

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Zemědělská a dopravní technika

Katedra: Zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Vedoucí katedry: doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Návrh logistického modelu sběru biologicky rozložitelných
odpadů ve vybrané obci**

Autor:

Ing. Miroslav Všetečka

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Ivo Celjak, CSc.

České Budějovice, 2018

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Návrh logistického modelu sběru biologicky rozložitelných odpadů ve vybrané obci“ vypracoval samostatně na základě vlastních zjištění a materiálů uvedených v seznamu literatury.

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

V Českých Budějovicích 1. 4. 2018

.....
Ing. Miroslav Všetečka

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Ivo Celjakovi, CSc., za odborné vedení, za pomoc a cenné rady při vytváření této práce. Dále patří poděkování mé rodině za obrovskou podporu a hlavně trpělivost, kterou mi poskytla nejenom při vypracování této diplomové práce a všem blízkým, kteří mě při vypracování diplomové práce podporovali.

Abstrakt:

Tato práce pojednává o přeměně biologicky rozložitelných odpadů (BRO) na bezzátěžové produkty. V úvodu řeší specifikaci BRO, jeho sběr a určování v katalogu odpadů a poté hlavní způsoby přeměny. Ve druhé části se zabývá hlavním cílem, kterým je návrh logistického modelu sběru BRO ve vybrané obci. Tento projekt spočívá ve sběru informací, výběru vhodného stanoviště, stanovení počtu kontejnerů, zvolení vhodných technických prostředků pro svoz BRO a stanovení intervalu svozu v obci. Dále výběr a popis odvozní trasy z obce na další místo využití BRO, kompostárny. Na základě celkového objemu zjištěné produkce byly stanoveny objemy kontejnerů ve vybrané obci. Na základě průzkumu tras vhodných pro dopravu kontejnerů byla vybrána optimální trasa svozu do místa soustředění BRO. Volba skládky vycházela z existence reálné skládky komunálního odpadu, na níž je realizována selekce BRO. Nosič kontejnerů, který realizuje svoz kontejnerů z obcí je umístěn na této skládce.

Klíčová slova: biologicky rozložitelný odpad, kompostárna, logistika sběru odpadu, technologická linka

Abstract:

This master thesis deals with the transformation of biodegradable waste into the product which does not burden the environment. In the beginning is solved the specification of biodegradable waste, its collection and determination in the waste catalogue and also the main means of transformation. The second part deals with the main aim which is the proposal of a logistic model of a biodegradable waste in a selected village. This project resides in the collecting of information, selecting the suitable stand, determination of the number of containers, selecting the appropriate technical devices for the collection of biodegradable waste and also for the determining of the interval of the collection in the village. It also contains the selection and description of the route from the village to another place of use of the biodegradable waste, the composting plant. On the basis of the total volume of production were determined the volume of containers in the chosen village. On the ground of a survey of routes suitable for the container transport was chosen the optimal way of collection to the place where the biodegradable waste is gathered. The choice of the waste dump

was based on the existence of a real waste dump in which is the selection of biodegradable waste realized. The container carrier which realizes the collection of containers from the villages is located in this waste dump.

Keywords: biodegradable waste, composting plant, logistic of waste collection, technological line

Obsah

1. ÚVOD.....	9
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
2. 1. Biologicky rozložitelný odpad	10
2. 2. Odpady ze zemědělské činnosti	11
2. 2. 1. Odpady z rostlinné výroby.....	12
2. 2. 2. Odpady živočišného původu.....	12
2. 3. Odpady z potravinářského průmyslu.....	14
2. 3. 1. BRO z potravinářského průmyslu podle původu.....	15
2. 4. Zahradnické odpady	16
2. 4. 1 Odpady ze zeleniny.....	16
2. 4. 2 Listí	16
2. 4. 3 BRO z ovocných sadů.....	17
2. 4. 4 BRO z vinné révy	17
2. 4. 5 Výlisky z hroznů – matoliny.....	18
2. 5. Zahradní BRO v komunální sféře	18
2. 5. 1. BRO z údržby stromů	18
2. 5. 2. BRO z údržby keřů	20
2. 6. BRO ze zemědělsky nevyužívaných ploch	20
2. 7. BRO z údržby travníkových ploch	21
2. 8. Ostatní druhy BRO	21
2. 8. 1. Listí lesních dřevin.....	21
2. 8. 2. Jehličí.....	22
2. 8. 3. Drcený klest - lesní štěpka.....	22
2. 8. 4. Kůra	22
2. 8. 5. Piliny a hobliny.....	23
2. 9. Biologicky rozložitelný komunální odpad ze separovaných sběrů (BRKO) .	25
2. 10. Systémy sběru a svozu bioodpadu.....	25
2. 10. 1. Donáškový systém sběru	26
2. 10. 2. Odvozový systém sběru	27
2. 10. 3. Hlavní zásady sběru BRO z domácností.....	29
2. 11. SBĚRNÉ NÁDOBY.....	30
2. 11. 1. Popelnicové nádoby a kontejnery	31
2. 11. 2. Klecové kontejnery	32
2. 11. 3. Depontkontejnery.....	32
2. 11. 4. Velkoobjemové kontejnery.....	33
2. 11. 5. Velkoobjemové kontejnery s vyprazdňovacím zařízením.....	33

2. 11. 6. Kompostejnery	34
2. 11. 7. Sběrné pytle, vaky a tašky	35
2. 12. Dopravní zařízení pro separovaný sběr BRO	36
2. 12. 1. Traktorové soupravy se standardními přívěsy	37
2. 12. 2. Nákladní automobily se speciálními nástavbami.....	38
2. 12. 3. Lisovací nástavby	38
2. 12. 4. Nákladní automobily s hydraulickými manipulátory	39
2. 12. 5. Prostředky a zařízení k přepravě kapalných a pastových odpadů	40
2. 12. 6. Automobilové nosiče kontejnerů	40
2. 12. 7. Speciální přepravní automobily	43
2. 13. Zpracování biologicky rozložitelných odpadů	45
2. 14. Kompostování	45
3. CÍL PRÁCE	48
4. MATERIÁL A METODIKA	49
4. 1. Charakteristika vybrané obce	49
4. 1. 1. Výběr skládky BRO	50
4. 2. Návrh možných systémů sběru BRO	52
4. 3. Intervaly svozu v závislosti na vzniku BRO	52
4. 3. 1. Stanovení množství a charakteru vzniklého BRO v České Skalici	54
Vyprodukované množství BRO lze rozdělit do následujících částí:	54
4. 3. 2. Stanovení počtu sběrných kontejnerů	57
4. 3. 3. Návrh svozového zařízení.....	58
4. 3. 4. Stanovení intervalu svozu z České Skalice.....	59
4. 3. 5. Výběr stanoviště pro sběrné kontejnery.....	60
4. 3. 6. Výběr a popis odvozní trasy na skládku BRO (kompostárnu Jaroměř) .	61
4. 3. 7. Výpočet časů pro vyprázdnění kontejnerů při využití jednoho svozového vozidla z obce do kompostárny	63
5. ZÁVĚR	66
6. SEZNAM LITERATURY	67
7. SEZNAM TABULEK.....	71
8. SEZNAM GRAFŮ	72
9. SEZNAM OBRÁZKŮ	73

1. ÚVOD

V oblasti hospodaření s odpady je jedním z cílů podpořit vznik zařízení na zpracování biologicky rozložitelných odpadů (dále jen BRO), abychom zabránili jejich ukládání na skládky. Je mnoho způsobů, jak nejlépe přetvářet BRO na dále využitelné produkty, jako například v energetice nebo využití pro výrobu kompostu. Proto je logická snaha o vznik kompostovacích zařízení na regionální či obecní úrovni. Tvorba studií a později projektů je spojena s náročnou činností, která zahrnuje sběr a vyhodnocení mnoha údajů, týkajících se daného prostředí a následné zpracování těchto údajů dle různých metodických postupů.

Biologicky rozložitelné odpady obsahují rostlinné živiny a organickou hmotu. Tuto hmotu je možné ustálit a výhodně uvést do přírodního koloběhu jako organické hnojivo neboli kompost. S tímto záměrem úzce souvisí pokus o zřízení nových kompostáren na obecní a regionální úrovni.

Tato práce je zaměřena na specifikaci BRO, hlavní způsoby jejich přeměny na ekologické produkty a dále na výběr obce pro stanovení logistického modelu sběru BRO, výběr a popis odvozní trasy na místo, kde se nachází kompostárna, ve které se dále zpracovává a využívá biologicky rozložitelný odpad.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2. 1. Biologicky rozložitelný odpad

Biologicky rozložitelné odpady, respektive bioodpady tvoří mezi komunálním odpadem (zkráceně KO) v komunální sféře kvantitativně významnou skupinu odpadů. Způsob nakládání s nimi může pozitivně nebo negativně ovlivnit základní složky životního prostředí v obci i v jejích okolí (HŘEBÍČEK et al., 2010).

Tyto odpady podléhají aerobnímu, nebo anaerobnímu rozkladu. Jsou to většinou odpady ze zemědělství, lesnictví a potravinářství, dále odpady z průmyslu papírenského a textilního, odpady z kuchyní a stravoven, odpad ze zahrad a parků, část směsného komunálního odpadu (VRBOVÁ et al., 2009).

Biologicky rozložitelný odpad (bioodpad) je odpad rozložitelný pomocí mikroorganismů, bakterií, plísní, kvasinek, žížal a dalších živých organismů, který je schopen anaerobního nebo aerobního rozkladu. Po proběhnutí biologického rozkladu se tento odpad mění ve stabilizovanou organickou hmotu, kterou je možné dále využít (CELJAK, 2015).

Hlavním důvodem pro zpracování bioodpadů je omezení jejich ukládání na skládky z důvodů zabránění produkce skleníkových plynů a zpomalování nastupující klimatické změny. Bioodpady obsahují nejen organické látky, ale i rostlinné živiny (zejména dusík, fosfor, draslík) a je účelné je uvádět zpět do přírodního koloběhu zpracované jako organické hnojivo (kompost, digestát), nebo různé substráty pro pěstování rostlin (zahradnický, rekultivační, lesnický) nebo pro úpravu terénu. Další možnosti látkového využití rostlinných bioodpadů jsou ve výrobě stavebních a izolačních hmot, kompozitních materiálů nahrazujících dřevo, ale mohou také sloužit k výrobě alternativních uhlovodíkových paliv (ALTMANN et al., 2010).

V současnosti jsou nám dobře známy negativní vlivy některých BRO, které jsou ve větším množství ponechány bez zpracování. Oprávněně lze očekávat, že v brzké budoucnosti přestane být BRO „obtížným odpadem“ a naopak se stane žádanou surovinou (ceny umělých hnojiv budou stoupat), protože při správné technologii jeho zpracování může být vrácen do systému tvorby obnovitelných zdrojů potravin. Problematika biologicky rozložitelných odpadů je v současné době v popředí zájmu státní správy. Je to z důvodu, že členské státy Evropské unie musí omezit množství BRO, které se ukládá na skládky (CELJAK, 2015).

Problematika biologicky rozložitelných odpadů se v současné době dostala výrazně do popředí zájmu státní správy. To především díky Směrnici Rady 1999/31/ES, o skládkách odpadů, která ukládá členským státům EU omezit množství biodegradabilního odpadu ukládaného na skládky a pro biologicky rozložitelný komunální odpad (BRKO) stanovuje pro dané časové intervaly procentuální snížení množství skládkovaného BRKO. Důvody pro tato omezení jsou zcela jasné, „skládková“ Směrnice EU považuje omezení množství sládkovaného BRKO za klíčovou strategii při snižování emisí metanu a omezování škodlivých průsaků ze skládek (ALTMANN et al., 2010).

Mezi rostlinné biologicky rozložitelné odpady v současnosti patří zejména odpady ze zemědělské produkce, ze zahradnictví, ze sadařské a lesnické činnosti, některé komunální odpady, odpady z potravinářského a z papírensko-celulózařského průmyslu (CELJAK, 2015).

Data o tvorbě biologicky rozložitelných odpadů, v jednotlivých regionech jejich vzniku, patří k nejvýznamnějším 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 (ZEMÁNEK et al., 2010).

Biologicky rozložitelné odpady jsou odpady, které podléhají aerobnímu nebo anaerobnímu rozkladu. Při zpracování bioodpadu se nabízí hned několik možností jeho více či méně efektivního využití. Volba technologie zpracování závisí na mnoha faktorech; především na druhu odpadu. V současné době jsou ovšem neopominutelným faktorem také finanční možnosti původců odpadu. Biologicky rozložitelné odpady lze úspěšně zpracovávat především kompostováním či anaerobní digestí (ALTMANN et al., 2010).

2. 2. Odpady ze zemědělské činnosti

Z hlediska velikosti zdrojů BRO je na prvním místě zemědělství, což je logické vzhledem k rozsahu sběrné kapacity (rostlinná výroba a živočišná výroba, ovocnářství a vinařství), na druhém místě je potravinářský průmysl (cukrovary, škrobárny, konzervárny, lihovary a další) a na třetím místě je komunální sféra (CELJAK, 2015).

2. 2. 1. Odpady z rostlinné výroby

Mezi odpady z rostlinné výroby patří sláma, bramborová nať, řepný chrást, silážní šťávy, znehodnocená krmiva (zelená píce, seno, siláže, senáže), nadzemní hmota plodin na semeno po chemickém ošetření – desikaci (jeteloviny, luskoviny, olejninny – řepka) aj. Ve většině případů jsou významným zdrojem organických látek a minerálních živin. Mezi nejčastější způsoby jejich využití patří zkrmování hospodářskými zvířaty, silážování, přímé hnojení zemědělských plodin ve formě zaorání a kompostování. Pro kompostování bude vždy důležitá jejich úprava, tj. drcení nebo řezání s cílem dosažení potřebné homogenity zakládky (ZEMÁNEK et al., 2010).

2. 2. 2. Odpady živočišného původu

K nejdůležitějším biologicky rozložitelným odpadům (BRO) ze živočišné výroby patří chlévská mrva (chlévký hnůj), močůvka, kejda a hnojůvka. V místě jejich vzniku se však o odpad nejedná. Jejich význam spočívá v tom, že obsahují cenné organické látky (celulózu, hemicelulózu, lignin, sacharidy, aminokyseliny, bílkoviny, auxiny, apod.), minerální živiny (N, P, K, Ca, Mg a mikroelementy), mikroorganismy a růstové látky. Jsou tak zdrojem látek pro tvorbu půdního humusu a zvyšování zásoby živin v půdě a tím se významně podílí na tvorbě půdní úrodnosti. Při správném ošetřování, skladování a dodržení všech aplikačních zásad je lze současně označovat jako stájová hnojiva. Jejich použití v kompostové zakládce vždy znamená obohacení mikrobiální činnosti, v řadě případů se bez nich s ohledem na požadavek optimálního poměru C:N neobejdou (JELÍNEK et al., 2001).

Chlévská mrva (chlévký hnůj)

Jedná se o čerstvou směs podestýlky a tuhých a tekutých výkalů hospodářských zvířat, která se po správné fermentaci (zrání) stává chlévkým hnojem – cenným hnojivem. Průměrná roční produkce mrvy se vyjadřuje v tunách na dobytčí jednotku (1 dobytčí jednotka – DJ - odpovídá 500 kg živé hmotnosti) a dosahuje u skotu 12,8 t·DJ⁻¹ (hnoje 8,5 t·DJ⁻¹), u prasat 9,2 t·DJ⁻¹ (hnoje 6,6 t·DJ⁻¹), u drůbeže 18,7 t·DJ⁻¹ a u ovcí 12,8 t·DJ⁻¹. Z agrochemického i ekonomického hlediska je nejefektivnějším způsobem využití chlévkého hnoje přímá aplikace do půdy. Veškeré další způsoby využití (kompostování, výroba bioplynu aj.) jsou podstatně pracnější a nákladnější (ALTMANN et al., 2010).

