

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

**Návrh výstavby kompostárny pro město Hostivice
a okolí**

Diplomová práce

Vedoucí práce: doc. Ing. Vlastimil Altmann, Ph.D.

Autor práce: Bc. Martin Janků, DiS.

PRAHA 2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Martin Janků, DiS.

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Návrh výstavby kompostárny pro město Hostivice a okolí

Název anglicky

Construction of a composting plant for the town of Hostivice and its surroundings

Cíle práce

Návrh technologického, technického a ekonomického řešení výstavby kompostárny pro zvolenou lokalitu.

Metodika

1. Úvod
2. Současný stav řešené problematiky.
3. Cíl práce a použité metody
4. Vlastní práce – návrh výstavby kompostárny
5. Diskuse a doporučení pro praxi
6. Závěr
7. Seznam použité literatury

Doporučený rozsah práce

cca 60 stran

Klíčová slova

kompostárna, návrh, technologie, ekonomika

Doporučené zdroje informací

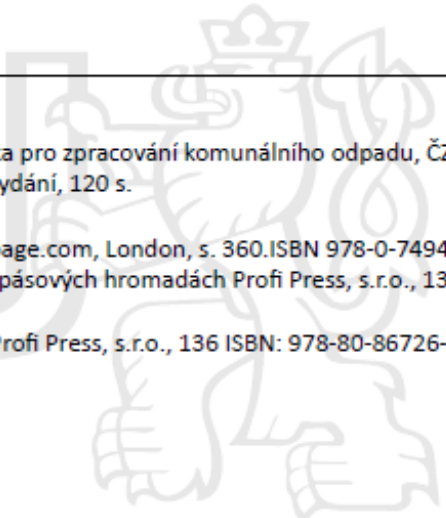
ALTMANN,V.,VACULÍK,P.,MIMRA, M.: (2010). Technika pro zpracování komunálního odpadu, ČZU Praha, Powerprint s.r.o., ISBN 978-80-213-2022-2, 1. vydání, 120 s.

Komunální technika – časopis

McKINNON, A et al., (2010): Green Logistics, Koganpage.com, London, s. 360. ISBN 978-0-7494-5678-8.

PLÍVA a kol.: (2009). Kompostování na volné ploše v pásových hromadách Profi Press, s.r.o., 136 ISBN: 978-80-86726-32-8 1. vydání, 136 s.

PLÍVA a kol.: (2016). Kompostování a kompostárny. Profi Press, s.r.o., 136 ISBN: 978-80-86726-74-8 1. vydání, 149 s.



Předběžný termín obhajoby

2019/2020 LS – TF

Vedoucí práce

doc. Ing. Vlastimil Altmann, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra využití strojů

Elektronicky schváleno dne 30. 1. 2019

doc. Ing. Petr Šařec, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 15. 2. 2019

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 10. 09. 2019

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Návrh výstavby kompostárny pro město Hostivice a okolí vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Jsem si vědom, že moje diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí. Jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

dne

podpis studenta

Poděkování

Rád bych poděkoval všem, kteří mi pomáhali při řešení diplomové práce. Především vedoucímu práce doc. Ing. Vlastimilu Altmannovi, Ph.D. za odborné vedení a pomoc, mojí rodině za její podporu a rodinám, které se podíleli na ročním sběru bioodpadu.

Abstrakt: Hlavním cílem diplomové práce byl návrh kompostárny pro město Hostivice a okolí. Tento cíl byl rozčleněn do několika dílčích cílů, kdy analýzou zájmové oblasti bylo zjištěno, že zde žije cca 9500 obyvatel, domovní fond se skládá z 1274 domů vilové, 927 domů venkovské a 100 domů sídlištní zástavby. Na dotazník, který byl pro tuto práci vytvořen, odpovědělo celkem 273 domácností a byl zjištěn způsob nakládání s bioodpady. Při stanovení celkové produkce bioodpadu od občanů bylo zjištěno, že ze zahrad se vyprodukuje cca 697,9 tun bioodpadu a u produkce kuchyňského bioodpadu bylo množství stanoveno na základě ročního sledování šesti rodin s výsledkem 31,34 kg na obyvatele a rok. Celkem tedy cca 995,6 tun za rok. Z veřejné zeleně bylo vyprodukováno cca 139,42 tun bioodpadu za rok. Výstupem z dotazníku a pomocí letecké fotografie sledované oblasti se stanovily oblasti, které spadají do vilové nebo vesnické zástavby a jejich předpokládané zapojení do svozu bioodpadu. Celkové množství, které by mělo být zpracováno na kompostárně, je cca 714 tun bioodpadu za rok. Toto množství bylo navýšeno cca o 33 % na výslednou hodnotu 950 tun. Pro toto množství bylo navrženo technické a technologické řešení a ekonomické zhodnocení výstavby a provozu kompostárny.

Klíčová slova: bioodpad; kompostování; kompostárna

Construction of a composting plant for the town of Hostivice and its surroundings

Summary: The main objective of the thesis was to design a composting plant for the town of Hostivice and surroundings. This objective was divided into several partial objectives, where the analysis of the area of interest revealed that there live about 9500 inhabitants, the housing stock consists of 1274 residential houses, 927 rural houses and 100 housing estate buildings. A total of 273 households responded to the questionnaire. By determining the total production, it was found out that about 697.9 tons of biowaste were produced from the gardens and for the quantity of kitchen biowaste was determined due to monitoring of six families, with a result of 31.34 kg per capita per year. A total of about 995.6 tonnes per year. Approximately 139.42 tons of biowaste per year are produced from public greenery in the analyzed area. The output of the questionnaire and aerial photographs of the monitored area were used to determine the areas that belong to the villa, village and and their expected involvement in the collection of biowaste. The total amount that should be processed in the composting plant is about 714 tons of biowaste per year. This quantity was increased by about 33% to a final value of 950 tonnes. For this amount was designed technical and technological solution and economic evaluation of the construction and operation of the composting plant.

Key words: composting, waste, composting plant

Obsah

1	Úvod	1
2	Literární přehled	2
2.1	Bioodpad v České republice	2
2.1.1	Systémy sběru a svozu bioodpadů.....	5
2.1.2	Sběrné nádoby pro separovaný sběr biologicky rozložitelných odpadů	8
2.2	Nakládání s biologicky rozložitelnými odpady	11
2.3	Kompostování.....	12
2.3.1	Fáze procesu kompostování	13
2.3.2	Faktory ovlivňující kompostování.....	14
2.3.3	Typy kompostování.....	16
2.3.4	Kompostovací technologie	17
2.3.5	Kompostárna	20
3	Cíl práce.....	26
4	Metodika diplomové práce	27
4.1	Analýza zájmové oblasti.....	27
4.2	Dotazníkové šetření	27
4.3	Celkové množství bioodpadu v zájmové oblasti	28
4.3.1	Produkce BRKO od obyvatel	28
4.3.2	Produkce BRKO z veřejné zeleně	29
4.3.3	Produkce BRKO z úřadů, škol, restaurací apod.	30
4.4	Logistika sběru a odvozu bioodpadu	30
4.4.1	Stanovení potencionální účasti obyvatel na sběru a svozu odpadu BRKO z vilových, venkovských a sídlištních zástaveb a předpokládaná produkce.....	31
4.4.2	Stanovení vhodné nádoby pro vilovou, venkovskou a sídlištní zástavbu	31
4.4.3	Stanovení intervalu svozu, počtu nádob a volbu tras	32
4.5	Návrh technologického a technického řešení výstavby kompostárny.....	33
4.5.1	Návrh technického řešení	33
4.5.2	Výpočet kapacity kompostárny	37
4.5.3	Výpočet objemu jímky na odpadní vodu.....	39
4.6	Ekonomické zhodnocení výstavby a provozu kompostárny	40
5	Vlastní práce	41
5.1	Analýza zájmové oblasti.....	41

5.2	Výsledek dotazníkového šetření	44
5.3	Celkové množství bioodpadu v zájmové oblasti	45
5.3.1	Produkce BRKO od obyvatel	45
5.3.2	Produkce BRKO z veřejné zeleně	47
5.3.3	Produkce BRKO z úřadů, škol, restaurací apod.	49
5.4	Logistika sběru a odvozu bioodpadu	50
5.4.1	Stanovení potencionální účasti obyvatel na sběru a svozu odpadu BRKO z vilových, venkovských a sídlištních zástaveb a předpokládaná produkce	50
5.4.2	Stanovení vhodné nádoby pro vilovou, venkovskou a sídlištní zástavbu	51
5.4.3	Stanovení intervalu svozu, počtu nádob a volby tras	53
5.5	Návrh technologického a technického řešení výstavby kompostárny	55
5.5.1	Návrh technického řešení	56
5.5.2	Výpočet kapacity kompostárny	62
5.5.3	Výpočet objemu jímky na odpadní vodu	65
5.6	Ekonomické zhodnocení výstavby a provozu kompostárny	67
6	Diskuse a doporučení pro praxi	73
7	Závěr	76
8	Seznam použitých zdrojů	79
9	Seznam obrázků	85
10	Seznam tabulek	86
	Přílohy	88
	Příloha 1 Seznam biologicky rozložitelných odpadů podle katalogu odpadů	
	Příloha 2 Schéma postupu při návrhu systému sběru a svozu BRO	
	Příloha 3 Schémata kompostovacích linek	
	Příloha 4 Schémata technických prostředků	
	Příloha 5 Vzor dotazníku, letáčku a odkaz na dotazník umístěný v měsíčníku	
	Příloha 6 Systém sběru biologicky rozložitelného odpadu v regionech: metodika pro praxi	
	Příloha 7 Ukazatelé měrné produkce nejvýznamnějších odpadů u vybraných typů služeb	
	Příloha 8 Mapa zájmové oblasti	
	Příloha 9 Sčítání lidu, letecký snímek Hostivice a mapa rozdělení oblasti na vesnickou a vilovou zástavbu	
	Příloha 10 Mapa rozmístění sběrných hnízd v Hostivici a v Břvích	
	Příloha 11 Mapa rozmístění sběrných nádob svážených Pražskými službami	
	Příloha 12 Odpovědi z dotazníku podle polohy domácností	

- Příloha 13 Vyhodnocení všech odpovědí z dotazníků
- Příloha 14 Analýza produkce bioodpadu z domácností
- Příloha 15 Mapa svozových okruhů a počet nádob v jednotlivých okruzích
- Příloha 16 Mapa rozmístění nových kontejnerů o objemu 1,1 m³
- Příloha 17 Body přidělené experty
- Příloha 18 Předpokládaný prostor pro vybudování kompostárny
- Příloha 19 Objemové hmotnosti některých odpadů a kompostů
- Příloha 20 Bilance investic

1 Úvod

„Kam s ním?“ tak se nazývá povídka od Jana Nerudy, kde autor vzpomíná na své trampoty se slavníkem. Líčí, jaký problém měl s tím, aby se zbavil staré slámy ze svého slavníku a úplatek domovníkovi ani smetaři mu v tomto nepomohl. Spálit ji nemohl a až když začal postupně vynášet slámu zabalenou v kornoutech a trousit ji v ulicích, tak se mu dařilo se jí postupně zbavovat a zbytek si vzala mlékařka jako podestýlku pro svou kobylu.

V dnešní době by autor tento problém neměl a starou slámu by nejspíše vyhodil do komunálního odpadu. Dá se jistě říci, že se možnosti ukládání odpadu od doby Jana Nerudy výrazně zlepšily a každý obyvatel města či vesnice má dnes zajištěný pravidelný svoz odpadu. Sláma by zřejmě skončila na skládce, kde by zetlela a zvyšovala by podíl skleníkových plynů v atmosféře. V dnešní době je zaveden systém třídění odpadů a většina obyvatel k němu zodpovědně přistupuje, ale jsou i druhy, pro které není tento systém zaveden, nebo se teprve zavádí a v podvědomí obyvatel není ještě dostatečně zakořeněn. Mezi tyto druhy patří biologicky rozložitelné odpady, které nejčastěji končí na skládce, tj. stejně jako výše zmíněná sláma.

Nejedná se přitom o mále číslo, je to okolo 40 % biologicky rozložitelných odpadů, které jsou součástí komunálního odpadu a které zůstanou ve většině případů nevyužité. Přitom v sobě ukrývají velký energetický potenciál využitelný v bioplynové stanici anebo přeměněny na kompost mohou zvýšit úrodnost půdy. Až o 40 % se může snížit množství ukládaného komunálního odpadu, když se bude bioodpad dále zpracovávat a využívat.

2 Literární přehled

2.1 Bioodpad v České republice

Zákon o odpadech č. 185/2001 Sb. § 3, článek 1 definuje odpad jako: „*Odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit.*“

Mezi biologicky rozložitelné odpady (dále jen „BRO“) patří jakýkoliv odpad, který je schopen anaerobního nebo aerobního rozkladu (Hřebíček, 2009) a vyskytuje se ve více skupinách katalogu odpadů, který je přílohou vyhlášky o Katalogu odpadů č. 93/2016 Sb.

Jedná se o kvantitativně významnou skupinu odpadů, která představuje okolo 12 % veškeré produkce odpadů v ČR. Odpady s katalogovým číslem 02–19 (seznam biologicky rozložitelných odpadů podle katalogu odpadů viz příloha číslo 1) jsou zejména odpady ze zemědělství, lesnictví a potravinářství, odpady z průmyslu papírenského a textilního, odpady ze zpracování dřeva, kůží a dalších výrob (Altmann, 2010a).

V tabulce číslo 1 je souhrnná produkce těchto odpadů za rok 2018. Údaje byly získány ze dvou nezávislých zdrojů. Prvním zdrojem informací byl Informační systém odpadového hospodářství (ISOH) a druhým zdrojem byl Český statistický úřad (ČSÚ).

Tab.1 Produkce biologicky rozložitelných odpadů 2018

Produkce vybraných skupin odpadů dle katalogu odpadů (kód odpadu – název)	BRO [%]	množství [t] dle ISOH		množství [t] dle ČSÚ	
		celkem	BRO	celkem	BRO
02) Odpady z prvovýroby v zemědělství, zahradnictví, myslivosti, rybářství a z výroby a zpracování potravin	90	287 369	258 632	178 937	161 043
03) Odpady ze zpracování dřeva a výroby desek, nábytku, celulózy, papíru a lepenky	80	193 119	154 495	212 279	169 823
04) Odpady z kožedělného, kožešnického a textilního průmyslu	50	92 153	46 077	90 258	45 129
15) Odpadní obaly, absorpční činidla, čisticí tkaniny, filtrační materiály a ochranné oděvy jinak neurčené	60	1 252 812	751 687	755 395	453 237
17) Stavební a demoliční odpady	0,3	23 701 321	71 103	15 785 260	47 356
19) Odpady ze zařízení na zpracování (využívání a odstraňování) odpadu, z čistíren odpadních vod pro čištění těchto vod mimo místo jejich vzniku a z výroby vody pro spotřebu lidí a vody pro průmyslové účely	28	2 882 382	807 067	2 961 828	829 312
Úhrnné množství odpadů v přehledu	-	28 409 156	2 089 061	19 983 957	1 705 900

Zdroj: ČSÚ (2019), CENIA (2019), procentuální zastoupení BRO: Zemánek (2010)

Je třeba zmínit, že vyprodukovaných bioodpadů je mnohem více, ale ne všechny splňují definici ze Zákona o odpadech č. 185/2001 Sb. § 3 článek 1 tj: „*kteře se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit*“. Některé bioodpady mohou být považovány za vedlejší produkt a nejsou proto započítány do celkové produkce. Jako příklad lze uvést pivovarské mláto, které je odpadem při vaření piva. Pokud by bylo prodáno na kompostárnu, tak by bylo evidováno jako odpad, ale pokud se prodá jako krmivo zemědělcům, tak je to zpravidla považováno za vedlejší produkt (Voštová et al., 2009).

Odpady s katalogovým číslem 20 - Komunální odpady patří rovněž do skupiny BRO a jsou v zákoně o odpadech č. 185/2001 Sb. § 4, článek 1b definovány jako: „*veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob a který je uveden jako komunální odpad v Katalogu odpadů, s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání.*“

V tabulce číslo 2 je souhrnná produkce komunálních odpadů za rok 2018, informace byly získány ze stejných zdrojů jako pro tabulku číslo 1.

Tab.2 Produkce komunálních odpadů a biologicky rozložitelných komunálních odpadů 2018

Produkce vybraných skupin odpadů dle katalogu odpadů (kód odpadu – název)	BRKO [%]	množství [t] dle ISOH		množství [t] dle ČSÚ	
		Celkem	BRKO	celkem	BRKO
20) Komunální odpady (odpady z domácností a podobné živnostenské, průmyslové odpady a odpady z úřadů) včetně složek z odděleného sběru úřadů a z průmyslu, včetně odděleně sbíraných složek těchto odpadů	40	5 634 539	2 253 816	3 732 219	1 492 888

Zdroj: ČSÚ (2019), CENIA (2019), procentuální zastoupení BRKO: Zemánek (2010)

Významnou položkou z této skupiny jsou biologicky rozložitelné komunální odpady (dále jen „BRKO“), které rovněž patří do skupiny BRO a obce a města mají povinnost řešit nakládání s těmito odpady jako původci tohoto odpadu. V tabulce číslo 3 je uveden koeficient rozložitelných složek jednotlivých odpadů (Voštová et al., 2009) a produkce BRKO za rok 2018 v rámci celé České republiky (CENIA, 2020).

Tab.3 Seznam biologicky rozložitelných komunálních odpadů a jejich produkce za rok 2018

Katalogové číslo odpadu	Název odpadu	Koeficient [-]	Produkce odpadu v roce 2018 [t]
20 01 01	Papír a lepenka	1	442 338
20 01 08	Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven	1	35 227

Katalogové číslo odpadu	Název odpadu	Koeficient [-]	Produkce odpadu v roce 2018 [t]
20 01 10	Oděvy	0,6	21 107
20 01 11	Textilní materiály	0,5	12 727
20 01 38	Dřevo neuvedené pod číslem 20 01 37	1	80 328
20 02 01	Biologicky rozložitelný odpad	1	778 847
20 03 01	Směsný komunální odpad	0,54	2 807 422
20 03 02	Odpad z tržišť	0,8	7 046
20 03 07	Objemný odpad	0,5	613 733

Zdroj: CENIA (2020), koeficient: Voštová et al., (2009)

Předpokládaná produkce BRKO se odvíjí od následujících druhů odpadů obsahujících BRKO.

a) Směsný komunální odpad – je veškerý odpad, který zůstává po vytrídění všech využitelných složek, tj. papír, sklo, nápojový kartón, kov, objemný odpad, odpad ze zeleně aj., a nebezpečných složek a již není možné ho dále separovat. Ukládáme ho do nádob na směsný (zbytkový) odpad a po svozu je dále využíván ve spalovnách nebo odstraňován na skládkách. Obsah BRKO ve směsném odpadu je v rozmezí od 40 do 60 % a toto množství je závislé na typu zástavby (Hřebíček, 2009). V tabulce číslo 4 je výsledek projektu SP/2f1/132/08, jehož zadavatel bylo Ministerstvo životního prostředí, a který byl zaměřen na analýzu složení komunálního odpadu, zejména směsného odpadu z domácností a objemného odpadu (Benešová et. al, 2008).

Tab.4 Ukazatelé skladby směsného komunálního odpadu - (zbytkového odpadu, tj. odpadu bez vytríděných využitelných složek), 2008-2009

Látková skupina	Průměrný podíl látkových skupin ve směsném KO [% hmotnostní]		
	Sídlíšní zástavba	Smišená zástavba	Venkovská zástavba
Papír/lepenka	16,26	18,65	6,42
Plasty	14,2	14,68	8,09
Sklo	6,85	6,99	3,13
Kovy	2,3	2,44	2,65
Biodpad	20,97	24,8	12,61
Textil	6,34	4,57	2,46
Minerální odpad	2,81	0,82	7,24
Nebezpečný odpad	0,96	0,36	0,16
Spalitelný odpad	14,17	14,2	9,99
Elektrozařízení	0,73	0,53	0,36
Zbytek 20–40 mm	6,65	5,37	5,08
Zbytek 8–20 mm	3,89	3,69	8,27
Frakce <8 mm	3,87	2,9	33,54
Celkem	100	100	100

Zdroj: Benešová et. al. (2008)

Typy zástaveb

Sídlištní zástavba – druh zástavby, která je tvořena z bytových domů, má centrální vytápění a není možné využití produkovaného odpadu v místě vzniku (Balner, Franková, 2009).

Smíšená zástavba – druh zástavby, která je tvořena z většiny staršími bytovými domy se smíšeným ústředním, lokálním, nebo etážovým vytápěním za pomoci plynu nebo elektřiny a se zanedbatelným výskytem odpadů z vytápění tuhými palivy (Altmann, Vaculík a Mimra, 2010).

Venkovská zástavba – druh zástavby, která je tvořena rodinnými domy a převažuje zde lokální vytápění pomocí tuhých paliv, tudíž i větší možnost spalování odpadů. Je zde i větší možnost zkrmovat nebo kompostovat potenciální odpady (Benešová et. al, 2008).

Vilová zástavba – druh zástavby, která je tvořena rodinnými domy s vytápěním pomocí plynu nebo elektřiny a zanedbatelný počet je vytápěný tuhými palivy. Je zde možnost zahradního kompostování (Kostkan et. al, 2010).

b) Odpad z údržby veřejné zeleně – jedná se o odpad ze všech zelených ploch na území obce, které nepatří do soukromého vlastnictví a který vzniká při údržbě, tj. prořezávky, sekání trávy v parcích, sběr listí, zakládání a údržba květinových záhonů. Množství tohoto odpadu se odvíjí od stavu údržby porostu, tj. pokud se jedná o ošetřovanou trávnickovou plochu, tak množství může být až $7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, a počasí (množství srážek) (Zemánek, 2010).

Do této skupiny zařazujeme i odpad, který vzniká na hřbitovech. Nejčastěji se jedná výzdobu hrobů, tj. o suché květiny, větve a trávu. Tento odpad může být znečištěn plasty, sklem a kovy a míra znečištění dosahuje cca 20 % (Vítěz, Štáchová, Trávníček a Hlavenka, 2011).

c) Odpad ze zahrad – jedná se o všechny rostlinný odpad, který je vyprodukovan při údržbě zahrad občany. Ve vesnických zástavbách je tento odpad převážně kompostován přímo na zahradách. V případě vilových zástaveb převažuje spíše odvoz tohoto odpadu mimo zahradu a tento trend nejspíše zasáhne i vesnické zástavby, kdy nebude časový prostor na kompostování a zahrada bude plnit pouze odpočinkovou zónu, kde bude pouze trávník a bazén. Množství biomasy představuje produkci cca $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (nestandardní trávnickové plochy) (Zemánek, 2010).

2.1.1 Systémy sběru a svozu bioodpadů

Při řešení realizace sběru a svozu odpadů je třeba vhodně zvolit typ sběrných nádob (předně jejich objem), počet a rozmístění v zájmové oblasti. Od této volby se odvíjí volba svozových prostředků. Biologicky rozložitelné odpady je možno získávat tak, že se vytřídí ze směsného komunálního odpadu (BRKO), nebo se využije oddělený sběr. Třídění BRKO ze směsného

komunálního odpadu přináší vysoké ekonomické náklady, ale také možnost znečištění vytríděného odpadu ostatními odpady (např. ropnými produkty). Proto je doporučeno bioodpad určený ke kompostování získávat výhradně odděleným sběrem, jak uvádí Zemánek (2010).

Oddělený sběr bioodpadu

Nejlépeších výsledků se dosahuje při odděleném sběru bioodpadů a jeho zavedení je spojeno s následujícími požadavky:

- mít přehled o množství, druhu a místech BRO vznikajícím ve sledované oblasti,
- posoudit podmínky sběru (druhy zástavby, sociální struktura obyvatel),
- řešit technické zajištění sběrných nádob a jejich svoz,
- zajistit co nejširší účast a silnou motivaci občanů (propagační a motivační akce),
- provést pokusné zavedení odděleného sběru,
- provést kontrolu znečištění sebraného bioodpadu,
- provést analýzu nákladů sběru.

System odděleného sběru je možné provádět:

- prostřednictvím sběrných dvorů (SD),
- za použití velkoobjemových kontejnerů (VOK),
- za použití sběrných nádob (objem 120 l, 240 l),
- za použití speciálních sběrných nádob pro sběr bioodpadu (objem 120 l, 240 l),
- za použití pytlového způsobu sběru,
- za použití beznádobového způsobu sběru.

Podle organizačního hlediska se dělí oddělený sběr na donáškový a odvozový. Pro oba druhy sběru se využívají nádoby na sběr a každý je jinak charakteristický, jak uvádí Voštová et al. (2009).

Donáškový způsob sběru

Tento způsob se uplatňuje především ke sběru odpadu ze zeleně, kde je nutné bioodpad uložit ve sběrném dvoře, nebo v případě, že jsou sběrné dvory mimo docházkovou vzdálenost, tak je vhodné zřídit stálá sběrná místa s volně přístupnými kontejnery nebo nádobami. Některé obce rovněž organizují mobilní sběr odpadů ze zeleně, kdy je předem ohlášen termín i místo přistavení kontejneru. Zde, jako i v případě sběrného dvora, je možné zajistit kontrolou při příjmu odpadů jeho čistotu a oddělení kovových příměsí, skla, plastů aj. Další úprava rostlinného odpadu probíhá nejčastěji až v kompostárně (Zemánek, 2010).

Odvozový způsob sběru

Dle Zemánka (2010) nachází tento způsob sběru největší uplatnění při sběru bioodpadu z domácností. Podle druhu zástavby je sbírán pouze kuchyňský bioodpad (sídlíštní, smíšená zástavba), nebo i odpady ze zeleně (venkovská, vilová zástavba). Pro tento sběr se používají sběrné nádoby o objemu 120 a 240 litrů, u společného sběru více domácností i o objemu 1 100 litrů, případně pytlů. Umístění nádob je totožné jako pro nádoby na směsný komunální odpad. Svoz bioodpadu z domácností by se měl shodovat se svozem směsného komunálního odpadu. V letním období by neměl interval svozu z hygienických důvodů (emise, obsah vody) přesáhnout sedm dní. Svoz v zimním období může přesáhnout i dobu 14 dní v závislosti na objemu nádoby a typu obytné zástavby, jak shodně uvádí Voštová et al. (2009).

Voštová et al. (2009) dále uvádí, že mezi nejzávažnější problémy při sběru bioodpadu z domácností je možné zařadit:

- namáhavost při nakládce,
- zápach v okolí nádob při nakládce,
- rozptyl vody a jemných frakcí bioodpadu při nakládce,
- rozptyl vody kondenzované na stanovišti.

Některé z těchto nedostatků lze odstranit při použití speciálně upravených sběrných nádob, které současně plní funkci kompostéru a prodlužují intervaly mezi svozy, ovšem za cenu vyšších pořizovacích nákladů.

Při zpracování návrhu celého systému sběru a svozu BRO je potřeba postupovat po jednotlivých krocích:

1. volba způsobu sběru
2. volba sběrných míst, typu a počtu nádob
3. volba svozového vozu a intervalu svozu
4. volba svozových tras
5. optimalizace svozu
6. zpracování harmonogramu

Graficky znázorněné schéma návrhu systému sběru a svozu BRO je uvedeno v příloze číslo 2. (Zemánek, 2010).

2.1.2 Sběrné nádoby pro separovaný sběr biologicky rozložitelných odpadů

Sběrné nádoby pro separovaný sběr jsou vyrobeny z kovu nebo plastu, případně jsou sklolaminátové, slouží pro vícenásobné použití a jsou vyráběny v různých objemech a tvarech. Pro sběr domácího bioodpadu se nejvíce používají plastové nádoby, buď klasické jako pro směsný komunální odpad (obr. 1) anebo nádoby speciální konstrukce tzv. kompostejnery s objemem 120 a 240 litrů (obr. 3). Pro sídlištní nebo smíšenou zástavbu je vhodné použít kontejnery o objemu 1,1 až 3,2 m³ (obr. 2) (Zemánek, 2010).

Obr.1 Plastová sběrná nádoba 120 l



Zdroj: Autor

Obr.2 Plastový kontejner 1,1 m³



Zdroj: Autor

Kompostejnery jsou velmi podobné běžným nádobám na SKO jak ve velikosti, tak objemu. Jsou vyrobeny z odolného plastu a na rozdíl od běžných nádob mají otvory, kterými je zajištěna cirkulace vzduchu. Tím je umožněn odpar vody a nedochází k anaerobním procesům a s tím spojeným zápachům. Ve spodní části kompostejneru je umístěn rošt, kterým prosakuje přebytečná voda na dno nádoby, odkud se odpařuje. Tím, že se zabrání anaerobním procesům spojených se zápachem, je možné svážet bioodpad 1krát za 10–14 dní (Ekonákup, 2019).

Obr.3 Kompostejner 240 l



Zdroj: Autor

Pro donáškový způsob mohou být na sběrných místech instalovány tzv. depontkontejnery (sklolaminátové kontejnery) (obr. 4) nejčastěji o objemech 1,1 m³, 2,1 m³ a 3,2 m³ se spodním výsypem. Tyto kontejnery jsou konstrukčně připraveny pro sběr biologicky rozložitelného odpadu ve venkovních prostorách. Vnitřní a venkovní pláště jsou odděleny mezerou o šíři 40 mm, ve které je mechanismus určený pro vyprazdňování. Vnitřní plášť je perforován, dno je opatřeno mřížkou, což stejně jako u kompostejneru slouží k cirkulaci vzduchu, odparu vody a snížení zápachu (Zemánek, 2010).

Obr.4 Depontkontejner 1,1m³ a pohled dovnitř



Zdroj: Autor

V sběrných dvorech se používají velkoobjemové kontejnery (VOK) (obr. 5), které jsou vyráběny ze silnostěnných plechů buď jako otevřené vany nebo zavřené boxy. Jejich objem se pohybuje od 8 do 18 m³. Kontejnery mohou být umístěny i mimo sběrný dvůr, a to na místech, kde je velký výskyt bioodpadů (hřiště, hřbitovy, zahrádkářské kolonie apod.), ale neměly by překážet běžnému provozu. Zde je nevýhodou možný výskyt nežádoucích příměsí snižujících kvalitu sběru a využitelnost vytríděného bioodpadu. Přistavení VOK s obsluhou (pracovník technických služeb) v předem oznámený termín může výrazně snížit nežádoucí příměsí v kontejneru (Voštová et al., 2009).

Obr.5 Velkoobjemový kontejner



Zdroj: Autor

Jiným případem nádobového sběru bioodpadu je sběr pytlový, kdy je bioodpad shromážděn do pytlů z plastu, papíru nebo textilie v objemu od 10 do 240 litrů. Takto naplněné pytle jsou umístěny u okraje chodníku nebo příjezdových cest, kde jsou v případě odvozového způsobu sběru přeloženy do svozového vozu. Je potřeba oddělit tento pytel od sbíraného bioodpadu. Pokud se tato činnost neprovádí přímo při sběru, tak je tento způsob sběru provozně jednodušší než překládání odpadu ze sběrných nádob. Ovšem při oddělení až v místě zpracování by mohly vznikat komplikace, pokud by pytle obsahovaly kontaminující odpad.

Oddělování pytle od bioodpadu při nakládce prodlužuje a prodražuje sběr. Občané používají pytle i při donáškovém způsobu sběru bioodpadu a ukládají je na sběrná místa, často velmi nevhodně (obr. 6). V období léta mokrý a kompaktní materiál uložený v pytlích vyhnívá a objevují se problémy se zápachem (Voštová et al., 2009).

Obr.6 Nevhodné uložení plastových pytlů s bioodpadem na sběrném místě



Zdroj: Autor

Jak dále uvádí Voštová et al. (2009), je nutné k zabezpečení kvalitního sběru bioodpadů zajistit optimální počet sběrných nádob v závislosti na intervalu odvozu různých druhů bioodpadu.

Doporučované intervaly svozu jsou tyto:

Odpad ze zeleně:

- sběrné nádoby 1krát za týden,
- kompostejnery 1krát za 2 týdny,
- VOK 1krát za 2 týdny (letní období),
1krát za 4 týdny (zimní období).

Kuchyňské odpady:

- domácnosti 1krát za týden,
- systém s veřejnými stravovnými a ostatními producenty 1krát za 2 týdny.

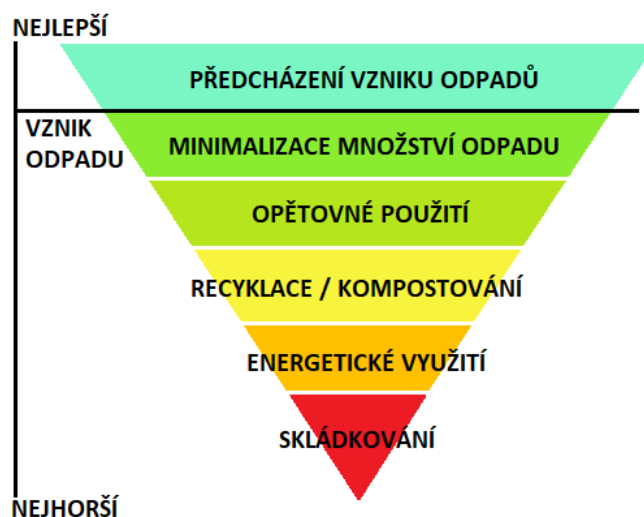
Doporučené dny odvozu jsou:

- | | |
|-----------------|--------------------------------------|
| – sběrné nádoby | pondělí – středa, |
| – kompostejnery | čtvrtek – sobota, |
| – pytle | pondělí, |
| – VOK | pondělí – neděle, popř. na zavolání. |

2.2 Nakládání s biologicky rozložitelnými odpady

Při pohledu na hierarchii nakládání s odpady zobrazené na obrázku 7, má skládkování nejnížší preferenci a je zcela nežádoucím řešením, které je nutno v souvislosti s legislativními požadavky maximálně omezit.

Obr.7 Hierarchie nakládání s odpady



Zdroj: <http://www.tstrest.cz/240-odpadove-hospodarstvi/ds-1039>, úprava

Směrnicí Rady (ES) č. 1999/31 ze dne 26. dubna 1999, o skládkách odpadů, se Česká republika zavázala k postupnému snížení skládkování odpadů. Jako výchozí porovnávací údaj ke splnění této povinnosti bylo vzato množství, které bylo uloženo na skládky v roce 1995 a činí 1,53 milionů tun biologicky rozložitelného odpadu. Směrnice stanovila, že v roce 2010 se může na skládky uložit 75 % celkové hmotnosti biologicky rozložitelného odpadu produkovaného v roce 1995, v roce 2013 50 % a v roce 2020 pouze 35 % celkové hmotnosti z roku 1995 (Mudruňka a Lyčková, 2015).

Odstranit jednu tunu směsného komunálního odpadu je 3–5krát dražší než využít jednu tunu bioodpadu. V případě, že proběhne zvýšení poplatku za skládkování, tak tento rozdíl bude mnohem výraznější. Toto opatření se jeví jako velmi žádané a to proto, aby se z České republiky nestala skládka Evropy (Baráková a Hlavenka, 2018).

