zeleniny a ovoce občané selektují a na základě zkušeností s problémy při kompostování nekládají do kompostů. Kalkulaci při plnění kontejnerů BRO ovlivní také způsob jejich přípravy občany. V praxi se lze velmi často setkat s nezpracovanými dřevinami (do kontejneru jsou vkládány celé rozložené větve) a květinami, které zaujímají velký objem, čímž je sběrný kontejner naplněn dříve, než bylo očekáváno (stanoveno kalkulací).

## 12 Literatura

1. ALTMANN, V., MIMRA, M. Systém sběru biologicky rozložitelného odpadu v regionech. 1.vyd. Praha, 2011. 18 s. ISBN 978-80-213-2217-2.
2. ZEMÁNEK, P. a kol. Biologicky rozložitelné odpady a kompostování. 1. vyd. Praha, 2010. 110 s. ISBN 976-80-86884-52-3.
3. ALTMANN, V. a kol. Technika pro zpracování komunálního odpadu. 1. vyd. Praha, 2010. 120 s. ISBN 978-80-213-2022-2.
4. ŠEFKOVÁ, J. Odborné kapitoly k nakládání s biologicky rozložitelnými komunálními odpady. 1. vyd. Praha: IREAS, institut pro strukturální politiku, o.p.s, 2010. 116 s. ISBN 978-80-86684-60-4.
5. BENEŠOVÁ, L. a kol. Komunální a podobné odpady. 1. Vyd. Praha, 2011. 94 s. ISBN 978-80-901732-1-7.
6. ZERA. Biologicky rozložitelné odpady, jejich zpracování a využití v zemědělské a komunální praxi. 1.vyd. Praha, 2005. 145 s. ISBN 80-903548-0-7.
7. OBČANSKÉ SDRUŽENÍ EKODOMOV. Sborník přednášek k seminářům „Dejte šanci bioodpadu – získejte finanční prostředky z OPŽP“. 1. Vyd. Praha, 2009. 36 s. ISBN/EAN 978-80-903559-6-5.
8. ZEMÁNEK, P. a kol. Zásady pro zpracování technologických postupů údržby TTP v ÚSES. 1. Vyd. Brno, 2008. 20 s. ISBN 978-80-7375-250-7.
9. PASTOREK, Z. a kol. Biomasa obnovitelný zdroj energie. 1. vyd. Praha: nakladatelství FCC PUBLIC, 2004. 17 s. ISBN 80-86534-06-5.



10. VOŘÍŠEK, T. *Nakládání s komunálními bioodpady v České republice*. [online]. [cit. 2014-03-09.]. Dostupné z: <<http://www.biom.cz/index.shtml?x=86603>>.
11. VOŠTOVÁ, V. a kol. *Logistika odpadového hospodářství*. 1. Vyd. Praha: nakladatelství ČVUT, 2009. 349 s. ISBN 978-80-01-04426-1.
12. VÁŇA, J. *Koncepce nakládání s komunálními bioodpady v České republice*. [online]. [cit. 2014-03-20.]. Dostupné z: <<http://www.biom.cz/index.shtml?x=61253>>.
13. MALAŤÁK, J. a kol. *Technika a technologie zpracování odpadů*. [online]. [cit. 2014-03-20.]. Dostupné z: <<http://www.odpady.tf.czu.cz>>.
14. BODOKOVÁ, S. *Biologicky rozložitelné odpady a jejich biologické zpracování*. [online]. [cit. 2014-03-5.]. Dostupné z: <<http://www.agroenvi.cz>>.
15. VRBOVÁ, M. a kol. *Hospodaření s odpady v obcích*. 1. vyd. Praha, 2009. ISBN 987-80-254-6019-1.
16. KOTOULOVÁ, Z. a kol. *Příručka pro nakládání s komunálním bioodpadem*. [online]. [cit. 2014-03-22.]. Dostupné z: <<http://www.biom.cz/soubory.shtml>>.
17. PLÍVA, P. a kol. *Kompostování a kompostárny*. 1. Vyd. Praha 2 – Vinohrady, 2016. 149 s. ISBN 978-80-86726-74-8.
18. BARTH, J. and team. *Final Report Compost production and use in the EU*, Tender No. 2008, 180 p. J02/35/2006.
19. PLÍVA, P. a kol. *Zakládání, průběh a řízení kompostovacího procesu*. Praha, 2006. 65 s. ISBN 80-86884-011-2.
20. BENEŠOVÁ, L. and team. *Municipal Waste-Environmental and Social Problem of the Future*. In: 24<sup>th</sup> International Conference on Solid Waste Technology and Management, March 15-18. 2009. Philadelphia, PA, USA. Dostupné z WWW:[http://www.komunalniodpad.eu/download/P2\\_cast1.pdf](http://www.komunalniodpad.eu/download/P2_cast1.pdf).