Močůvka

Močůvka je zkvašená moč hospodářských zvířat ředěná vodou (napájecí, splachovací, dešťovou). Obsahuje malé množství organických látek, ale relativně vyšší množství dusíku a draslíku a je proto považována, při dodržování všech aplikačních zásad, za hodnotné dusíkato - draselné hnojivo. Dusíkatá složka je tvořena hlavně močovinou (83 %). Pro močůvku je typický vyšší obsah některých organických kyselin – hippurové a močové. Vedle živin obsahuje také různé stimulační růstové látky, např. charakteru rostlinných hormonů, především auxin (GOWARIKER, 2009).

Vyprodukované množství močůvky závisí: na druhu hospodářských zvířat, na kvalitě a množství steliva, na způsobu a době ustájení, na způsobu krmení, druhu krmiva a napájení. Roční produkce močůvky u skotu se pohybuje v rozmezí 5,2 až 8,7 t·DJ⁻¹, u prasat v rozmezí 7,3 až 12,3 t·DJ⁻¹. Přímé použití moče ke hnojení není vhodné, neboť obsahuje organické kyseliny, které mohou působit nepříznivě na rostliny. Shromažďuje se proto v jímkách nebo nádržích, kde dochází během kvašení k rozkladu organických kyselin. Močůvku lze s výhodou používat k provlhčování kompostů, popř. i polních hnojišť v mimovegetačním období (ALTMANN et al., 2010).

Hnojůvka

Hnojůvka je tekutina, která vytéká na hnojišti z uloženého hnoje v důsledku jeho snížené retenční kapacity pro vodu po mineralizaci části organické hmoty. Hlavní rozdíl mezi hnojůvkou a močůvkou spočívá v tom, že močůvka obsahuje jen malé množství mikrobů (původní moč je u zdravých zvířat sterilní), zatímco hnojůvka je na mikroby bohatá (je jimi kontaminována z hnoje, v němž se dále množí). Množství hnojůvky závisí na způsobu uskladnění a ošetřování mrvy resp. hnoje a pohybuje se od 8 do 20 % uskladněného množství hnoje. Hnojůvka se shromažďuje v jímkách obdobně jako močůvka a také využití je stejné jako u močůvky (JELÍNEK et al., 2001).

Kejda

Kejda je částečně zkvašená směs tuhých a tekutých výkalů hospodářských zvířat ředěná vodou. Produkována je v bezstelivových provozech při ustájení na roštích. Tuhé a tekuté výkaly propadají roštem do sběrných kanálů nebo jsou zvířaty přes rošty prošlapávány a vodou jsou potom splachovány do jímek. Podle původu se rozlišuje kejda skotu, prasat a drůbeže. Složení kejdy závisí na druhu hospodářských

zvířat, krmení, napájení a způsobu manipulace a skladování. Dusík je z 50 až 60 % obsažen ve formě amoniakální, z 10 % ve formě nitrátové a ze 30 až 40 % ve formě organické. Fosfor, draslík a hořčík jsou vázány převážně v labilních organických sloučeninách a jsou pro rostliny snadno přijatelné. Kromě hlavních živin obsahuje kejda i mikroelementy, hlavně Zn, Cu, B, Mo, Mn, Co a růstové látky. Kejda má vysokou biologickou aktivitu, probíhají v ní intenzivní přeměny uhlíkatých a dusíkatých látek. Poměr C:N se pohybuje v rozmezí 5 až 10:1. Množství a kvalita vyrobené kejdy závisí na druhu zvířat, jejich stání, užitkovém zaměření, způsobu krmení a napájení, způsobu odklizení, skladování a zejména na množství použité technologické vody. Při překročení doporučeného objemu vody (10 až 20 l na DJ a den) vznikají problémy s kvalitou kejdy, která má pak nízký obsah sušiny (ZEMÁNEK et al., 2010).

Ke kompostování lze kejdu využívat společně s dalšími vhodnými substráty a odpady jako jeden z komponentů surovinové skladby. Kejda je zdrojem živin a energie pro mikroorganismy v kompostové zakládce, i pro vyrobený kompost, tj. pro rostliny a půdní mikroorganismy. Kejdu lze kompostovat buď klasickým způsobem v pásových zakládkách s překopáváním nebo kontinuálně v bioreaktorech, které zabezpečují výrobu hygienicky nezávadných kvalitních kompostů. Podmínkou je uplatnění takového složení kompostové zakládky, které umožní svou nasákavostí vázat její značný obsah vody. Proto se kejda nejčastěji aplikuje do zakládek s vyšším obsahem nasákových materiálů (tuhé komunální odpady, drcená kůra, dřevní štěpka, piliny, zemina, rašelina, zbytky slámy, apod.). Technicky se do pásových zakládek kejda (příp. jiné tekuté frakce) aplikuje z automobilových nebo traktorových cisteren do žlabu vytvořeného v koruně pásové hromady. Potřebné množství je většinou potřeba aplikovat postupně – vícekrát (ALTMANN et al., 2010).

2. 3. Odpady z potravinářského průmyslu

Využívání druhotných surovin a odpadů z potravinářského průmyslu má svá specifika daná atypičností provozů, proměnlivostí surovin, sezónností výroby, širokým spektrem výrobků a jejich častou obměnou. Dalším specifickým znakem tohoto odvětví je zpracování většinou nákladně produkovaných surovin, často rychle se kazících (maso, mléko, zelenina, tuhy aj.). Potravinářský průmysl produkuje v převážné míře kapalné odpady, obsahující téměř vždy organické látky, které jsou většinou netoxické a dobře biologicky rozložitelné. Část potravinářských výrobků se

stává odpadem zejména z důvodu nesplnění hygienických požadavků. Jedná se zejména o rostlinné a živočišné polotovary nebo produkty s vysokým obsahem těžkých kovů, reziduí pesticidů, PCB, mykotoxinů, choroboplodných zárodků, parazitů apod. Odpady z potravinářského průmyslu se nejčastěji využívají ke krmení nebo hnojení. Jejich využití jako zdroje energie je nákladné, a proto méně časté. Naprosto nežádoucí je zneškodňování některých odpadů (např. z lihovarů, droždářen nebo tukového průmyslu) vypouštěním do kanalizace. Představuje to velké zatížení čistíren odpadních vod zvýšeným obsahem organických látek, sloučenin dusíku a fosforu (ŠEFKOVÁ, 2010).

Využití druhotných surovin a odpadů z potravinářského průmyslu pro kompostování je výhodné zejména z důvodů snížení znečištění povrchových vod, zefektivnění výrobních procesů vytvořením bezodpadových cyklů ale také z důvodu vysoké biologické hodnoty většiny potravinářských odpadů. Nutnou podmínkou při kompostování většiny těchto odpadů je dodržení podmínek hygienizace, tj. dosažení požadovaného teplotního průběhu při kompostovacím procesu. Odpady z mlékárenského a masného průmyslu podléhají při kompostování režimu dodržení dalších podmínek (ZEMÁNEK et al., 2010).

2. 3. 1. BRO z potravinářského průmyslu podle původu

Odpady z mlynářského průmyslu – zadní mouky, otruby, zemitý prach,

Odpady ze sladovnického průmyslu – zadina, splávky odpadní máčecí vody,

Odpady z pivovarského průmyslu – pivovarské mláto, pivovarské kvasnice, hořké kaly, odpadní vody,

Odpady ze škrobářského průmyslu – zdrtky (odpadní drť 3 až 4 % všech zpracovávaných brambor), plavící a prací vody,

Odpady z lihovarnického průmyslu – výpalky, lihovarnická šáma (vápenato-hořečnaté kaly) odpadní vody,

Odpady z cukrovarnického průmyslu – vyslazené řízky, melasa, řepné kořínky a úlomky, saturační kaly (26 % C a O), zemité kaly (ideální složka kompostů), odpadní vody,

Odpady z tukového a olejářského průmyslu - pokrutiny, pokrutinové šroty, slupky, olejnatá drť, olejnaté kaly,

Odpady z konzervářského průmyslu – listeny a košťály, zeleninová nať, výliscky, semena, slupky, odpadní vody,

Odpady z vinařského průmyslu - kvasničné kaly kašovité, pastové,

Odpady z mlékárenského průmyslu – syrovátka, mlékárenské kaly,

Odpady z masného průmyslu – krev, kosti, rohovina, odpady z jatek, tukové odpady (ZEMÁNEK et al., 2010).

2. 4. Zahradnické odpady

2. 4. 1 Odpady ze zeleniny

Při pěstování zeleniny, zejména při jejím finálním zpracování (třídění, čištění, balení) vzniká značné množství biologických odpadů, stejně jako při jejím dalším zpracování (sušení, mražení, konzervace). U kořenové zeleniny jsou to veškeré nadzemní části, případně poškozené (nestandardní) kořeny, zbytky po čištění a další odpady. U plodové zeleniny je to nať i s kořeny, listy, plevelné rostliny. U košťálové zeleniny jsou to listy, košťály, kořeny a další nezpracovatelný podíl. (ZEMÁNEK et al., 2010).

Tyto odpady zůstávají po sklizni většinou na povrchu pozemku, kde se běžně zaorávají. Jejich kompostování má smysl tam, kde se na posklizňové nebo na zpracovatelské lince finalizují a kde se odděluje dále nepoužitelný podíl. Odpady ze zeleniny jsou tvořeny velmi různorodými materiály s poměrem C:N. Jsou většinou velmi strukturní, často není nutno je ani drtit, protože jsou snadno rozmělněny již při prvním (homogenizačním) překopávání. V základce kompostu je třeba dodržovat vlhkost, hlavně při vyšším podílu dužnatých listů (BENEŠOVÁ et al., 2011).

2. 4. 2 Listí

Listí je tradiční odpad použitelný jako materiál ke kompostování. Ideální příprava pro kompostovací základku představuje smíchání podrceného listí z více druhů dřevin. Listí z některých druhů dřevin se hůře rozkládá, k nim patří například listy ořešáku, dubu, jírovce, topolu, břízy a akátu. Vlhkost směsi listí se pohybuje v rozmezí 15 až 40 %, což signalizuje potřebu přidávání komponentů, které tento poměr zužují (kejda, hnůj, kuchyňský odpad atd.). Před založením základky je třeba promíchat listí s půdou, hnojem nebo kompostem v poměru 2 : 1. Ke sběru listí se využívají stroje opatřené nasávacím zařízením, umožňující snížení objemu sbíraného listí a tím snížení počtu jízd. Redukce objemu je až 5 : 1. Navíc nedochází k úletu listí. V některých případech se používá systém plnění listí do vaků, které navíc mohou být z biodegradabilního materiálu, čímž se práce ztíží usnadní (ZEMÁNEK et al., 2010).

Při kompostování větších objemů listí je doporučená šířka řad 2,50 m v základně a výška 1,60 m. Pro dosažení a udržení teploty a vlhkosti v hromadách by neměla být šířka ani výška menší než 1,8 m (BENEŠOVÁ et al., 2011).

2. 4. 3 BRO z ovocných sadů

V ČR zaujímají sady a vinice, označované termínem trvalé porosty, pěstitelské plochy o celkové výměře 40 000 hektarů. Podíl ploch připadající na sady činí 22 000 ha a u vinic 18 000 ha. Protože každoročně při výchovných zásazích v těchto porostech vzniká značné množství odpadního dřeva, nabízí se zde možnost jeho využití. Jeho nespornou výhodou je to, že jako zdroj využitelné energie je celkem rovnoměrně rozmístěn po celém území ČR. Množství odpadního dřeva z ovocných výsadeb je ovlivněno celou řadou aspektů. Jedná se především o ovocný druh, odrůdu, podnož, pěstitelský tvar a spon výsadby. Vedle výchovného řezu má význam zejména každoroční udržovací řez, při kterém se odstraňují poškozené, suché či zahušťující větve. Cílem tohoto řezu je zajištění vysokých a vyrovnaných výnosů ovoce (ZEMÁNEK et al., 2010).

Samostatnou skupinu pracovních operací spojenou se získáním značného množství odpadního dřeva představuje likvidace sadu. Jedná se o relativně nákladné a náročné operace, které se zpravidla realizují ve dvou až třech fázích: likvidace koruny (větví), kmene a kořenů. Protože dřevní štěpka z réví či z odpadního dřeva ovocných výsadeb tvoří spolu se slámou, pilinami, hoblinami apod. výborný nasávací komponent pro kejdu skotu i prasečí kejdu, lze dosáhnout vhodným mísením příznivého poměru C:N a úspěšně uskutečnit kompostovací proces. Pro zajištění kompostovacího procesu je nutné vycházet z těchto skutečností. Je třeba řešit dopravu dřevní štěpky na kompostovací stanoviště, vychází se z použité technologie (převozné štěpkovače, štěpkovače se zásobníkem). Dopravní prostředky musí mít velký ložný objem (malá objemová hmotnost štěpky). Další skutečností je úvodní fáze rozkladu dřevní štěpky, která trvá 1–2 měsíce a celý cyklus 6–8 měsíců. Neopomenutelná skutečnost je ta, že se musí kompostovat na vodohospodářsky zabezpečené kompostovací ploše se záchytnou jímkou (vysoký podíl kejdy aplikované v několika dávkách znamená riziko průsaků) (BENEŠOVÁ et al., 2011).

2. 4. 4 BRO z vinné révy

Ve vinohradnických oblastech je významným zdrojem BRO z vinné révy odpadní dřevo po řezu vinic. Velké množství vinné révy je k dispozici zejména v

zimním a jarním období. Množství odpadního dřeva po řezu vinic závisí na odrůdě, stáří a počtu keřů na 1 ha. Průměrné množství vznikajícího odpadu z vinné révy je 0,45–0,70 kg na keř, což při počtu keřů 3000–4500 ks·ha⁻¹ představuje 1,80 až 2,80 t·ha⁻¹. Dosavadní běžné pálení vyhrnutého odpadní vinné révy je v rozporu se Zákonem o ochraně ovzduší. Část vinné révy je drcena přímo v meziřadí a vrací se do půdy (ZEMÁNEK et al., 2010).

2. 4. 5 Výlisky z hroznů – matoliny

Dalším druhem BRO z vinic jsou výlisky z hroznů, nazývané matoliny. Jejich podíl z celkového zpracovaného množství hroznů činí 18 až 20 %. Přímá aplikace na povrch pozemku a následné zaorání matolin se nedoporučuje. Důvodem je dlouhá doba rozkladu, klíčení jader a vzhledem k nepříznivému poměru C:N, nevýrazný efekt při zlepšování půdních vlastností (ALTMANN et al., 2010).

Matoliny jsou charakteristické vysokým obsahem jader, které tvoří cca 25 % jejich celkového objemu. Jádra obsahují řadu kyselin a silic, které omezují činnost mikroorganismů, způsobujících jejich rozklad. Pro dosažení požadovaného poměru C:N jsou přidávány komponenty ve formě slámy, znehodnoceného sena, prasečí kejdy apod., samotné matoliny mají zrnitou strukturu a jsou dobrým nasávacím materiálem pro kejdu či jiné tekuté odpady (ALTMANN et al., 2010).

2. 5. Zahradní BRO v komunální sféře

Velmi významným zdrojem BRO je komunální sféra, kde vzniká množství kompostovatelných odpadů z údržby stromů, keřů, travnatých ploch, zahrádek a květinových záhonů. Zpracovat bilanci těchto BRO vyžaduje velmi individuální přístup (BENEŠOVÁ et al., 2011).

Z praxe je patrné, že odpad na zahradách vzniká v průběhu téměř celého roku. 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 listů a likvidace květin (CELJAK, 2015).

2. 5. 1. BRO z údržby stromů

Běžnou údržbou se rozumí realizace údržbového řezu, který zahrnuje zdravotní řez, bezpečnostní řez a redukční řez. Růst stromu v jeho mladosti se upravuje výchovnými řezy, které se provádějí zpravidla do 10 až 15 let. Zdravotní řez se provádí v období plné vegetace s intenzitou opakování 5 až 15 let. Zahrnuje odstranění suchých

větví, zlomených větví, křížících se větví a větví se sníženou vitalitou. Bezpečnostní řez se realizuje buď podle situace, to znamená kdykoliv, resp. preventivně s intenzitou opakování 2 až 6 let. Zahrnuje odstranění větví suchých a mechanicky poškozených natolik, že hrozí odlomení. Redukční řez se realizuje v období plné vegetace s intenzitou opakování 5 až 15 let. Každoročně se mohou provádět řezy prosvětlovací, symetrizační, sesazovací (například topoly) nebo hlavové (například vrby) (CELJAK, 2015).