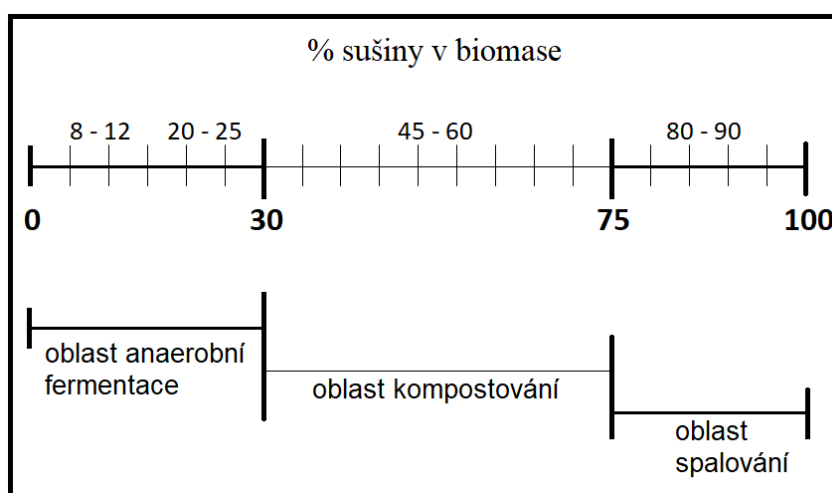
Většina biologicky rozložitelného odpadu je vhodná k materiálovému nebo energetickému využití. Volba technologie zpracování biologicky rozložitelného odpadu závisí zejména na druhu zpracovaného odpadu (látkovém složení organické hmoty) a vlastnostech zpracovávaného odpadu (zejména vlhkosti, struktuře materiálu, přítomnosti rizikových prvků a hygienické nebezpečnosti) (Altmann, Vaculík a Mimra, 2010).

Mezi způsoby zpracování biomasy podle vlhkosti materiálu řadíme:

- anaerobní fermentace – zplynování,
- aerobní zpracování – kompostování,
- energetické zpracování – spalování.

Na obrázku číslo 8 jsou zobrazeny způsoby zpracování biomasy v závislosti na procentuálním zastoupení sušiny v biomase.

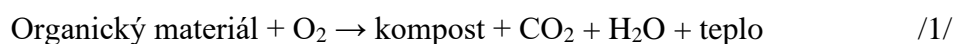
Obr.8 Způsoby zpracování biomasy podle vlhkosti



Zdroj: Altmann, Vaculík a Mimra (2010)

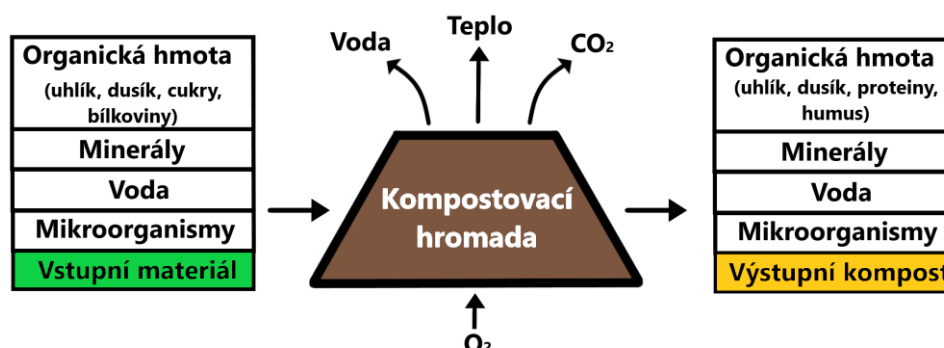
2.3 Kompostování

Kompostování je proces, který lze definovat jako řízený proces, při kterém probíhají stejné procesy jako v půdě, ale tyto procesy jsme schopni technologicky ovládat a můžeme zajišťovat potřebné podmínky pro převážně aerobní mikroorganismy podílející se na přeměně nestabilních organických surovin na stabilní kompost. Kompostovací proces se dělí na tři po sobě jdoucí fáze: fáze rozkladu, fáze přeměny, fáze syntézy (Váňa, 2002). Dle Plívy et al. (2009) lze tento celý proces vyjádřit obecným vztahem číslo 1.



Graficky znázorněný kompostovací proces upravený do českého jazyka tak, jak ho uvádí Rynk, R. et al. (1992).

Obr.9 Kompostovací proces



Zdroj: Rynk, R. et al. (1992), úprava

2.3.1 Fáze procesu kompostování

Fáze rozkladu

Nebo jak uvádí Červená et al. (2014) fáze mineralizace, je proces, při kterém dochází k rozkládání lehce rozložitelných sloučenin jako jsou cukry, bílkoviny a škroby. Činností mikroskopických hub a bakterií při tomto procesu stoupá teplota, která může dosáhnout až 70 °C. Vysoká teplota slouží k takzvané hygienizaci, při které se odstraní většina semen plevelů a zárodků různých chorob. Je velmi důležité, aby bylo zajištěno dostatečné provzdušnění, které může být prováděno překopáváním. Tato fáze trvá zpravidla 2–3 týdny, ale v případě kompostu, kde je velký podíl dřevní štěpky, i dva měsíce (Váňa, 2002).

Fáze přeměny

Dochází k poklesu teploty na zhruba 30–45°C. Mineralizované živiny se postupně přeměňují na humusové složky a mění se celkový vzhled a struktura kompostu. Kompost získává hnědou barvu a má drobnou strukturu, a nelze již rozeznat původní vstupní složky kompostu (Váňa, 2002).

Fáze syntézy

Pokles teploty na hodnotu, která je blízká okolnímu prostředí. Zvýší se hodnota pH. Dochází k přeměně živého humusu na humus trvalý a stabilní. Délka této fáze záleží na intervalech překopávání. Jak uvádí Sankeyův diagram poklesu, tak od založení kompostu až po jeho expedici dojde ke snížení hmotnosti o cca 50–60 % (Červená et al., 2014).

2.3.2 Faktory ovlivňující kompostování

Mezi nejdůležitější procesní podmínky, které jsou sledovány, patří: poměr C:N, teplota, vlhkost, hodnota pH, obsah kyslíku a pórovitost, zrnitost a velikost částic.

Poměr C:N

Velmi důležitým kritériem při zakládání kompostu je poměr uhlíku (C) a dusíku (N), který ovlivňuje podmínky pro rozvoj mikroorganismů, rychlost rozkladu zvolených vstupních surovin a výslednou kvalitu kompostu. Uhlík, který slouží pro buněčnou stavbu, je mikroorganismy získáván z rozložených rostlinných a živočišných zbytků. Ideální poměr pro tvorbu kvalitního a zralého kompostu je v rozmezí C:N 25–30. Při poměru mezi (10–15):1 bude probíhat rozklad rychle, při poměru nad 50:1 probíhá rozklad a proces zrání delší dobu (Plíva et al., 2006). Poměr C:N pro různé druhy bioodpadu vhodných ke kompostování je uveden v tabulce číslo 5.

Tab.5 Hodnoty poměru C:N u materiálů používaných při kompostování

Materiál	C:N [-]	Materiál	C:N [-]
Kůra	100:1	Drůbeží trus	10:1
Piliny	500:1	Močůvka	2:1
Odpad ze zahrad	40:1	Kejda skotu	10:1
Listí	50:1	Hnůj skotu	25:1
Posečená tráva	20:1	Sláma (žito, oves)	60:1
Seno	35:1	Sláma (pšenice, ječmen)	100:1

Zdroj: Valentová (2008)

Teplota

Teplota má zásadní roli v procesu kompostování a je jedním z ukazatelů zralosti kompostu. Je způsobena intenzivní činností mikroorganismů, rozkládajících organickou hmotu. Při termofilní fázi stoupají teploty přes hodnotu 40 °C a dochází k takzvané hygienizaci kompostu, tj. k likvidaci živočišných a rostlinných patogenních mikroorganismů, semen plevelů. Hodnoty teplot a doba, která je potřebná k likvidaci, se rozlišuje podle druhu patogenu a je předepsána normou o průmyslových kompostech: ČSN 465735. Sledováním průběhu teplot můžeme správně načasovat překopávání kompostu. (Plíva et al., 2006).

Vlhkost

Dle Plívy et al. (2006) je vlhkost velmi důležitá pro správnou činnost mikroorganismů. Voda slouží jako médium pro přenos živin, chemické reakce a umožňuje pohyb mikroorganismů. Ideální hodnota je v rozmezí 50–60 %. Nízká vlhkost výrazně ovlivňuje aktivitu mikroorganismů, omezuje a brzdí biochemické děje. V případě vysoké vlhkosti tak může

docházet k utlumení optimálního teplotního režimu uvnitř kompostové zakládky a zpomalí se aktivita mikroorganismů. Dochází rovněž k ucpávání pórů, kde se jinak uchovávají vzduchové rezervy pro mikroorganismy a vytváří se nežádoucí anaerobní prostředí. Vlhkost je ovlivněna rovněž zvolenou technologií kompostování.

Hodnota pH

Optimální hodnota pH je v rozmezí 6,5–8 a tato hodnota se v průběhu kompostovacího procesu mění. Pokles pH pod hodnotu 6 má za následek, že kyselé prostředí ničí většinu mikroorganismů a prodlužuje dobu rozkladu organických látek. Zvýší-li se hodnota pH na hodnotu 8,5, nastává přeměna dusíkatých sloučenin na amoniak, který v plynném skupenství uniká do okolního prostředí a snižuje se tak obsah dusíku v kompostu (Plíva et al., 2006).

Obsah kyslíku

Dodávka kyslíku vytváří v kompostu aerobní prostředí, snižuje vlhkost, od kompostu ohřátý vzduch podporuje odpařování, dochází i k regulaci teplot v průběhu kompostování. K provzdušnění se nejčastěji využívá metoda překopávání kompostu při využití vhodného překopávače kompostu, kde lze zvýšit množství vzdušného kyslíku v hromadě až dvojnásobně, anebo za použití ventilátoru (Plíva et al., 2006).

Pórovitost, zrnitost a velikost částic

Ovlivňuje proces kompostování tím, že určuje množství vzduchu uvnitř surovin v hromadě. Dá se ovlivnit volbou surovin pro kompostování, mírou nadrcení a kvalitou promíchání vstupních surovin. Větší a homogenní částice zvyšují pórovitost hromady. Velikost částic vstupních surovin má důležitou roli při kompostování, jelikož menší částice disponují větší plochou povrchu v poměru k jejich objemu a mohou být vystaveny většímu vlivu mikroorganismů, což může urychlit kompostovací proces. U vstupních surovin, kde částice mají rozměry 20–50 mm, se obvykle dosahuje nejlepších výsledků při kompostování (Plíva et al., 2006).

Kontrola kvality zhotoveného kompostu

V případě, že je zhotovený kompost určen k prodeji, je veden jako výrobek a podléhá příslušné legislativě, tj. zákon o hnojivech č. 156/1998 Sb. a vyhlášce č. 474/2000 Sb. v aktuálním znění. Dále je potřeba, aby byl výstup ze zařízení registrován v Ústředním kontrolním a zkušebním ústavu zemědělském. Pro platnou registraci je zapotřebí mít pro kompost rozbor podle normy ČSN 465735 – Průmyslové komposty. Tato norma udává parametry, které musí kompost splňovat. Hodnotí se vlhkost, spalitelné látky v sušině vzorku, celkový dusík, nerozložitelné

příměsí poměr C:N a limitní koncentrace vybraných rizikových látek a prvků (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn) (Kotoulová, Váňa, 2001).

2.3.3 Typy kompostování

U kompostování komunálních bioodpadů se rozlišují následující typy kompostování:

- domácí kompostování,
- komunitní kompostování,
- komunální kompostování.

Domácí kompostování

Domácí kompostování patří k nejjednodušším typům kompostování a je vhodné pro majitele zahrad a předzahrádek. Zákon na domácí kompostování nahlíží jako na činnost, při které dochází k předcházení vzniku odpadu (Bubeníková, 2011). Na domácí kompost je možné uložit většinu odpadu ze zahrad a kuchyně a tím výrazně snížit množství komunálního odpadu. V současné době jsou k dispozici různé druhy kompostérů, které jsou finančně dostupné, jejich umístění je snadné a výsledkem je kompost, jenž lze použít ke hnojení zahrádek, skalek a domácích květin.

Komunitní kompostování

Jak již název napovídá, jedná se o kompostování, na kterém se podílí skupina lidí (komunita, domovní blok, škola, zahrádkářská kolonie, malá obec). Vzniklý kompost se využívá pro vlastní potřebu skupiny. Komunitní kompostování legislativně upravuje zákon o odpadech č. 314/2006 Sb. v paragrafu 10a (Slejška, 2007). Při výstavbě komunitního kompostéru je důležité zvolit vhodné místo, kde nebude narušovat žádnou ze složek životního prostředí.

Nemělo by být umístěno blízko vodního zdroje pitné vody, ve vzdálenosti, která by neodrazovala od pravidelného celoročního donášení bioodpadu na kompost. Zvolit místo, které není vystaveno silnému větru a přímému slunečnímu svitu a tím předcházet vysoušení kompostu. Velmi vhodné umístění kompostéru je tam, kde jsou lidé navyklí chodit s tříděným odpadem. Velikost kompostéru záleží na dané situaci, např. pokud se jedná o komunitu, kde není jiný odpad než z domácností, může být instalován kompostér o objemu cca 0,8 m³ pro cca 20 domácností. Pro větší komunitu je potřeba zajistit objemnější kompostér, a návrh může být dodán firmou, která se distribucí zabývá. Je nutné, aby byl kompostér vybaven uzamykáním pro zabezpečení před vhažováním odpadu, který do něj nepatří a mohl by způsobit kontaminaci kompostu (Kompostuj, 2019). Výhodou při realizaci je účast více lidí, tím se lépe rozloží finanční náklady a práce na kompostu a může to být i impuls pro podporu od obce nebo města.

Komunální kompostování

Komunální kompostování je kompostování na úrovni obce, okresu, ale i kraje. Provoz je v kompetenci obce nebo soukromých firem. Způsob svozu a zpracování bioodpadu záleží na místních podmínkách a je určen především pro obyvatele a instituce, které nemají možnost provozovat vlastní zpracování bioodpadu. Může být i využito zemědělskými podniky, které kompostováním rostlinných odpadů z vlastní výroby snižují náklady na komunální odpad a ekologickým způsobem zvyšují úrodnost půdy. Tento typ kompostování podléhá větším legislativním požadavkům než předchozí typy. Jedná se o předpisy z oblasti odpadů, hnojiv a ochrany životního prostředí.

Komunální kompostování je rozděleno podle roční výrobní kapacity. Pokud je kapacita do 150 tun odpadů ročně a za předpokladu, že jedna kompostovaná zakládka nepřekročí 10 tun odpadů, umožňuje vyhláška č. 341/2008 Sb. vybudování malé kompostárny bez nutnosti vodohospodářského zabezpečení a provozování na základě souhlasu od obecního úřadu obce s rozšířenou působností. V případě malého zařízení lze kompostování provádět formou otevřených pásových hromad, tam, kde není možné použít pásové hromady, je možné použít uzavřené aerované boxy, které jsou ovšem nákladné na pořízení.

Kompostárny, které překračují kapacitu stanovenou pro malá zařízení, musí mít zajištěné vodohospodářské zabezpečení a klasickou technologií je kompostování v pásových hromadách. Výhodou jsou celkem nízké provozní a investiční náklady. V obou případech se používá strojní zařízení jak na dezintegraci vstupního materiálu, tak i pravidelné překopávání a finalizaci vzniklého kompostu (Habart, 2009).

2.3.4 Kompostovací technologie

Volba kompostovací technologie se odvíjí od investičních možností při návrhu, umístění kompostárny a vstupních surovin na začátku procesu. V současné době existuje několik způsobů, jak ze vstupní organické hmoty vytvořit požadovaný výsledný kompost.

Mezi hlavní způsoby řadíme:

- kompostování v plošných zakládkách,
- kompostování v pásových zakládkách,
- kompostování ve vacích,
- intenzivní kompostování,
- vermikompostování.

Kompostování v plošných zakládkách

Už koncem 19. století zakládali zemědělci na českém území nízké komposty, které byly nejčastěji umístěné blíže usedlosti. Důvodem kompostování v plošných zakládkách byla nedostatečná mechanizace nutná pro zakládání krechtových kompostů. Na tento pozemek se navršila vrstva slámy, chlévské mrvy a dalších hospodářských odpadů až do výšky cca půl metru a k jejímu zavlažování posloužila močůvka. Tato zakládka byla překopávána hlubokou orbou a v období 2–3 let se využívala jako místo pro pěstování krmných plodin a teplomilných rostlin. O její průběžné překopávání se postaralo obdělávání rostoucích plodin. Po zrušení této zakládky se kompost rozvážel na okolní louky a pole, čímž se opět překopával a provzdušňoval (Vítěz, 2015).

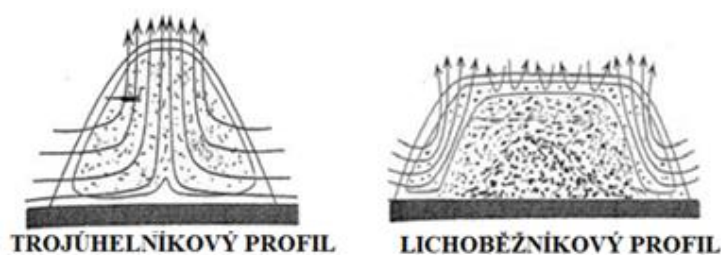
Kompostování v pásových zakládkách

O kompostování v pásových zakládkách se dá říci, že patří mezi nejrozšířenější způsoby kompostování biologického odpadu. Kompostování může probíhat buď na vodohospodářsky zabezpečené ploše nebo polní ploše. Při zakládání hromad je třeba splňovat jistá kritéria. Musí být zajištěn volný přístup pracovní techniky k hromadám a nesmí dojít k ohrožení povrchových a podzemních vod. Kompostovací plocha musí mít minimální spád 2 % a je zapotřebí mít zajištěný odvod srážkové vody a splachů do jímek s dostatečným objemem. Vhodný dezintegrováný materiál je vrstven do hromad, které mají lichoběžníkový nebo trojúhelníkový tvar, jak je znázorněno na obrázku č. 10. Každý profil zakládky má svá specifika.

Z praktického hlediska je nejvýhodnější lichoběžníkový profil, jelikož vykazuje dobrý poměr objemu kompostu na potřebnou plochu, lépe si udrží teploty v počátcích kompostování a má menší zranitelnost při dešti. Šířka lichoběžníkové hromady je v rozmezí 3–6 m a výška 1,5–2,5 m. Tento profil umožňuje úpravu hromady nakladači, podélné navážení traktorovými přívěsy, využívá se při zpracování většího množství surovin a je možnost provádět zakládání po dávkách. Nevýhoda je horší provzdušnění profilu a nutnost častěji překopávat.

Trojúhelníkový profil se používá v případě menšího množství vstupních surovin. Běžná šířka profilu je 2,5–4 m a výška záleží na charakteristice vstupního materiálu (na jeho zrnitosti, sytném úhlu a vlhkosti) a bývá v rozmezí 1–2 m. U tohoto profilu je díky komínovému efektu lépe odváděno teplo, kompost se nepřehřívá a hromada se přirozeně provzdušňuje. Avšak je horší aplikace vody do hromady, větší zranitelnost hromady při dešti a ztížená aplikace kejdy. Délka hromady je omezena prostorem, na kterém probíhá kompostování (Červená et al., 2014).

Obr.10 Lichoběžníkový a trojúhelníkový profil zakládky



Zdroj: http://hgf10.vsb.cz/546/bmzo/pages/Technologie_kompostovani.html

Kompostování ve vacích

Kompostování ve vaku je v podstatě stejné jako kompostování na volné ploše, ale kompostovaný materiál je uložen v uzavřených vacích. Tato technologie se nazývá AG BAG. Používá se upravený PE vak (jiné barevné provedení, síla stěny fólie aj.), který je běžně používán při skladování a konzervaci statkových krmiv. Suroviny jsou vkládány do násypky speciálního stroje sloužícího pro plnění kompostovacího vaku, kde dojde k jejich drcení, promísení a zakládání do vaků společně s hadicí, která je napojena na ventilátory a zajišťuje přísun vzduchu. Po uzavření vaku již nelze měnit surovinovou skladbu, a proto je třeba dbát na důkladnou kontrolu při výběru vstupních surovin, jejich vlhkost, homogenitu a poréznost.

Kompostovací proces trvá cca 6–8 týdnů a není potřeba vodohospodářsky zabezpečená plocha, ale pouze zpevněná plocha s únosností cca 6 t.m⁻². Po ukončení kompostovacího procesu se vak podélně rozřízne a kompost se podle potřeby dále zpracovává. Výhodou je krátká doba kompostovacího procesu, zabránění únikům nežádoucích pachů a kapalin a je eliminován přístup hmyzu a hlodavců (Plíva, 2011).

Intenzivní kompostování

Podstatou intenzivního kompostování je intenzifikace zejména první fáze kompostování, tj. fáze mineralizace. Pomocí provzdušňování se dosahuje vyšších teplot, dochází k hygienizaci, při které se ničí patogenní a hnilobné mikroorganismy a kompost se zbaví zápachu. Tento proces svou intenzitou rozruší organickou hmotu do takové míry, že se výrazně zkrátí doba první fáze i celého procesu. Po dokončení první fáze je kompost volně navezen na hromady, kde postupně dozrává (Junga et al., 2015).

Zařízení pro intenzivní kompostování lze rozdělit do dvou skupin:

- polouzavřená kompostovací zařízení: polouzavřené boxy, žlaby, kompostovací systém s vrtnou věží,
- uzavřená kompostovací zařízení: bioreaktory – věžové, tunelové a rotační bioreaktory, kompostovací boxy.

Vermikompostování

Tato metoda kompostování je považována za nejpokročilejší metodu kompostování. Jedná se o biooxidační a stabilizační proces přeměny organických materiálů za působení žížal současně s mikroorganismy (Hanč a Plíva, 2013). Tato metoda využívá speciálně vyšlechtěný druh kalifornské žížaly (*Eisenia foetida*). Pro svůj metabolismus je žížalami využito asi 40 % organických látek a 60 % pro tvorbu humusu (Vítěz, 2015). Takto vytvořený humus obsahuje vysoký podíl přírodních enzymů, huminových kyselin a rostlinných hormonů (fytohormonů), jako jsou auxiny, gibbereliny, cytokininy a další.

Metoda může být zařazena mezi nízkonákladové způsoby zpracování biologicky rozložitelného materiálu, jelikož překopávání, částečnou dezintegraci a provzdušňování z větší části zajišťují právě žížaly (Hanč a Plíva, 2013). Aby bylo dosaženo správného průběhu vermikompostování, je potřeba zajistit, aby teplota nepřekročila rozsah 0–42 °C, pH bylo neutrální s maximální hodnotou 6–8 pH a vlhkost substrátu byla 78–82 %. V případě překročení těchto hodnot žížaly hynou (Červená et al., 2014).

Systémy vermikompostování:

- domácí vermikompostování: využívá se pro zpracování kuchyňských zbytků přímo v domácnostech. Jedná se o zakrytou nádobu vyrobenou z plastu nebo ze dřeva obsahující několik pater.
- vermikompostování v pásových hromadách na volné ploše: jedná se o technicky a investičně jednoduchý způsob zpracování organického odpadu. Hromady se nemusí překopávat a pouze se sleduje jejich vlhkost a podle potřeby se zavlažují. Proces je mírně zpomalen vlivem povětrnostních podmínek a tím se zpomalí i interval produkce výsledného kompostu (Hanč a Plíva, 2013).
- vermikompostování v ohraničených záhonech: je další varianta vermikompostování na volném prostoru. Většinou je záhon umístěn pod přístřeškem, který ho chrání před povětrnostními vlivy a prodlouží se vermikompostovací proces i v chladnějším období. Je nutné kontrolovat vlhkost a v případě vyšších venkovních teplot záhon zvlhčovat (Hanč a Plíva, 2013).

2.3.5 Kompostárna

Kompostárna je zařízení, které je určeno pro zpracování biologicky rozložitelného odpadu. Tato zařízení se dělí podle objemu zpracovaného odpadu na malá zařízení (do 150 t.rok⁻¹) a průmyslové kompostárny (nad 150 t.rok⁻¹) tak, jak je uvedeno v zákoně o odpadech č. 185/2001 Sb. Podle umístění se dělí na stálé kompostárny s vodohospodářsky zabezpečenou

plochou, polní kompostárny nebo probíhá kompostování přímo „na poli“. Pro každé zařízení jsou stanoveny rozdílné legislativní požadavky na provoz a technické zařízení (Plíva, 2010).

Stavební objekty

V případě, že se jedná o kompostárnu na dočasném stanovišti – polní kompostárna (produkce kompostu do 500 t.rok⁻¹), kde jsou suroviny zpracovány přímo v místě jejich vzniku nebo nejbližším okolí, tak není vodohospodářsky zabezpečena, má pouze zpevněnou kompostovací plochu, ale musí splňovat podmínky vodního zákona pro ochranu povrchových a podzemních vod (zákon č. 254/2001 Sb.).

Pokud se jedná o kompostování přímo „na poli“, tak je využívána kompostovací plocha dočasná a není vodohospodářsky zabezpečena, platí pro ni stejné podmínky jako pro „polní hnojiště dočasné“ neboli „složišťe“ a vyhláška č. 377/2013 Sb. stanovuje dobu uložení na místech vhodných k jeho uložení a schválených v havarijním plánu na 24 měsíců. Podle § 39 zákona č.254/2001 Sb. (zákon o vodách) je potřeba učinit přiměřená opatření, aby výluhy nevnikly do povrchových nebo podzemních vod a neohrozily jejich prostředí. Ukládat kompost na zranitelných místech je povoleno pouze v případě, že nedojde ke znečištění ani k ohrožení jakosti povrchových ani podzemních vod, a to nejdéle po dobu 9 měsíců. Ukládat kompost opětovně na stejné místo je možné až po 4 letech kultivace půdy a v rámci obhospodařování pozemku, tak, jak, ukládá nařízení vlády č. 103/2003 Sb. v § 9. Stálá kompostárna na rozdíl od výše uvedených zařízení musí disponovat vodohospodářsky zabezpečenou plochou, jímkou pro zadržování dešťové vody, plochou pro uskladnění navezené suroviny a hotového kompostu, oplocením, provozním objektem, přístřeškem pro mechanizaci, silniční vahou aj (Plíva, 2010).

Kompostovací plocha

Jak uvádí Plíva, (2010) je základem každé stálé kompostárny vodohospodářsky zabezpečená plocha, pro kterou nejsou stanovena žádná jednotná pravidla, je navržena odpovědným projektantem a vždy záleží na určitých podmínkách.

Tyto zabezpečené plochy musí vyhovovat hlavně těmto požadavkům:

- zamezit styku zpracovávaných surovin s okolní půdou a podzemní vodou,
- minimální spád kompostovací plochy musí být 2 %,
- zajistit volný přístup pracovní techniky k hromadám kompostu,
- zabezpečit odvod srážkových vod a splachů z kompostů do jímek,
- okraje obrubníku musí být vyvýšeny 0,4 metrů na terénu, jak doplňuje Váňa (2003).

Výstavba vodohospodářsky zabezpečené plochy je jednou z největších investic při stavbě kompostárny a cena se pohybuje cca od 800 až do 3000 Kč.m⁻². Z tohoto důvodu je výhodné využít stavby, které jsou již vodohospodářsky zabezpečené a náklady na jejich úpravu jsou oproti výstavbě nové plochy výrazně nižší. Patří sem silážní žlaby, hnojiště a zemědělská složiště, areál skladu hnojiv, ale i areál bývalého koupaliště. V případě, že budou kvalitně utěsněny spáry, lze použít i plochy zhotovené ze silničních panelů. Zbylé plochy, které slouží pro skladování stabilizovaného kompostu a k jeho dalšímu zpracování, mohou mít nižší úroveň vodohospodářského zabezpečení (Plíva, 2010).

Jímka na odpadní vodu

Jímka slouží v kompostárně pro zachycování odtékajících výluhů z kompostovacích hromad a srážkové vody z výrobních a manipulačních ploch nezaplňených kompostem. Jímka může být nadzemní se záchytnou vanou nebo zapuštěná do terénu, přičemž musí být minimální vyvýšení okraje jímky 0,4 m nad okolním terénem. Hladina v užitém prostoru zemní jímky nesmí přesahovat výšku nejnižšího místa na výrobní ploše. Objem jímky je vyměřen tak, aby byla schopná zachytit 15minutový přívalový déšť a dešťové srážky za 1–3 měsíce. Tekutina v jímce se používá ke zvlhčování kompostu. Informace o srážkách nutných pro výpočet je vhodné zjistit u nejbližší meteorologické stanice (Slejška a Váňa, 2005).

Ostatní stavební zařízení kompostárny

Mimo základní objekty, které jsou v kompostárně nezbytné, lze zřídit ostatní zařízení, která mohou výrazně ovlivnit investiční náklady a ekonomiku provozu.

V případě větších kompostáren se zřizují budovy sloužící jako kancelář pro administraci (evidence vstupních surovin, expedice zhotoveného kompostu apod.) buď na betonových základech s více místnostmi (vstupní prostor, kancelář, WC, sprcha) nebo pomocí upravených kontejnerů. Určitě je vhodné zbudovat přístřešek pro mechanizaci, uchráněním před povětrnostními vlivy prodloužit její životnost a v případě, že se kompostárna nachází na odlehlém místě, tak ji zabezpečit proti odcizení.

Oplocení kompostárny slouží jako zábrana proti vstupu nepovolaným osobám, případně zvěři a roznášení lehkých komponentů po okolí. Může být použito klasické pletivo bez podezdívky, ale je vhodné ve směru převládajících větrů vysadit stromy nebo keře, aby se zabránilo vysoušení kompostovaného materiálu a případným pachům. Silniční mostová váha slouží pro evidenci vstupního materiálu, ale i pro prodej kompostu, který nebude pytlován a bude naložen do vozu zákazníka. Měla by být dimenzována podle dopravních prostředků, které budou bioodpad do zařízení svážet, a je vhodné ji umístit za příjezdovou bránu vedle

administrativní budovy. V případě malé kompostárny stačí při evidenci vycházet z objemu nákladního prostoru dopravního prostředku (Vendolský et al., 2008).

Stroje a zařízení používaná v kompostárnách

Jak uvádí Plíva (2012), tak se při přeměně biologicky rozložitelného odpadu na kompost provádí jednotlivé pracovní operace, pro které je potřeba používat k tomu určené stroje a zařízení. Ty jsou vhodně seřazeny do strojních linek a linky se liší použitými typy strojů, jejich agregací, výkonností, nároky na obsluhu a na manipulační prostor. Na kompostárnách se běžně setkáváme s těmito sestavami:

- linka obsahující pouze jeden energetický zdroj pro připojení mechanizačních prostředků,
- linka složená z jednoúčelových strojů s vlastním pohonem,
- linka složená jako kombinace předcházejících dvou variant.

Schémata linek uvedených variant jsou znázorněna v příloze číslo 3.

Jednotlivé technické prostředky, které jsou součástí linky:

a) Energetický prostředek

Jak uvádí Zemánek (2010), tak se energetický prostředek využívá v případě, že stroj, který zajišťuje danou operaci, nemá vlastní energetický zdroj. Nejčastěji se využívá kolový traktor nebo čelní nakladač. Traktor musí být upraven tak, aby bylo možné připojit čelní lopatu pro manipulování se surovinami. Oba prostředky musí mít regulaci (superredukční převodovka) pojzdové rychlosti, pro dosažení rychlosti v rozmezí 0,1–1 km.h⁻¹. Tato rychlost je potřeba pro použití traktoru jako energetického zdroje, např. pro překopávač kompostu. V případě, že energetický zdroj nemá regulaci rychlosti, je u některých traktorů možnost dodatečné instalace redukční převodovky.

Při výběru energetického prostředku můžeme využít tato hodnotící kritéria:

- výkon motoru,
- regulace rychlosti (plazivá rychlost),
- snadná manévrovatelnost, malý poloměr otáčení,
- podvozek s dobrými záběrovými podmínkami, pohon obou náprav,
- dostatečný počet vnějších hydraulických okruhů,
- snadnost obsluhy,
- vývodový hřídel i v přední části, hydraulický závěs.

b) Drtiče a štěpkovače

Drtiče a štěpkovače patří mezi základní vybavení každé kompostárny, slouží pro dezintegraci vstupních surovin, která je nutná pro snadnou a kvalitní homogenizaci před tvorbou základek. Při drcení dochází k rozmělnování surovin tím, že se drtí a trhají na částice, které mají značně odlišné rozměry a u kterých se zvětší oxidační a styčná plocha a biodegradabilní proces probíhá účinněji, jak uvádí Zemánek (2010).

Drtiče: vhodné spíše pro drcení tenkých větví, kůry, zelené hmoty a ostatních měkkých odpadů. Pracovní ústrojí materiál láme, štípe a rozmělnuje na menší částice. Kvalita a výkon rozmělnění jsou dány typem drtícího ústrojí, tvarem a počtem nožů, cepů, kladiv, otáčkami rotoru a nastavením drtícího roštu. Drtiče vybavené drtícím rostem mají vyrovnanější velikost částic. Drtiče se používají ke zpracování nesourodého smíšeného odpadu.

Štěpkovače: jsou určeny k beztrískovému dělení dřeva podél nebo napříč jeho vláken. Používají se hlavně pro zpracování dřevních odpadů z ovocných výsadby a z údržby parků. Vyprodukovaná štěpka by měla velikostí odpovídat objemu 5 cm^3 , což je vhodný poměr mezi dobou rozkladu a náklady na štěpkování. Kvalita štěpek je ovlivněna pracovním ústrojím, pracovní rychlostí nožů, způsobem podávání materiálu a charakterem materiálu. Nejvhodnějším materiálem pro štěpkování je čerstvé, mokré a rovné dřevo.

Základní požadavky na stroje pro drcení a štěpkování vstupního materiálu:

- musí být schopny rozdrtit materiál na částice o objemu $5\text{--}50 \text{ mm}^3$,
- zpracovat materiál suchý, polosuchý i vlhký,
- musí být vhodně konstrukčně navrženy, aby nedocházelo k častému ucpávání,
- musí mít otěru odolné pracovní ústrojí,
- musí splňovat podmínky BOZP,
- musí mít požadovanou výkonnost při potřebné velikosti částic,
- musí mít plynulý mechanický přísun drceného materiálu.

Schéma rozdělení drtičů a štěpkovačů je uvedeno v příloze číslo 4.

c) Překopávač kompostu

Dle Zemánka (2010) je překopávání nejdůležitější operací v průběhu kompostování. Slouží k provzdušnění kompostovaného materiálu, jeho homogenizaci a rozmělnění.

Dochází ke zintenzivnění mikrobiální činnosti. Nejdůležitější požadavky na překopávače kompostu jsou:

- nízká pracovní rychlost s možností její regulace ($0-1\ 000\ \text{m}\cdot\text{h}^{-1}$),
- hodnotné provzdušnění a promísení materiálu v celém průřezu profilu,
- eventuelně rozmělnění vstupních surovin,
- formování překopávaných surovin do hromady rozměrově určeného profilu,
- dobrá manévrovatelnost a pojezdové vlastnosti pro pohyb po pracovní ploše.

Překopávače, které pracují kontinuálně, jsou nejvýhodnější z hlediska dosahované výkonnosti, kvality práce, prostorových nároků a celkového využití pracovního času. Jako nouzové řešení lze použít stroje s přerušovaným pracovním cyklem (nakladače), které se ovšem nedoporučují k překopávání malých hromad. Velmi důležitým hlediskem překopávače kompostu je kvalita nakypření materiálu, která je dána typem pracovního ústrojí.

Schéma rozdělení překopávačů kompostu je uvedeno v příloze číslo 4.

d) Prosévací (separační) zařízení

Prosévací zařízení slouží k rozdělení různých druhů látek na základě jejich rozdílných mechanicko-fyzikálních vlastností. Před vstupem materiálu do drtiče je třeba oddělit nežádoucí příměsi (kovové části, kameny, fólie atd.) a při finalizaci je potřeba zabezpečit u expedovaného kompostu vyrovnanou velikost zrn. Velikost zrn finálního kompostu se mění podle velikosti ok v prosévacím sítu na základě požadavku např. zákazníka. Čištění sít provádějí kartáče, kterými je zařízení vybaveno, jak uvádí Zemánek (2010), kde uvádí i kritéria pro výběr prosévacích a separačních zařízení, mezi které patří:

- specifikace charakteru prosévaného materiálu (vlhkost, lepivost, velikost částic aj.),
- technické parametry prosévacího zařízení (velikost otvorů, povrch prosévací plochy, počet kmitů, obvodová rychlost bubnu),
- potřebný prostor pro zařízení (rozměry prosévacího zařízení),
- provozní charakteristiky (pořizovací cena, náklady na provoz a energii, údržbu, hlučnost, výkonnost $\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$, $\text{t}\cdot\text{h}^{-1}$).