21. ZEMÁNEK, P. Speciální mechanizace, mechanizační prostředky pro kompostování. Brno, 2001, 113 s. ISBN 80-7157-561-5.
22. PLÍVA, P. a kol. Kompostování v pásových hromadách na volné ploše. 1. Vyd. Praha 5, Smíchov, 2009. 136 s. ISBN 978-80-86726-32-8.
23. PLÍVA, P. a kol. Kompostování-příprava surovin-jemná dezintegrace. Odpadové fórum, 2014. roč. 15, č. 2, s. 12-16. ISSN 1212-7779.
24. ALTMANN, V. a kol. Využití kompostu pro optimalizaci vodního režimu v krajině. 1. Vyd. Náměšť nad Oslavou, 2013, 101 s. ISBN 978-80-87226-26-1.
25. HANČ, A. a kol. Vermikompostování bioodpadu. Praha, 2013, 35 s. ISBN 978-80-213-2422-0.
26. HANČ, A. and team. Nutrient recovery from apple pomace waste by vermicomposting technology. Bioresource Technology, 2014, no. 168, 240-244 s.
27. HANČ, A. and team. Vermicomposting technology as a tool for nutrient recovery from kitchen bio-waste. Journal of Material Cycles and Waste Management, 2013, no. 15, 431-439 s.
28. HANČ, A. and team. Vermicomposting of garden biowaste and sewage sludge. Waste forum, 2012, č.3, 103-110 s.
29. HANČ, A. and team. Processing separand digestate by vermicomposting technology using earthworms of the genus Eisenia. International Journals of Environmental Science and Technology, 2015, no. 12, 1183-1190 s.
30. EDWARDS, C. and team. Vermiculture Technology: Earthworms, organic Wastes and environmental management. CRC Press. Boca Raton 2011, 601 s. ISBN 978-1-4398-0987-7.

31. ZEMÁNEK, P. a kol. Technika pro zpracování zahradních odpadů – návody do cvičení. Brno: MZLU, 2008. 33 s. Skriptum.
32. ALTMANN, V. a kol. *Stanovení objemového množství biologicky rozložitelného odpadu pro řešení logistiky svozu.* [online]. [cit. 2014-03-23.]. Dostupné z: <<http://www.biom.cz/index.shtml?x=610688>>.
33. *Skládka TKO Libínské Sedlo.* [online]. [cit. 2014-3-10.]. Dostupné z: <<http://www.prachatice.eu/zivotni-prostredi/odpadove-hospodarstvi/skladka> >.
34. MALAŤÁK, J. a kol. Technologická zařízení staveb odpadového hospodářství. 1. Vyd. Praha, 2008. 180 s. ISBN 978-80-213-1747-5.
35. BARTH, J., AMLINGER, F., FAVONIO, E., SIEBETT, S., KEHRES, B. GOTTSCHALL, R., BIEKER, M., LOBING, G., BIDLINGMAIER, W.: 2008, Final Report Compost production and use in the EU, Tender No. J02/35/2006, 180 p.
36. *Obec Záblatí.*[online]. [cit. 2014-3-25.]. Dostupné z: <<http://www.obeczablati.cz>>.