Dřevní hmota, která vzniká v komunální sféře, představuje svými vlastnostmi a objemem produkce velmi různorodý materiál. Do této kategorie lze zařadit dřevní hmotu vznikající při údržbě soukromých a především veřejných prostranství, např. zahrad, parků, alejí, stromořadí atd. Údržba se dělí na údržbu opadavých dřevin a údržbu stále zelených a jehličnatých dřevin. U stromů je důležitá pravidelná kontrola a opakování potřebného řezu. U zdravého stromu se v průběhu stárnutí potřeba řezu snižuje (ZERA, 2005).

Produkce dřevní hmoty z celého listnatého stromu stáří 30 let je přibližně 400 kg, ale BRO tvoří pouze 150 kg, protože lze předpokládat, že kmeny a některé větve nebudou využity jako biologicky rozložitelný odpad. Hmotnost BRO ze stromů je závislá na druhu 128 stromu, jeho stáří a také na četnosti udržovacích zásahů. Stromy mohou mít také rozmanitý charakter, který určuje nároky na údržbu a množství BRO. Některé stromy vyžadují odlišný způsob údržby (například památné stromy) (CELJAK, 2015).

Většinou se u stromů provádí řez v těchto cyklech, které jsou znázorněny v tabulce číslo 1.

Tabulka 1 - Cykly řezů ovocných stromů v závislosti na jejich stáří

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

Odpadní dřevní hmota pocházející z komunální sféry je tvořena mladými výhony či větvemi různé tloušťky, kmenů a pařezů. Vzniká z ošetřovaných či likvidovaných dřevin a přímo souvisí s termínem provedení zásahu (období vegetace a vegetačního klidu – souvisí zejména s obsahem vody), stářím dřevin jako průměr a délkou větví a jejich druhovými vlastnostmi (objemová hmotnost). Hodnoty údržby porostů v komunální oblasti jsou nižší ve srovnání s hodnotami při údržbě porostů v ovocných sadech (ZEMÁNEK et al., 2010).

2. 5. 2. BRO z údržby keřů

Údržbové zásahy u keřových výsadeb vykazují lokální specifika. Významným kritériem při rozsahu údržby je objem výsadby, u pásových živých plotů ošetřená plocha. Nejčastější vyjádření množství BRO je v $\text{kg}\cdot\text{ks}^{-1}$ u skupinových nebo solitérních keřů, nebo v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ u tvarovaných živých plotů a pokryvných křovin. Odpadní dřevo má z větší části odpadní výhony, které se dají velmi dobře štěpkovat. Tvary keřové výsadby určují množství odpadního dřeva (ZERA, 2005).

2. 6. BRO ze zemědělsky nevyužívaných ploch

Z obecně známých příčin postupně v krajině narůstá velikost neobhospodařovaných ploch. Tyto plochy jsou sice většinou vykazovány jako orná půda nebo jako travní porosty, ale nemají zabezpečenu základní údržbu. V rámci možností jsou udržovány pomocí standardních strojů, velmi často jsou tyto plochy součástí komunálních ploch, nebo alespoň podléhají komunální údržbě (ZERA, 2005).

Nejnižší údaje o produkci biomasy udávají 0,5 až 2,0 t hmoty z 1 ha. Objemová hmotnost u suché hmoty (sušina 60 až 80 %) sbírané sběracím vozem se pohybuje od 50 až 80 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, u zavadlé hmoty je to 80 až 120 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Objem takto nevyužívané biomasy byl jen v r. 1994 odhadován na 48 000 t. Složení tohoto materiálu může být značně různorodé, převažuje ale stébelná travní hmota, ať už suchá nebo zavadlá, často s podílem silnějších plevelných rostlin. Kompostování travní hmoty má několik specifík. Stébelný materiál se může rychle rozpadat a je značně sléhavý, hotový kompost má jen asi 10 % objemu původní hmoty, vyžaduje tedy časté spojování zakládek. Další důležité spektrum je homogenizace, např. řezání travní hmoty biomasy je operace energeticky náročná a 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 až 30 týdnů. První překopávání může nastat, až dojde k lámání stébel (OBČANSKÉ SDRUŽENÍ EKODOMOV, 2009).

2. 7. BRO z údržby trávnickových ploch

Údržbou travnaté plochy se rozumí činnost, jejímž cílem je vytvoření nového travnatého porostu (povrchu) ve prospěch stanoveného nebo očekávaného významu travnaté plochy. O velikosti produkce BRO trávníků rozhoduje mnoho proměnných faktorů. Například klimatické a půdní podmínky, vodní režim v půdě, svažitost (setrvání nebo rychlý odtok srážkové vody), expozice pozemku (orientace ke slunci), způsob a rozsah ošetřování, výběr 129 vhodných travin v závislosti na lokalitě, resp. na využití trávníků, a především způsob přípravy půdy před výsadbou, obsah živin v půdě, výběr a dodržení správné technologie setí (CELJAK, 2015).

Celkové množství tohoto vcelku problematického materiálu roste souběžně se zvyšujícími se plochami intenzívně ošetřovaných trávníků. Podle stupně intenzity se travní porosty sečou 3 až 20x za sezónu a stále roste počet žacích strojů vybavených sběracím košem. Čerstvá posečená tráva se tak stává nežádoucím odpadem. Struktura výsledné hmoty po seči je tvořena ústřížky trávy o délce 15 až 20mm. Vyšší obsah vody je způsoben jejím uvolněním z pletiv při přestřížení stébla. Kompostování trávy je velmi složité bez přidavků 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 (LÉTALOVÁ, 2008).

Četnost údržby, resp. sečení závisí na užitkovosti, účelu a požadavku na okrasný účinek (špičkový vzhled, běžný vzhled) travnaté plochy. Například okrasný trávník nebo trávník na sportovních hřištích musí být sečen častěji než trávník podél cest a silnic. Četnost sečení je také závislá na vnějších podmínkách (dešťové srážky, teplota, délka slunečního svitu), na poloze travnaté plochy (ve stínu, polostínu nebo na přímém slunci) na obsahu živin v půdě (hnojení), s čímž souvisí celkové půdní podmínky a také závisí na charakteru porostu (CELJAK, 2015).

2. 8. Ostatní druhy BRO

2. 8. 1. Listí lesních dřevin

Listí dřevin vzniká jako odpad jednak při těžbě a zpracování dřeva, jednak po opadu na podzim na lesních komunikacích, v alejích, v okrasných lesoparcích, na hřbitovech atd. Tento odpad se vyznačuje vysokým obsahem organických látek a celou

řadou živin, důležitých pro růst a vývoj rostlin. Pro lesní dřeviny je dále typický obsah látek jako jsou pryskyřice, vosky, třísloviny a barviva. Jejich obsahová úroveň, která je závislá hlavně na druhu dřeviny, určuje i rozložitelnost listů. Jednotlivé druhy stromů disponují rozmanitou dobou rozložitelnosti listů. Listů některých stromů a keřů je velmi obtížně rozložitelné a pro kompostování nevhodné (ZEMÁNEK et al., 2010).

Listů lesních dřevin je vhodným materiálem pro kompostování. Jeho rozklad je možné urychlit rozdrčením nebo rozsekáním, čímž se současně zabrání vzniku vlhkých shluků v kompostech, které brání přístupu vzduchu i vody a omezují lokálně činnost mikroorganismů, což je v procesu kompostování velmi nežádoucí jev (ZEMÁNEK et al., 2008).

2. 8. 2. Jehličí

Jehličí má v základních ukazatelích podobné složení jako listů lesních dřevin. Pro jehličí je také typický vyšší obsah pryskyřic, vosků a tříslovin, které brzdí jeho rozklad. Některé složky jsou rovněž toxické, jako jsou například terpeny (ZEMÁNEK et al., 2010).

Rychlost rozkladu závisí na druhu jehličí, nejrychleji se rozkládá jehličí borové, následuje jehličí smrkové a nejpomaleji se rozkládá jehličí jedlové. Praktický význam pro výrobu kompostů má především jehličí smrkové a borové. Rozklad jehličí je možné urychlit před vlastním kompostováním a to smícháním s mletým vápencem (asi 10 kg na 1 m³) a zvlhčením vodou. Takto se jehličí ponechá na hromadách asi jeden měsíc, přitom nabobtná, změkne a při vlastním kompostování je snadněji přístupné rozkladné činnosti mikroorganismů (ZEMÁNEK et al., 2008).

2. 8. 3. Drcený klest - lesní štěpka

Lesní štěpka představuje hmotu, získanou štěpkováním dřeva po vyvětvení, tj. větví včetně asimilačních orgánů, malých stromů z probírek, korun stromů, kořenů, kůry, atd. Dřevní štěpky většinou tvoří až 40 % podílu z celkové dřevní biomasy. Tento odpad je zpravidla velmi nehomogenní a má proto také velmi rozdílné složení. Kompostování tohoto odpadu vykazuje stejná specifika jako štěpka z ostatních dřevin (ZEMÁNEK et al., 2010).

2. 8. 4. Kůra

Stromová kůra je produkována v množství asi 12,5 % z celkového objemu vytěženého dřeva. Kompostování je velice vhodný způsob využití stromové kůry.

Vzhledem k tomu, že přirozený mikrobiální rozklad kůry je velmi pomalý, doporučuje se kůru před vlastním kompostováním předfermentovat a to tak, že se drcená kůra na hromadách prolévá kejdou nebo močůvkou, jež jsou významným zdrojem dusíku a mikroorganismů pro rozkladnou činnost (ZEMÁNEK et al., 2010).

Kůra je připravena ke kompostování, klesne-li poměr za 3 až 6 měsíců. Mikrobiálně rozložená kůra je svým složením i vzhledem podobná rašelině, kterou může nahradit v různých rašelinových substrátech. Kůru lze dále využít k nastýlání půdy (např. v zahradnictví), kde snižuje zaplevelení, výpar vody a kontaminaci plodů ornici. K nastýlání se kůra používá také na záhonech okrasných rostlin a dřevin, například v parcích, okrasných zahradách, atd. Kůru lze používat také jako hydroponický substrát pro oporu kořenů rostlin (PASTOREK, 2004).

2. 8. 5. Piliny a hobliny

Piliny a hobliny mají v porovnání s kůrou velmi nízký obsah dusíku a také popelovin. Nejvíce je z popelovin zastoupen draslík a vápník, obsah ostatních živin je velice zanedbatelný. Piliny obsahují poměrně značné množství pryskyřic a vosků, ty inhibují mikrobiální pochody a tím i rozklad organických látek, hlavně celulózy (ZEMÁNEK et al., 2010).

Z hlediska chemického složení nejsou sice piliny a hobliny nejvhodnějším materiálem pro kompostování, ale jsou cenné jako nasávací materiál. Velmi dobře poutají v kompostech roztoky živin a umožňují používat vyšší podíly odpadů a surovin tekutého charakteru do kompostů (např. neodvodněných kalů, kejdy, močůvky, apod.). Při použití většího množství pilin resp. hoblin k výrobě kompostů je vhodné je předfermentovat podobným způsobem jako kůru, případně přidávat průmyslová dusíkatá hnojiva na úpravu poměru C:N. Pro dobrou sorpční schopnost se piliny používají rovněž jako nasávací materiál pod kompostové zakládky nebo na pokrývání kompostů pro zamezení rozplavování srážkami (PASTOREK, 2004).

Tabulka 2 - Hodnoty průměrné produkce u vybraných druhů BRO

Materiál	Jednotka	Průměrná produkce
Tráva z údržby TTP	t·ha ⁻¹	3,0 - 6,0
Tráva z údržby parků	t·ha ⁻¹	2,0 - 4,0
Tráva z údržby příkopů	t·km ⁻¹	1,0 - 2,0
Seno	t·ha ⁻¹	6,0 - 8,0
Sláma	t·ha ⁻¹	7,0 - 9,0
Štěpka z údržby zeleně podél komunikací	t·km ⁻¹	0,5 - 1,5
Odpadní dřevo z ovocných výsadeb	t·ha ⁻¹	2,0 - 3,0
Odpadní dřevo – réví z vinic	t·ha ⁻¹	1,5 - 2,5
Odpadní dřevo – údržba zeleně	t·ha ⁻¹	0,5 - 5,0
Zelinářské odpady	t·ha ⁻¹	1,0 - 5,0
Matolina	t·ha ⁻¹	1,0 - 1,8
Hněj skotu	t·ks ⁻¹ · rok ⁻¹	6,0 - 10,0
Hněj prasat	t·ks ⁻¹ · rok ⁻¹	1,5 - 3,0
Kejda skotu	t·ks ⁻¹ · rok ⁻¹	10,0 - 20,0
Kejda prasat	t·ks ⁻¹ · rok ⁻¹	3,0 - 6,0

2. 9. Biologicky rozložitelný komunální odpad ze separovaných sběrů (BRKO)

Problematika stanovení podílu BRO v komunálním odpadu je v posledních letech předmětem intenzivního sledování. Ukazuje se, že množství separovaného BRKO vztaženého na 1 obyvatele zásadním způsobem závisí na typu obytné zástavby, zároveň se snižují rozdíly mezi vesnickými a městskými podmínkami. Nejnižší údaje uvádí u velkých zástaveb 30-60 kg na osobu za rok, u malých zástaveb 20-40 kg na osobu za rok. Tato čísla lze dnes považovat za překonaná, což potvrzují i údaje o podílu BRO vznikajících při spotřebě čerstvé zeleniny. Její průměrná spotřeba se v posledních 6-8 letech pohybuje mírně nad 80 kg na osobu za rok. Při předpokladu 25 % nevyužitelného podílu to představuje asi 20 kg odpadů jen z čerstvé zeleniny na osobu za rok. Současná úroveň produkce BRKO se pohybuje u velkých zástaveb (města) v hodnotách 60-120 kg na osobu za rok, u malých zástaveb (vesnice) v hodnotách 40-80 kg na osobu za rok. Při bilancování těchto odpadů je proto třeba vycházet z konkrétních podmínek v daném území (VOŘÍŠEK, 2014).

2. 10. Systémy sběru a svozu bioodpadu

Přednosti bioodpadů, možnost jejich úplné recyklace a opětovného využití, například jako hnojiva lze využít tehdy, pokud je zajištěna hned na počátku, tedy u zdroje biologického odpadu, jeho kvalitní separace od ostatních druhů odpadů. Tříděním se snažíme dosáhnout toho, aby biologický odpad obsahoval co nejméně nežádoucích, nerozložitelných příměsí. Ke sběru bioodpadu bychom měli přistupovat se zvýšenou zodpovědností. Na rozdíl od sběru suchých recyklovatelných složek je každá chyba při sběru bioodpadu výrazněji poznat. Zápach z kontejnerů nebo sáčků, spalování bioodpadu na zahradách, zakládání nelegálních tzv. černých skládek – to všechno signalizuje špatný způsob sběru (MOŇOK, 2008).

Řešení problematiky sběru a svozu odpadů spočívá v návrhu typu sběrných nádob, jejich objemů, počtů a rozmístění v řešeném území. Volba svozových prostředků pak logicky vyplývá z navrhovaných typů a počtů sběrných nádob, svozových tras, vzdáleností a z objemu svážených odpadů. S rozvojem separovaného sběru, sběrných dvorů a komunitních kompostáren se stává tato problematika stále aktuálnější. (ZEMÁNEK et al., 2010).

BRO lze získávat buď vytríděním ze směsného komunálního odpadu (BRKO), nebo využitím odděleného sběru. Třídění BRO ze směsného komunálního odpadu

představuje kromě ekonomické náročnosti také riziko jeho znečištění (např. ropnými produkty, rezidui chemických látek) (VOŠTOVÁ, 2009).

Pro nastavení vhodného systému sběru bioodpadu je nutné znát místa vzniku bioodpadu v obcích, včetně jeho množství, dále je také nutné přihlídnout k finančním možnostem, potřebám a cílům jednotlivých obcí. Důležitým parametrem ekonomické efektivity celého systému je volba intervalu odvozu určitého druhu bioodpadu a z ní odvozený výběr vhodné nádoby (VOŠTOVÁ, 2009).