Schéma rozdělení prosévačů kompostu je uvedeno v příloze číslo 4.

3 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je návrh výstavby kompostárny pro město Hostivice a okolí. Jedná se o studii reagující na opatření plánu odpadového hospodářství města Hostivice, tj. na zvážení možnosti vybudování a provozování kompostárny na BRO pocházející z území města. Podle dostupných informací se touto problematikou ještě město nezabývalo, a v případě, že si nechá vypracovat stejnou studii, může porovnat její výsledek s touto prací při rozhodování, zda výstavbu realizovat či nikoliv. Dílčími cíli práce jsou:

- analýza zájmového území,
- provedení dotazníkového průzkumu,
- určení množství bioodpadu od občanů, vznikajícího v dané lokalitě,
- určení množství bioodpadu z veřejné zeleně, vznikajícího v dané lokalitě,
- návrh logistiky sběru a odvozu bioodpadu,
- výběr technických prostředků,
- výběr vhodného pozemku pro výstavbu kompostárny,
- technologické řešení kompostárny (výpočet kapacity kompostárny, jímky),
- ekonomické zhodnocení výstavby a provozu kompostárny.

Všechny výše uvedené dílčí cíle budou postupně zpracovány pomocí navazující metodiky a jejich výsledky budou prezentovány v kapitole číslo 5.

4 Metodika diplomové práce

4.1 Analýza zájmové oblasti

Využitím dostupných zdrojů budou určeny parametry lokality Hostivice a okolí. Počet obyvatel bude zjištěn podle informací z matriky městského úřadu města Hostivice. Počet jednotlivých zástaveb se stanoví podle doby jejich výstavby z informací Českého statistického úřadu. Stanoví se podíl obyvatel žijících v daných typech zástavby na základě informací o počtu bytů v bytových a rodinných domech na území města podle vztahu 1 a 2.

$$Z_{vil} = \frac{P_{vil}}{N_{byt}} \cdot 100 \quad [\%] \quad /1/$$

$$Z_{ven} = \frac{P_{ven}}{N_{byt}} \cdot 100 \quad [\%] \quad /2/$$

kde:

Z_{vil} ... podíl obyvatelstva ve vilové zástavbě [%],

Z_{ven} ... podíl obyvatelstva ve venkovské zástavbě [%],

N_{byt} ... celkový počet obydlených bytů [počet],

P_{vil} ... počet vilových zástaveb [počet],

P_{ven} ... počet venkovských zástaveb [počet].

Za předpokladu stejného průměrného počtu obyvatel v bytě, jak u rodinného, tak u bytového domu, se dopočtem do 100 % určí podíl obyvatel v sídlištní Z_{sid} zástavbě podle vztahu 3.

$$Z_{sid} = 100 - Z_{vil} - Z_{ven} \quad [\%] \quad /3/$$

kde:

Z_{vil} ... podíl obyvatelstva ve vilové zástavbě [%],

Z_{ven} ... podíl obyvatelstva ve venkovské zástavbě [%],

Z_{sid} ... podíl obyvatelstva v sídlištní zástavbě [%].

Stanoví se současná situace produkce a sběru bioodpadů na základě vyhodnocení plánu odpadového hospodářství města Hostivice za rok 2018.

4.2 Dotazníkové šetření

Pro získání názorů a postojů občanů na sběr bioodpadu bude vypracován dotazník skládající se z 11 otázek a dvou podotázek. Hlavním cílem je zjistit, jak občané nakládají s bioodpadem a v jakém typu zástavby bydlí. Mezi vedlejší cíle dotazníku patří zjištění, zda občané vědí, co je bioodpad, co by je motivovalo, a naopak co je odrazuje od třídění bioodpadů, zda jsou ochotni se finančně podílet na nákupu prostředků nutných pro třídění, maximální vzdálenost kontejneru, do kterého jsou občané ochotni bioodpad odnést a způsob informování o odpadech

(svozy, přistavení VOK) aj. Poslední čtyři otázky se zaměřují na zařazení odpovídajícího občana do skupiny podle druhu domácnosti, nejvyššího vzdělání, počtu členů v domácnosti a přibližného umístění jeho domácnosti, kde pro tuto odpověď byla vytvořena mapa se souřadnicemi, podle které měl dotazovaný občan najít svou domácnost.

Dotazník bude k dispozici online na webu, kdy bude jeho šíření probíhat pomocí sociální sítě Facebook, vytištěných letáčků s QR kódem a URL odkazem na dotazník, které budou umístěny do schránek občanů města, zapojena bude i městská knihovna, městský měsíčník a v neposlední řadě i osobní dotazování autorem práce. Cílem je pokrýt všechna pole na mapě, a to v co největší možné míře. Ukázka tištěné verze dotazníku, letáčku umístěného do schránek a odkazu na dotazník umístěný v Hostivickém měsíčníku je v příloze číslo 5.

4.3 Celkové množství bioodpadu v zájmové oblasti

Pro zájmovou oblast se stanoví produkce bioodpadu, která bude rozdělena do následujících skupin:

4.3.1 Produkce BRKO od obyvatel

Bioodpad produkovaný obyvateli se skládá z více položek a je proto nutné se na každou položku zaměřit jednotlivě.

Bioodpad ze zahrad: pro výpočet množství travní hmoty z pozemků občanů budou použity informace z dotazníku pro obce, který je součástí doporučené metodiky pro praxi s názvem Systém sběru biologicky rozložitelného odpadu v regionech (2012). Výpočet bude vycházet z tabulky číslo 3 v příloze 6, kde bude násobena výměra zahrad obyvatel množstvím vzniklé biomasy, které bylo stanoveno na $4,25 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, tj. jako střední hodnota spodních hranic běžně udávaných produkcí, jak je uvedeno v tabulce číslo 6.

Tab.6 Spodní hranice produkce biomasy podle různých autorů

Produkce [$\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$]	Zdroj
2	Zemánek et al. (2010)
4	Husáková (2007)
4,5	Hřebíček et al. (2010)
8	VUTZ (2008)
4,25	střední hodnota produkce

Na zahradách se vyskytuje i další flóra, která potřebuje pravidelnou péči a při níž vzniká bioodpad. Nejčastěji jsou to ovocné stromy, okrasné stromy, keře, živé ploty a další. Nelze přesně konstatovat, kolik stromů či keřů se vyskytuje průměrně na každém pozemku. V případě vilových zástaveb bude zahrada plnit účel spíše rekreační s převahou okrasných stromů a keřů,

u venkovských zástaveb bude převažovat počet ovocných stromů (jabloně, hrušně, meruňky aj.). Množství takto vzniklého bioodpadu se stanoví jako součet střední produkce při údržbě keřů, tj. $1,5 \text{ t.h}^{-1}$, a střední produkce při údržbě stromů $2,11 \text{ t.ha}^{-1}$. Celkem se jedná o $3,61 \text{ t.ha}^{-1}$ jak uvádí Zemánek et al. (2010).

Bioodpad z domácností: pro stanovení průměrného množství odpadu z domácností bude probíhat po celý rok v rámci šesti domácností, které se nacházejí ve sledované lokalitě, průzkum, kdy se bude sledovat produkce bioodpadu vždy jeden týden v měsíci. Každá rodina bude informována o termínech, kdy bude probíhat sběr bioodpadu, a jaké druhy bioodpadu budou sbírány. Po ukončení týdenního sběru budou tyto vzorky od účastníků odebrány, roztrženy podle jednotlivých frakcí (ovoce, zelenina, citrusy atd.), zváženy a zaznamenány. Po ukončení ročního sběru dojde k přepočtení množství na $\text{kg.obyvateľ}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ podle vztahu číslo 4.

$$m_{\text{bod}} = \frac{m_{\text{pbo}} \cdot kt}{p_o \cdot p_m \cdot 1000} [\text{kg} \cdot \text{obyvatel}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}] \quad /4/$$

kde:

m_{bod} ... roční produkce bioodpadu z domácností v kilogramech na osobu za rok [$\text{kg.obyvateľ}^{-1}.\text{rok}^{-1}$],

m_{pbo} ... celkové množství sebraného bioodpadu za sledované období [g],

kt ... počet týdnů za rok [počet],

p_o ... počet osob podílejících se na sběru [počet],

p_m ... počet měsíců sledovaného období [počet],

1000 ... přepočet z gramů na kilogramy [-].

Výsledek průzkumu bude porovnán s jinými průzkumy stejného zaměření. Výpočet celkového množství bioodpadu z domácností bude vycházet ze stanoveného množství $\text{kg.obyvateľ}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ násobeného počtem obyvatel.

4.3.2 Produkce BRKO z veřejné zeleně

Bioodpad, který vzniká z údržby komunální zeleně, nejčastěji se jedná o parky, hřiště, hřbitovy a jiné.

Travní hmota z parků a hřišť: výpočet bude vycházet z tabulky číslo 3 v příloze 6, kde bude násobena výměra těchto ploch množstvím vzniklé biomasy na jednotku plochy, tj. $2-7 \text{ t.ha}^{-1}$ podle intervalu údržby, jak uvádí Zemánek et al. (2010).

BRO z ovocných sadů a ostatních stromů: výpočet odpadního dřeva vzniklého z ovocných sadů bude vycházet rovněž z informací z dotazníku pro obce, tj. z tabulky

číslo 3 v příloze 6, kde bude násobena výměra ovocných sadů množstvím vniklého odpadního dřeva běžné tloušťky 10–100 mm na jednotku plochy, tj. 0,6–8 t.ha⁻¹, jak uvádí Zemánek et al. (2010).

Odpad ze hřbitovů: do tohoto odpadu patří především výzdoba hrobů sestávající se z věnců a květin. Výpočet bude vycházet z počtu hrobů a z měrné produkce v kilogramech bioodpadu na jeden hrob za rok, jak uvádí Balner a Franková (2009), viz příloha číslo 7.

4.3.3 Produkce BRKO z úřadů, škol, restaurací apod.

Stanoví se další potenciální zdroje bioodpadu v dané lokalitě, tj. na základě znalostí města a okolí dojde k vytipování potencionálních zdrojů bioodpadu a pomocí informací z tabulky v příloze číslo 7 (Balner a Franková, 2009) k přepočtu teoretického množství produkovaných odpadů. Tyto informace budou zaneseny to tabulky číslo 7 a stanoví se celková produkce odpadů obsahujících biologicky rozložitelný odpad.

Tab.7 Předpokládaná roční produkce odpadů obsahujících biologicky rozložitelný odpad podle typu služeb

Typ služby	Faktor	Kód odpadu	
		Měrná produkce [kg.faktor ⁻¹ .rok ⁻¹]	
		Celková produkce [kg]	

4.4 Logistika sběru a odvozu bioodpadu

Sběr a svoz bioodpadu bude realizován technickými službami města Hostivice. Na základě výsledků z metodik 4.1, 4.2 a 4.3 lze určit předpokládané zapojení občanů do sběru a předpokládané množství bioodpadu vzniklého na území města. Cílem je zajistit dopravu (propojení) veškerého sebraného množství odpadu z místa jeho vzniku s místem jeho následného zpracování. Při návrhu optimálního způsobu sběru a svozu se bude postupovat v níže uvedených dílčích krocích.

4.4.1 Stanovení potencionální účasti obyvatel na sběru a svozu odpadu BRKO z vilových, venkovských a sídlištních zástaveb a předpokládaná produkce

Do tabulky číslo 8 bude zapsána produkce z vilových, venkovských, sídlištních zástaveb a procentuálně se přepočte poměr donáška/odvoz/SKO ku kompostování, kdy při 0/100 % je veškerá produkce kompostována a při poměru 100/0 % je veškerá produkce svezena nebo donesena do kontejneru na bioodpad nebo umístěna do SKO. Analýzou výsledků dotazníkového šetření se určí pro každou zástavbu předpokládaná procentuální účast občanů a výsledná produkce bioodpadu od obyvatel.

Tab.8 Produkce bioodpadu z vilových, venkovských a sídlištních zástaveb

VILOVÁ ZÁSTAVBA							
Počet domů [počet]		ZASTOUPENÍ ZPŮSOBU ZPRACOVÁNÍ (DONÁŠKA, ODVOZ, SKO ku KOMPOSTOVÁNÍ) BIOODPADU V DANÉ ZÁSTAVBĚ [%]					
Počet obyvatel [počet]		0/100	20/80	40/60	60/40	80/20	100/0
MNOŽSTVÍ PRODUKCE PŘI ZPŮSOBU ZPRACOVÁNÍ FORMOU DONÁŠKY, ODVOZU A SKO [t]							
Bioodpad ze zahrad-tráva [t]							
Bioodpad ze zahrad-ostatní [t]							
Bioodpad z kuchyně [t]							
CELKEM [t]							
VENKOVSKÁ ZÁSTAVBA							
Počet domů [počet]		ZASTOUPENÍ ZPŮSOBU ZPRACOVÁNÍ (DONÁŠKA, ODVOZ, SKO ku KOMPOSTOVÁNÍ) BIOODPADU V DANÉ ZÁSTAVBĚ [%]					
Počet obyvatel [počet]		0/100	20/80	40/60	60/40	80/20	100/0
MNOŽSTVÍ PRODUKCE PŘI ZPŮSOBU ZPRACOVÁNÍ FORMOU DONÁŠKY, ODVOZU A SKO [t]							
Bioodpad ze zahrad-tráva [t]							
Bioodpad ze zahrad-ostatní [t]							
Bioodpad z kuchyně [t]							
CELKEM [t]							
SÍDLIŠTNÍ ZÁSTAVBA							
Počet domů [počet]		ZASTOUPENÍ ZPŮSOBU ZPRACOVÁNÍ (DONÁŠKA, ODVOZ, SKO ku KOMPOSTOVÁNÍ) BIOODPADU V DANÉ ZÁSTAVBĚ [%]					
Počet bytů [počet]							
Počet předzah. [počet]							
Počet obyvatel [počet]		0/100	20/80	40/60	60/40	80/20	100/0
MNOŽSTVÍ PRODUKCE PŘI ZPŮSOBU ZPRACOVÁNÍ FORMOU DONÁŠKY, ODVOZU A SKO [t]							
Bioodpad z předzah.-tráva [t]							
Bioodpad z předzah.-ostatní [t]							
Bioodpad z kuchyně [t]							
CELKEM [t]							

4.4.2 Stanovení vhodné nádoby pro vilovou, venkovskou a sídlištní zástavbu

Pro výpočet vhodné velikosti nádoby se vychází z počtu osob žijících v domácnosti, výměry pozemku, objemové hmotnosti bioodpadů a intervalu svozu a údržby. Pro venkovskou, vilovou a sídlištní zástavbu se bude vycházet ze stejného vzorce číslo 5.

$$V_{nv} = p \cdot \frac{m_k}{i_s \cdot \rho_k} + S_z \cdot \frac{m_t}{i_{ut} \cdot \rho_t} + S_z \cdot \frac{m_o}{i_{uo} \cdot \rho_o} \quad [m^3] \quad /5/$$

kde:

- p ... počet obyvatel v domácnosti, u sídlištní zástavby – p · počet bytů [počet],
 m_k ... průměrná produkce kuchyňského odpadu na jednoho obyvatele [$kg \cdot rok^{-1}$],
 ρ_k ... objemová hmotnost kuchyňského odpadu [$kg \cdot m^{-3}$],
 i_s ... interval svozu, 1krát za 14 dní – 26, 1krát za 7 dní – 52, 1krát za měsíc – 12 [-],
 S_z ... plocha pozemku, u sídlištní zástavby S_z · počet předzahrádek [m^2],
 m_t ... střední hodnota produkce travní biomasy [$kg \cdot m^{-2}$],
 i_{ut} ... interval údržby travní plochy [-],
 ρ_t ... objemová hmotnost travní biomasy [$kg \cdot m^{-3}$],
 m_o ... střední hodnota produkce ostatní biomasy [$kg \cdot m^{-2}$],
 i_{uo} ... interval údržby ostatní vegetace [-],
 ρ_o ... objemová hmotnost ostatní biomasy [$kg \cdot m^{-3}$].

4.4.3 Stanovení intervalu svozu, počtu nádob a volbu tras

Na základě informací získaných z předpokládané produkce se stanoví celkové množství, které je třeba svézt od občanů. Jak uvádí literatura, tak při použití kompostejneru je doporučovaný interval svozu jednou za dva týdny a svoz by měl probíhat mezi čtvrtkem a sobotou. Počet nádob se stanoví z vyhodnocení potencionální účasti občanů na třídění z bodu 4.4.1. Pro takto stanovený počet nádob je potřeba nastavit trasy svozu. Jak uvádí Altmann (2010b), tak svozový vůz o nosnosti 10 tun je schopen při okružní jízdě naložit 150 nádob o průměrné hmotnosti 65 kg. Doba jednoho okruhu se spočítá ze vztahu číslo 6.

$$T_O = \frac{p_n \cdot t_m}{60} + \frac{60 \cdot s_o}{v_s} + \frac{60 \cdot s_p}{v_p} + t_v \quad [\text{min}] \quad /6/$$

kde:

- p_n ... počet nádob [počet],
 t_m ... čas manipulace (přistavení, vysypání, vrácení) [s],
 s_o ... délka okruhu [km],
 60 ... přepočtení na minuty [-],
 v_s ... průměrná rychlost svozového vozu v okruhu [$km \cdot h^{-1}$],
 s_p ... vzdálenost na kompostárnu a zpět k místu začátku dalšího okruhu [km],
 v_p ... průměrná rychlost svozového vozu při jízdě na kompostárnu a zpět [$km \cdot h^{-1}$],
 t_v ... čas strávený na kompostárně (vážení, vykládka, ...) [min].

4.5 Návrh technologického a technického řešení výstavby kompostárny

Jako technologie kompostování bylo zvoleno kompostování v pásových hromadách na volné ploše. Jak je uvedeno výše, tak při přeměně biologicky rozložitelného odpadu na kompost, je zapotřebí pro každou operaci použít vhodné stroje a zařízení.

Zemánek (2010) uvádí, že při návrhu technického zajištění kompostárny u kompostování na pásových hromadách se vychází z:

- roční kapacity kompostárny [t],
- počtu kompostovacích cyklů v roce [počet],
- množství štěpkovaného dřevního odpadu [t],
- množství drceného BRKO [t],
- doby trvání jednoho cyklu [týden],
- počtu překopávek v jednom cyklu [1],
- objemové hmotnosti zakládky [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$],
- procentuálního zastoupení vyrobeného kompostu, který bude proséván [%],
- hmotnostní ztráty kompostu [%].

4.5.1 Návrh technického řešení

Množství materiálu zpracovaného v jednom cyklu:

$$m_{c1} = \frac{m_{zpr.}}{n_{cykl.}} \quad [t] \quad /7/$$

kde:

m_{c1} ... zpracované množství v jednom cyklu [t],

m_{zpr} ... celkové množství materiálu za rok [t],

$n_{cykl.}$... počet cyklů za rok [počet].

Množství k prosévání (prosévač):

$$m_{pros.} = m_{c1} \cdot \gamma \quad [t] \quad /8/$$

kde:

$m_{pros.}$... proseté množství materiálu v jednom cyklu [t],

m_{c1} ... zpracované množství v jednom cyklu [t],

γ ... procentuální zastoupení vyrobeného kompostu, který bude proséván [%],

Množství k překopávání (překopávač):

$$m_{\text{přek.}} = m_{c1} \cdot n_{\text{přek.}} \quad [t] \quad /9/$$

kde:

$m_{\text{přek.}}$... překopané množství materiálu v jednom cyklu [t],

m_{c1} ... zpracované množství v jednom cyklu [t],

$n_{\text{přek.}}$... počet překopávek v jednom cyklu [1].

Fond pracovního času v jednom cyklu:

$$T_{\text{PČ}} = t \cdot d \cdot h \quad [h] \quad /10/$$

kde:

$T_{\text{PČ}}$... fond pracovního času v jednom cyklu [h],

t ... počet týdnů [týdny],

d ... počet pracovních dní [dny],

h ... počet hodin pracovního dne [hodiny].

Nutná hodinová výkonnost drtiče, štěpkovače, překopávače a prosévače:

$$Q_h = \frac{m_{c1}}{T_{\text{PČ}} \cdot \rho} \quad [m^3 \cdot h^{-1}] \quad /11/$$

kde:

Q_h ... nutná hodinová výkonnost [$m^3 \cdot h^{-1}$],

m_{c1} ... množství zpracovaného materiálu v jednom cyklu [kg],

$T_{\text{PČ}}$... fond pracovního času v jednom cyklu [h],

ρ ... objemová hmotnost materiálu [$kg \cdot m^{-3}$],

– objemová hmotnost zakládky $450 \text{ kg} \cdot m^{-3}$,

– objemová hmotnost BRKO $600 \text{ kg} \cdot m^{-3}$,

– objemová hmotnost dřeva $150 \text{ kg} \cdot m^{-3}$.

Volba drtiče, štěpkovače, překopávače a prosévače bude vycházet z požadavků na jeho výkonnost Q_h , ovšem tuto volbu významně ovlivňuje roční využití rWs, které by z ekonomického hlediska (odpisy) nemělo u strojů klesnout pod $200\text{--}300 \text{ h} \cdot \text{rok}^{-1}$ a u traktorů pod $500\text{--}800 \text{ h} \cdot \text{rok}^{-1}$. V případě nízkého ročního využití je třeba zvážit výběr jiného stroje (s jinou výkonností), anebo zvýšit roční využití například pronajímáním, jak uvádí Zemánek (2010).

Roční využití rWs drtiče, štěpkovače a překopávače:

$$rWs = \frac{m_{zpr.}}{\rho \cdot Q_h} \left[\text{h.rok}^{-1} \right] \quad /12/$$

kde:

rWs ... roční využití stroje [h.rok^{-1}],

$m_{zpr.}$... celkové množství materiálu za rok [kg.rok^{-1}],

Q_h ... nutná hodinová výkonnost [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$],

P ... objemová hmotnost materiálu [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$].

Technické prostředky budou vybrány od různých výrobců na základě požadavků na jejich výkonnost Q_h . Předpokládá se, že na trhu bude více typů splňujících požadavky na výkonnost.

Z tohoto důvodu bude při výběru použita metoda váženého součtu, která vychází z principu maximalizace užitku. Metoda je vhodná zvláště pro kvantitativní kritéria a je třeba odlišit maximalizační a minimalizační kritéria. Nejhorší variantě j -tého kritéria (d_j) se přiřadí užitek nula a nejlepší hodnotě (h_j) užitek jedna. Pro správné řešení jsou zapotřebí kardinální informace, kritériální matice Y a vektor vah kritérií v^{\rightarrow} . Pomocí této metody lze nalézt nejvýhodnější variantu.

Pro určení vektoru vah kritérií v^{\rightarrow} bude použita bodovací metoda, kdy je p kritérií a q expertů a pro zvolenou bodovací stupnici od 0 do 10 musí j -tý expert ohodnotit i -té kritérium hodnotou a_{ij} ležící v dané stupnici. Čím důležitější kritérium pro experta je, tím více bodů dostane. Váha i -tého kritéria podle j -tého experta se vypočte podle vzorce číslo 13.

$$v_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^p a_{ij}} \quad /13/$$

kde:

v_{ij} ... váha j -tého kritéria [-],

a_{ij} ... součet všech bodů od jednotlivých expertů, které j -tému kritériu přiřadili [-],

$\sum_{i=1}^p a_{ij}$... celkový počet bodů, které experti rozdělili mezi všechna kritéria [-].

Jako experti budou osloveni provozovatelé kompostáren, které jsou v provozu na území České republiky podle databáze na webu Zemědělské ekologické regionální agentury. Provozovatelům bude zaslán soubor v Excelu s prostředky, kritérii pro výběr (viz tabulka 9) a instrukcí pro přidělení bodů. Po získání bodů k jednotlivým kritériím se stanoví vektory vah pro každé kritérium daného prostředku.

Tab.9 Kritéria pro výběr

Prostředek	Kritéria pro výběr
Drtič/Štěpkovač	výkonnost [m ³ .hod ⁻¹] požadovaný příkon [kW] průměr drceného materiálu [mm] cena [Kč]
Překopávač kompostu	výkonnost [m ³ .hod ⁻¹] požadovaný příkon [kW] pracovní prostor – šířka × výška [m ²] cena [Kč]
Prosévací zařízení	výkonnost [m ³ .hod ⁻¹] energetický zdroj velikost ok síta [mm] cena [Kč]

Hodnoty pro sestavení kritériální matice budou čerpány z webových stránek výrobců nebo prodejců. Po získání hodnot k nabízeným strojům a určením vektoru vah kritérií bude aplikována metoda váženého součtu v následujících krocích:

- určí se ideální varianta H s ohodnocením (h₁,..., h_k) a bazální varianta D s ohodnocením (d₁,..., d_k),
- vytvoří se standardizovaná kritériální matice R a její prvky se spočítají podle vzorce číslo 14.

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}-d_j}{h_j-d_j} \quad [-] \quad /14/$$

kde:

- r_{ij} ... užitek z i-té varianty podle j-tého kritéria [-],
- y_{ij} ...konkrétní kritériální hodnota (i-tá varianta j-tého kritéria) [-],
- d_j ... hodnota bazální (nejhorší) varianty v j-tém kritériu [-],
- h_j ... hodnota ideální varianty v j-tém kritériu [-].

Celkový užitek varianty a_i se spočítá podle vzorce 15, jako vážený součet dílčích užiteků podle jednotlivých kritérií.

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^k v_j \cdot r_{ij} \quad [-] \quad /15/$$

kde:

- u(a_i) ... celkový užitek varianty [-],
- r_{ij} ... užitek z i-té varianty podle j-tého kritéria [-],
- v_j ...normované váhy jednotlivých kritérií [-].

Varianty se seřadí podle snižujících se hodnot užitku, kdy s nejvyšší hodnotou je ta nejlepší varianta (Jablonský, 2002; Fiala, 1999).

4.5.2 Výpočet kapacity kompostárny

Jak uvádí Plíva et al. (2005), tak při výpočtu kapacity kompostárny lze vycházet ze dvou postupů:

1. je známo množství zpracovaných surovin a počítá se velikost kompostovací plochy,
2. je známa plocha určená pro kompostování a počítá se kapacita kompostárny.

V této práci se bude postupovat podle známého množství zpracovaných surovin. Pro stanovení celkového množství kompostovaných surovin se vychází z objemové hmotnosti různých vstupních surovin, které jsou sestaveny tak, aby výsledná zakládka byla optimální z hlediska poměru C:N.

Celkové množství M_c [t] za rok se stanoví pomocí vzorce číslo 16.

$$M_c = M_1 + M_2 + \dots M_i \quad [t] \quad /16/$$

kde:

M_1, M_2, M_i ...hmotnost vstupních surovin 1, 2, ... i [t].

Celková objemová hmotnost výsledného kompostu ρ_s [$t \cdot m^{-3}$] se v případě, že se nebude zohledňovat změna vlhkosti, stanoví pomocí vzorce číslo 17.

$$\rho_s = \frac{M_1 \cdot \rho_1 + M_2 \cdot \rho_2 + \dots M_i \cdot \rho_i}{M_c} \quad [t \cdot m^{-3}] \quad /17/$$

kde:

M_1, M_2, M_i ...hmotnost vstupních surovin 1, 2, ... i [t],

ρ_1, ρ_2, ρ_i ... objemová hmotnost vstupních surovin 1, 2, ... i [$t \cdot m^{-3}$].

Jak je uvedeno v kapitole 2.3.4 Kompostovací technologie, tak nejvýhodnější z hlediska poměr objemu kompostu na potřebnou plochu je lichoběžníkový profil, kde se jeho plocha průřezu A [m^2] stanoví podle vzorce číslo 18.

$$A = \frac{(B+B_1)}{2} \cdot h \quad [m^2] \quad /18/$$

kde:

B ... šířka základny pásové hromady – pracovní záběr překopávače [m],

B_1 ... šířka horní pásové hromady – lichoběžníkový průřez [m],

h ... výška pásové hromady [m].

Objem kompostu, který připadá na 1 m^2 kompostovací plochy P [$m^3 \cdot m^{-2}$] se stanoví pomocí vzorce 19.

$$P = \frac{A \cdot L}{B \cdot L} = \frac{A}{B} \quad [m^3 \cdot m^{-2}] \quad /19/$$

kde:

A ... plocha průřezu pásové hromady [m²],

B ... šířka základny pásové hromady – pracovní záběr překopávače [m],

L ... délka hromady [m].

Potřebná velikost kompostovací plochy S [m²] se stanoví pomocí vzorce 20.

$$S = \frac{M_c}{\rho_s} \cdot \frac{T}{kt} \cdot \frac{1}{P} \quad [\text{m}^2] \quad /20/$$

kde:

M_c ... celkové množství kompostovaných surovin [t],

ρ_s ... celková objemová hmotnost výsledného kompostu [t.m⁻³],

T ... doba trvání 1 kompostovacího cyklu v týdnech od navezení surovin po vyskladnění hotového kompostu [týdny],

P ... objem kompostu připadající na 1 m² [m³.m⁻²],

kt ... počet týdnů v roce, kdy se kompostuje [týdny].

Takto vypočtenou kompostovací plochu S [m²] je potřeba upravit pomocí koeficientu k, který se vztahuje ke zvolenému způsobu překopávání, jak je uvedeno ve vzorci 21.

$$S_c = S \cdot k \quad [\text{m}^2] \quad /21/$$

kde:

S_c ... skutečně potřebná kompostovací plocha [m²],

S ... vypočtená plocha [m²],

k ... koeficient podle zvoleného způsobu překopávání [-],

k = 1,1 pro šnekový překopávač, 1,4 pro traktorem tažený bubnový překopávač.

Výpočet délky pásové hromady l [m] se spočítá podle vzorce 22.

$$l = \frac{m_1 + m_2 + m_3}{\frac{\rho}{(B+B_1)} \cdot \frac{h}{2}} \quad [\text{m}] \quad /22/$$

kde:

m₁, m₂, m₃ ... hmotnost vstupních surovin [t],

ρ ... celková objemová hmotnost výsledného kompostu [t.m⁻³],

B ... šířka základny pásové hromady – pracovní záběr překopávače [m],

B₁ ... šířka horní pásové hromady – lichoběžníkový průřez [m],

h ... výška pásové hromady [m].

4.5.3 Výpočet objemu jímky na odpadní vodu

Jímka musí mít objem, který je schopen zachytit 15minutový přívalový déšť a dešťové srážky za 1–3 měsíce. Při výpočtu se využijí informace o ročním průměrném úhrnu srážek pro danou lokalitu, které jsou dostupné z archivu na webu Českého hydrometeorologického ústavu. Srážky, které budou zachyceny kompostem, se stanoví na 75 %, odpar z ploch zaplněných kompostem na 40 % a odpar z manipulační plochy na 30 % tak, jak uvádí Zemánek (2010).

Výpočet odtoku ze zaplněných a manipulačních ploch:

Odtok do jímky z plochy se vypočítá podle vztahu 23.

$$Q = S_b \cdot O \cdot N\check{C} \quad [m^3] \quad /23/$$

kde:

S_b ... sběrná plocha [m^2],

O ... odteč, tj. podíl z ročních průměrných srážek nezachycených kompostem,

$N\check{C}$... je neodpařená část: pro plochu pokrytou kompostem je 0,6,

pro volnou plochu 0,75.

Stanovení odtoku ze zaplněných a manipulačních ploch za 2 měsíce podle vztahu 24.

$$Q_{2m} = (Q_{zp} + Q_{mp}) \cdot \frac{2}{12} \quad [m^3] \quad /24/$$

kde:

Q_{zp} ... odtok do jímky ze zaplněné plochy [m^2],

Q_{mp} ... odtok do jímky z manipulační plochy [m^2],

2/12 ... počet měsíců v roce [měsíce].

Výpočet objemu vody z 15minutového přívalového deště podle vztahu 25.

$$Q = 0,9 \cdot E \cdot S_b \cdot r \quad [m^3] \quad /25/$$

kde:

0,9 ... je 900 sekund (15 minut)/1000 (převod z litrů na m^3),

E ... součinitel odtoku z výrobních ploch v hodnotě 0,8 u sklonu 1–5 %,

S_b ... sběrná plocha v m^2 ,

r ... nezredukováná intenzita 15minutového přívalového deště $l \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$ (Slejška, 2005).

4.6 Ekonomické zhodnocení výstavby a provozu kompostárny

Náklady, o kterých je potřeba uvažovat při realizaci a provozu kompostárny, lze rozdělit na investiční a provozní. Do investičních nákladů se řadí náklady na výstavbu, které zahrnují náklady na stavební povolení, projektovou dokumentaci, vodohospodářsky zabezpečenou plochu, jímku na odpadní vodu, váhu, administrativní budovu apod., náklady na technologické vybavení zahrnující pořízení traktoru, nakladače, překopávače, drtiče nebo štěpkovače a prosévače, a náklady na drobné vybavení zahrnující například teploměr a vybavení pro evidenci odpadů.

Do provozních nákladů se řadí náklady na celoroční fungování zařízení. Lze je rozdělit na fixní a variabilní. Fixní náklady jsou ty, které se nemění v závislosti na množství zpracovaného materiálu. Řadí se sem mzdy zaměstnanců, opravy hmotného majetku, údržba, odpisy. Výše variabilních nákladů se odvíjí od množství zpracovaného materiálu a jsou to náklady za celý kompostovací proces, tj. pohonné hmoty strojů, spotřeba elektrické energie a služby.

Provozování kompostárny přináší příjmy z prodeje kompostu a za zpracování biologického opadu. Mezi další ekonomický přínos lze zařadit snížení množství odpadů, snížení nákladů na jeho svoz a snížení poplatků za následné skládkování a úspora za nákup substrátů pro údržbu veřejné zeleně.

Metoda, která bude použita pro zhodnocení investice, se nazývá Metoda čisté současné hodnoty, kterou lze popsat základní principy hodnocení efektivnosti investic. Čistá současná hodnota se vypočítá jako součet současných (diskontovaných) hodnot všech peněžních toků investice. Nejdříve se stanoví hodnoty každého dílčího kroku investice, které se diskontují na základě diskontní sazby pro hodnocenou investici. Je-li hodnota součtu kladná, může se investice přijmout, naopak pokud je záporná, není vhodné investici přijmout (Malečková, Sivek, Jirásek, 2012).

Čistou současnou hodnotu investice vypočteme podle vzorce 26.

$$\text{ČSH} = \sum_0^t \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad [\text{Kč}] \quad /26/$$

kde:

ČSH ... čistá současná hodnota [Kč],

CF_t ... peněžní toky v jednotlivých letech [Kč],

t ... doba životnosti projektu [roky],

r ... diskontní úroková míra – zvolená na hodnotu 5,4 %, jak uvádí businessvize.cz (2010).

5 Vlastní práce

5.1 Analýza zájmové oblasti

Město Hostivice patří do Středočeského kraje a okresu Praha-západ. Leží při západní hranici Prahy. První písemná zmínka pochází z roku 1277 a statut města získalo v roce 1978. Město má katastrální výměru 1 449 ha a skládá se ze dvou evidenčních částí – Hostivice a Břve, viz příloha číslo 8.