Separovaný sběr bioodpadu může probíhat několika způsoby. Základní systém sběru se dělí podle organizačního hlediska na systém donáškový a systém odvozový (HŘEBÍČEK, KOTOVICOVÁ, 2010).

Pro sběr bioodpadu na otevřených stanovištích se používají v převážné většině případů velkoobjemové kontejnery na stálých sběrných místech nebo normalizované sběrné nádoby o objemech 120 a 240 litrů. Tyto nádoby jsou v pravidelných intervalech vyprazdňovány a zůstávají tak na svých stanovištích. Pro sběr bioodpadů prostřednictvím sběrných dvorů jsou využívány otevřené velkoobjemové kontejnery, nejčastěji s objemem 9, 14 a 18 m³. Důležitým doplňkem technického vybavení jsou i volně přístupné velkoobjemové kontejnery. Jejich umístění je třeba do míst s velkým výskytem bioodpadů (hřiště, hřbitovy). Nevýhodou bývá množství příměsí, které snižují použitelnost vytríděného bioodpadu při následném zpracování (VOŠTOVÁ, 2009).

Variabilita dodávky BRO může být ovlivněna 130 rozmanitým množstvím a charakterem vzniku odpadu, ochotou občanů třídit odpady a jejich úmysly využití odpadu pro vlastní potřebu při kompostování nebo využití pro domácí zvířata, zejména pro drůbež (CELJAK, 2015).

2. 10. 1. Donáškový systém sběru

Ke sběru odpadů ze zeleně v rozptýlené příměstské zástavbě nebo na jiných územích měst, kde docházková vzdálenost do sběrných dvorů je příliš vysoká, více jak 50 m, mohou být zřizována stálá sběrná místa, vybavená kontejnery nebo nádobami. Jejich součástí by mělo být značení a oplocení. Jinou variantu, která zabrání vytváření černých skládek, představuje přistavení kontejnerů na krátkou dobu nezbytnou k jejich naplnění. Optimálním, v praxi ověřeným, řešením je mobilní sběr odpadů ze zeleně v předem vyhlášených termínech na určených stanovištích. Současně je potvrzeno, že

zavedením stálých sběrných míst se eliminuje znečišťování či tvorba černých skládek. Tento způsob je také nejvhodnější pro profesionálně prováděnou údržbu zeleně, kdy je produkováno velké množství odpadu z prořezávek, ale současně s podílem odpadků, hlíny, kamení, atd. Kvalita BRO je v tomto systému snadno kontrolovatelná (HŘEBÍČEK, KOTOVICOVÁ, 2010).

Donáškový systém sběru je založen na principu, kdy je BRO přinášěn nebo přivážen do sběrného místa v obci a odvoz je realizován v předem daných termínech (například datum svozu je zveřejněn v ročním plánu akcí obce) nebo v nepravidelných intervalech (po naplnění nádob). V praxi je již ověřený mobilní sběr odpadů ze zeleně v předem vyhlášených termínech na určených stanovištích (CELJAK, 2015).

Firmy provádějící údržbu zeleně musí proto stejně jako občané provádět oddělený sběr. Provozovatelé kompostáren po dohodě vymezí místo na odpady vhodné pro kompostování s ohledem na vybavení kompostárny (např. s ohledem na potřebu drtit nebo štěpkovat materiál). Příjem odpadů pro kompostování je nutné kontrolovat a sledovat především přítomnost kovových příměsí (plechovky, víčka, zbytky drátů apod.), skla, plastů, kamenů a papíru. Drobné nekompostovatelné příměsi je při malém obsahu možné akceptovat s ohledem na možnost separace hrubého kompostu. Pokud je odpad předáván v plastových pytlech, je vhodné je vyprázdnit, neboť mohou obsahovat nežádoucí příměsi (VOŠTOVÁ, 2009).

2. 10. 2. Odvozový systém sběru

Pravidelný odvozový způsob sběru se používá především při sběru bioodpadu z domácností, kdy se společně sbírá kuchyňský bioodpadu společně s odpady ze zeleně. Tento způsob sběru představuje službu především pro obyvatele měst. Odvoz zpravidla zajišťuje firma, která tuto údržbu realizuje. Při sečení trávy jsou to zpravidla kontejnery, které jsou žacími stroji plněny v dávkách a při údržbě dřevin to mohou být kontejnery nebo korby vozidel, do nichž je zpravidla vyfukována štěrka při zpracování dřevin štěpkovači (CELJAK, 2015).

Tento způsob sběru do sběrných nádob o objemu 120 a 240 litrů přistavených v blízkosti vchodů do obytných budov představuje zároveň službu pro občany. Při tomto řešení se dosahuje nejvyšší účinnosti sběru bioodpadu, je však ekonomicky nákladnější než sběr donáškový (CHUDÁREK, HŘEBÍČEK, 2010).

Sběr bioodpadu z domácností má řadu specifíků, která jsou určena zejména typem zástavby (venkovská, městská), složením populace, stupněm občanské vybavenosti, infrastrukturou a přístupností pro techniku. Zkušenosti z městských center ukazují, že kontaminace sbíraných BRO je většinou nepříjemná (ZEMÁNEK et al., 2010).

Cyklus sběru BRO z domácností by měl být v souladu s cyklem sběru smíšeného komunálního odpadu. V letních měsících by ale s ohledem na hygienická hlediska neměl překročit jeden týden (7 dní) zatímco v zimním období může být prodloužen i na dva týdny (14 dnů), především v závislosti na objemu sběrných nádob. Odvozovým způsobem sběru BRO je organizován i sběr specifických odpadů ze živností a ze zařízení veřejného stravování (VOŠTOVÁ, 2009).

Zpracování návrhu celého systému sběru a svozu BRO se provádí v těchto postupných krocích:

- volba sběrného systému,
 - určení sběrných míst,
 - stanovení typu a počtu sběrných nádob,
 - volba svozového vozidla a stanovení intervalu svozu,
 - návrh svozových tras a jejich optimalizace,
 - zpracování harmonogramu svozu pro jednotlivá vozidla
- (ZEMÁNEK et al., 2010).

Při zpracování návrhu systému sběru BRO z domácností je nutné dále přihlížet k těmto problémům:

- zápach v okolí nádob a při nakládce,
- namáhavost při ruční manipulaci s nádobami,
- přítomnost vody v nádobě (ZEMÁNEK et al., 2010).

Některé z těchto problémů je možné zmírnit již při výběru sběrné nádoby. Existují typy nádob vybavené větracími otvory, nebo roštem v dolní části umožňujícím shromáždění výluhů. Rozhodující pro zavedení odděleného sběru jsou druhy BRO, způsob jejich zpracování, zdroje jejich výskytu, finanční možnosti obcí, osvěta mezi občany a v neposlední řadě potřeby a cíle obce nebo města. Způsob sběru je určen druhem sbíraného bioodpadu nejen z technického ale i z organizačního hlediska. Odpady ze zeleně se shromažďují převážně donáškovým (dovozným) způsobem na

určená místa. Určenými místy jsou zpravidla sběrné dvory nebo kompostárny s režimem individuálního sběru, příp. velkoobjemové kontejnery. Naproti tomu bioodpad z domácností je získáván odvozovým způsobem (oddělený sběr) do maloobjemových nádob (VÁŇA, 2014).

2. 10. 3. Hlavní zásady sběru BRO z domácností

BRO z domácností se s výhodou sbírá svozovými automobily se systémem rotačního i lineárního stlačování. Při rotačním stlačování dochází k větší homogenizaci odpadu, dřevní hmota je částečně narušena a sbíraný materiál je lépe připraven do kompostové zakládky. Systém lineárního stlačování dosahuje větší redukce objemu, ale způsobuje problémy s eventuálním odvodem tekuté složky. Pro sběr BRO z domácností jsou převážně využívány sběrné nádoby o objemu 120 a 240 litrů, v zástavbách rodinných domků i nádoby menších objemů (80 litrů). Hmotnosti naplněných nádob mohou dosahovat až 160 kg, běžně je to však 80 až 100 kg na jednu nádobu (ZEMÁNEK et al., 2010).

Separovaný sběr bioodpadu se organizačně velmi dobře osvědčuje také prostřednictvím sběrných pytlů. Ty jsou po naplnění uloženy u okrajů chodníků a formou služby sbírány do svozového automobilu. Je třeba ale zohlednit skutečnost, že vyprazdňování takto sbíraného odpadu z pytlů na místě zpracování znamená vyšší pracnost, v letních měsících přibývají navíc problémy se zápachem. V případě, že kompostárna disponuje výkonným drtičem je možné při sběru BRO do pytlů drtit plné pytle s odpadem (VÁŇA, 2014).

Odpad, klasifikovaný jako BRO z výživy domácností, je tvořen převážně nevyužitými částmi ovoce a zeleniny (slupky, skrojky, jádřince, výlisky z ovoce), dále je tvořen zkaženým ovocem a zeleninou, ovocem a zeleninou s prošlou dobou životnosti (dlouho nebo nesprávně skladované zásoby) a zeleninou s defekty (vyklíčené brambory, cibule apod.), které neumožňují konzumaci. Domácností se rozumí skupina fyzických osob, které spolu trvale žijí a sdílejí jedno obydlí (rodinný dům, byt), podílí se na hospodaření, zpravidla se společně v domácnosti stravují alespoň 1 krát za den a realizují své zájmy a osobní potřeby na teritoriu domácnosti (CELJAK, 2015).

Kvalitou sbíraných odpadů rozumíme především čistotu, tj. podíl nežádoucích příměsí. Úroveň separovaného sběru i čistota BRO bude vždy závislá především na stupni komunikace s původci těchto odpadů. Je proto důležitá zejména osvěta v období

zavádění sběru a současně důsledná kontrola kvality obsahu sběrných nádob. Při znalosti původu závadných sběrů je možné zpětně působit na původce (finanční sankce, vyřazení ze sběrné trasy apod.) (ZEMÁNEK et al., 2010).

Praktické zkušenosti dokazují, že u maloobjemových nádob je na počátku zavedení sběru dobrá kvalita, která se postupně zhoršuje, u velkoobjemových kontejnerů je trend opačný. Nejvyšší kvality sbíraného BRO lze dosáhnout na sběrných dvorech pod dohledem obsluhy. Většimu znečištění odpadů lze také předcházet tím, že nádoby se krátkodobě rozmisťují v určitých termínech pouze na žádost občanů a při jejich svozu je navíc prováděna kontrola obsahu. Zavedení a provozování systému separovaného sběru komunálního BRO je v pravomoci každé obce. Nakládání s těmito BRO se stává nedílnou součástí odpadového hospodářství obce, konkrétní způsoby sběru a svozu vycházejí z ověřených postupů s přihlédnutím k možnostem a místním zvyklostem v obci (MALAŤÁK et al., 2014).

2. 11. SBĚRNÉ NÁDOBY

Sběrné nádoby na směsný komunální nebo separovaný odpad sloužící na sběr či manipulaci s bioodpadem, jsou vyráběny v různých podobách, velikostech, konstrukčních řešeních. Jsou zhotovovány z různých materiálů, například sklolaminátu, tvrzeného plastu, či plechu. Výběr materiálu musí odpovídat velikosti a nosnosti nádoby, tzn., čím větší je objem nádoby, tím větší jsou požadavky na pevnost materiálu a jeho stálost. Konstrukčním řešením jsou nádoby přizpůsobovány druhu odpadu, pro který byly vytvořeny. Jiné požadavky bude mít nádoba na sběr BRO (dobrá cirkulace vzduchu), jiné nádoba určená na čistírenské kaly, vícedruhový sběr, objemný odpad, nebezpečný odpad (ZEMÁNEK et al., 2010).

Kritéria pro volbu sběrných nádob

1. Objem vzniklého BRO
2. Charakter BRO
3. Druh svozového zařízení
4. Plánovaný interval svozu (CELJAK, 2015).



Obrázek 1 - Sběrná nádoba na recyklovaný odpad (plast)

2. 11. 1. Popelnicové nádoby a kontejnery

Domovní odpad se obvykle shromažďuje do přesypných nádob. V městských zástavbách se tento obsah shromažďuje do kovových nebo plastových popelnicových nádob o objemu 120 l nebo 240 l. V sídlištní zástavbě nachází uplatnění přesypné nádoby, tím se rozumí kontejnery o objemu 1,1 až 3,2 m³. Pro pohodlnost uživatelů mají některé nádoby nášlapný pedál k otevírání víka, moderní konstrukce jsou opatřeny větracími otvory a ventilem na vypouštění shromážděných kapalin (ZEMÁNEK et al., 2010).

Kontejner na obrázku č. 1 je vhodný pro sběr nejen komunálního, ale i tříděného odpadu, v tomto případě plastů. Objemová velikost je 1100 l. Hmotnost prázdné nádoby je 65 kg. Maximální možná nosnost se pohybuje okolo 360 kg. Díky čtyřem otočným kolečkům, o průměru 20 mm na spodu nádoby, je manipulace jednodušší. Dvě kolečka jsou navíc vybavena brzdou, aby kontejner byl zajištěn proti samovolnému pohybu. Polyetylen, z kterého je kontejner vyroben, je odolný vůči UV záření, mrazu či biologickým vlivům. Vyprazdňování je hřebenové nebo čepové. Po ukončení životnosti nádoby, lze kontejner zcela recyklovat (FILIP, 2002).



Obrázek 2 - Popelnicové nádoby 120 l (zdroj: www.elkoplast.cz)

2. 11. 2. Klecové kontejnery

Klecové kontejnery jsou určeny ke sběru odpadu z údržby zeleně v parcích a zahradách. Jsou provedeny v krychlových nebo hranolových tvarech s pevným, perforovaným dnem, stěny jsou tvořeny drátěným pletivem napnutým v rámu. Objemy kontejneru bývají do 1,0 m³, pro usnadnění manipulace jsou opatřeny bantamovými koly na ostruhových držácích (BODOKOVÁ, 2014).



Obrázek 3 - Klecový kontejner zastřešený, objem 12 m³ (zdroj: www.brukov.cz)

2. 11. 3. Depontkontejnery

Depontkontejnery mají objem 1,6; 3,2 a 5,0 m³ a slouží k ukládání především obalového odpadu, např. bílého, hnědého nebo zeleného skla, sběrového papíru, plastu a textilu. Jsou konstruovány z odolných plastů nebo sklolaminátu, konstrukčně jsou řešeny se dvěma záchytnými oky v horní části a se spodním vyprazdňováním. Ke sběru BRO se u nás využívají spíše výjimečně (VRBOVÁ et al., 2009).



Obrázek 4 - Depontkontejnery různých variant (zdroj: www.tlamka.cz)

2. 11. 4. Velkoobjemové kontejnery

Uplatnění nacházejí zejména tam, kde je nepravidelný přísun materiálu, kde vzniká materiál v dávkách s časovou variabilitou. To jsou např. sběrné dvory, sklizeň ovoce a zeleniny. Tyto kontejnery jsou vyráběny ze silnostěnných plechů v žebrovém rámu jako otevřené vany nebo uzavřené boxy, objem kontejnerů se pohybuje v rozmezí 8 až 12 m³, využívají se pro sběr BRO na sběrných dvorech a na kompostárnách, vyprazdňují se zpravidla sklápěním. Jejich uplatnění je ale také v případech nepravidelného dočasného umístění na předem oznámeném místě. Jsou přepravovány automobilovými nosiči kontejnerů s hydraulickým nakládacím zařízením, nebo zařízením s lanovým navijákem. Vyprazdňují se zpravidla sklápěním (VRBOVÁ et al., 2009).

2. 11. 5. Velkoobjemové kontejnery s vyprazdňovacím zařízením

Jsou doplněny zařízením pro vyprazdňování sběrných nádob, uplatnění nachází ve frekventovaných lokalitách (centra měst, sanační zóny) nebo při intenzivních lokálních zásazích (údržba parků, sběrné dny apod.). Objem kontejnerů se pohybuje od 8 až 12 m³, pohon vyprazdňovacích zařízení je hydraulický (ZEMÁNEK et al., 2010).