Český statistický úřad uvádí, že žilo k 1. 1. 2019 v Hostivici 8 546 obyvatel. V tomto počtu jsou zahrnuty osoby, které mají ve městě trvale hlášený pobyt, a cizinci s povolením k dlouhodobému pobytu. Podle odhadu odboru vnitřních věcí města Hostivice žije ve městě asi 1 000 lidí, kteří mají trvalé bydliště hlášené jinde. Pro další výpočty bude proto použita hodnota 9 500 obyvatel. Český úřad zeměměřický a katastrální uvádí, že se zde nachází cca 2 201 rodinných domů a 100 bytových domů, ve kterých je přibližně 1 286 bytů. Celkem se tedy ve městě Hostivice nachází cca 3 487 obydlených bytů.

Při výpočtu zastoupení se předpokládá přibližně stejný průměrný počet obyvatel v bytě v rodinném a bytovém domě, který je 2,72 obyvatele na bytovou jednotku. Při určení vzájemného podílu mezi P_{vil} a P_{ven} se vychází ze stáří domů, tj. období, ve kterém byly postaveny, a hraniční rok je 1990. Domy postavené do roku 1990 spadají do venkovského typu zástavby a domy od roku 1991 do vilové zástavby. Tyto informace byly čerpány z výsledků sčítání lidu v roce 2001 vydané Českým statistickým úřadem viz příloha číslo 9.

Dosažením do rovnice 1 a 2 se vyjádří podíl obyvatel žijících v daných typech zástavby.

$$Z_{vil} = \frac{P_{vil}}{N_{byt}} \cdot 100 = \frac{1274}{3487} \cdot 100 = 36,53 \cong 37 \%$$

$$Z_{ven} = \frac{P_{ven}}{N_{byt}} \cdot 100 = \frac{927}{3487} \cdot 100 = 26,58 \cong 27 \%$$

Dopočtem do 100 % se určí podíl obyvatel v sídlištní Z_{sid} zástavbě podle rovnice 3.

$$Z_{sid} = 100 - Z_{vil} - Z_{ven} = 100 - 37 - 27 = 36 \%$$

Tab.10 Podíl obyvatel podle jednotlivých typů zástavby

Město	Obyvatel	N _{domy}	N _{byt}	N _{byt_rod}	Z _{vil}	Z _{venk}	Z _{sidl}
Hostivice	9 500	2 301	3 487	2 201	37 %	27 %	36 %
Počet obyvatel v každé zástavbě [počet]					3 515	2 565	3 420

Mezi léty 2003 až 2017 se zvýšil počet obyvatel o 70 % a podle prognózy by zde v roce 2032 mělo žít 10 700 obyvatel s trvalým bydlištěm, což je nárůst o zhruba 25 % oproti současnému stavu (Soukup, 2018). Ve strategickém plánu města Hostivice se uvádí, že do konce roku 2030 by se měl počet bytových jednotek navýšit o cca 1 655. Je to za předpokladu, že budou realizovány všechny evidované záměry (Onplan lab, 2019).

Svoz odpadů ve městě Hostivice

Svoz odpadů ve městě Hostivice je zajišťován technickými službami, které disponují potřebnou technikou. Technické služby pravidelně sváží směsný komunální odpad a separovaný odpad, dále nabízejí různé druhy služeb, tj. svoz kapalného odpadu, zahradnické práce, zapůjčení techniky aj. Pro separovaný odpad byla vytvořena sběrná hnízda, která jsou rozmístěna na různých místech v Hostivici.

Celkem je ve městě umístěno:

- 67 plastových kontejnerů o objemu 1 100 l na plast,
- 57 plastových kontejnerů o objemu 1 100 l na papír,
- 30 sklolaminátových kontejnerů o objemu 1 100 l na sklo,
- 25 plastových kontejnerů o objemu 1 100 l na tetrapak,
- 11 plastových nádob o objemu 240 l na kov,
- 5 sklolaminátových kontejnerů o objemu 1 100 l na bioodpad.

Občané mohou separovaný odpad uložit i ve sběrném dvoře technických služeb. Rozmístění sběrných hnízd je graficky vyjádřeno v příloze 10, kde kontejnery na bioodpad jsou na pozicích D6, D10, D13, G4 a K8.

Jak je výše uvedeno, tak občané mohou bioodpad ukládat do pěti kontejnerů umístěných na území města, které jsou pravidelně v sezóně 3krát týdně vyváženy. V termínu od prosince do března je možnost bioodpad ukládat do dvora technických služeb v ulici Jiráskova 100 (viz v příloze 10) a od dubna do listopadu do sběrného dvora technických služeb v areálu Hájek (viz v příloze 8).

Dále si mohou občané objednat placený odvoz nádob na bioodpad od svých domů, ovšem tato služba již není poskytována technickými službami, ale Pražskými službami a.s., které nabízejí sezonní i celoroční svoz a v ceně je i zapůjčení nádoby o objemu 120 nebo 240 litrů. Na oficiální dotaz, kolik lidí využívá tuto službu, bylo sděleno, že se jedná o obchodní tajemství společnosti, nicméně neoficiálně byl sdělen počet okolo 250 nádob. V příloze číslo 11 je uvedeno jejich rozmístění na základě monitoringu města. Celkem bylo identifikováno 218 kusů.

Současná produkce bioodpadu ve městě Hostivice

V tabulce číslo 11 je uvedena produkce odpadu ze zeleně v období 2011–2018 ze zprávy o vyhodnocení plnění plánu odpadového hospodářství města Hostivice za rok 2018 zpracovaného společností ISES, s.r.o. V tabulce je vidět výrazný pokles produkce od roku 2016 až do současnosti, který je podle vyjádření autora zprávy způsoben zavedením důsledné evidence a vážením sesbíraného bioodpadu namísto dřívější evidence dle objemu a přepočtem podle koeficientu na hmotnost. Za zmínku stojí i to, že radnice na přelomu let 2015 a 2016 rozdávala občanům kompostéry. Výrazný pokles v roce 2018 byl způsoben také změnou evidence odpadu z údržby městské zeleně, který je zpracováván v režimu předcházení vzniku odpadů.

Tab.11 Odpad ze zeleně v období 2011–2018

Katalogové číslo odpadu	Název druhu odpadu	Produkce [t.rok ⁻¹]							
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
200201	Biologicky rozložitelný odpad	2 895,5	4 925,9	4 173,5	3 925,8	3 470,3	1 499	953,6	123,3

Zdroj: ISES (2019)

Na území města Hostivice se v roce 2018 vyprodukovalo 1 774,1 tun směsného komunálního odpadu, což je v přepočtu na jednoho obyvatele (počet k 01. 01. 2019) 207,6 kg.rok⁻¹. V tabulce číslo 12 je uvedena produkce v období 2011–2018, kde je možné vidět mírný pokles za poslední dva roky, který může být způsoben rozdělením kompostérů občanům, i když to nelze s určitostí tvrdit. Celkem bylo propůjčeno 600 ks kompostérů a podle odboru životního prostředí se jednotky obyvatel zajímají o další. Z důvodů, že neexistuje v okolí zařízení, které by materiálově či energeticky zpracovalo směsný komunální odpad, je celá produkce odstraněna skládkováním na skládce v Úholičkách.

V případě, že směsný komunální odpad obsahuje 54 % biologicky rozložitelných složek, jak je uvedeno v tabulce číslo 3, tak občan ročně vyprodukuje průměrně 112,1 kg bioodpadu, který končí rovněž na skládce.

Tab.12 Produkce SKO v období 2011–2018

Katalogové číslo odpadu	Název druhu odpadu	Produkce [t.rok ⁻¹]							
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
200301	Směsný komunální odpad	2 193,8	2 154,9	1 936,1	1 987,4	2 002,8	2 008,1	1 786,5	1 774,1

Zdroj: ISES (2019)

5.2 Výsledek dotazníkového šetření

Na dotazník, který byl vytvořen pro tuto práci, odpovědělo celkem 305 domácností, z toho 273 odpovědí bylo použitelných. Celkem odpovědělo 187 domácností bydlících v rodinném domě, což je 69 % z celkového počtu, 63 domácností bydlících v bytě, což je 23 %, a 23 domácností bydlících v bytě s předzahrádkou se zastoupením 8 %. V příloze číslo 12 jsou zobrazeny počty odpovědí podle umístění. Na otázku, jak domácnosti nakládají s tímto odpadem, je souhrn odpovědí pro rodinné domy uveden v tabulce číslo 13.

Tab.13 Rodinné domy

Otázka: Jak nakládáte s bioodpady z Vaší domácnosti?		
Odpověď	Počet [ks]	Vyjádření v procentech [%]
a) ukládám na vlastní kompost	82	44
b) ukládám do sběrného dvora nebo kontejneru pro bioodpad spravovaného místními technickými službami (např. oranžový kontejner v Hostivici)	32	17
c) ukládám do kontejneru pro bioodpad sváženého jinou odpadovou společností (Pražské služby, Komwag, ...)	46	24
d) ukládám do směsného komunálního odpadu	28	15

Nejčastěji uváděnými důvody pro umístění bioodpadu do směsného komunálního odpadu jsou nároky na prostor, manipulace s odpadem a zápach z odpadu. Souhrn odpovědí na stejnou otázku pro byty a byty s předzahrádkami je uveden v tabulce číslo 14.

Tab.14 Sidlištní domy

Otázka: Jak nakládáte s bioodpady z Vaší domácnosti?		
Odpověď	Počet [ks]	Vyjádření v procentech [%]
a) ukládám na vlastní kompost	9	10 %
b) ukládám do sběrného dvora nebo kontejneru pro bioodpad spravovaného místními technickými službami (např. oranžový kontejner v Hostivici)	10	12 %
c) ukládám do kontejneru pro bioodpad sváženého jinou odpadovou společností (Pražské služby, Komwag, ...)	16	19 %
d) ukládám do směsného komunálního odpadu	51	59 %

U této skupiny byly nejčastější důvody pro umístění bioodpadu do směsného komunálního odpadu vzdálenost kontejneru na bioodpad, nároky na prostor a zápach z odpadu. Největší motivací pro třídění odpadu je pro občany ochrana životního prostředí, snížení ceny za odvoz odpadů, možnost odběru kompostu a v několika případech i bližší dostupnost kontejnerů. Až 75 % domácností je ochotno si pytle, nádoby nebo kompostéry na bioodpad zakoupit

a 97 % by se bylo ochotno zapojit do třídění bioodpadu, pokud by se na nákupu prostředků podílelo město. Akceptovatelná vzdálenost kontejneru od bydliště je mezi 100 až 150 metry. Občané chtějí být informováni o termínech svozu, přistavení velkoobjemového kontejneru aj. nejčastěji prostřednictvím městského časopisu a internetu. Podle dosaženého vzdělání bylo 75 % dotazovaných držitelů vysokoškolského titulu nebo vyššího odborného, 22 % mělo středoškolské vzdělání zakončené maturitou a 3 % středoškolské vzdělání bez maturity nebo základní vzdělání. Detailní vyhodnocení všech 273 odpovědí z dotazníků je uvedeno v příloze číslo 13.

5.3 Celkové množství bioodpadu v zájmové oblasti

5.3.1 Produkce BRKO od obyvatel

Bioodpad ze zahrad

Travní hmota ze zahrad

Tato produkce se týká vilových i venkovských zástaveb a bytů s předzahrádkou. Po provedení analýzy výměry zahrad pomocí informací z katastru nemovitostí bylo stanoveno, že zahrada venkovské a vilové zástavby má průměrnou výměru 400 m², tj. 0,04 ha, a průměrná výměra pro byt s předzahrádkou je 49 m², tj. 0,0049 ha. Produkce z těchto ploch je 4,2 t.ha⁻¹, jak je uvedeno v metodice. V tabulce číslo 15 je uvedena celková produkce travní hmoty.

Tab.15 Celková produkce travní hmoty ze zahrad obyvatel

Typ zástavby	Počet [počet]	Průměrná výměra [ha]	Produkce [t.ha ⁻¹]	Celkové množství [t]
vilová	1274	0,04	4,25	216,58
venkovská	927	0,04	4,25	157,59
sídlištní s předzahrádkou	210	0,0049	4,25	4,37
celkem				378,54 t

Ostatní bioodpad ze zahrad

Do ostatního bioodpadu ze zahrad řadíme listí a větve z pravidelné údržby stromů a keřů. Výměra zástaveb bude stejná jako v případě travní hmoty a produkce byla stanovena na 3,61 t.ha⁻¹, jak je uvedeno v metodice. Pouze v případě sídlištní zástavby s předzahrádkou bude produkce stanovena na 1,5 t.ha⁻¹, jelikož se na předzahrádkách nepředpokládá výskyt stromů, ale pouze keřů. V tabulce číslo 16 je uvedena celková produkce ostatního bioodpadu.

Tab.16 Celková produkce ostatního bioodpadu ze zahrad obyvatel

Typ zástavby	Počet [počet]	Průměrná výměra [ha]	Produkce [t.ha ⁻¹]	Celkové množství [t]
vilová	1274	0,04	3,61	183,97
venkovská	927	0,04	3,61	133,86
sídlištní s předzahrádkou	210	0,0049	1,5	1,54
celkem	319,37 t			

Bioodpad z domácností

Pro stanovení průměrného množství odpadu z domácností probíhal od listopadu 2018 do října 2019 v šesti domácnostech průzkum, který sledoval produkci kuchyňského bioodpadu vždy jeden týden v měsíci. Domácnosti byly poučeny o odpadu, který je možno ukládat do bioodpadu. Po týdnu byl bioodpad svezem, roztříděn a byly převáženy jednotlivé frakce bioodpadu. Týdenní produkce bioodpadu za každý měsíc v každé rodině je uvedena v tabulce číslo 17.

Tab.17 Měsíční produkce bioodpadu u sledovaných rodin

Rodina číslo	Počet osob [počet]	Měsíc v roce												Celkem [g]
		Produkce za měsíc [g]												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	3	1 922	2 604	1 894	1 628	1 859	1 684	1 853	1 230	1 810	1 910	2 672	2 167	23 233
2	4	3 032	2 372	3 058	1 342	2 184	2 577	1 984	2 247	1 640	1 975	3 064	3 366	28 821
3	4	840	1 268	1 406	1 422	976	1 198	924	963	868	871	1 698	2 206	14 640
4	3	1 056	912	1 062	776	1 237	1 158	1 370	711	1 225	780	1 560	1 188	13 035
5	2	2 070	1 514	2 686	1 564	1 982	2 240	2 361	2 417	2 250	2 060	1 548	2 914	25 606
6	4	2 582	2 652	2 756	2 130	2 584	5 012	3 762	2 777	3 890	3 815	3 040	4 304	39 304
celková produkce za sledované období													144 639	

Celková produkce za sledované období byla 144 639 g při celkovém počtu 20 osob. Přepočet na kg.obyvateľ⁻¹.rok⁻¹ je vyjádřen rovnicí 4.

$$m_{\text{bod}} = \frac{m_{\text{pbo}} \cdot 52}{20 \cdot 12 \cdot 1000} = \frac{144639 \cdot 52}{20 \cdot 12 \cdot 1000} = 31,34 \text{ kg}$$

Takto sebraný bioodpad byl roztříděn do osmi frakcí a seřazen podle zastoupení od nejvyššího po nejmenší, tak jak je uvedeno v tabulce číslo 18. Z tabulky je patrné, že největší zastoupení má zelenina s hodnotou cca 49 % a ovoce s hodnotou cca 22 %.

Tab.18 Pořadí jednotlivých komodit podle hmotnosti a procentuálního zastoupení

Pořadí podle hmotnosti	Komodity bioodpadu	Zastoupení [%]	Přepočtené množství [kg.obyvateľ ⁻¹ .rok ⁻¹]
1	zelenina	48,8	15,28
2	ovoce	22,5	7,04

Pořadí podle hmotnosti	Komodity bioodpadu	Zastoupení [%]	Přepočtené množství [kg.obyvateľ ⁻¹ .rok ⁻¹]
3	citrusy	14,4	4,55
4	kytky + zemina	6,3	1,98
5	čaj + káva	3,6	1,12
6	vařená zelenina	2,6	0,81
7	vaječné skořápky	1,3	0,41
8	papír a ostatní	0,5	0,15
Celkem		100	31,34

V průběhu průzkumu nebyly zjištěny v sebraných vzorcích prvky, které tam nepatří, a domácnosti se řídily přesně podle sdělených pokynů. Takto přepočtená hodnota produkce bioodpadu z domácnosti bude použita pro další výpočty při stanovení produkce BRKO od obyvatel. Celková předpokládaná produkce v zájmové oblasti činí 297,73 tun kuchyňského bioodpadu. Průběh sběru u první rodiny je uveden v příloze číslo 14 v tabulce číslo 1.

5.3.2 Produkce BRKO z veřejné zeleně

Veřejná zeleň zájmové oblasti je rozdělena do dvou skupin, kdy o skupinu A se starají technické služby Hostivice a údržba skupiny B je zadávána odborem životního prostředí externí firmě.

Travní hmota z parků a hřišť

Zeleň spadající do údržby Technických služeb Hostivice je rozdělena do tří kategorií podle intenzity péče. Kdy do kategorie I spadají městské parky, pásy zeleně u nejvýznamnějších komunikací a další plochy s nejvyšším standardem zajišťované péče. Údržba travního porostu probíhá při překročení výšky 15 cm a cca 6–10krát, u kategorie II probíhá údržba travního porostu cca 4–6krát a v případě kategorie III je to 2–3krát za vegetační období a podle průběhu počasí. U všech tří kategorií je zajištěna údržba květinových záhonů, prořezávání keřů, stříhání živých plotů nejméně 2krát za vegetační období a úklid listí v podzimním období s výjimkou kategorie III. Výměra různých kategorií a jejich předpokládaná produkce je uvedena v tabulce číslo 19.

Tab.19 Veřejná zeleň v údržbě Technických služeb Hostivice

Kategorie	Výměra [ha]	Produkce [t.ha ⁻¹]	Předpokládaná produkce [t]
I	6,72	7	47,04
II	9,78	4,5	44,01
III	12,02	2	24,04
Celkem	28,52	-	115,09

Skupina B je zadávána externí firmě, která musí splnit podmínky výběrového řízení, kdy jednou z podmínek je interval údržby s odstraněním hmoty. Tato skupina se dělí do tří kategorií podle údržby, kdy u kategorie I probíhá údržba 4–6krát, u kategorie II 3–5krát, u kategorie III 2–3krát za vegetační období a podle průběhu počasí. Výměra a předpokládaná produkce jednotlivých kategorií je uvedena v tabulce číslo 20.

Tab.20 Veřejná zeleň v údržbě externí firmy

Kategorie	Výměra [ha]	Produkce [t.ha ⁻¹]	Předpokládaná produkce [t]
I	0,96	4,5	4,32
II	2,06	3,25	6,695
III	6,66	2	13,32
Celkem	9,68	-	24,33

Celková produkce bioodpadu z parků a hřišť ze zájmové oblasti je 139,42 tun, která je v období cca od dubna do října.

BRO z ovocných sadů a ostatních stromů

V majetku města je i třešňový sad nazývaný „Třešňovka“, kde roste již nekolikátá generace stromů a o jehož údržbu se starají Technické služby Hostivice. Tato údržba není intenzivní, protože sad neslouží pro produkci ovoce, ale spíše jako rekreační místo a v územním plánu je vymezeno jako interakční prvek územního systému ekologické stability. Výměra tohoto pozemku je 6,36 ha a produkce z tohoto pozemku je z důvodů minimálních zásahů stanovena na 0,7 t.ha⁻¹. Předpokládaná produkce je uvedena v tabulce číslo 21.

Tab.21 Ovocný sad v údržbě Technických služeb Hostivice

Ovocný sad	Výměra [ha]	Produkce [t.ha ⁻¹]	Předpokládaná produkce [t]
Třešňovka	6,36	0,7	4,45

Město Hostivice si formou veřejné zakázky zajišťuje péči o dřeviny rostoucí na pozemcích v jeho vlastnictví. Vybraná firma provádí na konci aktivní vegetační doby (od začátku září do konce října) zdravotní, bezpečnostní a redukční řezy, instalaci bezpečnostních vazeb, ošetření a vyčištění dutin kmenů aj. Celkem se jedná cca o 160 stromů, nejčastěji lip, javorů, jírovců a jasanů. V tabulce číslo 22 je uvedena průměrná výška a obvod kmenů. Produkce dřevní hmoty při údržbě jednoho stromu byla stanovena na 47,5 kg.ks⁻¹, tj. jako střední hodnota produkce dřevní hmoty při údržbě a kácení u vybraných dřevin, jak uvádí Zemánek (2010).

Tab.22 Ostatní dřeviny v údržbě externí firmy

Počet stromů [počet]	Průměrná výška [m]	Průměrný obvod kmenu [cm]	Produkce [t.ks ⁻¹]	Celková produkce [t]
160	14,26	140	0,0475	7,6

Tato produkce není pravidelně se opakující, tudíž nebude započítána do celkové produkce bioodpadu z veřejné zeleně.

Odpad ze hřbitovů

V zájmové oblasti jsou 2 hřbitovy, o které se starají technické služby a podle informací z městského úřadu Hostivice je na nich odhadem 1000 hrobů. V tabulce číslo 23 je výpočet předpokládané produkce bioodpadu za rok. Bioodpad není vhodný ke kompostování kvůli znečištění nebiologickým odpadem, jako jsou plasty, kovy a sklo.

Tab.23 Předpokládaná produkce bioodpadu ze hřbitovů

Hřbitov	Počet hrobů cca [ks]	Množství biologicky rozložitelného odpadu (200201) [t.hrob ⁻¹]	Celkové množství biologicky rozložitelného odpadu (200201) [t]
Hostivický hřbitov	1000	0,002	2

5.3.3 Produkce BRKO z úřadů, škol, restaurací apod.

Na území zájmové oblasti se nachází řada živnostenských subjektů, kteří produkují nezanedbatelné množství odpadů. Po analýze těchto subjektů byly vybrány opravdu ty nejvýznamnější a byl sestaven přehled s předpokládanou roční produkcí, tak jak je uvedeno v tabulce číslo 24.

Tab.24 Předpokládaná roční produkce odpadů obsahujících biologicky rozložitelný odpad podle typu služeb

Typ služby	Faktor	Kód odpadu	
		Měrná produkce [kg.faktor ⁻¹ .rok ⁻¹]	
		Celková produkce [kg]	
restaurace [ks]	místa u stolu [ks]	200301	150101
		263	11
5	210	55 230	2 310
obchody [ks]	prodejní plocha [m ²]	200301	170201
		130	44
4	2 850	370 500	125 400
školy, školky [ks]	studenti, žáci [ks]	200201	150101
		10	3
7	1 480	14 800	4 440
školní jídelny [ks]	počet porcí jídla za školní rok (190 dní) [ks]	200108	150101
		0,038	0,01
4	294 500	11 191	2 945

V tabulce číslo 25 je uvedena celková produkce odpadu, který obsahuje biologicky rozložitelný odpad a koeficient rozložitelných složek jednotlivých odpadů (Voštová et al., 2009).

Tab.25 Celková produkce odpadů obsahujících biologicky rozložitelný odpad

Katalogové číslo odpadu	Produkce odpadu [t.rok ⁻¹]	Koeficient [-]	Produkce využitelného odpadu [t.rok ⁻¹]
150101	9,7	0,6	5,8
170201	125,4	1	125,4
200108	11,2	1	11,2
200201	14,8	1	14,8
200301	425,7	0,54	229,9
Celkem			387,1

Zdroj: koeficient Voštová et al. (2009)

S touto produkcí se nebude v případě realizace kompostárny počítat. Jedná se o odpad ze soukromého sektoru a jeho svoz není v kompetenci města. Je zde ovšem potenciál pro případný svoz, zpracování a příjem za poskytovanou službu. Pro zpracování odpadu číslo 200108 (biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven) je třeba vytvořit zvláštní podmínky, protože jejich zacházení podléhá zpřísněným normám.

5.4 Logistika sběru a odvozu bioodpadu

5.4.1 Stanovení potencionální účasti obyvatel na sběru a svozu odpadu BRKO z vilových, venkovských a sídlištních zástaveb a předpokládaná produkce

Součtem produkce bioodpadu od obyvatel z kapitoly 5.3.1 se stanovilo celkové množství bioodpadu, které je možné svážet. V tabulce číslo 26 je vyznačen předpokládaný poměr mezi kompostováním na pozemku občanů (stav, kdy nevzniká žádný odpad, tak jak ho definuje zákon o odpadech č. 185/2001 Sb. § 3, článek 1) a donáškou/odvozem/SKO (stav, kdy vzniká odpad, tak jak ho definuje zákon o odpadech č. 185/2001 Sb. § 3, článek 1) z jednotlivých typů zástaveb.

S pomocí letecké fotografie zájmové oblasti z roku 1990, viz příloha 9 obrázek 1, se stanovily oblasti, které spadají do vilové a vesnické zástavby, jak je zobrazeno v příloze číslo 9 na obrázku číslo 2. Podle odpovědí z dotazníku a jejich umístění v souřadné síti se stanovil poměr mezi kompostováním a donáškou/odvozem/SKO pro různé typy zástavby.

Tab.26 Předpokládané množství sváženého bioodpadu z jednotlivých typů zástaveb

VILOVÁ ZÁSTAVBA							
Počet domů [počet]	1 274	ZASTOUPENÍ ZPŮSOBU ZPRACOVÁNÍ (DONÁŠKA, ODVOZ, SKO ku KOMPOSTOVÁNÍ) BIOODPADU V DANÉ ZÁSTAVBĚ [%]					
Počet obyvatel [počet]	3 515	0/100	20/80	40/60	60/40	80/20	100/0
MNOŽSTVÍ PRODUKCE PŘI ZPŮSOBU ZPRACOVÁNÍ FORMOU DONÁŠKY, ODVOZU A SKO [t]							
Bioodpad ze zahrad-tráva [t]	0	43,31	86,63	129,94	173,26	216,58	
Bioodpad ze zahrad-ostatní [t]	0	36,79	73,58	110,38	147,17	183,97	
Bioodpad z kuchyně [t]	0	22,03	44,06	66,1	88,13	110,16	
CELKEM [t]	0	102,14	204,28	306,42	408,56	510,71	

VENKOVSKÁ ZÁSTAVBA							
Počet domů [počet]	927	ZASTOUPENÍ ZPŮSOBU ZPRACOVÁNÍ (DONÁŠKA, ODVOZ, SKO ku KOMPOSTOVÁNÍ) BIOODPADU V DANÉ ZÁSTAVBĚ [%]					
Počet obyvatel [počet]	2 565	0/100	20/80	40/60	60/40	80/20	100/0
MNOŽSTVÍ PRODUKCE PŘI ZPŮSOBU ZPRACOVÁNÍ FORMOU DONÁŠKY, ODVOZU A SKO [t]							
Bioodpad ze zahrad-tráva [t]	0	31,51	63,03	94,55	126,07	157,59	
Bioodpad ze zahrad-ostatní [t]	0	26,77	53,54	80,31	107,08	133,86	
Bioodpad z kuchyně [t]	0	16,08	32,15	48,23	64,31	80,39	
CELKEM [t]	0	74,37	148,73	223,1	297,47	371,84	
SÍDLIŠTNÍ ZÁSTAVBA							
Počet domů [počet]	100	ZASTOUPENÍ ZPŮSOBU ZPRACOVÁNÍ (DONÁŠKA, ODVOZ, SKO ku KOMPOSTOVÁNÍ) BIOODPADU V DANÉ ZÁSTAVBĚ [%]					
Počet bytů [počet]	1 286						
Počet předzah. [počet]	210						
Počet obyvatel [počet]	3 420	0/100	20/80	40/60	60/40	80/20	100/0
MNOŽSTVÍ PRODUKCE PŘI ZPŮSOBU ZPRACOVÁNÍ FORMOU DONÁŠKY, ODVOZU A SKO [t]							
Bioodpad z předzah.-tráva [t]	0	0,87	1,74	2,62	3,49	4,37	
Bioodpad z předzah.-ostatní [t]	0	0,3	0,61	0,92	1,23	1,54	
Bioodpad z kuchyně [t]	0	4,12	20,58	51,45	85,75	107,18	
CELKEM [t]	0	5,29	22,93	54,99	90,47	113,09	

Celkové předpokládané množství bioodpadu, které je potřeba svážet od občanů, je 568,24 tun za rok.

5.4.2 Stanovení vhodné nádoby pro vilovou, venkovskou a sídlištní zástavbu

Při výpočtu optimální nádoby na bioodpad pro vilovou nebo venkovskou zástavbu podle vztahu 5 se stanovil interval svozu bioodpadu 1krát za 14 dní, tak jak uvádí literatura. Interval údržby travního porostu je 8krát za sezónu a interval údržby ostatního porostu je 4krát za sezónu. Nádoba by měla pokrýt objem produkce v momentě, kdy bude produkce ze všech tří zdrojů, tj. bioodpad z kuchyně, z údržby travního porostu a z údržby ostatního porostu současně. Uvedené objemové hmotnosti byly stanoveny jako střední hodnoty objemových hmotností vznikajících odpadů viz příloha 19.

$$V_{nv} = 2,7 \cdot \frac{31,34}{26 \cdot 850} + 400 \cdot \frac{0,425}{8 \cdot 385} + 400 \cdot \frac{0,361}{4 \cdot 180} = 0,259 \text{ m}^3$$

Výsledkem je 0,259 m³, což je potřebný objem nádoby, který při přepočtu na litry vychází na 259 litrů. Běžně prodávané kompostejnery mají objem 120, 140, 240 litrů. U posečené trávy se dá počítat s jejím poklesem v nádobě, jak uvádí Altmann (2010b), a tudíž kompostejner o objemu 240 litrů je vhodnou nádobou pro vilovou i venkovskou zástavbu.

U sídlištního typu zástavby se řeší, jestli bytový dům má byty s předzahrádkou či nikoliv. Interval svozu a údržby porostů byly stanoveny stejně jako pro vilovou i venkovskou zástavbu. Nejčastější počet bytů v bytovém domě je 6, 8, 12, 21 a 30. Pro stanovení vhodné nádoby byla sestavena tabulka číslo 27 vycházející ze vztahu číslo 5 pro

možné kombinace počtů bytů a předzahrádek. Výsledek je vyjádřen v konkrétních objemech kompostejnerů. Nádoba by měla pokrýt produkci bioodpadu od všech obyvatel bytového domu i v případě, že bude probíhat údržba travního a ostatního porostu na předzahrádkách současně. Pokud počet bytů nebo předzahrádek neodpovídá skutečnému počtu, volí se nejbližší vyšší hodnota.

Tab.27 Optimální objem nádoby v litrech při předpokládané produkci sídlištního domu v závislosti na kombinaci počtů bytů a předzahrádek

		Počet bytů [počet]				
		6	8	12	21	30
Počet předzahrádek [počet]	0	120	120	120	120	120
	4	120	120	120	140	240
	6	120	140	140	240	240
	8	X	140	240	240	240
	10	X	X	240	240	120 +240

Výše uvedené výsledky a doporučení při volbě nádoby jsou založeny pouze na teoretickém základu. V praxi bude záležet hlavně na uživatelích nádob a způsobu, jak budou bioodpad ukládat. Na obrázku číslo 11 vlevo jsou uloženy větve z údržby keře bez dalšího zkrácení a nádoba je prakticky plná. Vpravo je stejná nádoba, ale větve byly zkráceny na menší a do nádoby je možné ukládat další bioodpad.

Obr.11 Způsob ukládání bioodpadu do kompostejneru



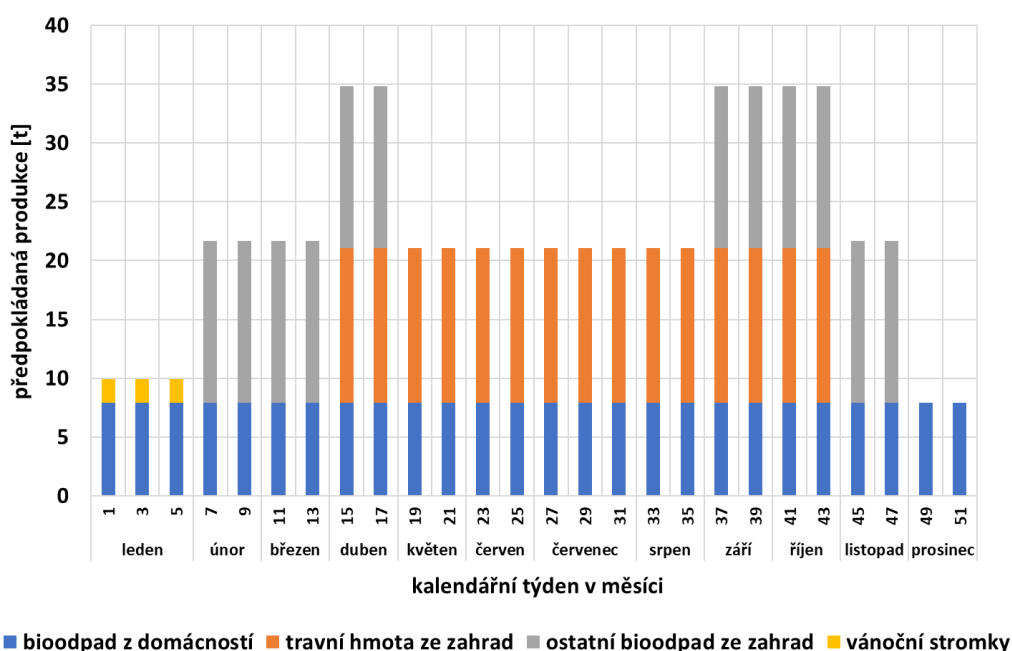
Zdroj: Autor

5.4.3 Stanovení intervalu svozu, počtu nádob a volby tras

Předpokládaná celková produkce bioodpadu od občanů byla stanovena na 568,24 tun za rok. Toto množství nebude rovnoměrné po dobu celého roku, ale bude se v průběhu roku měnit podle sezónnosti jednotlivých odpadů, s výjimkou bioodpadu z domácností, kde se dá předpokládat rovnoměrná produkce s minimálními výkyvy. V lednu se předpokládá, že se občané budou chtít zbavit vánočních stromků, a tak bylo stanoveno, že živý stromek má polovina domácností (druhá polovina vlastní umělý stromek), tj. 1 743 domácností, a průměrná hmotnost stromku je cca 3,5 kg, celkem se tedy jedná o 6,1 tuny.

Tato produkce za celý rok je rozdělena do 26 týdnů, kdy bude probíhat svoz, a je zobrazena na obrázku číslo 12.

Obr.12 Předpokládaná produkce bioodpadu ve svozovém týdnu za rok



Zdroj: Autor

Největší produkce bioodpadu je v dubnu, září a říjnu, kdy se očekává, že se vyskytne bioodpad z domácností, travní hmota ze zahrad a ostatní bioodpad ze zahrad současně.

Podle odhadu by se do třídění bioodpadu mohlo zapojit 765 domů z vilové zástavby, 370 domů z vesnické zástavby a 100 bytových domů, celkem tedy 1 235 domů. V dotazníku odpovědělo 75 % domácností, že by bylo ochotno si zakoupit kompostejner, a proto se pro odvozočný způsob sběru bude počítat s cca 930 kusy. Jejich rozdělení do jednotlivých souřadnic bylo provedeno na základě informací z katastru nemovitostí, tj. podle počtu domů v jednotlivých čtvrcích a podle jejich umístění buď ve vilové nebo venkovské zástavbě. Pro tyto nádoby bylo stanoveno šest svozových okruhů. Předpokládané rozmístění nádob

a svozové okruhy jsou uvedeny v příloze číslo 15. Svozové časy pro jednotlivé okruhy byly spočítány podle vztahu 6 a jsou uvedeny v tabulce číslo 28. Všechny okruhy mají společný čas manipulace nádoby stanovený na 20 vteřin (naměřeno při svozu bioodpadu Pražskými službami), průměrnou rychlost v okruhu stanovenou na 5 km.h⁻¹, přepravní rychlost na kompostárnu stanovenou na 50 km.h⁻¹ a čas strávený na kompostárně stanovený na 20 minut.

Tab.28 Svozové časy pro jednotlivé okruhy (kompostejnery)

Okruh číslo	Barevné rozlišení	Počet nádob [počet]	Délka okruhu [km]	Vzdálenost na kompostárnu a zpět [km]	Celkový čas [min]
1	červená	163	7,85	8,15	178,34
2	světle modrá	154	9,02	8,32	189,59
3	černá	161	3,39	9,52	125,77
4	tmavě červená	145	8,62	7,15	180,34
5	zelená	160	3,62	6,45	124,51
6	růžová	147	4,03	10,52	130,01
celkem [min]					928,56

Délky okruhů a vzdálenosti na kompostárnu byly změřeny pomocí funkce měření vzdálenosti na webu Mapy.cz. Celkový vypočtený čas je cca 930 minut, tj. cca 15,5 hodiny. Počet okruhů je počítán při předpokladu, že se do svozového vozu vejde cca 150 nádob o průměrné hmotnosti 65 kg.

Pro zbývající domácnosti, které jsou ochotny třídit bioodpad, pokud se na nákupu nádob či kontejnerů bude podílet město, je třeba rozmístit více kontejnerů, aby byla dostupnost co nejlepší. Z 37 sběrných hnízd je pouze v pěti z nich umístěn kontejner na bioodpad. Optimální by bylo do zbývajících hnízd umístit kontejner, ale to není u všech z hlediska prostoru možné. Lze uvažovat i o solitérním umístění, které by nenarušovalo vzhled města, neobtěžovalo občany a bylo snáze dostupné jak pro občany, tak pro svozovou techniku, ale pro tuto možnost je nutné vyhledat místo v majetku města, vybudovat zpevněné plochy a informovat občany o jejich umístění.

Lze uvažovat o 17 nových kontejnerech stejného typu, jako jsou stávající, které by byly rozmístěny do současných hnízd, a podle jejich užívání a vytížení by se jejich počet rozšířil. V příloze číslo 16 jsou zobrazeny nově rozmístěné kontejnery. Jejich rozmístění bylo stanoveno na základě znalostí jednotlivých sběrných hnízd s ohledem na jejich velikost. Svoz bude zajištěn vozem Avia s hydraulickou rukou a kontejnerem o objemu 10 m³. Rychlost vozu ve městě je max. 50 km.h⁻¹, mimo město je to 70 km.h⁻¹. V tabulce číslo 29 jsou uvedeny časy podle vztahu 6 a vzdálenosti jednotlivých okruhů. Doba strávená na kompostárně bude 20 minut a čas vysypání jednoho kontejneru 600 vteřin (10 minut).

Tab.29 Svozové časy pro jednotlivé okruhy (kontejnery)

Okruh číslo	Délka okruhu mimo město [km]	Délka okruhu ve městě [km]	Počet nádob [ks]	Celkový čas [min]
1	4	10,1	9	126
2	4	6,7	9	122
3	4	6	4	71
celkem [min]				319

Délky okruhů a vzdálenosti na kompostárnu byly změřeny pomocí funkce měření vzdálenosti na webu Mapy.cz. Celkový vypočtený čas je cca 319 minut, tj. cca 5,3 hodiny. Počet okruhů je počítán při předpokladu, že se do svozového vozu vejde cca 10 m³ odpadů. Pro oba okruhy platí, že časy vycházejí z maximální možné produkce v termínu svozu. Je jisté, že ne všechny nádoby budou naplněny do maxima, a tudíž svozové vozy budou schopny vysypat více nádob během jednoho okruhu.

5.5 Návrh technologického a technického řešení výstavby kompostárny

Při návrhu technického řešení se vychází z celkové produkce bioodpadu ze zájmové oblasti, která je zobrazena v tabulce číslo 30. Celkem by se mělo zpracovat 714 tun za rok. Vzhledem k tomu, že se předpokládá s 25 % nárůstem obyvatel do roku 2032, ale i možností, že občané, kteří se sice rozhodli bioodpad kompostovat, nebudou zvláště objemný odpad na kompost ukládat, tak se při výpočtu technického a technologického řešení bude počítat s celkovým množstvím 950 tun, což je cca 33 % nárůst oproti předpokládané produkci.

Tab.30 Celková produkce bioodpadu v zájmové oblasti

Měsíc	Druh bioodpadu [t]			Celkem [t]	Celkem po navýšení [t]	Kompostovací cyklus
	kuchyňský	tráva	ostatní			
Leden	23,7	0	6,1	29,8	39,6	1
Únor	15,8	0	27,6	43,4	57,7	
Březen	15,8	0	27,6	43,4	57,7	2
Duben	15,8	62,2	27,6	105,6	140,4	
Květen	15,8	33,1	0	48,9	65,0	3
Červen	15,8	42,7	0	58,5	77,8	
Červenec	23,7	60,9	0	84,6	112,5	4
Srpen	15,8	43,5	0	59,3	78,9	
Září	15,8	38,9	27,6	82,2	109,3	5
Říjen	15,8	55,6	27,6	99	131,7	
Listopad	15,8	0	27,6	43,4	57,7	6
Prosinec	15,8	0	0	15,8	21,0	
Celkem	205,4	336,9	171,7	713,9	949,5	-

Při návrhu se bude vycházet z těchto údajů:

- roční produkce bioodpadu je 950 tun,
- 6 kompostovacích cyklů v roce,
- cca 100 tun dřevního odpadu je štěpkováno,
- cca 850 tun BRKO je drceno,
- doba trvání jednoho cyklu je 15 týdnů,
- 15 překopávek v jednom cyklu,
- objemová hmotnost zakládky je 450 kg.m^{-3} ,
- 25 % vyrobeného kompostu bude proséváno,
- hmotnostní ztráty kompostu činí 30 %, proto je množství vyrobeného kompostu 665 tun za rok.

5.5.1 Návrh technického řešení

Jako energetický prostředek bude využit kompaktní malotraktor Iseki TJA 8100, který vlastní technické služby Hostivice. Tento malotraktor disponuje tříválcovým motorem se systémem Common-Rail, má 36 rychlostí vpřed i vzad, a to umožňuje rozmezí pojezdové rychlosti mezi $0,3\text{--}39 \text{ km.hod}^{-1}$. Vývodový hřídel poskytuje 540 ot.min^{-1} . K traktoru je možné připojit čelní lopatu a používat traktor jako nakladač.

Obr.13 Malotraktor Iseki TJA 8100



Zdroj: <https://www.lectura-specs.fr/fr/modele/vehicules-et-engins-communaux/vehicule-mini-tracteurs-iseki/tja-8100-1163988>

Tab.31 Vybrané technické parametry malotraktoru Iseki TJA 8100

TJA 8100	
Motor	Sisu
Palivo	Nafta
Řízené vstřikování	Common Rail
Počet válců	3
Objem válců [cm ³]	3 300
Výkon dle 97/68 ES [kW]	74
Počet rychlostí [-]	36 + 36R
Rychlost max. [km.hod ⁻¹]	39
Uzávěrka diferenciálu	Ano
Pohon všech kol	Ano
Pracovní hydraulika [l.min ⁻¹]	65
Vývodový hřídel [ot.min ⁻¹]	540
Síla zdvihu zadních ramen [kg]	3 400
Rozměry min. (d × š × v) [mm]	3 950 × 1 835 × 2 610

Zdroj: <https://www.kerka.cz/kompaktni-malotraktor-iseki-tja-8100-0>

a) výběr překopávače

Při výběru překopávače se spočítá nutná hodinová výkonnost, tak jak je uvedeno v metodice, podle množství materiálu určeného k překopání, počtu překopávek, délky kompostovacího cyklu atd. Tato hodnota bude orientační a bude určena pro stanovení rozsahu při výběru překopávačů pro sestavení kritériální matice. V tabulce číslo 32 je postupný výpočet podle metodiky v kapitole 4.5.1.

Tab.32 Výpočet nutné hodinové výkonnosti

	Postup	Výpočet	Výsledek	Jednotka	Vzorec
V jednom cyklu bude zpracováno	celkové množství materiálu za rok [t] / počet cyklů za rok	665 / 6	110,83	[t]	7
Množství k překopávání	zpracované množství v jednom cyklu [t] · počet překopávek v jednom cyklu	110,83 · 15	1 662,45	[t]	9
Fond pracovního času v jednom cyklu	počet týdnů · počet pracovních dní · počet hodin pracovního dne	15 · 1 · 6	90	[h]	10
Nutná hodinová výkonnost	množství zpracovaného materiálu v 1 cyklu / (fond pracovního času v jednom cyklu · objemová hmotnost materiálu)	1 662 450 / (90 · 450)	41,05	[m ³ .h ⁻¹]	11

S ohledem na požadavek 30–40 % rezervy bude volba překopávače směřovat ke stroji s výkonností mezi 55 až 60 m³.h⁻¹

Nutná hodinová výkonnost byla zvolena cca na hodnotu 60 m³.h⁻¹. Vzhledem k tomu, že se na trhu neprodávají překopávače s tak nízkou výkonností, byly zvoleny překopávače v nejnižší výkonové třídě. V tabulce číslo 33 jsou uvedeny překopávače, které jsou běžně dostupné

na českém trhu, a informace pro každý překopávač byly zjištěny u výrobců a prodejců zemědělské techniky.

Tab.33 Vybrané typy překopávačů

Typ	Výkon	Požadovaný příkon	Pracovní prostor	Cena
	[m ³ .h ⁻¹]	[kW]	výška × šířka [m ²]	[Kč]
PRT 2500	500	≥ 50	3,5	594 800
TG 231	400	≥ 60	3,1	442 000
RV-T 1500	350	≥ 45	1,2	416 000
RV-T 2000	400	≥ 45	2	481 000

Zdroj: internetové stránky výrobců

Výběr vhodného překopávače bude proveden podle postupu v metodice, kdy se zvolí ideální a bazální varianta a sestaví se standardizovaná kritériální matice, jak je uvedeno v tabulce číslo 34. Hodnocení jednotlivých kritérií od vybraných expertů pro překopávač je uvedeno v příloze číslo 17 v tabulce 1.

Tab.34 Standardizovaná kritériální matice R

Typ	Výkon	Požadovaný příkon	Pracovní prostor	Cena
	[m ³ .h ⁻¹]	[kW]	[m ²]	[Kč]
PRT 2500	1	0,66666	1	0
TG 231	0,333333	0	0,82608	0,85458
RV-T 1500	0	1	0	1
RV-T 2000	0,333333	1	0,34782	0,36353
Váhy (V_{ij})	0,283582	0,228855721	0,258706	0,228856
Ideální varianta (h_j)	500	45	3,5	416 000
Bazální varianta (d_j)	350	60	1,2	594 800
(h_j-d_j)	150	15	2,3	178 800

Vyjádří se agregovaná funkce užítku jednotlivých překopávačů a vybere se varianta s nejvyšší funkcí agregovaného užítku, jak je uvedeno v tabulce číslo 35.

Tab.35 Sestupně seřazené stroje dle agregované funkce užítku

Pořadí	Typ	Výrobce	Agregovaná funkce užítku u (a _i)
1	PRT 2500	PEZZOLATO	0,694857513
2	TG 231	Fuchs Maschinenbau s.r.o.	0,503815124
3	RV-T 2000	Green Technik	0,496562288
4	RV-T 1500	Green Technik	0,457711442

Metodou váženého součtu vychází jako varianta s nejvyšší funkcí agregovaného užítku typ PRT 2500 od výrobce Pezzolato. Tento překopávač je poháněný od vývodové hřídele traktoru (hřídele 540 ot.min⁻¹) a může zpracovávat hromady o šířce 2,5 m a výšce 1,4 m. Disponuje

hydraulicky výškově stavitelnou ojí a zvedáním do transportní polohy. Protizávaží je vhodné naplnit sypkou hmotou cca 1 m³. Rozměry v transportní poloze jsou 1,97 × 4,1 × 3,6 m. Cena je 594 800 Kč bez DPH dle stávajícího platného ceníku ZV AGRO, s.r.o. Tento typ se dá koupit i levněji přes bazary. Roční využití rW_s je spočteno v tabulce číslo 36.

Tab.36 Roční využití (rW_s) pro překopávač PRT 2500

	Postup	Výpočet	Výsledek	Jednotka	Vzorec
Roční využití rW_s	celkové množství zpracovaného materiálu za rok / (nutná hodinová výkonnost · objemová hmotnost materiálu)	9 975 000 / (500 · 450)	44,3	[h.rok ⁻¹]	12

Roční využití překopávače vychází na 44,3 h.rok⁻¹, což je pod hranicí 200 h.rok⁻¹. Volba jiného překopávače, který má nižší výkonnost, například RV-T 1500 zvýší roční využití na hodnotu 63,3 h.rok⁻¹, ale podle agregované funkce užitku je na posledním místě s výrazným rozdílem oproti typu PRT 2500. Proto bude zvolen typ PRT 2500 a bude se muset zvýšit jeho roční využití pronajímáním nebo celkové množství zpracovaného materiálu za rok.

b) výběr drtiče

Při výběru drtiče se spočítá nutná hodinová výkonnost, tak jak je uvedeno v metodice, podle množství materiálu, které bude drceno, fondu pracovního času v jednom cyklu atd. Tato hodnota bude orientační a je určena pro stanovení rozsahu při výběru drtičů pro sestavení kritériální matice. V tabulce číslo 37 je postupný výpočet podle metodiky v kapitole 4.5.1.

Tab.37 Výpočet nutné hodinové výkonnosti

	Postup	Výpočet	Výsledek	Jednotka	Vzorec
V jednom cyklu bude zpracováno	celkové množství materiálu za rok [t] / počet cyklů za rok	850 / 6	141,6	[t]	7
Fond pracovního času v jednom cyklu	počet týdnů · počet pracovních dní · počet hodin pracovního dne	15 · 1 · 6	90	[h]	10
Nutná hodinová výkonnost	množství zpracovaného materiálu v 1 cyklu / (fond pracovního času v jednom cyklu · objemová hmotnost materiálu)	141 600 / (90 · 600)	2,62	[m ³ .h ⁻¹]	11
Návrh drtiče bude směřovat k hledání stroje o výkonnosti cca 2–5 m ³ .h ⁻¹ .					

Nutná hodinová výkonnost byla spočtena na 2,62 m³.h⁻¹. V tabulce číslo 38 jsou uvedeny drtiče, které jsou dostupné na českém trhu a jsou v požadovaném rozsahu.

Tab.38 Vybrané typy drtičů

Řada-Typ	Výkonnost stroje [m ³ .h ⁻¹]	Průměr dřeva [mm]	Požadovaný příkon [kW]	Cena bez DPH [Kč]
PIRANA	2	70	20	32 990
BARAKUDA	4	120	30	115 200
MURÉNA	5	100	30	180 000
Negri bio R130T	3,5	50	11	49 098
Negri bio R185T	5,5	90	9,6	76 440
Negri bio R255T	10	90	14,7	239 316
Negri bio R95T	3,5	70	11	49 098

Zdroj: internetové stránky výrobců

Výběr vhodného drtiče bude proveden podle postupu v metodice, kdy se zvolí ideální a bazální varianta a sestaví se standardizovaná kritériální matice, jak je uvedeno v tabulce číslo 39. Hodnocení jednotlivých kritérií od vybraných expertů pro drtič je uvedeno v příloze číslo 17 v tabulce 1.

Tab.39 Standardizovaná kritériální matice R

Řada-Typ	Výkonnost stroje (m ³ .h ⁻¹)	Průměr dřeva [mm]	Požadovaný příkon [kW]	Cena bez DPH [Kč]
PIRANA	0	0,28571	0,483091787	1
BARAKUDA	0,25	1	0	0,601552882
MURÉNA	0,375	0,71429	0	0,287486793
Negri bio R130T	0,1875	0	0,917874396	0,921929374
Negri bio R185T	0,4375	0,57143	1	0,789410932
Negri bio R255T	1	0,57143	0,739130435	0
Negri bio R95T	0,1875	0,28571	0,917874396	0,921929374
Váhy (V_{ij})	0,311627907	0,227906977	0,237209302	0,223255814
Ideální varianta (h_j)	10	120	9,6	32990
Bazální varianta (d_j)	2	50	30	239316
(h_j-d_j)	8	70	20,7	206326

Vyjádří se agregovaná funkce užitku jednotlivých překopávačů a vybere se varianta s nejvyšší funkcí agregovaného užitku, jak je uvedeno v tabulce číslo 40.

Tab.40 Sestupně seřazené stroje dle agregované funkce užitku

Výrobce	Řada-Typ	Agregovaná funkce užitku u [a _j]
Negri-bio	Negri bio R185T	0,68001965
	Negri bio R255T	0,61718908
	Negri bio R95T	0,54710094
	Negri bio R130T	0,48198467
BYSTROŇ ČR	BARAKUDA	0,440114132
	PIRANA	0,402965959
	MURÉNA	0,343834261

Metodou váženého součtu vychází jako varianta s nejvyšší funkcí agregovaného užitku drtič od společnosti Negri bio, typ R185T, který má rozměry $2,2 \times 0,91 \times 1,7$ m. Drtící systém se skládá ze dvou nožů, jednoho protinože a deseti kladívek, vstupní otvor drtícího ústrojí je 130×160 mm, výška výhozového komínku je 1,7 m, lze ho prodloužit o 400 mm a drtič je uchycen pomocí tříbodového závěsu. Cena bez DPH je 76 440 Kč. Roční využití rW_s je spočteno v tabulce číslo 41.

Tab.41 Roční využití (rW_s) pro drtič Negri bio R185T

	Postup	Výpočet	Výsledek	Jednotka	Vzorec
Roční využití rW_s	celkové množství zpracovaného materiálu za rok / (nutná hodinová výkonnost · objemová hmotnost materiálu)	$850\,000 / (5,5 \cdot 600)$	257,6	[h.rok ⁻¹]	11

Roční využití drtiče vychází na $257,6 \text{ h.rok}^{-1}$ a splňuje požadavek na minimální roční využití 200 h.rok^{-1} .

c) výběr štěpkovače

Technické služby disponují štěpkovačem za traktor CRONIMO WCBX-42R, který má pracovní výkon $5-7 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, vytváří štěpku o velikosti 1–5 cm, je nesený na zadním tříbodovém závěsu traktoru, je osazen hydraulickým posuvem větví a štěpkuje větve a dřevní odpad do průměru 10 cm. V tabulce číslo 42 je postupný výpočet podle metodiky v kapitole 4.5.1.

Tab.42 Výpočet nutné hodinové výkonnosti

	Postup	Výpočet	Výsledek	Jednotka	Vzorec
V jednom cyklu bude zpracováno	celkové množství materiálu za rok [t] / počet cyklů za rok	$100 / 6$	16,6	[t]	7
Fond pracovního času v jednom cyklu	počet týdnů · počet pracovních dní · počet hodin pracovního dne	$15 \cdot 1 \cdot 6$	90	[h]	10
Nutná hodinová výkonnost	množství zpracovaného materiálu v 1 cyklu / (fond pracovního času v jednom cyklu · objemová hmotnost materiálu)	$16\,600 / (90 \cdot 150)$	1,23	[m ³ .h ⁻¹]	11
Nutná hodinová výkonnost je $1,23 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.					

Štěpkovač, který vlastní technické služby, má dostatečnou výkonnost pro zpracování požadovaného množství materiálu.

d) výběr prosévače

Při výběru prosévače se spočítá nutná hodinová výkonnost, tak jak je uvedeno v metodice, podle množství prosetého materiálu. Tato hodnota bude orientační a je určena pro stanovení

rozsahu při výběru prosévačů pro sestavení kritériální matice. V tabulce číslo 43 je postupný výpočet podle metodiky v kapitole 4.5.1.

Tab.43 Výpočet nutné hodinové výkonnosti

	Postup	Výpočet	Výsledek	Jednotka	Vzorec
V jednom cyklu bude zpracováno	celkové množství materiálu za rok [t] / počet cyklů za rok	665 / 6	110,8	[t]	7
Množství k prosévání	zpracované množství v jednom cyklu [t] · procentuální zastoupení vyrobeného kompostu, který bude proséván [%]	110,8 · 0,25	27,7	[t]	8
Fond pracovního času v jednom cyklu	počet týdnů · počet pracovních dní · počet hodin pracovního dne	15 · 1 · 6	90	[h]	10
Nutná hodinová výkonnost	množství zpracovaného materiálu v 1 cyklu / (fond pracovního času v jednom cyklu · objemová hmotnost materiálu)	27 700 / (90 · 450)	0,68	[m ³ .h ⁻¹]	11
Návrh drtiče bude směřovat k hledání stroje o výkonnosti cca 1 m ³ .h ⁻¹ .					

Nutná hodinová výkonnost je 0,68 m³.h⁻¹, pro takto nízkou hodinovou výkonnost nejsou na trhu dostupná běžná stacionární či mobilní prosévací zařízení. Jejich výkonnost se pohybuje od 8 do 60 m³.h⁻¹ a cena je v řádu statisíců korun za nový stroj.

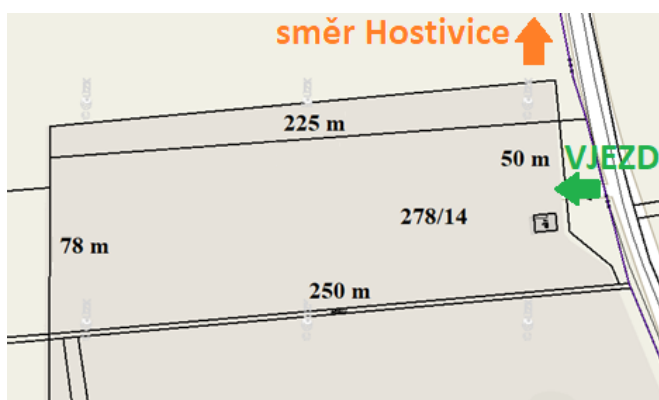
V tomto případě lze využít prosévací lopatu nebo rotační lžíci jako přídavné zařízení pro malotraktor Iseki TJA 8100, která má nižší výkonnost, cenu a měla by být dostačující pro potřeby navrhované kompostárny. Pro toto zařízení se nestanoví kritériální matice, ale bude vybrán konkrétní typ, a to FZ prosévací rotační lžíce od společnosti FZ SERVIS, která byla původně určena výhradně k třídění substrátu, ale změnou konstrukce je určena jak pro prosev substrátu, tak vytěžené zeminy. Nabírací rám je ukončen břitem z Hardoxu 400. Velikost oka je 34 mm a na bubnu je umístěn kartáč pro čištění. Prosetý materiál propadává pod lžíci a neproseté části se vyklopí. Objem bubnu je 615 l a celková hmotnost je cca 500 kg za cenu 70 000 Kč bez DPH, jak uvádí výrobce FZ Servis.

5.5.2 Výpočet kapacity kompostárny

Při volbě místa pro výstavbu kompostárny je potřeba se zaměřit na několik okolností. Prostor by měl být majetkem města, čímž odpadnou náklady na zakoupení pozemku, sníží se cena za celkovou výstavbu a uspíš se realizace. Zvolené místo by mělo být navrženo s ohledem na vzdálenost od obydlí, pásma hygienické ochrany, směr převládajících větrů apod. a pozemek by měl být zabezpečen proti vniknutí cizí osoby.

Jako ideální místo vychází prostor v recyklačním středisku Hájek, viz příloha 18, kam již teď mohou občané odvážet bioodpad od dubna do listopadu, a tudíž je toto místo v podvědomí lidí. Tento prostor má parcelní číslo 278/14 a jeho vlastnické právo má město Hostivice. Výměra je 17 837 m² a rozměry okolo 225 × 78 m, jak je uvedeno na obrázku 14. Pozemek disponuje vlastním vjezdem, plotem a uzamykatelnou bránou a je vzdálen asi 4,5 km od sídla technických služeb. Nejbližší obydlený prostor je cca 600 metrů jihovýchodním směrem (obec Chýně). Celý prostor je dokola obrostlý stromy, což zabraňuje vysoušení kompostovaného materiálu větrem.

Obr.14 Parcelní číslo 278/14



Zdroj: <https://www.ikatastr.cz>, úprava

V příloze 18 na obrázku 2 je znázorněna větrná růžice s procentuálním vyjádřením směru větru v období od ledna 2016 do prosince 2018. Informace vychází z webu Weatheronline.cz vodohospodářsky zajištěná kompostovací plocha pro lokaci letiště Václava Havla Praha vzdáleného 5 km vzdušnou čarou od vytipovaného prostoru. V současné době je prostor pronajímán společností Pragotrade s.r.o. zabývající se recyklací stavebního odpadu.

Výpočet kapacity kompostárny bude vycházet z metodiky uvedené v kapitole 4.5.2 a to podle vzorce 16, 17, 18, 19, 20 a 21. Šířka energetického prostředku (malotraktor Iseki TJA 8100) je 1,8 metrů, pracovní šíře překopávače je 2,5 metrů. Překopávač je tažený a pohyb otáčejícího rotoru přehazuje a načechrává materiál. V tabulce číslo 44 jsou uvedeny průběhy kompostovacích cyklů podle kalendářních týdnů.

Tab.44 Kompostovací cykly v průběhu roku

Cyklus číslo	k. týden
1	10-24
2	18-32
3	26-40
4	36-50
5	44-6
6	1-15

Výpočet velikosti kompostovací plochy při známém množství surovin

Celkové množství M_c [t] se spočítá součtem vstupních surovin podle vzorce 16, kdy kuchyňský odpad má hmotnost 273,2 tun, tráva má hmotnost 448 tun a ostatní odpad váží 228,4 tun.

$$M_c = M_1 + M_2 + \dots + M_i = 273,2 + 448 + 228,4 = 949,6 \text{ tun}$$

Celková objemová hmotnost výsledného kompostu ρ_s [$\text{t} \cdot \text{m}^{-3}$] se v případě, že se nebude zohledňovat změna vlhkosti, stanoví pomocí vzorce číslo 17. Objemová hmotnost vstupních surovin je stanovena jako střední hodnota objemových hmotností vybraných odpadů v příloze číslo 19.

$$\rho_s = \frac{M_1 \cdot \rho_1 + M_2 \cdot \rho_2 + \dots + M_i \cdot \rho_i}{M_c} = \frac{273,2 \cdot 0,85 + 448 \cdot 0,315 + 228,4 \cdot 0,22}{949,6} = 0,446 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$$

Plocha lichoběžníkového průřezu A [m^2] se spočítá podle vzorce 18, kdy šířka B je 2,5 metrů, B_1 je 1,25 metr a výška h je 1,4 metr.

$$A = \frac{(B + B_1)}{2} \cdot h = \frac{(2,5 + 1,25)}{2} \cdot 1,4 = 2,625 \text{ m}^2$$

Objem kompostu, který připadá na 1 m^2 kompostovací plochy P [$\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2}$], se stanoví pomocí vzorce 19.

$$P = \frac{A \cdot L}{B \cdot L} = \frac{A}{B} = \frac{2,5}{2,625} = 0,952 \text{ m}^3 \text{m}^{-2}$$

Potřebná velikost kompostovací plochy S [m^2] se stanoví pomocí vzorce 20, kdy hodnota jako hodnota M_c bude zvolen součet cyklu 4 a 5 kdy se bude kompostovat největší množství.

$$S = \frac{M_c}{\rho_s} \cdot \frac{T}{kt} \cdot \frac{1}{P} = \frac{432,51}{0,446} \cdot 1 \cdot \frac{1}{0,952} = 1018,65 \text{ m}^2$$

Vypočítaná hodnota představuje pouze plochu pokrytou hromadami. Takto vypočtená kompostovací plocha S [m^2] se upraví pomocí koeficientu k , který se vztahuje ke zvolenému způsobu překopávání podle vzorce 21. Koeficient k je vzhledem k vybranému typu taženého bubnového překopávače zvolen 1,4.

$$S_c = S \cdot k = 1018,65 \cdot 1,4 = 1426,11 \text{ m}^2$$

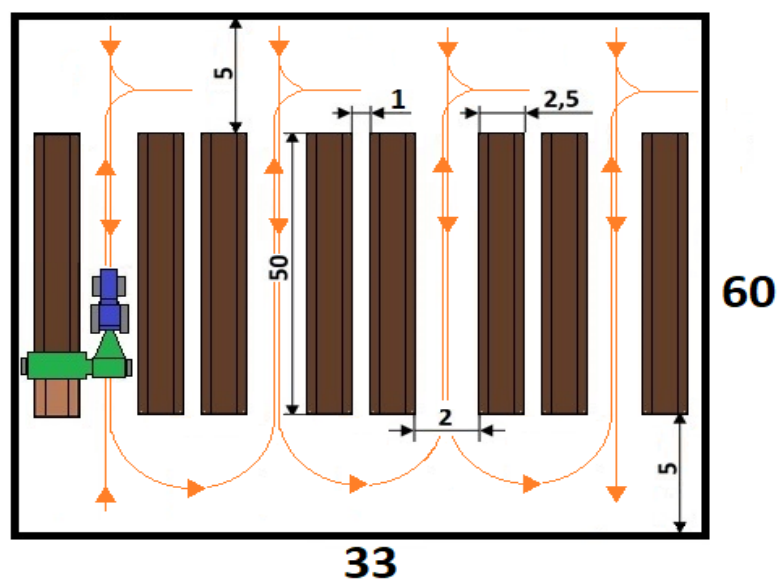
Délka hromady se spočítá podle vztahu 22, v tabulce číslo 45 je uveden přepočten pro každý cyklus. Maximální délka hromady je stanovena 50 metrů a počet hromad bude zaokrouhlen na celé vyšší číslo.

Tab.45 Délka pásových hromad jednotlivých cyklů

Kompostovací cyklus	K. týden	Celková délka [m]	Počet hromad
1	10-24	82,37	2
2	18-32	167,67	4
3	26-40	120,85	3
4	36-50	161,93	4
5	44-6	204,01	4
6	1-15	66,61	2

Nejvíce hromad bude v období, kdy bude probíhat 4. a 5. cyklus a celkem bude na kompostovací ploše 8 řad. Proto je potřeba mít vodohospodářsky zajištěnou plochu na maximální možný počet hromad. Šířka hromady je stanovena na 2,5 metru, což je její maximální šíře vzhledem k použitému překopávači. Mezery mezi hromadami jsou stanoveny na jeden metr a dva metry (průjezd traktoru). Kvůli otočení traktoru s překopávačem bude délka kompostovací plochy prodloužena celkem o 10 metrů. Na obrázku číslo 15 je zobrazena kompostovací plocha s hromadami a předpokládaný pohyb traktoru s překopávačem.

Obr.15 Kompostovací plocha s hromadami v průběhu cyklu 4 a 5 (v metrech, bez měřítka)



Zdroj: Autor

Celková vodohospodářsky zajištěná plocha má rozměry 1 980 m², při rozměrech 60 × 33 metrů, jak je uvedeno v obrázku číslo 15.

5.5.3 Výpočet objemu jímky na odpadní vodu

Výpočet bude vycházet z uvedené metodiky a pro výpočet budou použity vzorce 23, 24 a 25. Podle informací z Českého hydrometeorologického ústavu je kompostárna v oblasti, kde je roční úhrn srážek cca 560 mm. Celková odvodňovaná plocha je 1 980 m², plocha pokrytá kompostem je 1 018,65 m². Odteč je stanovena podle Slejšky (2005) na hodnotu 0,14 m, tj. 75 % srážek zachytí uskladněný kompost.

Odtok do jímky ze zaplněných a manipulačních ploch

Odtok do jímky ze zaplněné plochy Q_{zp} [m³]

$$Q_{zp} = 1018,65 \cdot 0,14 \cdot 0,6 = 85,56 \text{ m}^3$$

Odtok do jímky z manipulační plochy Q_{mp} [m³]

$$Q_{mp} = 961,3 \cdot 0,56 \cdot 0,75 = 403,76 \text{ m}^3$$

Stanovení odtoku ze zaplněných a manipulačních ploch za 2 měsíce Q_{2m} [m³]

$$Q_{2m} = (85,56 + 403,76) \cdot \frac{2}{12} = 81,5 \text{ m}^3$$

Výpočet objemu vody z 15minutového přívalového deště

Zaplňená plocha Q_{15zp} [m³]

$$Q_{15zp} = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1018,65 \cdot 0,02 \cdot 0,25 = 3,66 \text{ m}^3$$

Manipulační plocha Q_{15mp} [m³]

$$Q_{15mp} = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 961,3 \cdot 0,02 = 13,84 \text{ m}^3$$

Stanovení odtoku ze zaplněných a manipulačních ploch z 15minutového přívalového deště

$$Q_{15p} = 3,66 + 13,84 = 17,5 \text{ m}^3$$

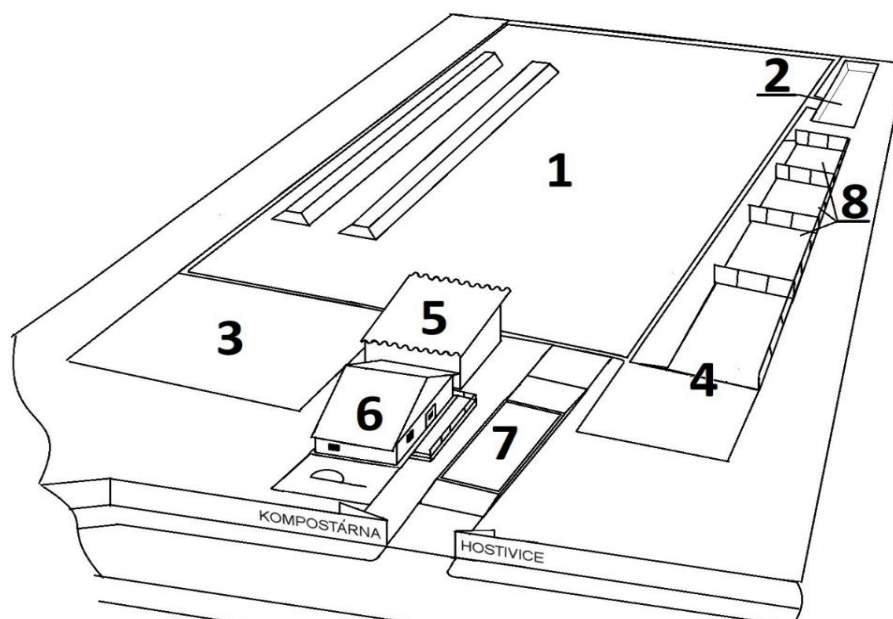
Stanovení potřebné kapacity jímky V [m³]

$$V = Q_{15p} + Q_{2m} = 17,5 + 85,8 = 103,3 \Rightarrow 104 \text{ m}^3$$

Celkový objem jímky je 104 m³ se signalizací pro objem 81,5 m³. Odpadní vodu lze použít k zvlhčení kompostu. Navrhovaná jímka bude zapuštěna v terénu, přičemž její okraj bude 0,4 metrů nad úrovní terénu. Předpokládané rozměry jsou 7 × 5 × 3 m.

Rozmístění jednotlivých objektů v prostoru je uvedeno na obrázku číslo 16, kde číslo jedna je vodohospodářsky zajištěná kompostovací plocha, číslo dvě je jímka na zachytávání dešťové vody z kompostovací plochy a číslo tři je plocha pro umístění vstupních surovin, kde bude prováděno drcení a štěpkování vstupních materiálů. V boxu a na ploše číslo čtyři bude uskladněn již stabilní kompost a zde se bude provádět i případné prosévání. Číslo pět je zastřešený uzavíratelný prostor pro traktor, překopávač a další technické prostředky, předpokládaná plocha je cca 80 m². Číslo šest je administrativní budova sloužící pro evidenci příchozích odpadů a expedovaného kompostu a nachází se zde prostor s odpočinkovým a sociálním zařízením. Číslo sedm značí mostovou váhu. Boxy číslo osm slouží pro případné uskladnění vstupních surovin, pokud nebude možnost je ihned zpracovat a umístit na kompostovací plochu.