Obrázek 5 - Velkoobjemové kontejnery (zdroj: www.brukov.cz)

2. 11. 6. Kompostejnery

Objem nádob je 120 a 240 l, jsou vyráběny z odolných plastů. Tyto nádoby mají konstrukční řešení, které je přizpůsobené charakteru sbíraného odpadu. Ve stěnách jsou větrací otvory, které umožňují cirkulaci vzduchu, což zabrání anaerobním procesům spojených se zápachem, proto se využívají pro separovaný sběr organické hmoty. Dno nádoby je vybaveno mřížkou, která je umístěná nad samotným dnem nádoby. Tato mřížka odděluje vyloučenou tekutou složku od pevné. Objem odpadu při správné skladbě lze snížit až na 30 %. Jsou přednostně využívány ke sběru organické části komunálního odpadu nebo při separovaném sběru. Součástí kompostejneru jsou dvě kolečka, které usnadňují manipulaci s nádobou (BODOKOVÁ, 2014).



Obrázek 6 - Kompostejnery, typ 0005 a 0004 (zdroj: www.metro.cz)

2. 11. 7. Sběrné pytle, vaky a tašky

Pytle jsou vyráběny z kukuřičného nebo bramborového škrobu, jsou dokonce méně energeticky náročné na výrobu, než je tomu u papírových pytlů a podílí se minimálně na skleníkovém efektu při rozkladu. Tyto prostředky jsou využívány ke sběru tříděného BRKO s ohledem na charakter odpadu. Materiálově využívají papír, plast nebo textilie a bývají provedeny v objemu 16 až 240 litrů. V ČR je pytlový sběr rozšířen ve zdravotnictví, na úřadech, v obchodech apod. (HŘEBÍČEK et al., 2010).

Papírové pytle bývají dodávány ve vícevrstevném provedení. Jejich nespornou předností je prostupnost pro vzduch. Odpad, který je v nich soustředěn, proto poměrně rychle vysychá a nezapáchá. Současně odpadá kondenzace vody, dochází k omezení výskytu bakterií a hmyzu. Nevýhodou je menší trvanlivost a malá odolnost vůči povětrnostním vlivům. Při jejich využití ke sběru BRO určených pro kompostování, lze ponechat tyto obaly jako součást kompostové zakládky, přitom je vhodné je podle možností spolu s obsahem podrtit. Moderní výroba těchto obalů směřuje k uplatnění tzv. biodegradovatelných materiálů, které se v kompostové zakládce přibližně za 90 dnů rozloží (BODOKOVÁ, 2014).



Obrázek 7 - Sběrné pytle barevné na tříděný odpad (zdroj: www.denios.cz)



Obrázek 8 - Sběrný vak (zdroj: www.agrocs.cz)



Obrázek 9 - Sběrné tašky na tříděný odpad (zdroj: www.hlucin.cz)

2. 12. Dopravní zařízení pro separovaný sběr BRO

K přepravě BRO i BRKO se využívají různá dopravní zařízení - svozové prostředky, jejichž společným znakem je uzavřená korba s přídatným zařízením pro vyprazdňování sběrných nádob. Jiná řešení představují otevřené korby vybavené hydraulickým zařízením („hydraulická ruka“) pro nakládání a přesypání sběrných nádob (CELJAK, 2015).

Stanovení typu dopravních zařízení vychází z údajů o objemu sváženého BRO, charakteru BRO, z objemové hmotnosti BRO, z charakteru dopravní trasy, z vlastností sběrných nádob a z možnosti realizace nakládky. Stanovení času pro dopravu vychází z typu svozového zařízení, z charakteru a délky dopravní trasy, z průměrné dopravní rychlosti, kterou lze na dopravní trase dosáhnout, z potřebného času nakládky a vykládky. Pro stanovení nákladů na svoz je třeba znát ložné objemy svozových vozidel (resp. kontejnerů), objemové hmotnosti svážených BRO, sazbu za 1 ujetý kilometr vozidla, sazbu za čas používání svozového vozidla, dopravní vzdálenosti na příslušnou skládku BRO (CELJAK, 2015).

Moderní svozové prostředky mají zásobník odpadu vybaven lisovacím zařízením, které výrazně zvyšuje využití nosnosti vozidla a redukce objemu je asi 1:5. Materiál je po vyprázdnění ze sběrné nádoby v pracovní části korby lisován pomocí rotačního (šnekového) nebo lineárního (pístového) ústrojí (BARTH, 2008).

Při rotačním lisování se využívá podélně uloženého šneku, který se po zaplnění pracovní komory pootočí. Stlačený materiál je postupně posouván a hutněn. Po naplnění je vyprazdňován při zpětném chodu šneku. Při využití tohoto systému pro svoz BRO dochází k dobré homogenizaci odpadu, dřevní hmota je částečně narušena (lámána, štípána) a materiál je tak částečně upraven do kompostové zakládky (ZEMÁNEK et al., 2010).

Lineární lisování využívá přímočarý nebo obloukový pohyb lisovacího čela (častý tvar kruhového segmentu), které tlačí na materiál v pracovní komoře a posouvá ho vždy o délku jednoho zdvihu. Redukce objemu je o něco vyšší než u rotačního lisování (BARTH, 2008).

2. 12. 1. Traktorové soupravy se standardními přívěsy

V našich podmínkách představují standardní svozové prostředky využívané zejména ve venkovských zástavbách. Nakládka separovaného BRO v pytlích je prováděna ručně. Nosnosti přívěsů jsou 3 až 9 t, objemy ložného prostoru 5 až 15 m³. Přívěsy jsou agregovány s traktory o výkonu 30 až 40 kW, jejichž pracovní rychlost je 2,5 až 3,5 km · h⁻¹ a dopravní rychlost 20 až 25 km · h⁻¹ (KOTOULOVÁ et al., 2014).



Obrázek 10 - Traktor v soupravě s nosičem kontejnerů (zdroj: www.wtc-pisecna.eu)

2. 12. 2. Nákladní automobily se speciálními nástavbami

Jedná se o automobily s upraveným podvozkem vybavené nástavbami. Nástavba je tvořena zásobníkem na sbíraný materiál, lisovacím zařízením a vyklápěčem nádob (ZEMÁNEK et al., 2010).

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 1,2 až 8 m³ u menších vozidel, resp. 10 až 25 m³ u velkých vozidel. Objem zásobníku ovlivňuje délku svozové trasy. Automobily jsou vybaveny vyklápěcím zařízením pro nádoby (čas vyklápění u malých nádob je do 8 s, u velkých nádob do 26 s). Toto zařízení je umístěno vzadu popřípadě na boku vozidla. Mohou být i soupravy s čelním podávacím zařízením (CELJAK, 2015).

Vyklápěč je přizpůsoben normalizovaným nádobám, objem zásobníku je 5 až 8 m³ u menších vozidel, 10 až 15 m³ u velkých automobilů, stupeň redukce objemu je asi 5:1. Objem zásobníku ovlivňuje pokryvnou délku svozové trasy. Tyto automobily jsou konstrukčně vybaveny podávacím zařízením a to zadním podávacím zařízením, bočním podávacím zařízením nebo s čelním podávacím zařízením, kdy sběrná nádoba je do pracovní komory dopravena nad kabinou řidiče (ALTMANN, MIMRA, 2011).

2. 12. 3. Lisovací nástavby

Tyto nástavby jsou charakteristické svým stlačovacím zařízením, které redukuje objem nákladu a tím zvyšuje efektivitu svozu či využití celého objemu kontejneru. Lisovací kontejner je tvořen uzavřenou skříní o rozmanitém objemu (1,1 až 36 m³), hydraulickým lisem a násypkou s hydraulicky ovládaným zařízením

pro vysypání sběrných kontejnerů. Odpadní surovinu lze vkládat také ručně přímo do násypky. Lisování materiálu může probíhat prakticky kdekoliv. Lis a kontejner tvoří kompaktní jednotku, která pro lisování materiálu vyžaduje pouze zdroj elektrické energie v dosahu zařízení. Používají se k lisování velkých objemů odpadních surovin, čímž se šetří náklady na odvoz a ukládání na skládku. Materiál, který je vhozen do vnitřního prostoru kontejneru, může být stlačován lineárním (pístovým), nebo rotačním (šnekovým) mechanismem (CELJAK, 2015).

Podle konstrukce lze lisovací kontejnery rozdělit na:

- Lineární lisování – 60 až 70 %
- Šnekové lisování (rotopress) (CELJAK, 2015).

Při lineárním lisování je využíván obloukový nebo přímočarý pohyb lisovací desky, která tlačí materiál v pracovní komoře a tím je posouván vždy o délku jednoho zdvihu. Při využití tohoto lisování je účinnost v pracovní komoře z hlediska redukce objemu o něco vyšší než u rotačního lisování. Lineárním lisováním dochází k větší redukci objemu materiálu. Tím dochází k vytlačování tekutých složek z BRO. Tyto tekuté složky je nutné zachytávat (ALTMANN, MIMRA, 2011).

Rotační lisování je založeno na principu šneku, který je uložen podélně a při pracovní činnosti se pootočí a tím se stlačený materiál postupně posouvá a dochází k jeho zhutnění. Zpětný chod šneku se využívá pro vyprázdnění odpadové komory. Výhodou tohoto ústrojí je, že dochází k částečnému narušování, například lámání nebo štípání, dřevní hmoty, rozměňování a tím dochází k dobré homogenizaci materiálu. Tím je částečně už upraven do kompostované zakládky. Toto lisovací zařízení má univerzální rozsah použití pro běžné druhy odpadů. Další z výhod tohoto zařízení je nízká spotřeba pohonných hmot. V důsledku rovnoměrného naplňování se vytvářejí pozitivní podmínky pro jízdní vlastnosti automobilu (podvozek je zatěžován rovnoměrně) (CELJAK, 2015).

2. 12. 4. Nákladní automobily s hydraulickými manipulátory

Tyto automobily nemají podávací zařízení na nádoby na zadní části, to je umístěno na boku či na čelní straně automobilu. Racionální řešení představují hydraulické manipulátory k podávání a vyprazdňování sběrných nádob přistavených při okraji komunikace. Základní výhodou je obsluha jedním pracovníkem (řidičem),

který ovládá činnost manipulátoru z kabiny. Předpokládá se použití jednotných typů sběrných nádob a jejich dobrá přístupnost (ALTMANN, MIMRA, 2011).



Obrázek 11 - Nákladní automobil s hydraulickým manipulátorem (zdroj: www.mariuspedersen.cz)

2. 12. 5. Prostředky a zařízení k přepravě kapalných a pastových odpadů

Kapalné odpady jsou převáženy v nádržích umístěných na nákladních automobilech nebo v traktorových cisternách uložených na přívěsech. Tyto prostředky jsou vybaveny sacím zařízením s vývěvou pro plnění, pneumaticky ovládaným ventilem a zařízením k vyprazdňování. Objemy cisteren se pohybují v rozmezí 5 až 10 m³ (CELJAK, 2015).

Polotekuté odpady a kaly se ukládají a přepravují v otevřených nebo uzavřených vanách, které jsou umístěné na mobilním podvozku vybaveném vyklápěcím zařízením. Jsou využívány také k odvozu polotekutých odpadů (např. vlhký popel, zbytky z kanalizační sítě) nebo tekutých odpadů (např. kaly z domácností) (ZEMÁNEK et al., 2010).

2. 12. 6. Automobilové nosiče kontejnerů

Tyto prostředky slouží k nakládání, přepravě a vyklápění různých typů velkoobjemových kontejnerů nebo kontejnerových nástaveb, podobně jako v oblasti stavebnictví. Nakládací zařízení kontejnerů se rozlišují podle způsobu manipulace s

kontejnerem. Pro snadný posun kontejneru se používá navalovací systém, tzv. ABROLL nebo nákluzné prvky.

Z tohoto hlediska rozdělujeme manipulační systémy kontejnerů na:

- hákový – využívá se nádoba typu ABROLL
- ramenný – použití vanových kontejnerů
- lanový – využívá se nádoba typu ABROLL (FILIP, 2002)

V lanovém a hákovém systému se používají natahovací kontejnery tzv. abrolly, které mívají objem 5 až 25 m³. Ramenný systém využívá vanové kontejnery, které jsou určeny ke sběru a svozu komunálního, průmyslového i biologického odpadu. Jejich objem je běžně 7 až 10 m³. Vanové kontejnery jsou buď otevřené, nebo mají dvě horní, odpružená, uzavíratelná víka (CELJAK, 2015).



Obrázek 12 - Hákový nosič kontejnerů (zdroj: www.technocar.cz)



Obrázek 13 - Nádoba neboli kontejner typu ABROLL (zdroj: www.brukov.cz)



Obrázek 14 - Ramenný nosič kontejnerů (zdroj: www.temax.sk)

Tabulka 3 - Technické parametry kontejnerů ABROLL

Výška háku [mm]	Délka ložné plochy [mm]	Vnitřní šířka [mm]	Výška [mm]	Objem [m ³]	Nosnost [t]
1570	3750-7000	2400	volitelná	5-41	10-26
1340	4500-5000	2400	volitelná	5-30	12
1000	3000-5000	1100-2400	volitelná	2,5-23	3-8
900	3000-4500	2000-2200	volitelná	2,5-18	5-8

2. 12. 7. Speciální přepravní automobily

Jde o soupravy tahače s návěsem nebo přívěsem, kde celkové zatížení dosahuje až 38 t a ložný objem se pohybuje od 120 až 150 m³. Tato skupina prostředků slouží zejména pro přepravu na větší vzdálenosti z překladních stanic ve standardizovaných kontejnerech, např. při odvozu odpadu ze sběrných dvorů do místa jejich zpracování. Zmiňované automobily znamenají další významné zvýšení efektivity dopravy (ZEMÁNEK, 2001).

Tabulka 4 - Orientační technické parametry dopravních zařízení vhodných pro sběr a svoz BRO

Druh	Objem ložného prostoru [m ³]	Nosnost [t]	Průměrná svozová rychlost [km·h ⁻¹]
Malotraktor do 6 kW s návěsným jednonápravovým vozíkem	0,8 – 1,2	0,3 – 0,4	2 - 3
Malotraktor do 32 kW s návěsem nebo přívěsem	1,6 – 6,2	2 – 3,5	4 – 10
Traktor – nad 32 kW s přívěsem	4 - 26	4 - 16	8 – 25
Osobní automobil s přívěsem	0,8 - 2	0,3 – 0,5	45 – 55
Automobil s karoserií Pick Up	1,2 - 2	0,6 – 1,1	50 – 60
Traktor od 32 do 50 kW s přívěsem nebo návěsem	6 – 12	4 – 10	15 – 20
Traktor od 50 do 80 kW s přívěsem nebo návěsem	10 – 20	13 – 24	20 – 25
Traktor nad 80 kW s návěsem	24 – 80	21 – 30	20 – 25

Minidampr do výkonu motoru 15 kW	0,35 – 0,9	0,2 – 0,8	pouze mimo silnici 2,5 – 6
Dampr do výkonu motoru 50 kW	1,5 – 3,4	2 – 6,5	pouze mimo silnici 15 – 20
Užitkové terénní vozidlo (UTV)	0,3 – 1,2	0,15 – 0,4	15 - 25
Vozidla kategorie L (tříkolka s korbou, čtyřkolka s přívěsem)	0,8 – 1,1	0,5 – 0,7	35 - 40
Nákladní automobil kategorie N1 – valník, sklápěcí korba	3,5 – 6,5	1,2 - 4	25 - 35
Nákladní automobil kategorie N2 – valník, sklápěcí korba	7,5 - 12	5,5 – 8	25 - 35
Nákladní automobil kategorie N3 – sklápěcí korba	10 - 18	15 – 28,5	30 - 40
Nákladní automobil kategorie N1 – nosič kontejnerů	0,5 – 1,5	1,2 – 1,7	25 – 40
Nákladní automobil kategorie N2 – nosič kontejnerů	2 – 6	2 – 7,5	30 – 45
Nákladní automobil kategorie N3 – nosič kontejnerů	9 – 40	10 - 12	35 – 50
Traktor do 60 kW s návěsným nosičem kontejnerů	8 - 16	10 - 12	15 - 25
Traktor nad 60 kW s návěsným nosičem kontejnerů	15 - 28	12 - 20	20 - 30
Traktor do 60 kW se sběracím vozem	12 - 22	2 – 5	18 - 22
Traktor nad 60 kW se sběracím návěsem	25 - 75	4 - 9	20 - 30
Malé vyvážecí traktory s klanicovým návěsem s výkonem motoru do 15 kW	2 – 4 (dlouhé dříví, otepi klestu)	1,2 – 2,5	2 – 7
Velké vyvážecí traktory s klanicovým návěsem	2 - 8	4,5 - 16	9 - 11

2. 13. Zpracování biologicky rozložitelných odpadů

Biologicky rozložitelné odpady jsou významnou skupinou odpadů v České republice. Převážná část těchto odpadů je určena k materiálnímu a energetickému využití a je nutné omezovat jejich ukládání na skládky. Jak už bylo uvedeno, pocházejí ze zemědělské a lesnické produkce, patří sem BRKO a čistírenské kaly atd. Takové odpady je možno upravovat biologickými metodami tak, aby ztratily svoji nebezpečnost a staly se znovu využitelnými materiály. Ze všech způsobů zpracování bioodpadů mají biologické způsoby nejvyšší potenciál rozvoje (KURAŠ, 2008).

Nakládání s biologicky rozložitelnými odpady podléhá v České republice přísné legislativě. Ta přesně vymezuje vlastnosti těchto odpadů, způsoby jejich úpravy, využití i kritéria koncových produktů. V současné době je zároveň dlouhodobě zaregistrován vážný úbytek organické hmoty v půdě. Přitom navrácení bioodpadu do půdy ve formě kompostu, obsahujícího humus, je důležité pro udržení kvality i retence půdy (HLAVATÁ, 2004).

Tyto metody, pracující s mikroorganismy, zahrnují celou škálu biochemických reakcí, které jsou řízeny biologickými katalyzátory – enzymy. Prakticky se biologické způsoby používají zejména pro kompostování odpadů, úpravu odpadů obsahující ropné uhlovodíky, při anaerobní digesci odpadů s cílem získávání bioplynu a při mechanicko-biologické předúpravě produktů (KURAŠ, 2008).

Hledají se nová řešení, jakým způsobem nakládat s biologickými odpady, kterých neustále přibývá, přitom se nabízí nejstarší recyklační technologie a to kompostování. I když se občané České republiky naučili odpad třídit a využívat tak kontejnery na papír, sklo a plasty, v oblasti bioodpadů mají značné rezervy. Přitom odevzdání tohoto typu odpadu je velmi snadné. K dispozici jsou hnědé kontejnery, do kterých domácnosti mohou vhazovat přesně určené bioodpady (HLAVATÁ, 2004).

2. 14. Kompostování

Kompostování je aerobní proces (za přístupu vzduchu), při němž činností mikro a makro organismů dochází k rozkladu organických látek v kompostovaných surovinách, kde je konečným akceptorem elektronů při rozkladných reakcích kyslík. Výsledkem kompostování je přeměna nestabilních organických surovin na stabilní produkt – kompost (PLÍVA et al., 2009).

Jedná se o přirozenou biochemickou přeměnu, kdy z organických látek vzniká, za aerobních podmínek a vlivu živých organismů, stabilní organický produkt, který má pro půdu příznivý vliv v podobě organického hnojiva. Výsledkem procesu kompostování je přeměna nestabilních přírodních surovin na stabilní hnojivo. Při tomto procesu dochází ke snížení hmotnosti kompostovaného substrátu. S tím je spojeno snížení celkového objemu a obsahu vody. To vše se děje za zvýšené teploty (ERHART, HARTL, 2008).

Produkt kompostáren se nazývá kompost a je nejstarším a nepřirozenějším 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 (HANČ et al., 2012).

Hlavní z mnoha 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 (PLÍVA et al., 2014).

Kompostování odpadů je skutečným způsobem jejich zneškodnění, na rozdíl od skládkování. Materiály uložené na skládkách zůstávají po celou dobu v podstatě nezměněny a mohou způsobit kontaminaci vody a ovzduší. Přednost kompostování spočívá v tom, že dochází ke zneškodňování škodlivých látek jejich rozkladem, případně proměnou na nové materiály. Kompostováním se také značně snižuje množství a objem odpadů (KURASŠ, 1993).

Kompostováním napomáháme nejen redukovat množství bioodpadu ve smíšeném odpadu, plnit národní legislativu a národní strategie snižování množství BRO na skládkách, ale rovněž snižovat finanční náklady na odpadové hospodářství (MOŇOK et. al., 2008).

V současné době se do půdy nedostává dostatečné množství humusu, půda se vyčerpává, eroduje, ztrácí úrodnost a přirozenou odolnost proti chorobám půdních

organismů. Smyslem kompostování je vyrobit humusové látky podobné půdnímu humusu (KURAŠ, 1993).

Pro dosažení kvalitního kompostu je nutné zajistit vhodné ingredience pro zakládku kompostu. Základem je tedy oddělený sběr bioodpadu. Třídění odpadů u zdroje zajistí kvalitní využití jednotlivých složek. Je nutné zachovat i správný postup a pokud možno i optimální poměry ingrediencí. V zásadě jsou ke kompostování vhodné organické odpady všeho druhu z kuchyně i domácnosti. Nevhodné jsou materiály, které vykazují nebo mohou vykazovat vyšší obsah škodlivých látek, oleje, zbytky barev a laků, léky a podobně (KURAŠ, 2008).

Základní způsoby kompostování na volné ploše jsou na pásových nebo na plošných zakládkách. V pásových zakládkách se v rámci České republiky kompostuje nejčastěji. Hromady jsou omezeny délkou stanoviště, které musí splňovat určitá kritéria. Hromady se pomocí speciálních mechanizací pravidelně přehazují a následně se pro udržení správné vlhkosti zakrývají folií (CHORAZY, LÉTALOVÁ, 2007).

Kompostování má celou řadu výhod, tvoří se cenné humusové látky, které oživují půdu, v půdě je vázáno 100 % dusíku a nemůže se již ztratit, zničí se všechny hnilobné, jedovaté látky a také původci chorob a dojde k usmrcení většiny semen plevelů. Kompost lze využít ke všem kulturám, dále také působí příznivě na životní prostředí a tvoří se přírodní antibiotika, které přijímají rostliny a zvyšují tím odolnost proti škůdcům (BARTH, 2008).

Hlavní nevýhodou 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 přídavky ke kompostování, které jsou buď drahé, nebo se komplikovaně připravují (BARTH, 2008).

3. CÍL PRÁCE

Cílem práce je vypracování návrhu logistického modelu sběru biologicky rozložitelných odpadů ve vybrané obci, analýza kategorií vozidel včetně jejich nástaveb pro svoz odpadu, která jsou využívána v České republice. Analýza používaných sběrných nádob pro svoz domovního a komunálního odpadu a provedení šetření ve vybraném území pro zjištění jejich produkce.

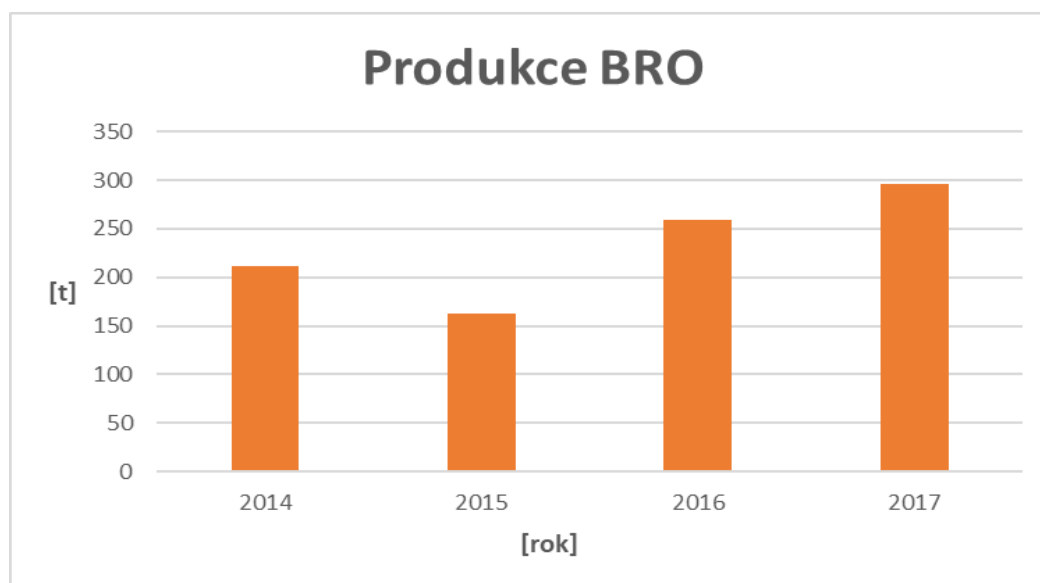
4. MATERIÁL A METODIKA

4.1. Charakteristika vybrané obce

Pro návrh sestavení logistického modelu sběru BRO bylo vybráno město Česká Skalice. Je to město, které leží ve východních Čechách, na území okresu Náchod, v Královéhradeckém kraji. Nachází se v nadmořské výšce 284 m n. m. v Úpsko-metujské tabuli mezi městy Náchod, Červený Kostelec, Nové Město nad Metují a Jaroměř. Městem protéká řeka Úpa, která pramení v Krkonoších. Na katastru města leží částečně přehradní nádrž Rozkoš, často nazývaná Východočeským mořem. Žije zde přibližně 5 000 obyvatel. Celková rozloha města včetně místních částí Malá Skalice, Zájezd, Spyta, Zlíc a Ratibořice činí 1735 ha.

Plán odpadového hospodářství (dále jen POH) města Česká Skalice je zpracován podle zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech, v platném znění, s přihlédnutím ke znění Metodického návodu pro zpracování plánu odpadového hospodářství města (dále jen „Metodický návod“) a vychází z analýzy stávajícího stavu odpadového hospodářství na území města Česká Skalice. POH města Česká Skalice je ze zákona závazným podkladem pro rozhodovací a jiné činnosti města v odpadovém hospodářství. Jádrem dokumentu jsou cíle a opatření k rozvoji odpadového hospodářství na území města Česká Skalice.

Graf 1 - Produkce biologicky rozložitelného odpadu města v období 2014 až 2017



(zdroj: evidence města Česká Skalice)

Sběr biologicky rozložitelného odpadu v České Skalici zajišťují Technické služby města. Odbor technických služeb města, sídlo:

třída T. G. Masaryka 10 (ve dvoře mezi domy čp 119 a 122),
552 03 Česká Skalice.

Hlavní prostředek, kterým se provádí svoz BRO, je kontejnerový nákladní automobil MAN TGL 12.180 a kontejnery o objemu 3 m³ a 9 m³.

4. 1. 1. Výběr skládky BRO

Vzhledem k tomu, že skládka bioodpadu „kompostárna Jaroměř“ se nachází v blízkosti vybrané obce, bude pro ukládání bioodpadu využita tato skládka. Kompostárna Jaroměř, která slouží pro ukládání BRO je umístěna přibližně 14 km od obce Česká Skalice, v nadmořské výšce 254 m. Nachází se v údolí, které je obklopeno zemědělskou půdou. V těsné blízkosti kompostárny se nachází bioplynová stanice.

Kompostárna Jaroměř

Centrální kompostárna AGRO CS Jaroměř je zřízena jako regionální pro Královéhradecký kraj. Zahrnuje zpracovávání kompostovatelných odpadů z údržby městské zeleně mimo jiné pro města a obce Jaroměř, Česká Skalice, Náchod, Červený Kostelec, Hronov, Velichovky, Dvůr Králové nad Labem (ZOO Dvůr Králové) a Smiřice.

Kompostárna je umístěna v areálu bývalé cihelny v Jaroměři, kde byla v minulosti vybudována zpevněná plocha pro skladování cukrové řepy v řepné kampani. Zpevněná plocha o velikosti 1,6 ha je vodohospodářsky zajištěná.



Obrázek 15 - kompostárna Jaroměř (zdroj: <http://www.agrocs.cz/divize-bioenergie/kompostarna>)

Celý uvedený koncept je navržen v souladu s koncepcí odpadového hospodářství pro využití kompostování bioodpadů a čistírenských kalů v Královéhradeckém kraji.

Stručný popis technického řešení

Kompostárna je koncipovaná jako otevřené aerobní kompostování na volné vodohospodářsky zajištěné ploše v trojúhelníkových pásových hromadách za intenzivního provzdušňování častým překopáváním zpracovávaných surovin speciálním překopávačem kompostu.

Vyráběné produkty

Produkty kompostování slouží pro vlastní využití v rámci činnosti společnosti, část je prodávána zemědělským subjektům.

Provozní doba zařízení

Kompostárna je vybavena automatickou váhou s dálkovým přenosem dat. Provoz pro smluvní partnery je tedy nepřetržitý.

4. 2. Návrh možných systémů sběru BRO

Řešení sběru a svozu odpadů spočívá především ve stanovení návrhu objemů, počtů sběrných nádob a 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.

4. 3. Intervaly svozu v závislosti na vzniku BRO

Publikace uvádějí, že se při sběru odpadu v různých obcích České republiky produkce BRO ze zeleně a z domácností pohybuje až v hodnotách 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.

Tabulka 5 - Kuchyňské odpady

Kuchyňské odpady	Interval svozu odpadu
Odpady z domácnosti	1 x za týden
Odpady z veřejných stravoven	1 x za 2 týdny

Tabulka 6 - Odpady ze zeleně

Odpad e zeleně	Interval svozu odpadu
Sběrné nádoby	1 x za týden
Kompostejnery	1 x za 2 týdny
VOK	1 x za 4 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.

Tabulka 7 - Intervaly svozu BRO

Sběrné nádoby	PO až ST
Kompostéry	ČT až SO
Pytle	PO
VOK	PO až 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. 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.

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 využitím. Toto použití výsledného produktu je limitováno čistotou nasbíraných surovin.

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.

4. 3. 1. Stanovení množství a charakteru vzniklého BRO v České Skalici

Vyprodukované množství BRO lze rozdělit do následujících částí:

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

Průměrné množství vyprodukovaného BRO různého charakteru za jeden rok je uvedeno v následujících dvou tabulkách.

Tabulka 8 - Produkce BRO z domácností za 1 rok

Charakter odpadu	Produkce BRO [kg·domácnost⁻¹]	Poznámka
Výživa domácnosti (průměrný počet členů domácnosti 2,6)	270,4	Objemová hmotnost kuchyňského odpadu je 520 kg·m ⁻³ (je tvořen slupkami, skrojky, natí, listy, jádřinci, výlisky z ovoce, ovocem a zeleninou s defekty vlivem skladování)
Údržba okrasné zahrady a užitkové zahrady (rozloha 1000 m ²)	495,8	Průměrná objemová hmotnost BRO ze zahrady je 275 kg·m ⁻³ (zahrnuje dřevní hmotu, trávu, letničky, nadzemní část trvalek, listí ze stromů)

Tabulka 9 - Produkce BRO z travnatých ploch za 1 rok při údržbě

Charakter travnaté plochy	Produkce BRO [t·ha⁻¹]	Poznámka
Sportovní trávníky	1,4 – 1,8	Sečené 20 x za sezónu
Komunální plochy (parky)	2,8 – 4,6	
Komunální plochy (doprovodná zeleň)	3,8 – 7,2	Sečené 3 až 5 x za sezónu
Okrasné trávníky	1,6 – 2,2	Sečené 20 až 30 x za sezónu
Luční trávníkové plochy	3,5 – 5,8	Sečené 2 až 3 x za sezónu

Ve vybrané obci jsem sledoval produkci a odvoz BRO v období roku 2017. Data a informace potřebné pro zpracování údajů jsem zjišťoval dotazníkovým šetřením v několika domácnostech, sledováním plnění a odvozů sběrných nádob určených pro sběr BRO. Dále jsem se ptal na Městském úřadě v České Skalici, kde mě zastupitelé města ochotně nechali nahlédnout do evidence odpadového hospodářství.