Obr.16 Rozmístění objektů na vybraném pozemku



Zdroj: Autor

5.6 Ekonomické zhodnocení výstavby a provozu kompostárny

Náklady na zpracování biologicky rozložitelných odpadů lze rozdělit na investiční a provozní. Investiční náklady se dále dělí na tři hlavní skupiny, a to na náklady na výstavbu, na technologické a strojní vybavení a na drobné vybavení.

Investiční náklady

Do nákladů na výstavbu se řadí náklady na vodohospodářsky zabezpečenou plochu, jímku na odpadní vodu, mostní váhu, administrativní budovu, boxy na výstupní kompost a jiné. V tabulce číslo 46 jsou uvedeny všechny náklady na výstavbu a jejich zařazení do odpisových skupin.

Tab.46 Náklady na výstavbu a jejich zařazení do odpisových skupin

Položka	Hodnota [Kč] bez DPH	Odpisová skupina
Vodohospodářsky zabezpečená plocha [1 980 m ²]	4 950 000	5
Jímka na odpadní vodu [105 m ³]	525 000	5
Administrativní budova [50 m ²]	810 750	6
Univerzální mostní váha [9×3 m, max. 40 tun]	263 000	2
Zastřešený prostor pro technické prostředky [60 m ²]	750 000	5
Zpevněná plocha [600 m ²]	480 000	5
Průzkum a projektové práce [5 %]	383 000	-

Zdroj: <https://zakony.pohoda.cz/danove-a-financni-pravo/zakon-o-danich-z-prijmu/trideni-hmotneho-majetku-do-odpisovych-skupin/>

Cena za výstavbu vodohospodářsky zabezpečené plochy byla stanovena na 2 500 Kč.m⁻², cena za zpevněnou plochu byla stanovena na 800 Kč.m⁻² a cena za vybudování jímky byla stanovena na 5 000 Kč.m⁻³. Tyto ceny byly nabídnuty stavební firmou. Mostní váha byla vybrána z webu Profivahy.cz, kdy je kromě váhy o rozměrech 9 × 3 metry s váživostí do 40 tun dodán i modul zabezpečující ověřený přenos dat do počítače, který rovněž umožňuje uložit až 120 000 vážení. Administrativní budova, ve které se bude nacházet kancelář a sociální zařízení a má rozměry 10 × 5 × 3 m za cenu přibližně 810 750 Kč bez DPH a zastřešený prostor pro technické prostředky v ceně 750 000 Kč bez DPH (<http://www.sci-data.cz>). Ceny, které jsou zde uvedeny, nemusí patřit mezi nejnižší na trhu, a je možnost, že v případě soutěže na realizaci projektu mohou být nabídnuty nižší ceny.

Investice do technických prostředků a jejich zařazení do odpisových skupin jsou uvedeny v tabulce číslo 47. Tyto technické prostředky byly vybrány v kapitole 5.5.1, v této tabulce doplněno o kalové čerpadlo na odčerpání jímky a příslušenství (teploměr, vlhkoměr, počítač), které nepřesahují hodnotu 40 000 Kč.

Tab.47 Náklady na pořízení technických prostředků, příslušenství a jejich zařazení do odpisových skupin

Položka	Hodnota [Kč] bez DPH	Odpisová skupina
Překopávač PRT 2 500 PEZZOLATO	594 800	2
Negri bio R185T	76 440	2
FZ prosévací rotační lžíce	70 000	2
Kalové čerpadlo Metabo DP 28-10 S INOX	20 000	-
Příslušenství (teploměr, vlhkoměr, PC)	35 000	-

Zdroj: <https://zakony.pohoda.cz/danove-a-financni-pravo/zakon-o-danich-z-prijmu/trideni-hmotneho-majetku-do-odpisovych-skupin/>

Jak je uvedeno v kapitole 5.4.3, je třeba zlepšit dostupnost kontejnerů pro občany, kteří nebudou využívat vlastní kompostejner. Celkem by se jednalo o 17 kusů kontejnerů umístěných do stávajících hnízd. Cena za sklolaminátový kontejner na bioodpad o objemu 1,1 m³ je 15 490 Kč bez DPH (cena převzata z www.mevatec.cz). Celkem budou náklady za pořízení 17 kusů 263 300 Kč bez DPH.

Celkové investiční náklady zahrnující výstavbu, technické prostředky, příslušenství a sběrné nádoby jsou v hodnotě 8 694 990 Kč. Velké úspory přináší, že prostor, kde má být kompostárna vybudována, je majetkem města, a technické služby disponují energetickým prostředkem a štěpkovačem.

Provozní náklady

Provoz kompostárny bude zajišťovat jeden stálý pracovník technických služeb, který bude kontrolovat příjem vstupních surovin, dezintegraci vstupních surovin, přípravu zakládek, prodej kompostů aj. Případně mohou nárazově vypomoci další zaměstnanci nebo brigádníci technických služeb. Mzda tohoto zaměstnance bude činit 20 000 Kč hrubého (15 850 Kč čistého), kdy 6 760 Kč hradí zaměstnavatel za sociální a zdravotní pojištění. Celkový náklad za zaměstnance je 321 120 Kč za rok.

Náklady na pohonné hmoty se týkají jak energetického prostředku, tak vozů, které sváží bioodpad. Svoz kompostejnerů je proveden svozovým vozem, který má přibližnou spotřebu $0,6 \text{ l.km}^{-1}$ a celková ujetá vzdálenost za rok je 2 262 km, to je při ceně nafty 33 Kč.l^{-1} celkem 44 788 Kč. Svoz kontejnerů je proveden svozovým vozem se spotřebou $0,16 \text{ l.km}^{-1}$ a jeho celková ujetá vzdálenost za rok je cca 876 km, to je při stejné ceně za naftu 4 771 Kč. Energetický prostředek se na kompostárně využívá u drcení bioodpadu, štěpkování, úpravy profilu kompostovacích hromad, překopávání a nakládání kompostu. Celkem je nasazen cca 534 hodin za rok. Spotřeba paliva energetického prostředku je cca $20,7 \text{ l.h}^{-1}$. Roční náklady na energetický prostředek jsou 364 775 Kč. Výraznou část nákladů tvoří odpisy stavebních a technických celků, u kterých přesahuje pořizovací cena částku 40 000 Kč. Odpisy mohou být rovnoměrné nebo zrychlené. V této práci se bude počítat s rovnoměrným odepisováním.

Celkem se zde vyskytují tři odpisové skupiny, a to číslo dva, pět a šest. V tabulce číslo 48 je uveden výpočet odpisů pro druhou odpisovou skupinu, u které je doba odepisování pět let. Celková hodnota druhé odpisové skupiny je 741 240 Kč.

Tab.48 Odpisy druhé odpisové skupiny v průběhu pěti let

Rok	Roční odpisová sazba [%]	Zůstatková cena [Kč]	Roční odpis [Kč]	Oprávký celkem [Kč]
1	11	659 703	81 537	81 537
2	22,25	494 777	164 926	246 463
3	22,25	329 851	164 926	411 389
4	22,25	164 925	164 926	576 315
5	22,25	0	164 925	741 240

Zdroj: <https://www.oalib.cz/openschool/mod/book/tool/print/index.php?id=3248>

V tabulce číslo 49 je uveden výpočet odpisů pro pátou odpisovou skupinu, u které je doba odepisování 30 let, její celková hodnota je 6 855 000 Kč.

Tab.49 Odpisy páté odpisové skupiny v průběhu třiceti let

Rok	Roční odpisová sazba [%]	Zůstatková cena [Kč]	Roční odpis [Kč]	Oprávký celkem [Kč]
1	1,4	6 759 030	95 970	95 970
2	3,4	6 525 960	233 070	329 040
3	3,4	6 292 890	233 070	562 110
4	3,4	6 059 820	233 070	795 180
5-30	3,4	5 826 750 - 0	233 070	6 855 000

Zdroj: <https://www.oalib.cz/openschool/mod/book/tool/print/index.php?id=3248>

V tabulce číslo 50 je uvedena odpisová skupina číslo šest, kde se nachází pouze administrativní budova v hodnotě 810 750 Kč a doba odepisování je 50 let.

Tab.50 Odpisy šesté odpisové skupiny v průběhu padesáti let

Rok	Roční odpisová sazba [%]	Zůstatková cena [Kč]	Roční odpis [Kč]	Oprávký celkem [Kč]
1	1,02	802 480	8 270	8 270
2	2,02	786 102	16 378	24 648
3	2,02	769 724	16 378	41 026
4	2,02	753 346	16 378	57 404
5-50	2,02	736 968 - 0	16 378	810 750

Zdroj: <https://www.oalib.cz/openschool/mod/book/tool/print/index.php?id=3248>

Režijní náklady jsou cca 5 000 Kč za měsíc, jak uvádí Hejátková (2014), tj. celkem 60 000 Kč za rok. Celkové provozní náklady za první rok jsou 981 231 Kč.

Výnosy

Do výnosů patří peněžní částka získaná za prodej hotového kompostu koncovým zákazníkům. Cena hotového kompostu může být stanovena stejně jako cena kompostu, který nabízí nejbližší kompostárna Ecowood v Unhošti. Cena za netříděný kompost je 350 Kč.t⁻¹, prosetý kompost sítem 24 mm je za cenu 700 Kč.t⁻¹. Cena za příjem biologického rozložitelného odpadu je od 100 do 1 600 Kč.t⁻¹ podle druhu vstupního materiálu (Ecowood, 2020).

U kompostárny v Hostivici bude příjem biologického odpadu od občanů poskytován zdarma v rámci poplatku za odpady. Pro právnické osoby se cena stanoví podobně jako je u kompostárny v Unhošti. Nelze odhadnout přesné množství přijímaného množství odpadu od právnických osob. Pokud se bude vycházet z kapitoly 5.3.3, tak by se jednalo cca o 376 tun (bez biologicky rozložitelného odpadu z kuchyní a stravoven). Při ceně 700 Kč za tunu zpracovaného odpadu je výnos 263 200 Kč za rok, ale do bilance se nebude započítávat.

Celkem bude vyprodukováno 655 tun kompostu, z toho bude 25 % proseto, tj. cca 163 tun. Celkový příjem za prodaný kompost by byl 286 300 Kč za rok. Cílem je

poskytnout kompost občanům s trvalým pobytem v Hostivici zdarma jako motivaci pro zapojení se do odděleného sběru. Právnícké osoby a občané bez trvalého bydliště v Hostivici by mohli odebrat cca 200 tun za cenu 350 Kč.t⁻¹, tj. celkem 70 000 Kč za rok.

Další zdroje financování

Do prostředků, kterými lze financovat provoz kompostárny, je možné zahrnout úspory za skládkování směsného komunálního odpadu. Při snížení SKO o 568 tun bioodpadu, který bude místo uložení na skládku kompostován, se ročně ušetří 681 600 Kč při ceně za 1 200 Kč za jednu tunu (při poplatku 500 Kč za tunu). Tato částka bude v příštích letech narůstat, kdy se podle nové legislativy má poplatek za ukládání komunálního odpadu na skládky v roce 2021 zvýšit na 800 Kč, v roce 2025 na 1 500 Kč a o pět let později na 1 850 Kč.

Dalším případným zdrojem financování kompostárny je zdražení ceny za svoz odpadu. V současné době je poplatek nastaven na částku 600 Kč za rok, a to od roku 2014, kdy došlo ke zvýšení z 500 Kč. Toto zdražení by přineslo cca 845 600 Kč za rok. V neposlední řadě se dá počítat s úsporou za nákup substrátů pro úpravu městské zeleně. Tato hodnota nebyla zjištěna, a proto nebude zahrnuta do bilance.

Zhodnocení variant

V této kapitole jsou sestaveny, propočítány a porovnány čtyři možné varianty. První varianta odpovídá stavu, kdy bude kompostárna postavena bez dotací a bez zvýšení poplatku za svoz odpadů. Příjmy za prodej kompostu od právnických osob a občanů bez trvalého bydliště jsou 70 000 Kč za rok. V této variantě se počítá s úsporou nákladů za skládkování směsného komunálního odpadu a inflací 2,5 % ročně. U této varianty není ČSH > 0 v horizontu 30 let. Investici nelze přijmout. Bilance této varianty je zobrazena v tabulce číslo 1 v příloze 20.

Druhá varianta odpovídá stavu, kdy bude kompostárna postavena bez dotací, ale bude zvýšen poplatek za svoz odpadu o 100 Kč na osobu za rok, což činí 845 600 Kč. Příjmy za prodej kompostu od právnických osob a občanů bez trvalého bydliště jsou 70 000 Kč za rok a v této variantě se rovněž počítá s úsporou nákladů za skládkování směsného komunálního odpadu a inflací 2,5 % ročně. U této varianty je ČSH > 0 ve 14. roce provozu a investici je možné přijmout. Pro tuto variantu je bilance zobrazena v tabulce číslo 2 v příloze 20.

Třetí varianta počítá s dotací, tj. příspěvek z fondu EU (85 %) a příspěvek ze Státního fondu životního prostředí (5 %). Těmito poskytnutými dotacemi se sníží investiční náklady, což se projeví i v celkové bilanci. Počítá se bez zvýšení poplatku za svoz odpadů. Příjmy za prodej kompostu od právnických osob a občanů bez trvalého bydliště jsou 70 000 Kč za rok. V této variantě se počítá s úsporou nákladů za skládkování směsného komunálního odpadu

a inflací 2,5 % ročně. U této varianty je ČSH > 0 ve 12. roce provozu a investici lze přijmout a bilance je zobrazena v tabulce číslo 3 v příloze 20.

Čtvrtá varianta počítá se stejnou dotací, jak je uvedeno výše, a se zvýšením poplatku za svoz odpadu o 100 Kč na osobu za rok. Příjmy za prodej kompostu od právnických osob a občanů bez trvalého bydliště jsou 70 000 Kč za rok. V této variantě se počítá s úsporou nákladů za skládkování směsného komunálního odpadu a inflací 2,5 % ročně. U této varianty je ČSH > 0 ve druhém roce provozu kompostárny a investici lze přijmout. Bilance je zobrazena v příloze číslo 20 v tabulce číslo 4.

V tabulce číslo 51 je přehled všech čtyř variant, kdy je patrné, že lze přijmout pouze tři varianty a varianta číslo čtyři dosahuje čisté současné hodnoty za nejkratší dobu.

Tab.51 Porovnání čtyř možných variant

Varianta číslo	1	2	3	4
Úspora za ukládání SKO	ANO	ANO	ANO	ANO
Prodej kompostu	ANO	ANO	ANO	ANO
Zdražení svozu odpadů o 100 Kč	NE	ANO	NE	ANO
Dotace [90 %]	NE	NE	ANO	ANO
ČSH > 0	NE	ANO	ANO	ANO
V jakém roce je ČSH > 0	-	14	12	2
Lze investici přijmout?	NE	ANO	ANO	ANO

6 Diskuse a doporučení pro praxi

Výstavba kompostárny je velmi náročná záležitost, které by měla předcházet důkladná analýza velikosti spádové oblasti a z ní vyprodukované množství a kvalita bioodpadu. Díky této analýze lze navrhnout kapacitu a technologii kompostárny. Při volbě jejího umístění je třeba brát v potaz svozové vzdálenosti ze spádové oblasti, přístup k inženýrským sítím, vzdálenost od vodních toků a obytné zástavby. Podle množství odpadů se zvolí vhodná technologie kompostování a v návaznosti na ní i technické prostředky. Při výstavbě je třeba dbát na kvalitně odvedenou práci, hlavně v případě vodohospodářsky zabezpečené plochy, která patří mezi investičně nejvíce nákladné záležitosti. Vhodné je pověřit odbornou firmu, která má s výstavbou kompostáren zkušenosti a dobré reference. Velmi důležité pro hladký průběh kompostovacího procesu a výsledný kvalitní kompost je přesně daná skladba vstupujících surovin, velikost a tvar zakládek a dodržování technologických postupů potřebných pro kontrolu kompostování. Pracovník, který bude mít na starosti provoz kompostárny, by měl projít kurzem, který například pořádá České sdružení pro biomasu a nazývá se Kurz provozu kompostáren. Měl by mít rovněž řidičské osvědčení na všechny dopravní prostředky spojené s provozem kompostárny a ovládat i všechny technické prostředky, stejně jako jeho případný zástup po dobu jeho pracovní neschopnosti. Provozní doba kompostárny by mohla být celoroční, provoz se zavírací dobou posunutou k odpoledním hodinám (18. hodina) a v sezóně (duben–říjen) sobotní dopolední provoz.

Podle Výzkumného ústavu zemědělské techniky (www.vuzt.cz) je v současné době na území České republiky celkem 81 kompostáren. Při porovnání jejich kapacity jich je 15 přibližně shodných s navrhovanou kompostárnou. Rozmezí roční kapacity je od 800 do 1 400 tun bioodpadu a množství vyrobeného kompostu je mezi 300 až 1 200 tunami za rok, kdy devět kompostáren má registrovaný kompost podle zákona č.156/1998 Sb. o hnojivech. Tam, kde není kompost registrován, je používán výhradně na plochách veřejné zeleně. Ve většině případů je použita technologie kompostování pomocí pásových hromad na volné ploše a pouze dvě kompostárny používají kompostování ve vacích. Celkové investiční náklady se pohybují v rozsahu od 4 do 12 milionů Kč v závislosti na technologickém a technickém vybavení a 13 kompostáren bylo postaveno za pomoci finanční dotace od Evropské unie a Operačního programu Životní prostředí. Zbývající dvě kompostárny byly zbudovány z vlastních zdrojů provozovatele. Ve většině případů jsou u těchto kompostáren provozovatelé technické služby nebo městský úřad.

Z předchozí kapitoly vychází jako nejvýhodnější varianta číslo čtyři, tj. využití dotace a zvýšení poplatku za svoz odpadů, kdy současná čistá hodnota nabývá kladných hodnot již na konci druhého roku provozu kompostárny. Pokud by se město rozhodlo využít pouze dotace a nezvyšovat poplatek za odvoz odpadů, tak je ČSH kladná na konci 12. roku provozu kompostárny. V současné době se podle informací Ministerstva životního prostředí odboru odpadů na výstavbu kompostáren nevztahuje žádný dotační program Ministerstva životního prostředí, respektive ani ze Státního fondu životního prostředí ČR. Kompostárny byly významně podporovány z Operačního programu Životní prostředí 2007–2013 (OPŽP). Tudíž je tato varianta v současné době nerealizovatelná. Dá se odhadovat, že s blížícím se termínem konce skládkování odpadu, který byl posunut z roku 2024 na rok 2030, by mohlo Ministerstvo životního prostředí připravit další dotační program na výstavbu kompostáren.

V případě výstavby v současné době by město celkové investiční náklady hradilo ze svých prostředků. Bez zvýšení poplatku za svoz odpadů je investice nepřijatelná a radnice by měla v tomto případě zvážit zvýšení poplatku za odpady, který je již šest let nastaven na stejné výši. Toto nepopulární řešení by se dalo obhájit možností odběru hotového kompostu a budoucím zvýšením poplatku za skládkování odpadu.

Celkově je systém poplatků nastaven nevhodně. Občané, kteří nemají trvalé bydliště v Hostivici, využívají svozu odpadu, ale neplatí za něj městu. Poplatek je stanoven na osobu, a ne na sběrnou nádobu, a tak se stává, že dům má dvě i tři nádoby, které jsou svezeny, a občané do nich ukládají úplně vše. Pro rodinné domy by měl být nastaven poplatek za nádobu a interval svozu. V případě bytových domů by musel být nastaven paušál na jeden byt.

Při realizaci svozu bude zapotřebí, aby se každá domácnost zaregistrovala na městském úřadě, technických službách anebo pomocí e-mailu u uvedených institucí a zakoupila si vhodnou nádobu. U bytových domů by toto měl na starosti správce domu. Předpoklad je cca 930 nádob rozmístěných po městě, při registraci by se vygenerovala svozová mapa pro sestavení svozových tras.

Bez aktivní účasti domácností by celý řetězec neměl smysl, a proto je zapotřebí občany informovat a zapojovat do systému třídění bioodpadu. Z výsledků dotazníků je zřejmé, že občanům jde především o ochranu životního prostředí. S využitím městského měsíčníku lze občany informovat o přínosech kompostování na životní prostředí, publikovat články o prospěšnosti kompostu v půdě, uvádět statistiky o vytríděném množství a formou soutěží podporovat zájem o třídění všeobecně. Do činnosti by bylo vhodné zapojit i Městské kulturní středisko Hostivice, které by v místní sokolovně mohlo pořádat přednášky, workshopy a jiné činnosti pro podporu třídění odpadu. Velmi populární jsou i přednášky formou hry ve školách

a školkách. Jako příklad lze uvést akci, kterou pořádá kompostárna Jarošovice a nazývá ji Kompostobraní. Zvolená kompostárna by měla sloužit pro potřeby města Hostivice a jeho evidenční části Břve. V místě, kde by měla být kompostárna vybudována, je prostor pro případné rozšíření vodohospodářsky zabezpečené plochy v případě, že by se do svozu zapojily i okolní obce.

7 Závěr

Cílem této práce bylo navrhnout výstavbu kompostárny pro město Hostivice a okolí. V první části se nachází literární přehled, kde jsou uvedeny přehledy produkce biologicky rozložitelných odpadů v České republice za rok 2017 a 2018, systémy jejich sběru a další nakládání s nimi. Podrobněji je popsán způsob zpracování bioodpadu pomocí kompostování, tj. průběh kompostování, typy kompostování, kompostovací technologie, stavební objekty, stroje a zařízení na kompostárně.

Na první část navazuje vlastní práce, která se skládá z několika dílčích cílů. Analýzou zájmové oblasti bylo zjištěno, že v Hostivici a okolí žije cca 9 500 obyvatel a domovní fond se skládá z 2 201 rodinných domů a 100 bytových domů. Pro rozdělení rodinných domů do venkovské a vilové zástavby se vycházelo ze sčítání lidu z roku 2001 a hraničního data 1990. Domy vystavené před tímto datem spadají do vesnické zástavby a jejich počet je 927 a ostatní do vilové zástavby v počtu 1 274. Dále byl zhodnocen současný stav svozu bioodpadů, kdy město poskytuje pět kontejnerů, které jsou rozmístěny po městě a možností ukládat bioodpad do dvora technických služeb. Občané mají možnost si zaplatit službu sezonního nebo celoročního svozu bioodpadu, který nabízí Pražské služby, celkem tuto službu využívá asi 250 domácností. Bioodpad, který občané umístí do směsného komunálního odpadu, není dále materiálově či energeticky zpracován a končí na skládce.

Pro tuto práci byl sestaven dotazník skládající se z 11 otázek a dvou podotázek a jeho cílem bylo získat informace o způsobu nakládání s bioodpady, o tom, co obyvatelé odrazuje od sběru, a naopak co by je ke sběru motivovalo. Celkem bylo získáno 273 platných odpovědí, z toho 187 odpovědí bylo z domácností v rodinných domech a 86 odpovědí bylo z domácností z bytových domů. Důležitým výstupem dotazníku bylo zjištění, že ze 187 domácností v rodinných domech ukládá 82 (44 %) bioodpad na vlastní kompost a z 86 domácností z bytových domů (včetně předzahrádek) ukládá 9 (10 %) bioodpad na vlastní kompost.

Celkové množství bioodpadu v zájmové oblasti se skládá z produkce bioodpadu od občanů a z veřejné zeleně. Produkce od občanů se skládá z produkce bioodpadu ze zahrad, kde byla stanovena průměrná výměra zahrady na hodnotu 0,04 ha a u předzahrádky 0,0049 ha, produkce travní hmoty byla stanovena na hodnotu 4,2 t.ha⁻¹ a pro ostatní bioodpad 3,61 t.ha⁻¹. Celkem se tedy ze zahrad vyprodukuje 706,9 tun bioodpadu. Pro stanovení produkce kuchyňského bioodpadu probíhal od listopadu 2018 do října 2019 v šesti domácnostech průzkum, který sledoval produkci kuchyňského bioodpadu vždy jeden týden v měsíci. Výsledkem je produkce 31,34 kg.obyvateľ⁻¹.rok⁻¹. Ve srovnání s jinými průzkumy, kdy

například Altmann uvádí hodnotu $27,7 \text{ kg.obyvateľ}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ (Altmann, 2010a), nebo práce autorů Stejskal, Maslová a Báreková (Stejskal, Maslová, Báreková, 2017), kde se uvádí $58,5 \text{ kg.obyvateľ}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ u rodinných domů a $53 \text{ kg.obyvateľ}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ u bytových domů, je tato hodnota akceptovatelná.

Produkce z veřejné zeleně byla rozdělena do dvou skupin a každá skupina do tří kategorií podle intervalu údržby. Celková výměra ploch veřejné zeleně byla stanovena na 38,2 ha s produkcí od 2 do 7 t.ha^{-1} podle kategorie. Celková produkce z veřejné zeleně je 139,42 tun za rok. V práci je stanovena i předpokládaná roční produkce biologicky rozložitelných odpadů ze živnostenských subjektů, a to na hodnotu 305,7 tun. S touto produkcí se při návrhu nepočítalo. Jedná se pouze o potenciál pro případný svoz, zpracování a příjem za poskytovanou službu.

Podle odpovědí z dotazníku, jejich umístění v souřadné síti a pomocí fotografie zájmové oblasti z roku 1990 se stanovil poměr mezi kompostováním a donáškou/odvozem/SKO pro různé typy zástavby. Celkové předpokládané množství bioodpadu, které je potřeba svážet od občanů, bylo stanoveno na 568,24 tun za rok. Podle intervalu svozu bioodpadu, intervalu údržby travního porostu a intervalu údržby ostatního porostu byla stanovena optimální nádoba, která by měla pokrýt produkci u vilové nebo venkovské zástavby. Pro tyto zástavby je optimální nádoba o objemu 240 litrů. U sídlištní zástavby je dalším faktorem počet bytů a předzahrádek. Pro tuto zástavbu jsou optimální nádoby o objemu od 120 do 240 litrů. V návaznosti na celkovou produkci bioodpadu od občanů a jejich ochotu si zakoupit sběrnou nádobu bylo stanoveno celkem šest svozových okruhů pro cca 930 nádob občanů. Bylo navrženo rozšíření stávajícího počtu kontejnerů na bioodpad o 17 kusů a pro všechny kontejnery byly stanoveny tři svozové okruhy.

Při návrhu technického a technologického řešení se vycházelo z celkové produkce ze zájmové oblasti, která byla stanovena na hodnotu 714 tun. S předpokládaným nárůstem obyvatel byla tato hodnota navýšena na hodnotu 950 tun, tj. cca o 33 %. Kompostovací proces bude probíhat celoročně a celkem bude šest cyklů. U technických prostředků byla stanovena nutná hodinová výkonnost a podle této hodnoty byly vybrány různé typy prostředků. Pro výběr nejvhodnějšího prostředku byla použita metoda váženého součtu, kdy jako experti byli osloveni pracovníci kompostáren v České republice. V případě, že bylo možné využít prostředků, které vlastní technické služby, byla spočtena pouze nutná hodinová výkonnost, zdali je odpovídající pro danou činnost. Velikost kompostovací plochy byla spočtena na $1\,426,1 \text{ m}^2$, při grafické realizaci kompostovacího procesu byla upravena na hodnotu $1\,980 \text{ m}^2$ a pro tuto plochu byla spočtena i jímka o objemu 104 m^3 .

V ekonomickém zhodnocení výstavby a provozu kompostárny byly stanoveny investiční náklady (náklady na projektové práce, výstavbu, technické prostředky, příslušenství a sběrné nádoby) na částku 8 694 990 Kč. Provozní náklady za první rok (náklady na zaměstnance, pohonné hmoty, režijní náklady a odpisy) byly stanoveny na 981 231 Kč. Mezi výnosy byly zařazeny peněžní částky za prodej kompostu právnickým osobám a občanům v hodnotě 70 000 Kč za rok. Dalšími zdroji pro financování provozu jsou peníze, které se ušetří za skládkování směsného komunálního odpadu, které byly spočteny na hodnotu 681 600 Kč za rok. Případné zdražení svozu odpadů o 100 Kč, přináší v přepočtu na obyvatele s trvalým bydlištěm v Hostivici 845 600 Kč za rok. Byly sestaveny a porovnány čtyři varianty, pro které byla spočítána čistá současná hodnota v horizontu 30 let. První varianta měla ve stanoveném horizontu čistou současnou hodnotu menší než nula, a proto jí nelze akceptovat. Zbývající varianty mají ve stejném časovém horizontu čistou současnou hodnotu větší než nula, a proto lze investice za těchto podmínek přijmout.

8 Seznam použitých zdrojů

ALTMANN, Vlastimil a Miroslav MIMRA. Systém sběru biologicky rozložitelného odpadu v regionech: metodika pro praxi. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, 2012. ISBN 978-80-213-2217-2.

ALTMANN, Vlastimil, Petr VACULÍK a Miroslav MIMRA. Technika pro zpracování komunálního odpadu: vědecká monografie. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2010. ISBN 978-80-213-2022-2.

ALTMANN, Vlastimil. Nakládání s biologickým odpadem v regionech ČR. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2010b.

ALTMANN, Vlastimil: Nakládání s biologicky rozložitelnými odpady. Biom.cz [online]. 2010a-08-18 [cit. 2019-06-26]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/nakladani-s-biologicky-rozlozitelnymi-odpady>>. ISSN: 1801-2655.

Anaerobní fermentace [online]. Brno: Mendelova univerzita, 2014 [cit. 2019-02-02]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/files/211/17222.pdf

BALNER, Petr a Martina FRANKOVÁ. Hospodaření s odpady v obcích. 2., aktualiz. vyd. Praha: EKO-KOM, 2009. ISBN 978-80-254-6019-1.

BARÁKOVÁ, Daniela a Tomáš HLAVENKA. Oddělený sběr bioodpadu jako účinný nástroj řízení nákladů na odpadové hospodářství. Odpadové fórum. 2018, 2018(7-8), 2.

BENEŠ, Bohumil a kolektiv autorů. Bioodpady. Enviprofi [online]. 2008 [cit. 2019-07-03]. Dostupné z: <https://www.enviprofi.cz/33/bioodpady-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EhVwW32P76nC4sRvcN2d2G4/>

BENEŠOVÁ, L. a kol.: Výzkum vlastností komunálních odpadů a optimalizace jejich využití, projekt VaV MŽP SP/2f1/132/08, dílčí výstup, Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Praha, 2008

BUBENÍKOVÁ, Zdenka. Domácí kompostování a předcházení vzniku odpadů. Odpadové fórum. 2011, 2011(9), 1.

ČERVENÁ, Kristýna, Barbora LYČKOVÁ, Lucie KUČEROVÁ, Markéta BOUCHALOVÁ a Taťána BARABÁŠOVÁ. Biologické metody zpracování odpadu. Biologické metody zpracování odpadu [online]. VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2014 [cit. 2019-06-28]. Dostupné z: <http://hgfl0.vsb.cz/546/bmzo/pages/index.html>

Česká informační agentura životního prostředí: Statistická ročenka životního prostředí ČR 2018. CENIA: Produkce podnikových odpadů podle skupin Katalogu odpadů v letech 2002–2018 [online]. Česká informační agentura životního prostředí, 2019 [cit. 2020-02-05]. Dostupné z: <https://www.cenia.cz/publikace/statisticka-rocenka-zivotniho-prostredi-cr-2018/>

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD: Produkce, využití a odstranění odpadů - 2018. ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD: Produkce podnikových odpadů podle skupin Katalogu odpadů v letech 2002–2018 [online]. Český statistický úřad, 2019 [cit. 2020-02-05]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/produkce-vyuziti-a-odstraneni-odpadu-2018>

ECOWOOD: ceník EW [online]. 2020 [cit. 2020-02-07]. Dostupné z: <http://www.ecowood.cz/cenik/Cenik-ECOWOOD.doc>

FIALA P.: Teorie rozhodování. Ústí nad Labem, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí n. Labem, 1999. ISBN 80–7044–237–9.

HABART, Jan. CZ BIOM – ČESKE SDRUŽENÍ PRO BIOMASU. Příprava a výstavba kompostáren: využívajících biologicky rozložitelné odpady z domácností a údržby městské zeleně [online]. Státní fond životního prostředí ČR, 2009 [cit. 2019-06-17]. Dostupné z: <http://czbiom.cz/wp-content/uploads/kompostarny.pdf>

HANČ, A., PLÍVA, P. Vermikompostování bioodpadů: certifikovaná metodika [online]. 1. vyd. Praha: ČZU v Praze, 2013 [cit. 2019-04-17]. ISBN 978-80-213-2422-0.

HEJÁTKOVÁ, Květuše. Bioodpad, technologie v regionu. Odpadové fórum. 2018(7-8), 3.

HEJÁTKOVÁ, Květuše. Kompost a jeho efektivnost [online]. 2014, 2014, 6 [cit. 2020-02-01]. Dostupné z: http://www.zeraagency.eu/dokumenty/008009001/valentova_lucie_zera.pdf

Hodnocení investic: Čistá současná hodnota (NPV) stručně a jasně. Informace pro vaše podnikání - BusinessVize.cz [online]. 2010 [cit. 2020-01-26]. Dostupné z: <http://www.businessvize.cz/rizeni-a-optimalizace/hodnoceni-investic-cista-soucasna-hodnota-npv-strucne-a-jasne>

HŘEBÍČEK J. a kol. Projektování nakládání s bioodpady v obcích. Brno: nakladatelství Littera, 2010. 101 s. životní prostředí. ISBN 978-80-85763-56-0.

HŘEBÍČEK, Jiří: Prognóza nakládání s biodegradabilním odpadem v ČR do roku 2020. Biom.cz [online]. 2009-05-13 [cit. 2019-06-26]. Dostupné z WWW:

<<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/prognoza-nakladani-s-biodegradabilnim-odpadem-v-cr-do-roku-2020>>. ISSN: 1801-2655.

HUSÁKOVÁ, Martin. Likvidace odpadní travní hmoty. www.uroda.cz [online]. 2007 [cit. 2019-10-07]. Dostupné z: <https://www.uroda.cz/likvidace-odpadni-travni-hmoty>

ISES. VYHODNOCENÍ PLNĚNÍ PLÁNU ODPADOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ MĚSTA HOSTIVICE. Město Hostivice [online]. Praha: ISES, 2019 [cit. 2020-02-05]. Dostupné z: www.hostivice.eu/

JABLONSKÝ J.: Operační výzkum, Kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování. Praha, Professional Publishing, 2002. ISBN 80–86419–42–8.

JUNGA, P., VÍTĚZ, T., VÍTĚZOVÁ, M., GERLŠ, M. Technika pro zpracování odpadů II. Mendelova univerzita v Brně. Brno, 2015. ISBN 978-80-7509-208-3.

Kompostejner CTL 240. Ekonakup [online]. 2019 [cit. 2019-08-16]. Dostupné z: <https://www.ekonakup.cz/sberne-nadoby-na-bioodpad/kompostejner-ctl-240/>

Komunitní kompostování [online]. 2019 [cit. 2019-07-03]. Dostupné z: <http://www.kompostuj.cz/vime-jak/komunitni-kompostovani/>

KOSTKAN, V., Laciná, J., Mazalová, M., Hekera, P., Voženílek, V., Heisig, J.: 2010 Poměrné složení směšného komunálního odpadu v olomoucké aglomeraci a jeho sezónní dynamika za roky 2008–2010. Sborník LOGI 2010, Pardubice, 2010.

KOTOULOVÁ, Zdenka a Jaroslav VÁŇA. Příručka pro nakládání s komunálním bioodpadem. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR, 2001. Na pomoc praxi v odpadovém biohospodářství. ISBN 80-7212-201-0.