V katastru nemovitostí jsem zjistil počet zástaveb, hrubý odhad rodinných domů se zahradami, okrasnými dřevinami a keři. Dále jsem zjišťoval, kolik BRO je vyprodukováno z městských částí, jako jsou travnaté plochy, parky, stromy a fotbalové hřiště.

41,2 % obyvatel České Skalice uvedlo, že BRO vyprodukovaný ze svých domácností ukládá do sběrných nádob (kontejnerů). Zbylých 58,8 % obyvatel spotřebuje svůj vyprodukovaný BRO pro vlastní účely, např. kompost na zahradu, zbytky jídel zkrmí domácím zvířatům, prořezy ze stromů zpracují na štěpku a použijí jako palivo na topení, nebo na mulčování záhonů.

Tabulka 10 - Množství vyprodukovaného BRO z domácností za rok 2017 ve vybrané obci

Počet obyvatel, kteří ukládají BRO do sběrných nádob	673
Průměrné množství odpadu	7 l / obyvatel
Počet budov s číslem popisným	848
Měsíční objem odpadu	18 844 l
Roční objem odpadu	226 128 l

V tabulce 10 je uveden objem biologicky rozložitelného odpadu z domácností v České Skalici. Průměrné množství odpadu na jednu domácnost je stanoveno odborným odhadem na 7 l týdně. Tato hodnota je stanovena na základě sběru informací z 8 domácností s průměrným počtem tří členů domácnosti, pro které je logistika sběru vypracována. Podle tohoto průměrného množství je stanoven měsíční objem 18 844 litrů a z něho je vypočítán roční biologicky rozložitelný odpad z domácností v obci 226 128 litrů.

Tabulka 111 - Stanovení množství objemu biologicky rozložitelného odpadu ze zahrad ve vybrané obci

Velikost zahrad s funkcí okrasnou a zemědělskou	72 246 m ²
Velikost ovocných sadů	24 840 m ²
Stanovený počet ovocných a ostatních stromů a keřů	930 ks, při průměrné hmotnosti BRO z jednoho stromu je 18 kg za rok, celková produkce je 16,7 t·rok ⁻¹
Výtěžnost trávy z 1 hektaru	1,5 t·ha ⁻¹
Z jedné seče trávy	10,8 t
Počet sečí trávy – 12x	129,6 t

Hodnoty v tabulce 11 jsou stanoveny na základě výpočtu ploch z katastrální mapy a osobního průzkumu v obci, kdy byly vybrány reprezentativní 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 12 - Stanovení objemu biologicky rozložitelného odpadu z travních ploch ve vybrané obci

Travní plocha	38 146 m ²
Výtěžnost trávy z 1 hektaru	1,5 t·ha ⁻¹
Z jedné seče trávy	5,7 t
Počet sečí trávy – 8x	45,6 t

Hodnoty v tabulce 12 jsou stanoveny na základě poskytnutých informací z Městského úřadu, Odboru technických služeb města a osobním zjišťováním při realizaci údržby travnatých ploch sečením se sběrem posečené trávy.

Tabulka 13 - Celková hodnota objemu biologicky rozložitelného odpadu za rok 2017 ve vybrané obci

Stanovení objemu biologicky rozložitelného odpadu z domácností	226 128 l při objemové hmotnosti BRO z domácnosti 460 kg·m ⁻³ , to je 104 t neboli 226,1 m³
Stanovení objemu biologicky rozložitelného odpadu z travních ploch	45,6 t při objemové hmotnosti trávy 250 kg·m ⁻³ , to je 182,4 m³
Stanovení množství objemu biologicky rozložitelného odpadu ze zahrad	129,6 t při objemové hmotnosti trávy 250 kg·m ⁻³ , to je 518,4 m³
Stanovení množství odpadu z ovocných a ostatních stromů a keřů	16,7 t při objemové hmotnosti nestlačené dřevní hmoty 80 kg·m ⁻³ , to je 208,75 m³
Celkem	295,9 t nebo 1135,65 m³

4. 3. 2. Stanovení počtu sběrných kontejnerů

V České Skalici navrhuji umístit čtyři kontejnery o objemu 9 m³. Přičemž svozové zařízení, kterým je automobilní nosič kontejnerů, má naložený prázdný kontejner a je zaparkovaný na svém stanovišti. Před naložením a odvezením

naplněného kontejneru v obci je zanechán na stanovišti druhý prázdný kontejner, který je umístěn na automobilovém nosiči. Tudíž dochází k nepřerušovanému sběru biologicky rozložitelného odpadu. Rozměry kontejneru jsou: délka – 3 m, šířka – 2, m, výška – 1,5 m.

4. 3. 3. Návrh svozového zařízení

Ve vybrané lokalitě se musí zohlednit všechny podmínky, aby vybraný svozový prostředek mohl projet a manipulovat s kontejnery. Jsou to např. šířka komunikací v dané zástavbě, ohled na zaparkovaná vozidla v ulici a před domy. Dále hmotnost svozového prostředku, protože v některých částech obce jsou mostky, dlouholetá kanalizace, vzhledem k níž je omezená únosnost některých úseků dopravních tras. Všechny tyto faktory musí být při svozu odpadu zohledněny. Pro zvolený způsob sběru biologicky rozložitelného odpadu vyhovuje již zmíněný nákladní automobilový nosič kontejnerů Man, typ TGL 12.180 s nástavbou hákového nosiče kontejnerů. Navrhuji kontejner o objemu 9 m³ od firmy Brukov. Pořizovací cena nákladního automobilu v roce 2015 byla 890 000 Kč.

Tabulka 14 - Parametry svozového nákladního automobilu

Rok výroby	2015
Výkon	131 KW
Palivo	Diesel
Průměrná spotřeba	21 l / 100 km
Celková hmotnost	11 990 kg
Provozní hmotnost	4 735 kg
Užitečná hmotnost	7 255 kg
Délka	6040 mm
Šířka	2310 mm
Výška	2620 mm



Obrázek 16 - nákladní automobil Man TGL 12.180 (<http://www.automarket.cz>)

4. 3. 4. Stanovení intervalu svozu z České Skalice

Tabulka 15 - Stanovení četnosti svozu odpadu

Měsíc	Počet svozů odpadu
leden	1x
únor	1x
březen	2x
duben	2x
květen	4x
červen	4x
červenec	4x
srpen	4x
září	4x
říjen	3x
listopad	2x
prosinec	1x

V předcházející tabulce 12 je uvedena četnost svozu biologicky rozložitelného odpadu v měsících leden až prosinec v České Skalici. V období od 1. května do 30. září je navržen svoz odpadu 1x za týden vzhledem k předpokládanému vyššímu množství odpadu ze zahrad a travních ploch. V měsíci říjnu jsem zvolil svoz třikrát měsíčně vzhledem k počasí a předpokládané nižší produkci BRO. Dále v listopadu svoz dvakrát za měsíc. V období od 1. prosince do konce února, tedy v zimních měsících svoz jednou za měsíc a v měsících březnu a dubnu svoz dvakrát za měsíc z důvodu jarních úklidů ze zahrad, travních ploch apod.

Z uvedených hodnot v tabulce vyplývá, že hodnoty četnosti svozu BRO a stanovení počtu sběrných kontejnerů odpovídá celkovému objemu biologicky rozložitelného odpadu vyprodukovaného za rok v České Skalici.

4. 3. 5. Výběr stanoviště pro sběrné kontejnery

V České Skalici jsou sběrné kontejnery umístěny na červeně znázorněných bodech na obrázku. Z obrázku je patrné, že kontejnery jsou umístěny v takových částech města, kde ho mají místní obyvatelé v dostupné blízkosti. Jejich umístění je zvoleno v přirozeném koridoru pohybu občanů. Navrhuji kontejner viditelně označit, protože v obci je několik obyvatel, kteří zde nemají trvalé bydliště.



Obrázek 17 - Mapa stanovišť sběrných kontejnerů a stanoviště svozového prostředku v České Skalici (zdroj: www.mapy.cz)

Při umístění sběrných kontejnerů se musí brát v úvahu několik faktorů. Nesmí překážet v silničním provozu, ani chodcům, uložený BRO může zapáchat a také z něho mohou téct šťávy, které by se mohly dostat do spodních vod a následně je znečistit. Proto musí být kontejnery umístěny na co nejvhodnějších místech.



Obrázek 18 - Kontejner pro ukládání bioodpadu v České Skalici

4. 3. 6. Výběr a popis odvozní trasy na skládku BRO (kompostárnu Jaroměř)

Na znázorněné mapce jsou navrženy čtyři barevné trasy svozu odpadu. Trasy začínají v České Skalici na stanovištích kontejnerů pro bioodpad, cíl trasy je kompostárna v Jaroměři. Svozové trasy jsem seřadil tak, že trasa číslo 1, je trasa od stanoviště, které je nejbližší stanovišti svozového prostředku (Technických služeb). Naopak trasa číslo 4, je trasa od stanoviště, které je nejvzdálenější od stanoviště svozového prostředku.

Stanoviště (kontejner) 1: ulice Na Kamenici, Česká Skalice

Stanoviště (kontejner) 2: ulice Pivovarská, Česká Skalice

Stanoviště (kontejner) 3: ulice, Křenkova, Česká Skalice

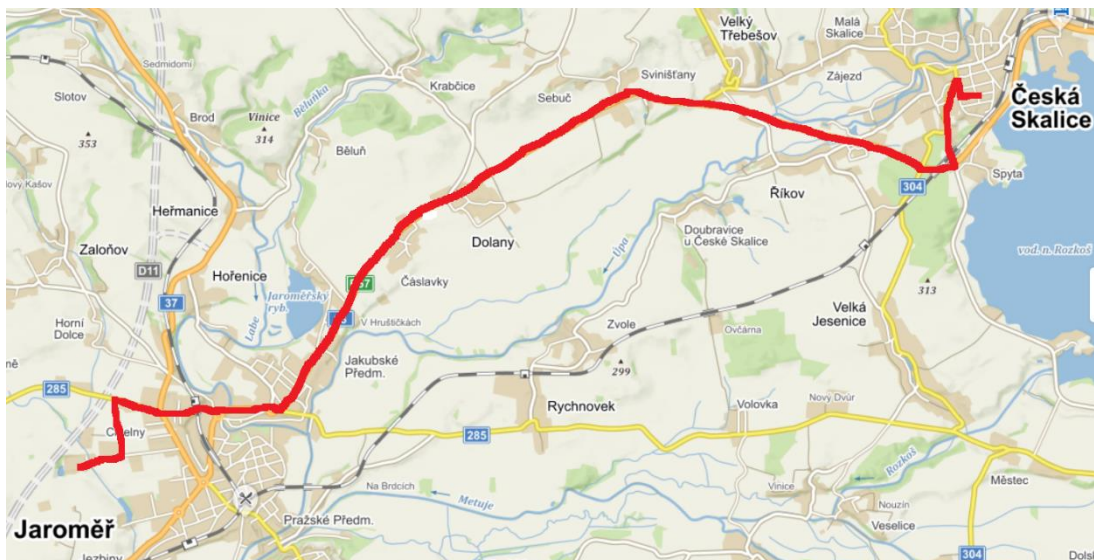
Stanoviště (kontejner) 4: ulice, Havlíčkova, Česká Skalice

Trasa 1 – červená barva

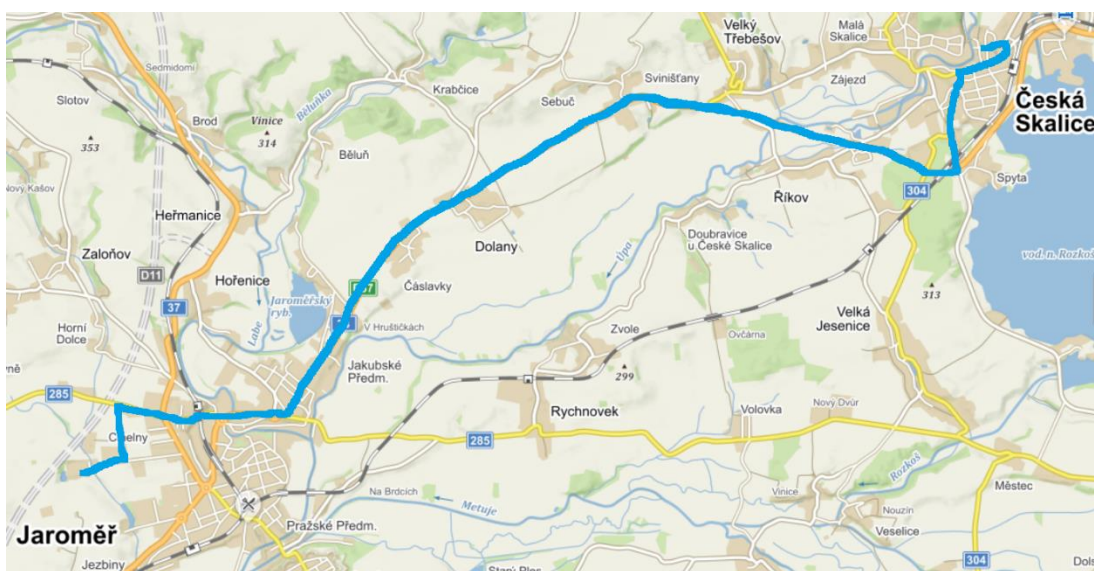
Trasa 2 – modrá barva

Trasa 3 – fialová barva

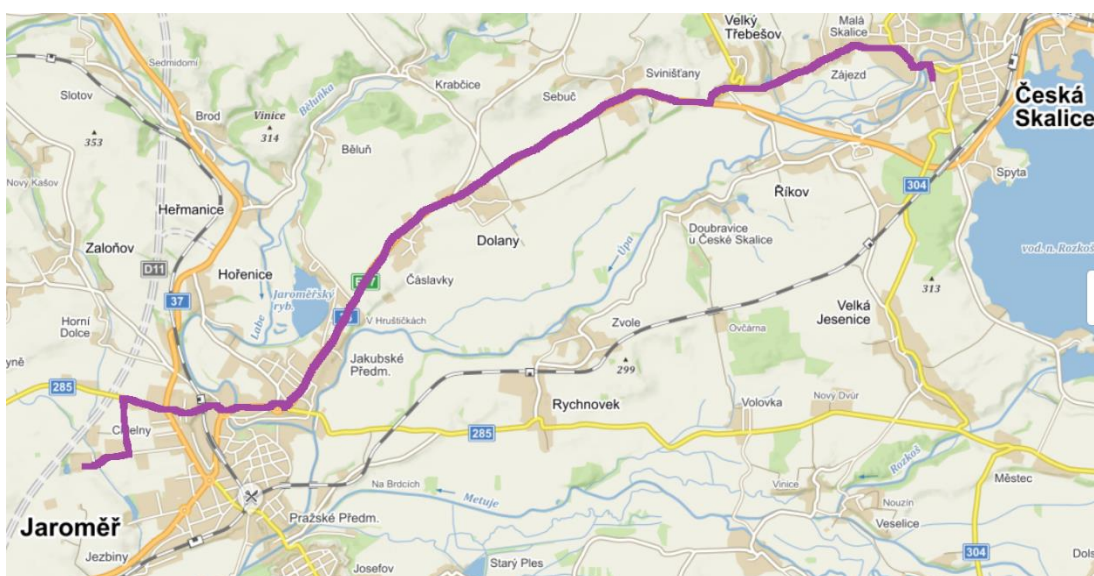
Trasa 4 – zelená barva



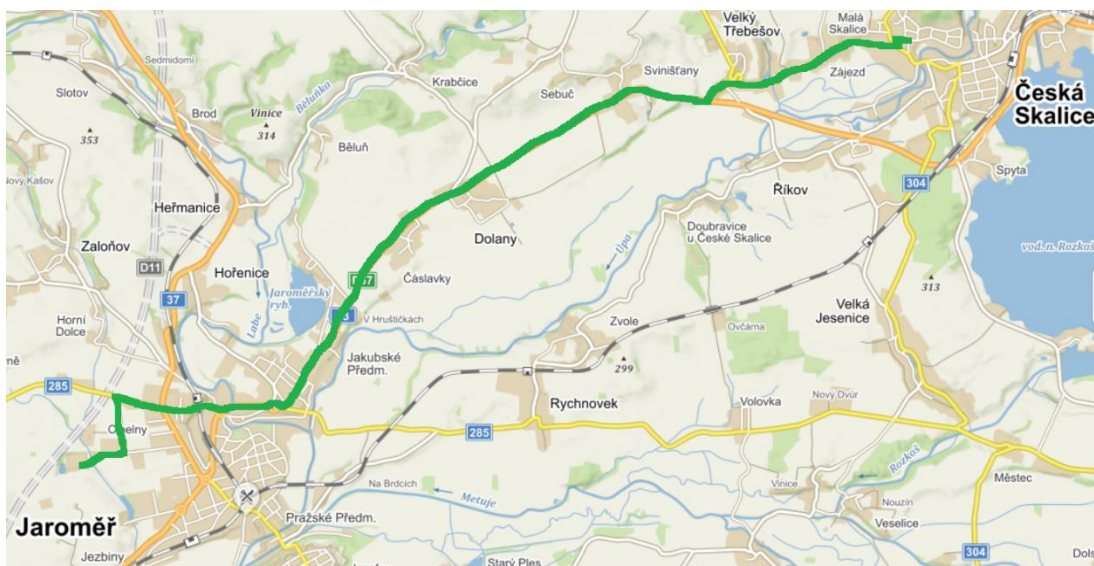
Obrázek 19 - Trasa 1



Obrázek 20 - Trasa 2



Obrázek 21 - Trasa 3



Obrázek 22 - Trasa 4

4. 3. 7. Výpočet časů pro vyprázdnění kontejnerů při využití jednoho svozového vozidla z obce do kompostárny