MALEČKOVÁ, V., Sivek, M., Jirásek, J: Vybrané příklady z ekonomiky nerostných surovin. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR & Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2012. ISBN 978-80-248-2827-5

MUDRUŇKA, Jaroslav, LYČKOVÁ, PhD., Barbora, KIRÁLY, PhD., Alexander: Biologicky rozložitelný komunální odpad a související legislativa. [Biom.cz](http://biom.cz) [online]. 2015-12-21 [cit. 2019-06-27]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/biologicky-rozlozitelny-komunalni-odpad-a-souvisejici-legislativa>>. ISSN: 1801-2655.

MUŽÍK, Oldřich, SLEJŠKA, Antonín: Možnosti využití anaerobní fermentace pro zpracování zbytkové biomasy. Biom.cz [online]. 2003-07-14 [cit. 2019-06-27]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznosti-vyuziti-anaerobni-fermentace-pro-zpracovani-zbytkove-biomasy>>. ISSN: 1801-2655.

ONPLAN LAB, S.R.O. Strategický plán města Hostivice: Analytická část. Praha, 2019, 85 s.

PLÍVA P. a kol.: Technika pro kompostování v pásových hromadách. VÚZT,v.v.i., Praha, 2005, 72 s. ISBN 80-86884-02-3

PLÍVA, P., a kolektiv, Zakládání, průběh a řízení kompostovacího procesu, 1. vydání, VUZT Praha, 2006, strana 65, ISBN 80–86884–11–2.

PLÍVA, Petr, et al. Kompostování v pásových hromadách na volné ploše. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2009, 136 s. ISBN 978-80-86726-32-8.

PLÍVA, Petr. Kompostování ve vaku – I. Komunalweb [online]. Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2011 [cit. 2019-07-03]. Dostupné z: <https://www.komunalweb.cz/kompostovani-ve-vaku-i/>

PLÍVA, Petr. Stroje a zařízení pro využití bioodpadů. Odpadové fórum. 2012, 2012(2), 19-23.

PLÍVA, Petr: Plochy vhodné pro kompostování v pásových hromadách. Biom.cz [online]. 2010-08-11 [cit. 2019-07-18]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/plochy-vhodne-pro-kompostovani-v-pasovych-hromadach>>. ISSN: 1801-2655.

PROSÉVAČKA SUBSTRÁTU. [Http://www.fzservis.cz/](http://www.fzservis.cz/) [online]. [cit. 2020-01-10]. Dostupné z: <http://www.fzservis.cz/fzservis/3-FOTOGALERIE/22-Prosevaci-lzice-substrat>

Rynk, R. et al. On-Farm Composting Handbook, Northeast Regional Agricultural Engineering Service, NRAES-54, 1992.

SLEJŠKA, Antonín, VÁŇA, Jaroslav: Expertní systém pro kompostování: Chci vypočítat potřebný objem jímky pro kompostárnu. Biom.cz [online]. 2005-11-30 [cit. 2019-07-18]. Dostupné z WWW: <<http://expert.biom.cz/kompost.stm>>. ISSN: 1801-2655.

SLEJŠKA, Antonín: Komunitní kompostování v obcích podle zákona o odpadech. Biom.cz [online]. 2007-10-24 [cit. 2019-07-03]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/komunitni-kompostovani-v-obcich-podle-zakona-o-odpadech>>. ISSN: 1801-2655.

SOUKUP, Tomáš. Demografická studie Hostivice: Doplnění o sociální služby leden 2019. Praha, 2018.

- STEJSKAL, Bohdan, Anna MALSOVÁ a Anna BÁREKOVÁ. Porovnání složení a produkce domovního bioodpadu z rodinných domů a bytových jednotek. *WASTE FORUM* [online]. 2017, 2017, 237-243 [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: http://www.wasteforum.cz/cisla/WF_4_2017.pdf
- TOMIKOVÁ, Miloslava: Plány odpadového hospodářství a Realizační programy ČR. *Biom.cz* [online]. 2004-05-24 [cit. 2019-06-26]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/plany-odpadoveho-hospodarstvi-a-realizacni-programy-cr>>. ISSN: 1801-2655.
- VALENTOVÁ, Lucie: Správná kompostářská praxe [online prezentace].2008 [cit. 2019-06-28]. Dostupné z <https://docplayer.cz/34488852-Decentralizovane-kompostovani.html>
- VÁŇA, Jaroslav: Kompostování odpadů. *Biom.cz* [online]. 2002-01-14 [cit. 2019-06-27]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/kompostovani-odpadu>>. ISSN: 1801-2655.
- VÁŇA, Jaroslav: Posuzování vlivu kompostáren na životní prostředí. *Biom.cz* [online]. 2003-08-13 [cit. 2019-07-18]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/posuzovani-vlivu-kompostaren-na-zivotni-prostredi>>. ISSN: 1801-2655.
- VENDOLSKÝ, Zdeněk, Alexandra CÍSAŘOVÁ, Richard DVOŘÁK a Markéta HOŠKOVÁ. TYPOVÝ PROJEKT KOMUNITNÍ KOMPOSTÁRNY. Zlín, 2008. Dostupné také z: <http://www.kr-zlinsky.cz/docDetail.aspx?docid=92820&doctype=ART&&cpi=1>
- VÍTĚZ, T. - ŠTACHOVÁ, Z. -- TRÁVNÍČEK, P. -- HLAVENKA, T. Stanovení produkce biologicky rozložitelného odpadu v mikroregionu Mikulovsko. *Waste forum*. [online]. In *Waste forum*. 2011. sv. 2011, č. 2, s. 60--66.
- VÍTĚZ, Tomáš: Technika pro zpracování odpadů – Kompostárny [online prezentace].2015 [cit.2019-06-28]. Dostupné z http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/files/210/19557.pdf
- VOBOŘIL, David. Biomasa-využití, zpracování, výhody a nevýhody, energetické využití v ČR [online]. 2017 [cit. 2019-06-27]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/biomasa-vyuziti-zpracovani-vyhody-a-nevyhody/>
- VOŠTOVÁ, Věra. Logistika odpadového hospodářství. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2009. ISBN 978-80-01-04426-1.
- VUZT, Řešení logistiky biologicky rozložitelných odpadů. 2008. Dostupné z: <http://www.vuzt.cz/index.php?I=A74>

Vyhláška č. 93/2016 Sb. o Katalogu odpadů

ZEMÁNEK, P.: 2010 Biologicky rozložitelné odpady a kompostování. 1. vydání, Praha 2010. 113 s., ISBN 978-80-86884-52-3

Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů

Žádost MŽP (č.j. MZP/2020/720/712) o data doručená na CENIA dne 09.3.2020 (ENV/2020/37643) - Ing. Gabriela Bulková, Martin Janků – Produkce odpadu vybraných katalogových čísel za rok 2018 (celá ČR)

9 Seznam obrázků

Obr.1 Plastová sběrná nádoba 120 l	8
Obr.2 Plastový kontejner 1,1 m ³	8
Obr.3 Kompostejner 240 l	8
Obr.4 Depontkontejner 1,1m ³ a pohled dovnitř	9
Obr.5 Velkoobjemový kontejner	9
Obr.6 Nevhodné uložení plastových pytlů s bioodpadem na sběrném místě.....	10
Obr.7 Hierarchie nakládání s odpady	11
Obr.8 Způsoby zpracování biomasy podle vlhkosti	12
Obr.9 Kompostovací proces	13
Obr.10 Lichoběžníkový a trojúhelníkový profil zakládky	19
Obr.11 Způsob ukládání bioodpadu do kompostejneru	52
Obr.12 Předpokládaná produkce bioodpadu ve svozovém týdnu za rok	53
Obr.13 Malotraktor Iseki TJA 8100	56
Obr.14 Parcelní číslo 278/14	63
Obr.15 Kompostovací plocha s hromadami v průběhu cyklu 4 a 5 (v metrech, bez měřítka) .	65
Obr.16 Rozmístění objektů na vybraném pozemku	67

10 Seznam tabulek

Tab.1 Produkce biologicky rozložitelných odpadů 2018	2
Tab.2 Produkce komunálních odpadů a biologicky rozložitelných komunálních odpadů 2018	3
Tab.3 Seznam biologicky rozložitelných komunálních odpadů a jejich produkce za rok 2018	3
Tab.4 Ukazatelé skladby směsného komunálního odpadu - (zbytkového odpadu, tj. odpadu bez vyříděných využitelných složek), 2008-2009	4
Tab.5 Hodnoty poměru C:N u materiálů používaných při kompostování	14
Tab.6 Spodní hranice produkce biomasy podle různých autorů	28
Tab.7 Předpokládaná roční produkce odpadů obsahujících biologicky rozložitelný odpad podle typu služeb	30
Tab.8 Produkce bioodpadu z vilových, venkovských a sídlištních zástaveb	31
Tab.9 Kritéria pro výběr	36
Tab.10 Podíl obyvatel podle jednotlivých typů zástavby	41
Tab.11 Odpad ze zeleně v období 2011–2018	43
Tab.12 Produkce SKO v období 2011–2018.....	43
Tab.13 Rodinné domy	44
Tab.14 Sídlíštní domy	44
Tab.15 Celková produkce travní hmoty ze zahrad obyvatel	45
Tab.16 Celková produkce ostatního bioodpadu ze zahrad obyvatel	46
Tab.17 Měsíční produkce bioodpadu u sledovaných rodin.....	46
Tab.18 Pořadí jednotlivých komodit podle hmotnosti a procentuálního zastoupení	46
Tab.19 Veřejná zeleň v údržbě Technických služeb Hostivice.....	47
Tab.20 Veřejná zeleň v údržbě externí firmy	48
Tab.21 Ovocný sad v údržbě Technických služeb Hostivice.....	48
Tab.22 Ostatní dřeviny v údržbě externí firmy	48
Tab.23 Předpokládaná produkce bioodpadu ze hřbitovů	49
Tab.24 Předpokládaná roční produkce odpadů obsahujících biologicky rozložitelný odpad podle typu služeb	49
Tab.25 Celková produkce odpadů obsahujících biologicky rozložitelný odpad.....	50
Tab.26 Předpokládané množství sváženého bioodpadu z jednotlivých typů zástaveb	50
Tab.27 Optimální objem nádoby v litrech při předpokládané produkci bytového domu v závislosti na kombinaci počtů bytů a předzahrádek	52
Tab.28 Svozové časy pro jednotlivé okruhy (kompostejnery)	54

Tab.29 Svozové časy pro jednotlivé okruhy (kontejnery).....	55
Tab.30 Celková produkce bioodpadu v zájmové oblasti.....	55
Tab.31 Vybrané technické parametry malotraktoru Iseki TJA 8100	57
Tab.32 Výpočet nutné hodinové výkonnosti.....	57
Tab.33 Vybrané typy překopávačů.....	58
Tab.34 Standardizovaná kritériální matice R	58
Tab.35 Sestupně seřazené stroje dle agregované funkce užítku.....	58
Tab.36 Roční využití (rW_s) pro překopávač PRT 2500.....	59
Tab.37 Výpočet nutné hodinové výkonnosti.....	59
Tab.38 Vybrané typy drtičů.....	60
Tab.39 Standardizovaná kritériální matice R	60
Tab.40 Sestupně seřazené stroje dle agregované funkce užítku.....	60
Tab.41 Roční využití (rW_s) pro drtič Negri bio R185T.....	61
Tab.42 Výpočet nutné hodinové výkonnosti.....	61
Tab.43 Výpočet nutné hodinové výkonnosti.....	62
Tab.44 Kompostovací cykly v průběhu roku	63
Tab.45 Délka pásových hromad jednotlivých cyklů	65
Tab.46 Náklady na výstavbu a jejich zařazení do odpisových skupin	67
Tab.47 Náklady na pořízení technických prostředků, příslušenství a jejich zařazení do odpisových skupin	68
Tab.48 Odpisy druhé odpisové skupiny v průběhu pěti let.....	69
Tab.49 Odpisy páté odpisové skupiny v průběhu třiceti let	70
Tab.50 Odpisy šesté odpisové skupiny v průběhu padesáti let	70
Tab.51 Porovnání čtyř možných variant.....	72

Přílohy

Příloha 1 Seznam biologicky rozložitelných odpadů podle katalogu odpadů

Tab.1 Seznam biologicky rozložitelných odpadů podle katalogu odpadů

02	ODPADY ZE ZEMĚDĚLSTVÍ, ZAHRADNICTVÍ, RYBÁŘSTVÍ, LESNICTVÍ, MYSLIVOSTI A Z VÝROBY A ZPRACOVÁNÍ POTRAVIN
02 01	ODPADY ZE ZEMĚDĚLSTVÍ, ZAHRADNICTVÍ, RYBÁŘSTVÍ, LESNICTVÍ, MYSLIVOSTI A Z VÝROBY A ZPRACOVÁNÍ POTRAVIN
02 01 01*	Kaly z praní a z čištění O
02 01 02*	Odpad živočišných tkání O
02 01 03	Odpad rostlinných pletiv O
02 01 06*	Zvířecí trus, moč a hnůj (včetně znečištěné slámy), kapalné odpady, soustředované odděleně a zpracovávané mimo místo vzniku O
02 01 07	Odpady z lesnictví O
02 02	Odpady z výroby a zpracování masa, ryb a jiných potravin živočišného původu
02 02 01*	Kaly z praní a z čištění O
02 02 02*	Odpad živočišných tkání O
02 02 03*	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování O
02 02 04*	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku O
02 03	Odpady z výroby a ze zpracování ovoce, zeleniny, obilovin, jedlých olejů, kaka, kávy, čaje a tabáku; odpady z konzervářského průmyslu z výroby droždí a kvasničného extraktu, z přípravy a kvašení melasy
02 03 01	Kaly z praní, čištění, loupání, odstředování a separace O
02 03 04	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování O
02 03 05	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku O
02 04	Odpady z výroby cukru
02 04 01	Zemina z čištění a praní řepy O
02 04 02	Odpad uhličitanu vápenatého O
02 04 03	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku O
02 05	Odpady z mlékářského průmyslu
02 05 01*	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování O
02 05 02*	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku O
02 06	Odpady z pekáren a výroby cukrovinek
02 06 01	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování O
02 06 03	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku O
02 07	Odpady z výroby alkoholických a nealkoholických nápojů (s výjimkou kávy, čaje a kaka)
02 07 01	Odpady z praní, čištění a mechanického zpracování surovin O
02 07 02	Odpady z destilace lihovin O
02 07 04	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování O
02 07 05	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku O

03	ODPADY ZE ZPRACOVÁNÍ DŘEVA A VÝROBY DESEK, NÁBYTKU, CELULÓZY, PAPIRU A LEPENKY
03 01	Odpady ze zpracování dřeva a výroby desek a nábytku
03 01 01	Odpadní kůra a korek O
03 01 05	Piliny, hobliny, odřezky, dřevo, dřevotřískové desky a dýhy, neuvedené pod číslem 03 01 04 O
03 03	Odpady z výroby a zpracování celulózy, papíru a lepenky
03 03 01	Odpadní kůra a dřevo O
03 03 02	Kaly zeleného louhu (ze zpracování černého louhu) O
03 03 05	Kaly z odstraňování tiskařské černi při recyklaci papíru O
03 03 07	Mechanicky oddělený výmět z rozvláknování odpadního papíru a lepenky O
03 03 08	Odpady ze třídění papíru a lepenky určené k recyklaci O
03 03 09	Odpadní kaustifikační kal O
03 03 10	Výmětová vlákna, kaly z mechanického oddělování obsahující vlákna, výplně a povrchové vrstvy z mechanického třídění O
03 03 11	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku neuvedené pod číslem 03 03 10 O
04	ODPADY Z KOŽEDĚLNÉHO, KOŽEŠNICKÉHO A TEXTILNÍHO PRŮMYSLU
04 01	Odpady z kožedělného a kožešnického průmyslu
04 01 01	Odpadní klišovka a štípenka O
04 01 06	Kaly obsahující chrom, zejména kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku O
04 01 07	Kaly neobsahující chrom, zejména kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku O
04 02	Odpady z textilního průmyslu
04 02 10	Organické hmoty z přírodních produktů (např. tuk, vosk) O
04 02 20	Jiné kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku neuvedené pod číslem 04 02 19 O
04 02 21*	Odpady z nezpracovaných textilních vláken O
04 02 22*	Odpady ze zpracovaných textilních vláken O
10	ODPADY Z TEPELNÝCH PROCESŮ
10 01	Odpady z elektráren a jiných spalovacích zařízení (kromě odpadů uvedených v podskupině 19)
10 01 03	Popílek ze spalování rašeliny a neošetřeného dřeva O
10 13	Odpady z výroby cementu, vápna a sádry a předmětů a výrobků z nich vyráběných
10 13 04	Odpady z kalcinace a hašení vápna O
10 13 06	Úlet a prach (kromě odpadů uvedených pod čísly 101312a101313) O
15	ODPADNÍ OBALY; ABSORPČNÍ ČINIDLA, ČISTICÍ TKANINY, FILTRAČNÍ MATERIÁLY A OCHRANNÉ ODĚVY JINAK NEURČENÉ
15 01	Obaly (včetně odděleně sbíraného komunálního obalového odpadu)
15 01 01	Papírové a lepenkové obaly O
15 01 03	Dřevěné obaly O
16	ODPADY V TOMTO KATALOGU JINAK NEURČENÉ
17	STAVEBNÍ A DEMOLIČNÍ ODPADY (VČETNĚ VYTĚŽENÉ ZEMINY Z KONTAMINOVANÝCH MÍST)
17 02	Dřevo, sklo a plasty
17 02 01	Dřevo O

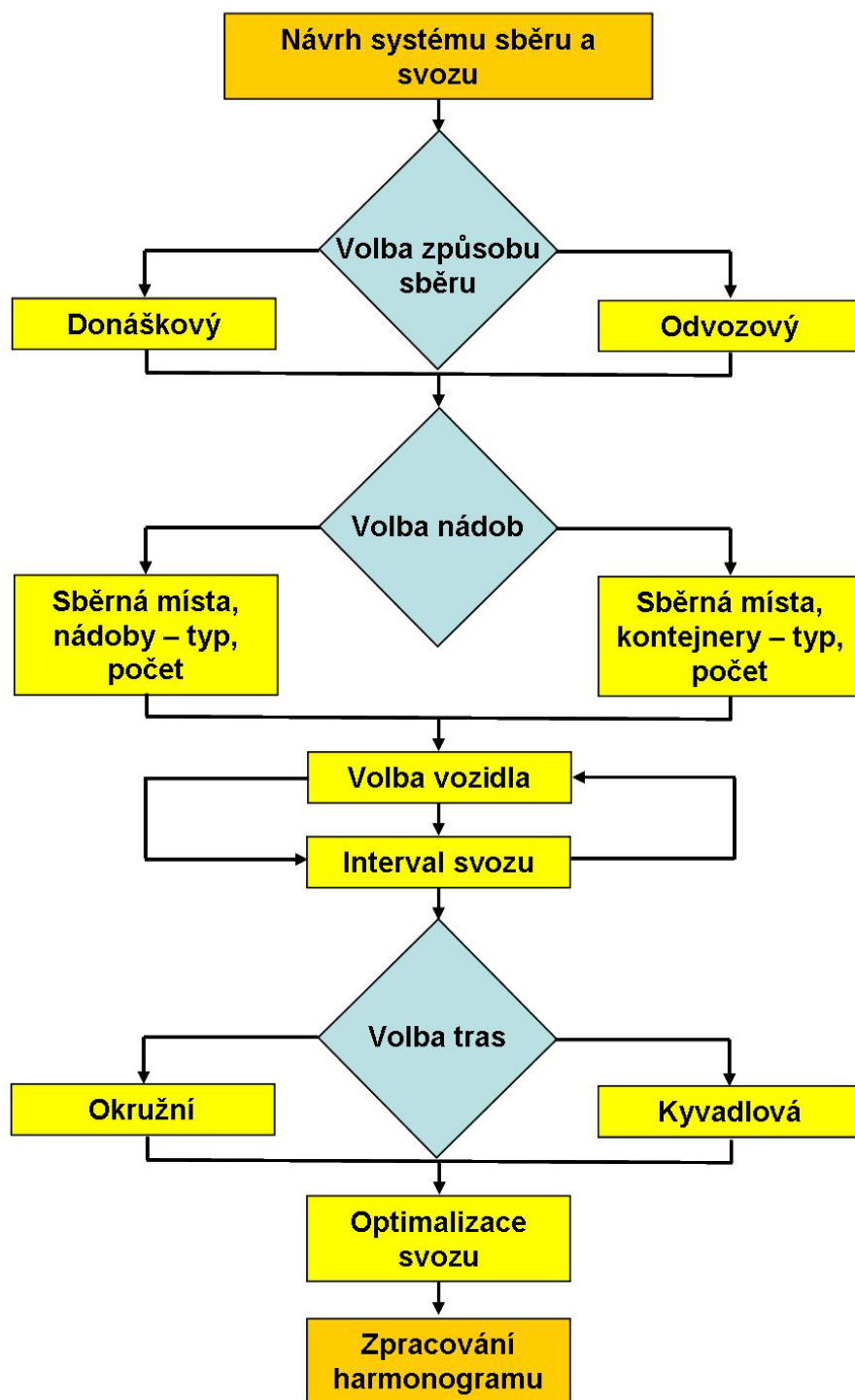
19	ODPADY ZE ZAŘÍZENÍ NA ZPRACOVÁNÍ (VYUŽÍVÁNÍ A ODSTRAŇOVÁNÍ) ODPADU, Z ČISTÍREN ODPADNÍCH VOD PRO ČIŠTĚNÍ TĚCHTO VOD MIMO MÍSTO JEJICH VZNIKU A Z VÝROBY VODY PRO SPOTŘEBU LIDÍ A VODY PRO PRŮMYSLOVÉ ÚČELY
19 05	Odpady z aerobního zpracování pevných odpadů
19 05 03	Kompost nevyhovující jakosti O
19 06	Odpady z anaerobního zpracování odpadu
19 06 04	Produkty vyhnívání z anaerobního zpracování komunálního odpadu O
19 06 05*	Extrakty z anaerobního zpracování odpadů živočišného a rostlinného původu O
19 06 06*	Produkty vyhnívání z anaerobního zpracování živočišného a rostlinného odpadu O
19 08	Odpady z čistíren odpadních vod jinde neuvedené
19 08 05	Kaly z čištění komunálních odpadních vod O
19 08 12	Kaly z biologického čištění průmyslových odpadních vod neuvedené pod číslem 19 08 11 O
19 08 14	Kaly z jiných způsobů čištění průmyslových odpadních vod neuvedené pod číslem 19 08 13 O
19 09	Odpady z výroby vody pro spotřebu lidí nebo vody pro průmyslové účely
19 09 01	Pevné odpady z primárního čištění (z česlí a filtrů) O
19 09 02	Kaly z čiření vody O
19 09 03	Kaly z dekarbonizace O
19 12	Odpady z úpravy odpadů jinde neuvedené (např. třídění, drcení, lisování, peletizace)
19 12 01	Papír a lepenka
19 12 07	Dřevo neuvedené pod číslem 19 12 06 O

Zdroj: Voštová (2009)

*Odpady označené * musí splňovat požadavky Nařízení 1774/2002/EC, o veterinárních a hygienických pravidlech pro vedlejší výrobky živočišného původu, které nejsou určeny k lidské spotřebě.*

Příloha 2 Schéma postupu při návrhu systému sběru a svozu BRO

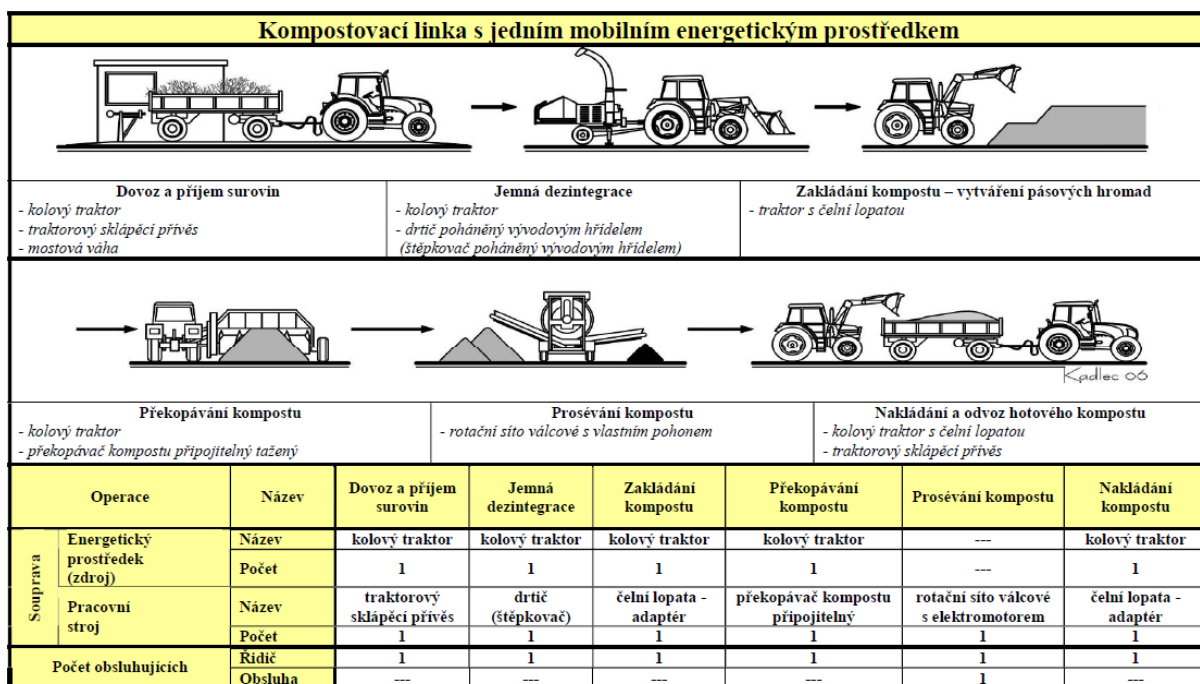
Obr.1 Schéma postupu při návrhu systému sběru a svozu BRO



Zdroj: Zemánek (2010)

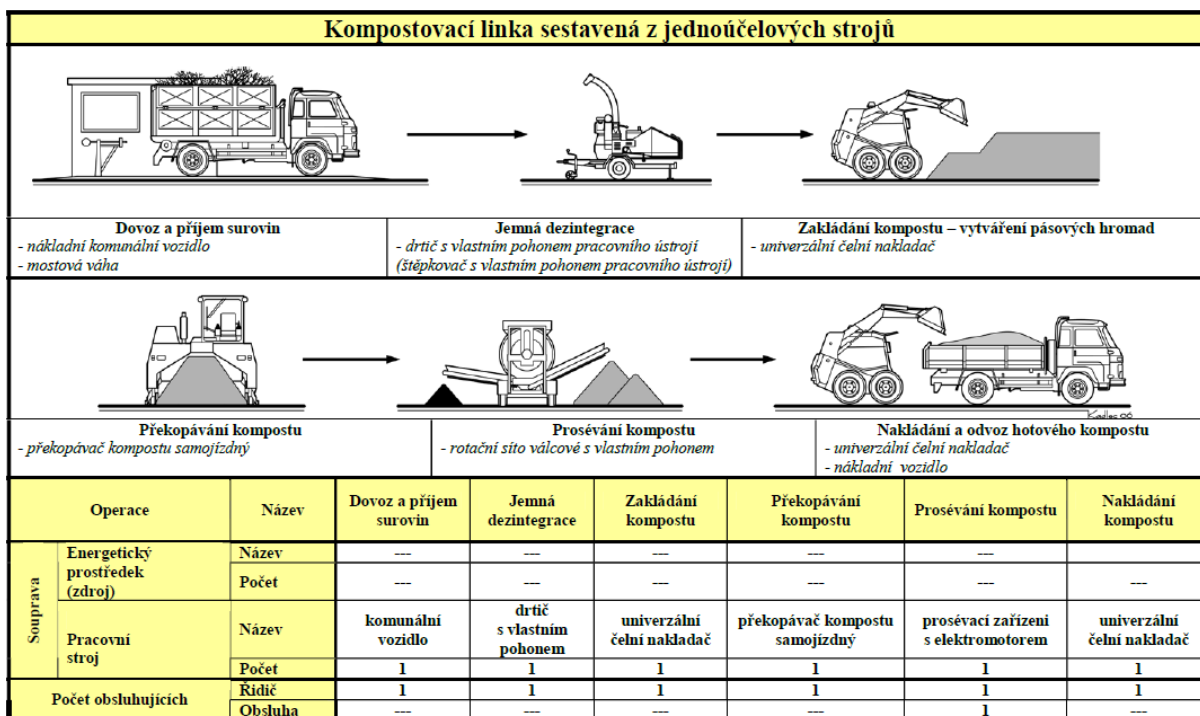
Příloha 3 Schémata kompostovacích linek

Obr.1 Schéma kompostovací linky s jedním mobilním energetickým prostředkem



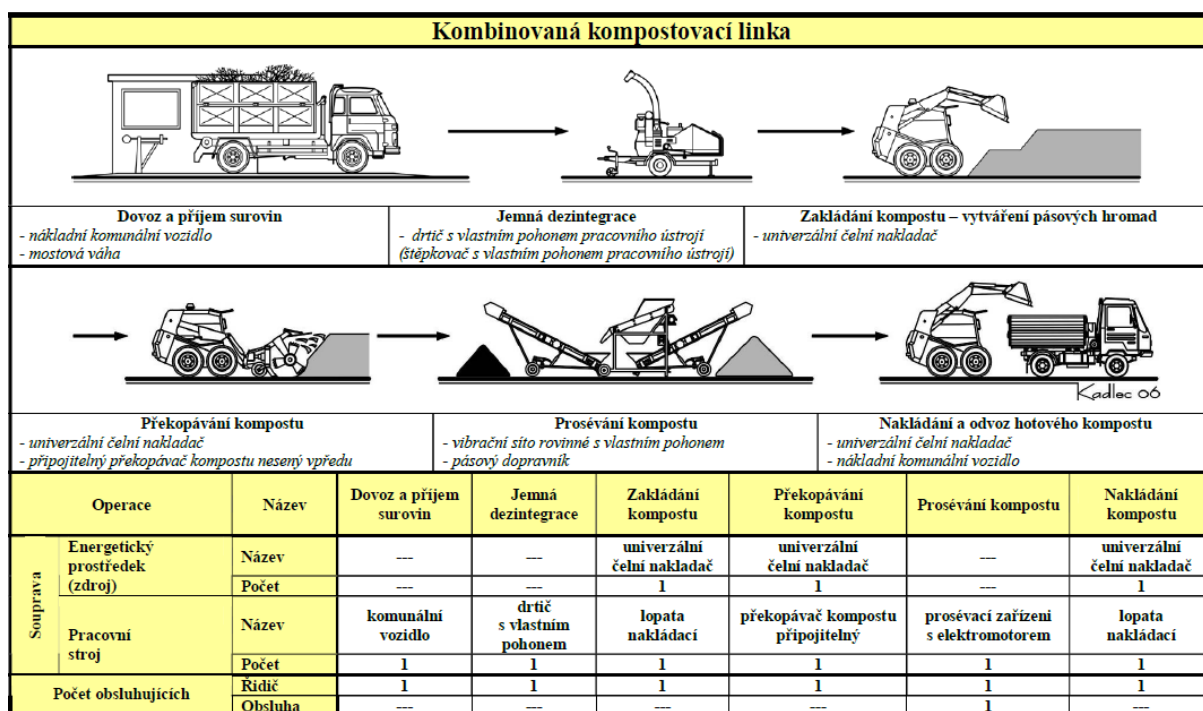
Zdroj: Zemánek (2010)

Obr.2 Schéma kompostovací linky sestavené z jednoúčelových strojů



Zdroj: Zemánek (2010)

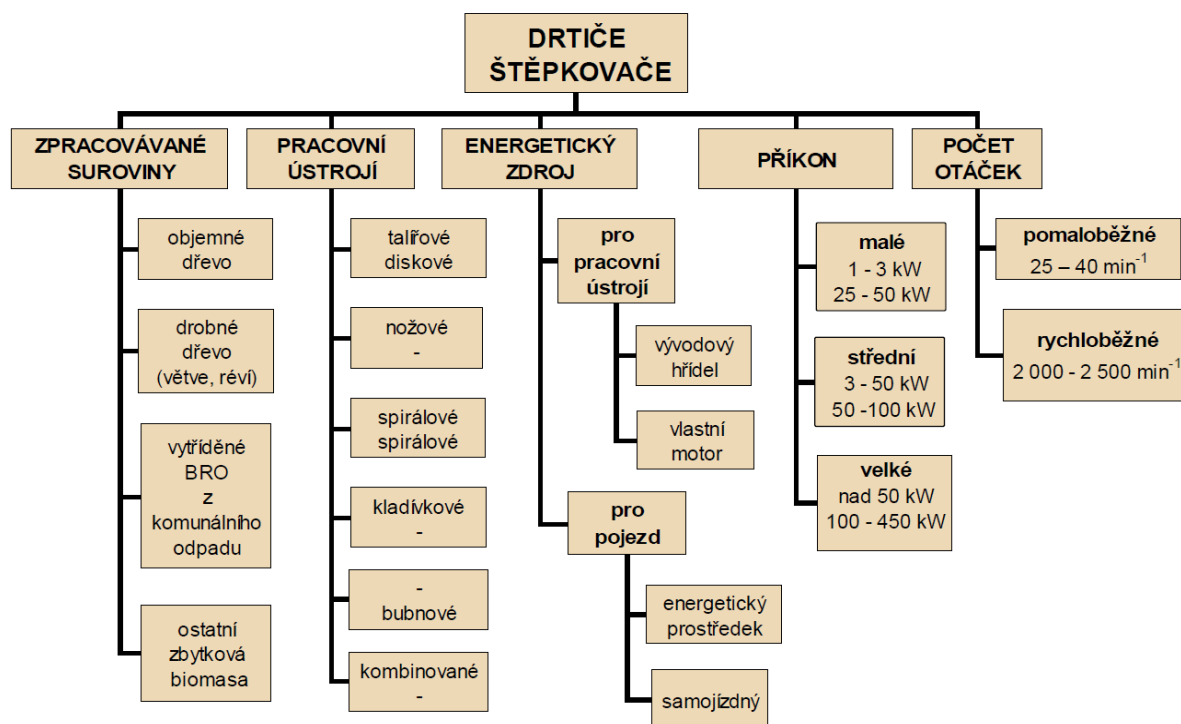
Obr.3 Schéma kombinované kompostovací linky



Zdroj: Zemánek (2010)

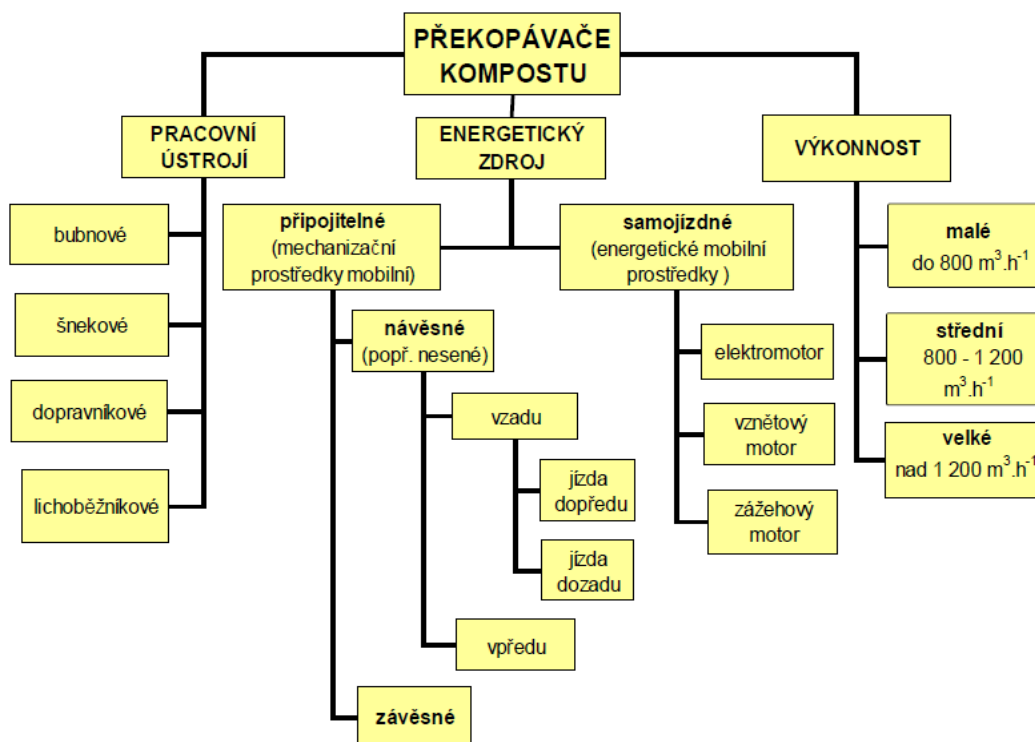
Příloha 4 Schémata technických prostředků

Obr.1 Schéma rozdělení drtičů a štěpkovačů



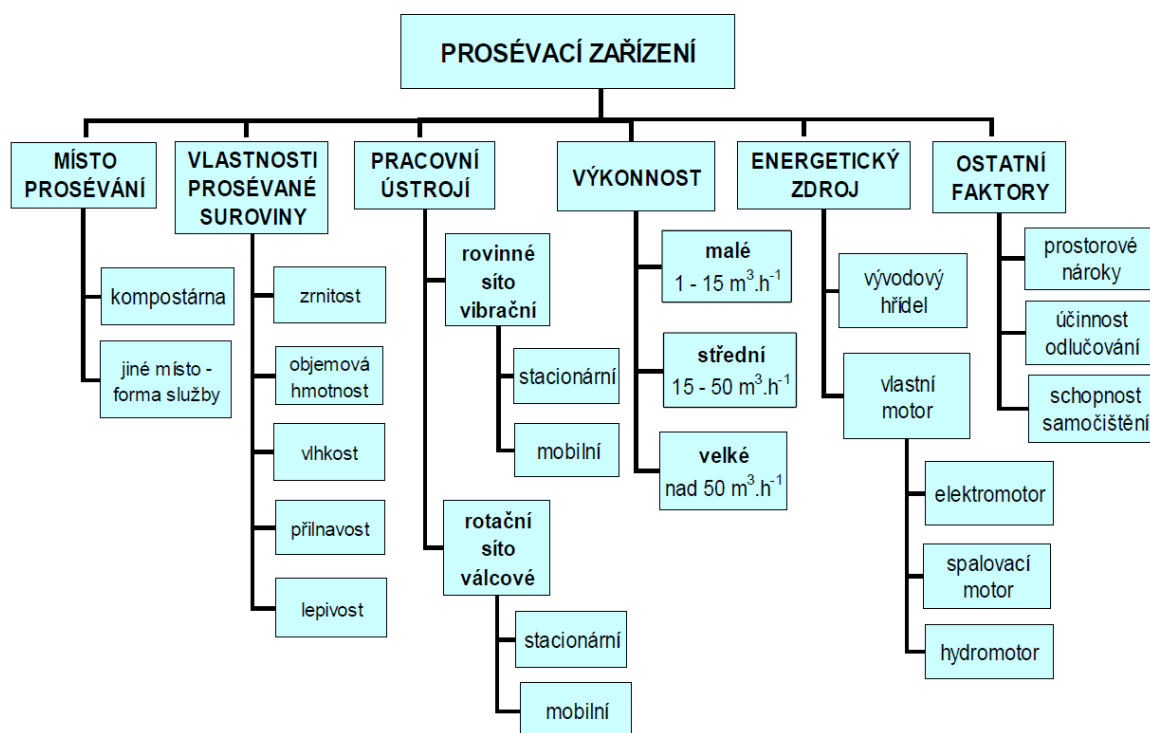
Zdroj: svt.pi.gin.cz/vuzt/poraden/prirucky/p2005_04.pdf

Obr.2 Schéma rozdělení překopávačů



Zdroj: svt.pi.gin.cz/vuzt/poraden/prirucky/p2005_04.pdf

Obr.3 Schéma rozdělení prosévacího zařízení



Zdroj: svt.pi.gin.cz/vuzt/poraden/prirucky/p2005_04.pdf

Příloha 5 Vzor dotazníku, letáčku a odkaz na dotazník umístěný v měsíčníku

Obr.1 Vzor tištěného dotazníku použitého pro tuto práci

1) Víte, co je to bioodpad?