Vztah pro výpočet celkové doby cyklu (cyklem se rozumí absolvování trasy do obce, naložení kontejneru v obci na nosič kontejnerů a odvoz do kompostárny).

$$T_c = t_1 + t_s + t_{jn} + t_2 + t_{jp} \text{ [s]}$$

kde:

t_1 - čas potřebný pro jízdu z místa parkování do obce k nakládku kontejneru [s]

t_s - čas potřebný pro složení kontejneru prázdného [s]

t_{jn} - čas potřebný pro naložení plného kontejneru [s]

t_2 - čas potřebný na jízdu z obce do kompostárny [s]

t_{jp} - čas potřebný pro vyprázdnění kontejneru na skládku v kompostárně [s]

Podle vztahu pro výpočet celkové doby cyklu jsem vypočítal časy, za které svozový prostředek odveze bioodpad z jednotlivých stanovišť do kompostárny. Počítal jsem vždy jako počátek trasy vyjetí ze stanoviště svozového prostředku do místa stanoviště kontejneru, složení prázdného kontejneru, naložení plného kontejneru, odvoz na kompostárnu a následné vyprázdnění kontejneru.

Čas potřebný pro složení prázdného kontejneru jsem uvažoval 30 sekund, naložení plného kontejneru 50 sekund. Čas potřebný pro vyprázdnění kontejneru na skládce se skládá ze zvažení naloženého vozidla, najetím k místu vyprázdnění

kontejneru, otevření zadního čela obsluhou svozového prostředku, vyprázdnění kontejneru, zavření čela a odjetím na váhu a zvážením vyloženého vozidla.

Trasa 1

$$t_1 = 60 \text{ s}, t_s = 30 \text{ s}, t_{jn} = 50 \text{ s}, t_2 = 1020 \text{ s}, t_{jp} = 240 \text{ s}$$

$$T_c = 1460 \text{ s}$$

$$T_c = 24 \text{ minut.}$$

Celková doba cyklu svozového prostředku pro trasu 1 byla 24 minut.

Trasa 2

$$t_1 = 120 \text{ s}, t_s = 30 \text{ s}, t_{jn} = 50 \text{ s}, t_2 = 1140 \text{ s}, t_{jp} = 240 \text{ s}$$

$$T_c = 1580 \text{ s}$$

$$T_c = 26 \text{ minut.}$$

Celková doba cyklu svozového prostředku pro trasu 2 byla 26 minut.

Trasa 3

$$t_1 = 120 \text{ s}, t_s = 30 \text{ s}, t_{jn} = 50 \text{ s}, t_2 = 1140 \text{ s}, t_{jp} = 240 \text{ s}$$

$$T_c = 1460 \text{ s}$$

$$T_c = 24 \text{ minut.}$$

Celková doba cyklu svozového prostředku pro trasu 3 byla 24 minut.

Trasa 4

$$t_1 = 120 \text{ s}, t_s = 30 \text{ s}, t_{jn} = 50 \text{ s}, t_2 = 1140 \text{ s}, t_{jp} = 240 \text{ s}$$

$$T_c = 1400 \text{ s}$$

$$T_c = 23 \text{ minut.}$$

Celková doba cyklu svozového prostředku pro trasu 4 byla 23 minut.

Z předchozích výpočtů je patrné, že jednotlivé trasy svozu bioodpadu se od sebe příliš neliší a to ani vzdáleností ani časem. Důvod je takový, že Česká Skalice není velké město, tudíž od sebe nejsou sběrné kontejnery umístěny ve velké vzdálenosti a odvozové trasy jsou velmi podobné, ve dvou případech dokonce stejné.

Na obrázcích svozových tras je také možné si povšimnout, že ve dvou případech je trasa napojena vedle České Skalice přímo na obchvat města a v dalších dvou případech je trasa vedena po silnici přes Velký Třebešov a až poté se napojuje na hlavní silnici, vedoucí na Jaroměř. V tomto místě se také všechny čtyři trasy shodují. Trasy jsou vybírány podle toho, ze které části obce svozový prostředek odváží kontejner a kde je nejbližší napojení na hlavní silnici.

5. ZÁVĚR

Diplomová práce je zaměřena na charakteristiku biologicky rozložitelných odpadů, jejich rozdělení, četnost a hmotnost při jejich tvorbě a jeho následné využití. Další část práce je věnována sběrným nádobám na odpad, svozovým prostředkům, tady automobilním zařízením a jejich nástavbám, které slouží na svoz odpadu.

Maximální objemy BRO nelze vždy očekávat. Variabilita dodávky BRO do kontejneru může být ovlivněna rozmanitým množstvím a charakterem vzniku odpadu, ochotou občanů třídit odpady, odvážet je na stanovené místo, do něhož je umístěn velkoobjemový kontejner. Je třeba také kalkulovat se skutečností, že některé domácnosti využívají odpadu pro vlastní potřebu při kompostování nebo využití pro domácí zvířata, zejména pro drůbež.

Ve vybrané obci bylo provedeno šetření a to na základě osobního dotazování občanů, na městském úřadě a nahlédnutím do katalogu o odpadovém hospodářství. Dalším bodem bylo stanovení počtu sběrných nádob ve vybrané obci, určení četnosti intervalu svozu BRO a návrh odvozových tras bioodpadu na kompostárnu s odpovídajícím technickým zajištěním.

Závěr práce je věnován návrhu svozu biologického odpadu z domácností, na vybraném území, kdy je na základě informací vypracovaný systém svozu, podložený výpočtem potřeby času a harmonogramem svozu na vybraném území. Byly navrženy tři trasy odvozu BRO na skládku neboli na kompostárnu.

6. SEZNAM LITERATURY

ALTMANN, V., MIMRA, M. Systém sběru biologicky rozložitelného odpadu v regionech. 1.vyd. Praha, 2011. 18 s. ISBN 978-80-213-2217-2.

ALTMANN, V. et al. Technika pro zpracování komunálního odpadu. 1. vyd. Praha, 2010. 120 s. ISBN 978-80-213-2022-2.

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.

BENEŠOVÁ, L. et al. Komunální a podobné odpady. 1. Vyd. Praha, 2011. 94 s. ISBN 978-80-901732-1-7.

BODOKOVÁ, S. Biologicky rozložitelné odpady a jejich biologické zpracování. [online]. [cit. 2014-03-5.]. Dostupné z: <<http://www.agroenvi.cz>>.

CELJAK, I., (2017). Dopravní zařízení I. Interní učební text. Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky. JU v Českých Budějovicích, s. 101–114.

ERHART, E., HARTL, W. (Bioforschung Austria). Využití kompostu v ekologickém zemědělství. Náměšť nad Oslavou: ZERA Zemědělská a ekologická regionální agentura, o.s., 2008. 24 s. ISBN 80-903548-8-2.

FILIP, J. et al., Odpadové hospodářství. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2002. 116 s. ISBN 80-7157-608-5. 75-79 s.

GOWARIKER, V. R. The fertilizer encyclopedia. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons, 2009. 861 s. ISBN 978-0-470-41034-9.

HANČ, A. et al. Composting of garden bio-waste. Waste forum, 2012, č.3, 103-110 s.

HLAVATÁ, M., PATRY, S. Odpadové hospodářství. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2004. ISBN 80-248-0737-8.

HŘEBÍČEK, J. et al., (2010). Projektování nakládání s bioodpady v obcích. Praha: Littera. 102 s. ISBN 978-80-85763-56-0.

HŘEBÍČEK, J., KOTOVICOVÁ, J., (2010). Nakládání s bioodpady v obcích. 5. ročník symposia Výsledky výzkumu a vývoje pro odpadové hospodářství ODPADOVÉ FÓRUM 2010. Praha: CEMC. 10-14 s. ISBN 978-80-85990-12-6.

CHORAZY, T., LÉTALOVÁ, M., (2007). Tranzer Consulting, s.r.o.: Transfer know-how při tvorbě efektivního kompostování na jižní Moravě, Analytická část-mikroregion Hustopečsko, Brno, 2007.

CHUDÁREK, T., HŘEBÍČEK, J. Systémy sběru komunálního BRO, předběžné vyhodnocení výsledků separovaného sběru komunálního BRO v lokalitě Tišnov. [online] [cit. 2010-03-15]. ISSN 1801-2655.

JELÍNEK, A. et al. Hospodaření a manipulace s odpady ze zemědělství a venkovských sídel. Praha: Agrospoj, 2001. 236 s. Semafor: Zemědělská technika.

KOTOULOVÁ, Z. et al. Příručka pro nakládání s komunálním bioodpadem. [online]. [cit. 2014-03-22.]. Dostupné z: <<http://www.biom.cz/soubory.shtml>>.

KURAŠ, M. 2008. Odpadové hospodářství. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 143 s. ISBN 80-86832-34-0.

KURAŠ, M., (1993). Technologie zpracování odpadů. Praha: VŠCHT Praha. 279 s. ISBN 80-7080-195-6.

LÉTALOVÁ, M., (2008). Možnosti využití biologicky rozložitelných složek z komunálního odpadu. Diplomová práce, MZLU v Brně, 70 s.

MALAŤÁK, J. et al. Technika a technologie zpracování odpadů. [online]. [cit. 2014-03-20.]. Dostupné z: <<http://www.odpady.tf.czu.cz>>.

MOŇOK, B. et al. Komunitní kompostování. Náměšť nad Oslavou: ZERA Zemědělská a ekologická regionální agentura, o. s., 2008. 32 s. ISBN 80-903548-7-4.

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.

PASTOREK, Z. et al. Biomasa obnovitelný zdroj energie. 1. vyd. Praha: nakladatelství FCC PUBLIC, 2004. 17 s. ISBN 80-86534-06-5.

PLÍVA, P. et al. Kompostování-příprava surovin-jemná dezintegrace. Odpadové fórum, 2014. roč. 15, č. 2, s. 12-16. ISSN 1212-7779.

PLÍVA et al., (2009). Kompostování v pásových hromadách na volné ploše. Praha. 136 s. ISBN 978-80-86726-32-8.

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>>.

VOŘÍŠEK, T. Nakládání s komunálními bioodpady v České republice. [online]. [cit. 2014-03-09.]. Dostupné z: <<http://www.biom.cz/index.shtml?x=86603>>.

VOŠTOVÁ, V. a kol. Logistika odpadového hospodářství. 1. Vyd. Praha: nakladatelství ČVUT, 2009. 349 s. ISBN 978-80-01-04426-1.

VRBOVÁ, M. et al., Hospodaření s odpady v obcích. 1. vyd. Praha, 2009. ISBN 987-80-254-6019-1.

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.

ZEMÁNEK, P. et al. Biologicky rozložitelné odpady a kompostování. 1. vyd. Praha, 2010. 110 s. ISBN 976-80-86884-52-3.

ZEMÁNEK, P. et al. Zásady pro zpracování technologických postupů údržby TTP v ÚSES. 1. Vyd. Brno, 2008. 20 s. ISBN 978-80-7375-250-7.

ZEMÁNEK, P. Speciální mechanizace, mechanizační prostředky pro kompostování. Brno, 2001, 113 s. ISBN 80-7157-561-5.

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. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Cykly řezů ovocných stromů v závislosti na jejich stáří	19
Tabulka 2 - Hodnoty průměrné produkce u vybraných druhů BRO.....	24
Tabulka 3 - Technické parametry kontejnerů ABROLL	43
Tabulka 4 - Orientační technické parametry dopravních zařízení vhodných pro sběr a svoz BRO	43
Tabulka 5 - Kuchyňské odpady.....	52
Tabulka 6 - Odpady ze zeleně	52
Tabulka 7 - Intervaly svozu BRO	53
Tabulka 8 - Produkce BRO z domácností za 1 rok.....	54
Tabulka 9 - Produkce BRO z travnatých ploch za 1 rok při údržbě	55
Tabulka 10 - Množství vyprodukovaného BRO z domácností za rok 2017 ve vybrané obci.....	56
Tabulka 11 - Stanovení množství objemu biologicky rozložitelného odpadu ze zahrad ve vybrané obci	56
Tabulka 12 - Stanovení objemu biologicky rozložitelného odpadu z travních ploch ve vybrané obci	57
Tabulka 13 - Celková hodnota objemu biologicky rozložitelného odpadu za rok 2017 ve vybrané obci	57
Tabulka 14 - Parametry svozového nákladního automobilu.....	58
Tabulka 15 - Stanovení četnosti svozu odpadu.....	59

8. SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 - Produkce biologicky rozložitelného odpadu města v období 2014 až 2017 49

9. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Sběrná nádoba na recyklovaný odpad (plast).....	31
Obrázek 2 - Popelnicové nádoby 120 l (zdroj: www.elkoplast.cz).....	32
Obrázek 3 - Klecový kontejner zastřešený, objem 12 m ³ (zdroj: www.brukov.cz)...	32
Obrázek 4 - Depontkontejnery různých variant (zdroj: www.tlamka.cz).....	33
Obrázek 5 - Velkoobjemové kontejnery (zdroj: www.brukov.cz).....	34
Obrázek 6 - Kompostejnery, typ 0005 a 0004 (zdroj: www.metro.cz).....	34
Obrázek 7 - Sběrné pytle barevné na tříděný odpad (zdroj: www.denios.cz).....	35
Obrázek 8 - Sběrný vak (zdroj: www.agrocs.cz).....	36
Obrázek 9 - Sběrné tašky na tříděný odpad (zdroj: www.hlucin.cz).....	36
Obrázek 10 - Traktor v soupravě s nosičem kontejnerů (zdroj: www.wtc-pisecna.eu)	38
Obrázek 11 - Nákladní automobil s hydraulickým manipulátorem (zdroj: www.mariuspedersen.cz).....	40
Obrázek 12 - Hákový nosič kontejnerů (zdroj: www.technocar.cz).....	41
Obrázek 13 - Nádoba neboli kontejner typu ABROLL (zdroj: www.brukov.cz).....	42
Obrázek 14 - Ramenný nosič kontejnerů (zdroj: www.temax.sk).....	42
Obrázek 15 - kompostárna Jaroměř (zdroj: http://www.agrocs.cz/divize-bioenergie/kompostarna).....	51
Obrázek 16 - nákladní automobil Man TGL 12.180 (http://www.automarket.cz)	59
Obrázek 17 - Mapa stanovišť sběrných kontejnerů a stanoviště svozového prostředku v České Skalici (zdroj: www.mapy.cz).....	60
Obrázek 18 - Kontejner pro ukládání bioodpadu v České Skalici.....	61
Obrázek 19 - Trasa 1.....	62
Obrázek 20 - Trasa 2.....	62
Obrázek 21 - Trasa 3.....	62
Obrázek 22 - Trasa 4.....	63