- a) ANO b) NE

Pokud NE, tak se po zapsání odpovědi podívejte do přílohy č. I.

2) Jak nakládáte s bioodpady z Vaší domácnosti?

- a) ukládám na vlastní kompost
b) ukládám do sběrného dvora nebo kontejneru pro bioodpad spravovaného místními technickými službami
c) ukládám do kontejneru pro bioodpad sváženého jinou odpadovou společností
d) ukládám do směsného komunálního odpadu

Pokud byla předchozí odpověď d), prosím odpovězte na tuto podotázku.

2.1) Co Vás nejvíce odrazuje od třídění bioodpadu?

- a) zápach z odpadu b) manipulace s odpadem c) nároky na prostor
d) odnos odpadu e) finanční náklady f) jiné (vypíšte)

3) Co by Vás nejvíce motivovalo ke třídění bioodpadů? (i v případě, že již třídíte)

- a) snížení ceny za odvoz odpadů b) možnost odběru kompostu
c) ochrana životního prostředí d) jiné (vypíšte)

4) Jste ochotni papírové nebo plastové pytle na bioodpad kupovat?

- a) ANO b) NE

5) Jste ochotni začít třídít bioodpad, pokud by Vám obec poskytla potřebné prostředky?

- a) ANO b) NE

6) V jaké maximální vzdálenosti musí být umístěn kontejner, kam jste ochotni nosit bioodpad?

- a) 20 metrů b) 50 metrů c) 100 metrů
d) 150 metrů e) více než 150 metrů

7) Jakým způsobem byste chtěli získávat informace o odpadech?

- a) leták do schránky b) městský měsíčník c) internet
d) veřejná diskuze e) jinak (vypíšte)

8) Kde bydlíte?

- a) rodinný dům b) byt c) byt s předzahrádkou

9) Kolik členů žije v domácnosti (vyplňte číslem)?

- a) počet dospělých členů b) počet dětí (mladší 15 let)

10) Nejvyšší dosažené vzdělání ve Vaší domácnosti?

- a) ZŠ b) SŠ bez maturity c) SŠ s maturitou d) VŠ nebo VOŠ

11) Kde se přibližně nachází Vaše domácnost podle přiložené mapy (např. F9)?


Zdroj: Autor

Obr.2 Vzor letáčku umístěného do schránek

DOTAZNÍK

Vážení sousedé, jmenuji se Martin Janků a rád bych Vás poprosil o vyplnění dotazníku, který je součástí mé diplomové práce, zabývající se **bioodpadem** vzniklým na území města Hostivice a v jeho okolí. Dotazník je naprosto anonymní a informace budou použity pouze v diplomové práci.

Děkuji Vám za Vaši spolupráci.



bit.ly/biodotaznik

Pro načtení dotazníku je potřeba mít mobilní telefon se čtečkou QR kódu a nebo opsat odkaz do prohlížeče.

Díky

Zdroj: Autor

Obr.3 Odkaz na dotazník umístěný v Hostivickém měsíčníku, říjen 2019, str. 29

DOTAZNÍK

Vážení sousedé,
rád bych Vás poprosil o vyplnění dotazníku, který je součástí mé diplomové práce zabývající se **bioodpadem** vzniklým na území města Hostivice a v jeho okolí.

Děkuji Vám za Vaši spolupráci
Martin Janků



bit.ly/biodotaznik

Pro načtení dotazníku je potřeba mít mobilní telefon se čtečkou QR kódu a nebo opsat odkaz do prohlížeče.

Zdroj: http://www.hostivice.eu/assets/File.ashx?id_org=4583&id_dokumenty=430172

Příloha 6 Systém sběru biologicky rozložitelného odpadu v regionech: metodika pro praxi

Tab.1 Identifikace obce

Identifikace obce:	
Kraj:	Středočeský
Název obce:	Hostivice
Počet obyvatel:	8 546 (9 500)
Počet obydlených domů:	2 201
Počet obydlených bytů:	1 286
Odpovědná osoba k dalšímu jednání:	
Jméno:	Ing. arch. Klára Čáповá
Funkce:	starostka
www stránky obce:	www.hostivice.eu
Starý, přesto nutný údaj:	
Produkce KO v obci v roce 1995 (t)	-

Zdroj: databáze Městského úřadu Hostivice

Tab.2 Třídění komunálního odpadu

Tříděné složky komunálního odpadu							
Papír		PET lahve		Sklo		Směsné plasty	
A/N	svoz	A/N	svoz	A/N	svoz	A/N	svoz
A	3/7	A	3/7	A	2/7	A	3/7
Nápojové kartony		Kovy		Tříděný BRKO z domácností		BRKO z údržby zeleně	
A/N	svoz	A/N	svoz	A/N	svoz	A/N	svoz
A	2/7	A	1/7	A	3/7	A	3/7

Zdroj: databáze Městského úřadu Hostivice

Tab.3 Katastrální výměry

Celková výměra	Zahrady-obyvateľ	Louky	Hřiště, parky	Ovocné sady	Ostatní plochy
[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]
134,26	89,7	-	6,72	6,36	31,48

Zdroj: databáze Městského úřadu Hostivice

Tab.4 Detailní rozpis katastrální výměry pro hřiště a ostatní plochy

Skupina	Kategorie	Výměra [ha]
A	I	6,72
	II	9,78
	III	12,02
B	I	0,96
	II	2,06
	III	6,66

Zdroj: databáze Městského úřadu Hostivice

Příloha 7 Ukazatelé měrné produkce nejvýznamnějších odpadů u vybraných typů služeb

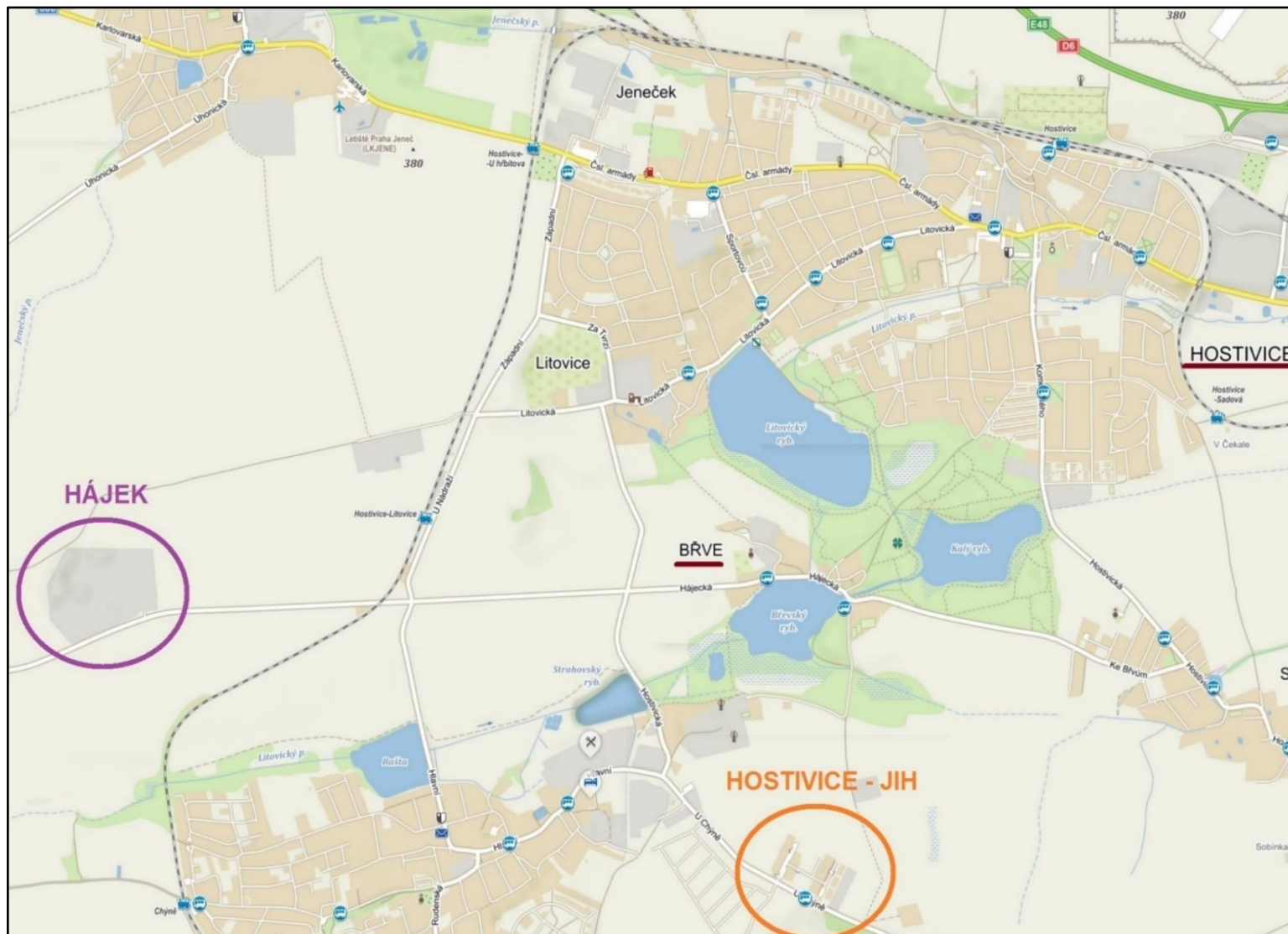
Tab.1 Ukazatelé měrné produkce nejvýznamnějších odpadů u vybraných typů služeb

TYP SLUŽBY		FAKTOR		MĚRNÁ PRODUKCE/KG/FAKTOR/ROK				
OKEČ	NÁZEV	NÁZEV	JEDEN.	Pět hmotnostně nejvýznamnějších odpadů dle Katalogu odpadů pro každý typ služby.				
28	Drobná výroba - kovovýroba	Zaměstnanci	1	1201xx	200301	1101xx	150101	1305xx
				2257	305	38	30	23
45.4	Drobná výroba - stavebnictví	Zaměstnanci	1	1701xx	200301	0801xx	150101	150103
				1485	870	206	97	58
50.1, 50.2	Prodej, opravy a údržba motorových vozidel	Zaměstnanci	1	200301	160117	160103	1302xx	160601
				5044	483	250	110	43
50.5	Maloobchod a prodej pohonných hmot	Prodejní plocha	1 m2	200301	200304	1908xx	1305xx	1302xx
				253	112	100	57	21
52.11, 52.12	Maloobchod v nesespecializovaných prodejnách do 400 m2	Prodejní plocha	1 m2	200301	150101	150102	150107	150103
				30	10	5	1	1
52.11, 52.12	Maloobchod v nesespecializovaných prodejnách nad 400 m2	Prodejní plocha	1 m2	200301	170201	150103	150101	150102
				130	44	9	6	4
52.489	Maloobchod - stavebniny	Prodejní plocha	1 m2	200301	170201	150103	150101	150102
				170	25	13	12	12
55.10	Hotely	Lůžka	1	200301	200108	150107	150102	150101
				580	25	17	15	13
55.21	Turistické ubytovny, rekreační střediska	Lůžka	1	1305xx	200301	200108	150102	150101
				450	167	5	4	1
55.22	Kempy, tábořiště	Místa pro stan, karavan	1	200301	1305xx	200108	150101	200201
				687	14	6	4	4
55.30	Restaurace	Místa u stolů	1	200301	15107	150101	1305xx	150104
				263	20	11	10	8
55.51	školní jídelny, menzy, závodní kuchyně	Porce jídla	1	200301	200108	150107	150101	1305xx
				0,062	0,038	0,03	0,01	0,008
60.1	Autobusová a železniční nádraží	Zaměstnanci	1	200301	150101	150102	150107	1302xx
				426	49	20	18	14
64.1	Pošta	Zaměstnanci	1	200301	150102	150101	200101	-
				475	63	61	3	
65	Banky	Zaměstnanci	1	200301	200101	150101	150102	200135
				862	319	83	73	6
75.1, 75.2	Úřady veřejné správy	Zaměstnanci	1	200301	1305xx	170101	neurčené	1001xx
				352	138	92	92	58
80.1	Předškolní výchova a základní vzdělání	Studenti	1	200301	200201	1305xx	150101	200101
				48	10	3	3	3
85.11	Nemocnice, polikliniky	Lůžka	1	200301	1801xx	150107	150101	200108
				432	211	30	28	28
85.12	Ambulantní zdravotní péče	Lékaři	1	200301	1801xx	150101	150107	neurčené
				1258	161	81	28	28
85.31	Ústavní sociální péče, dětské domovy	Lůžka	1	200301	1801xx	150107	150101	1305xx
				429	63	58	42	35
90.01, 90.02	Čištění odpadních vod, svoz odpadů	Zaměstnanci	1	200301	1907xx	200304	17001xx	1908xx
				2823	1688	1283	1051	992
93.03	Hřbitovy	Hroby	1	200301	200201	1705xx	neurčené	-
				17	2	1	1	

Zdroj: Balner, Franková (2009)

Příloha 8 Mapa zájmové oblasti

Obr.1 Mapa zájmové oblasti Hostivice



Zdroj: maps.google.com, úprava

Příloha 9 Sčítání lidu, letecký snímek Hostivice a mapa rozdělení oblasti na vesnickou a vilovou zástavbu

Tab.1 Sčítání lidu, domů a bytů 2001 – okres Praha-západ – 2001

D.8. Trvale obydlené domy podle typu a stáří domu	
Město: Hostivice	
	rodinné domy
Trvale obydlené domy	1 022
Trvale obydlené byty	1 171
v tom byty v domech postavených v období	
do roku 1919	100
1920 - 1945	296
1946 - 1970	226
1971 - 1990	305
1991 - 2001	223
nezjištěno	21
Průměrné stáří domů v letech	42,2
Na 1 trvale obydlený byt připadá	
m ² obytné plochy	69,5
obytných místností s plochou 8 a více m ²	3,48

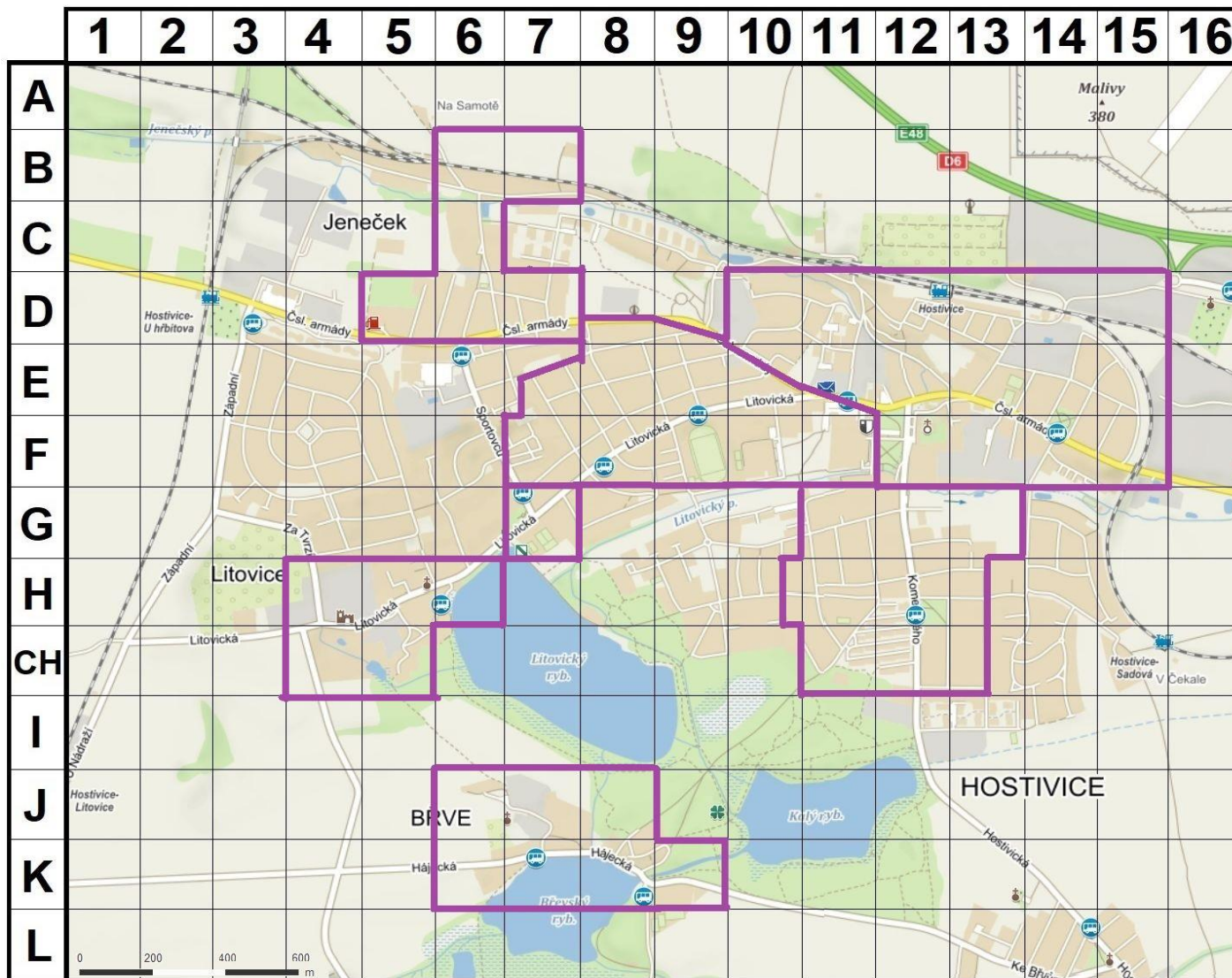
Zdroj: https://www.czso.cz/csu/sldb/scitani_lidu_domu_a_bytu_v_roce_2001

Obr.1 Letecký snímek Hostivice z roku 1990



Zdroj: Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad generála Josefa Churavého

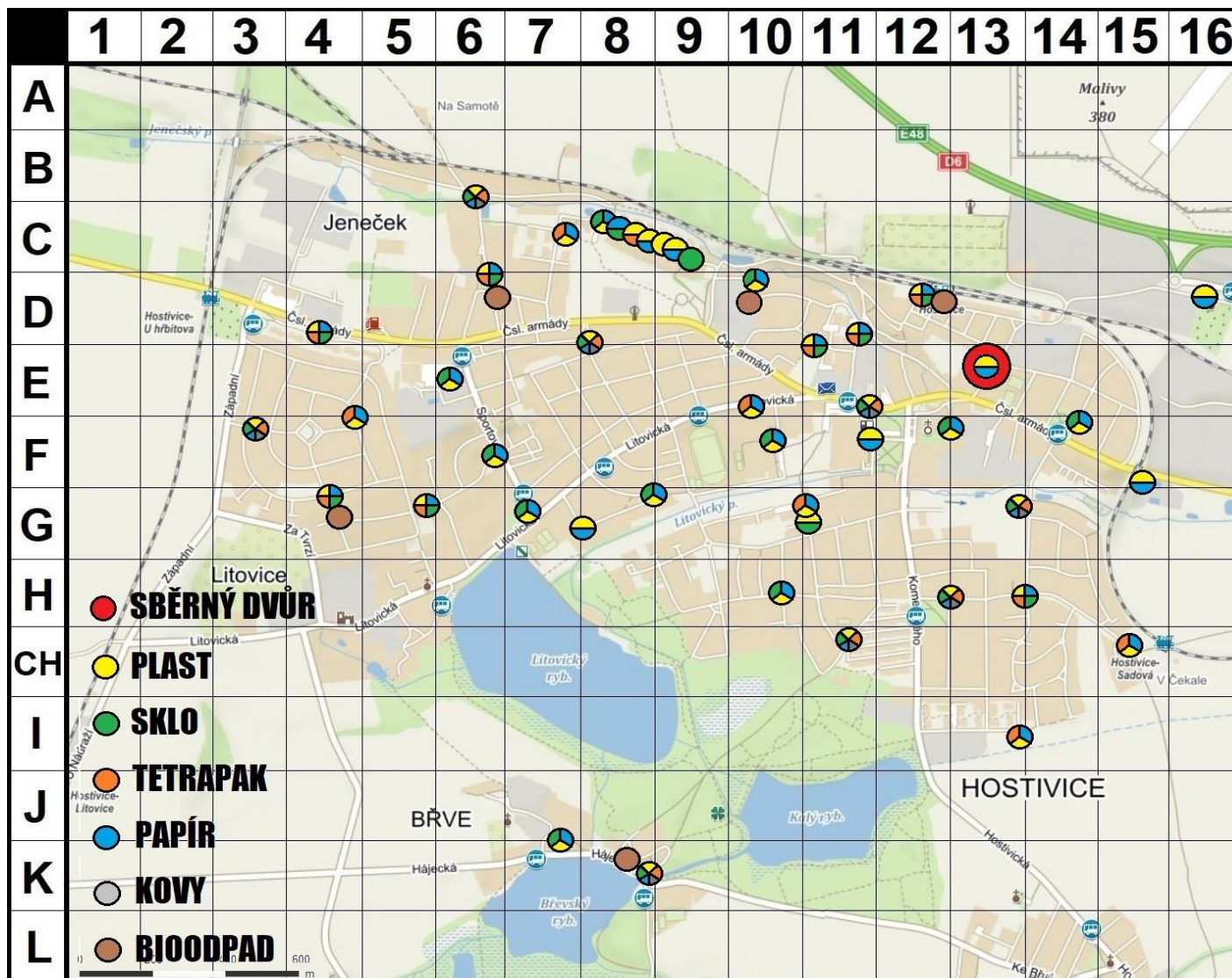
Obr.2 Mapa rozmístění vilové a venkovské zástavby (venkovská zástavba je označena fialovým orámováním, ostatní je vilová zástavba)



Zdroj: mapy.cz, úprava

Příloha 10 Mapa rozmístění sběrných hnízd v Hostivici a v Břvích

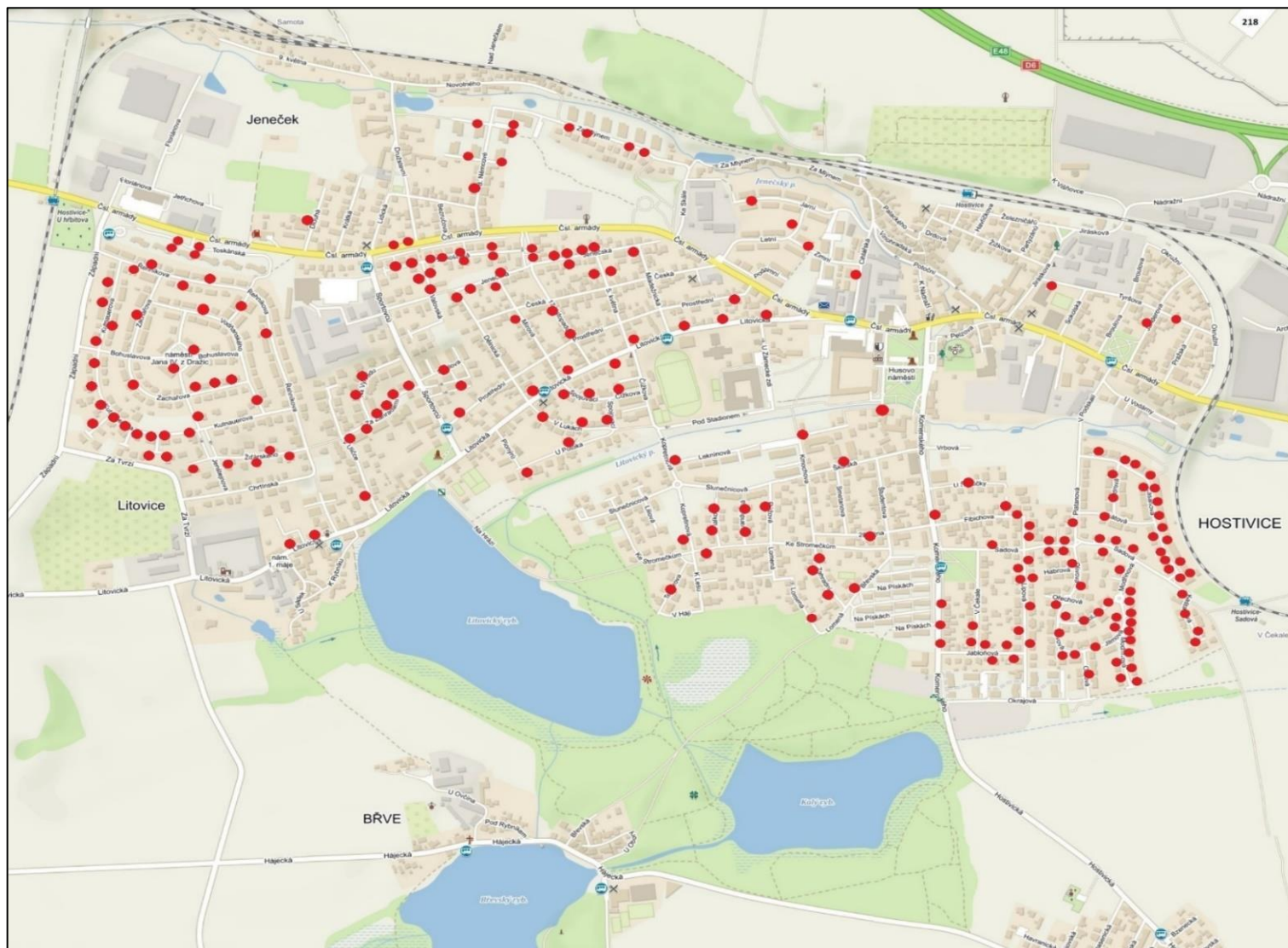
Obr.1 Mapa rozmístění sběrných hnízd



Zdroj: mapy.cz, úprava

Příloha 11 Mapa rozmístění sběrných nádob svážených Pražskými službami

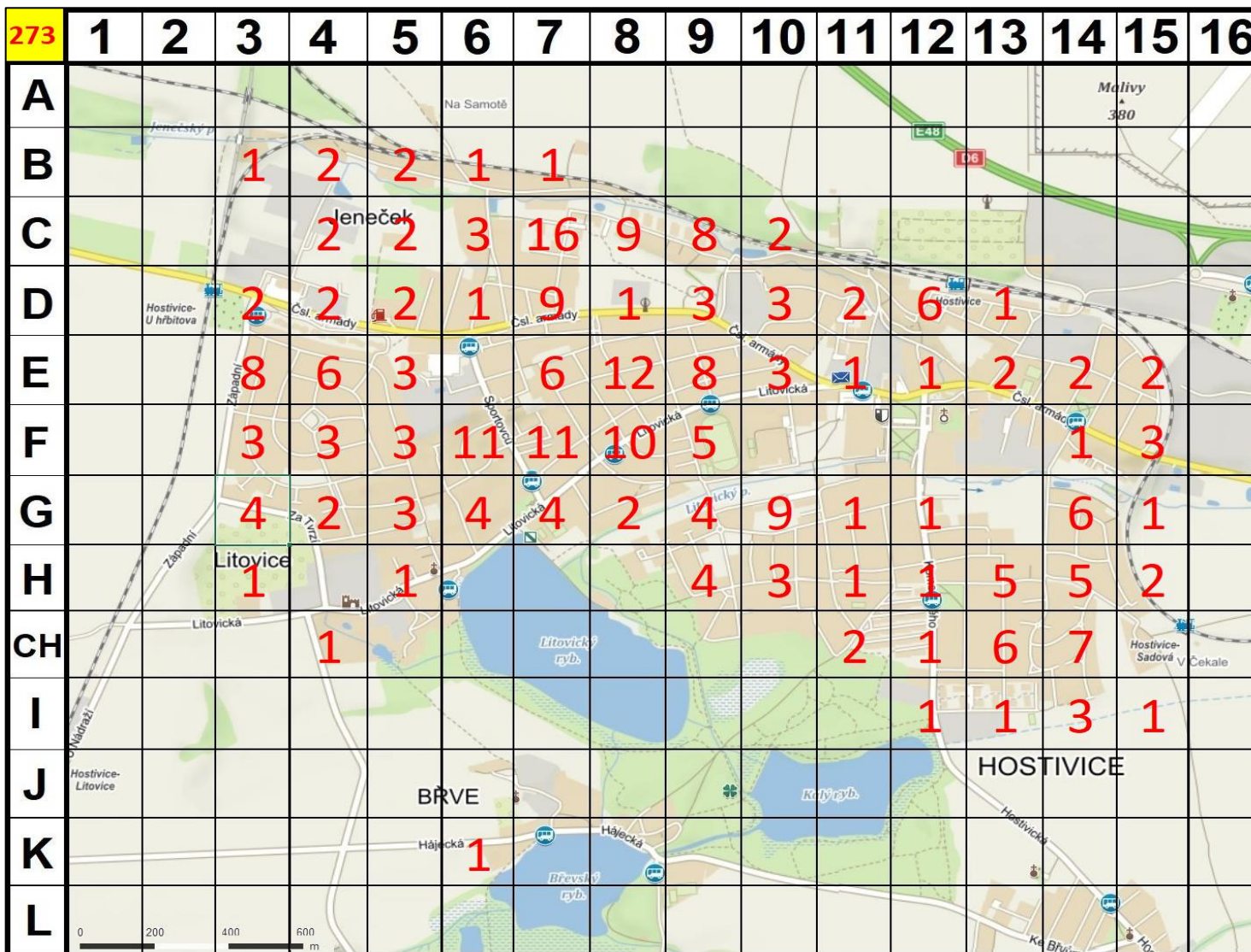
Obr.1 Mapa rozmístění nádob svážených Pražskými službami



Zdroj: maps.google.com, úprava

Příloha 12 Odpovědi z dotazníku podle polohy domácností

Obr.1 Odpovědi z dotazníku podle rozmístění domácností



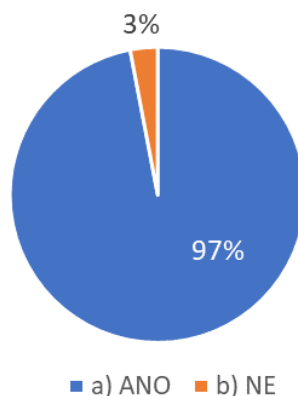
Zdroj: mapy.cz, úprava

Příloha 13 Vyhodnocení všech odpovědí z dotazníků

Na první otázku, jestli respondenti vědí, co je a co není bioodpad, odpovědělo 265, že ANO a 8, že NE. Procentuálně je to vyjádřené obrázkem číslo 1.

Obr.1 Procentuální zastoupení odpovědí na otázku číslo 1.

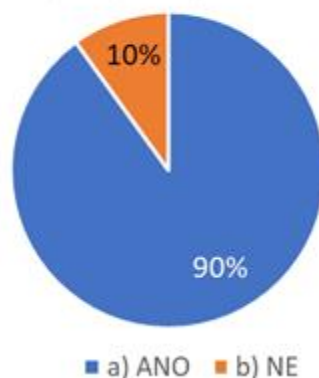
1) Víte, co je a co není bioodpad?



V případě, že respondent odpověděl na první otázku ANO, tak byl požádán o odpověď na podotázku, přičemž si prohlédl přehled, co lze umístit do bioodpadu a zvážil, jestli si to opravdu myslel správně. Podle odpovědí si to správně myslelo 239 respondentů a 27 usoudilo, že si to správně nemyslelo. Nejčastějším omylem bylo, že respondenti by do bioodpadu umístili i živočišné zbytky. Procentuálně je to vyjádřené obrázkem číslo 2.

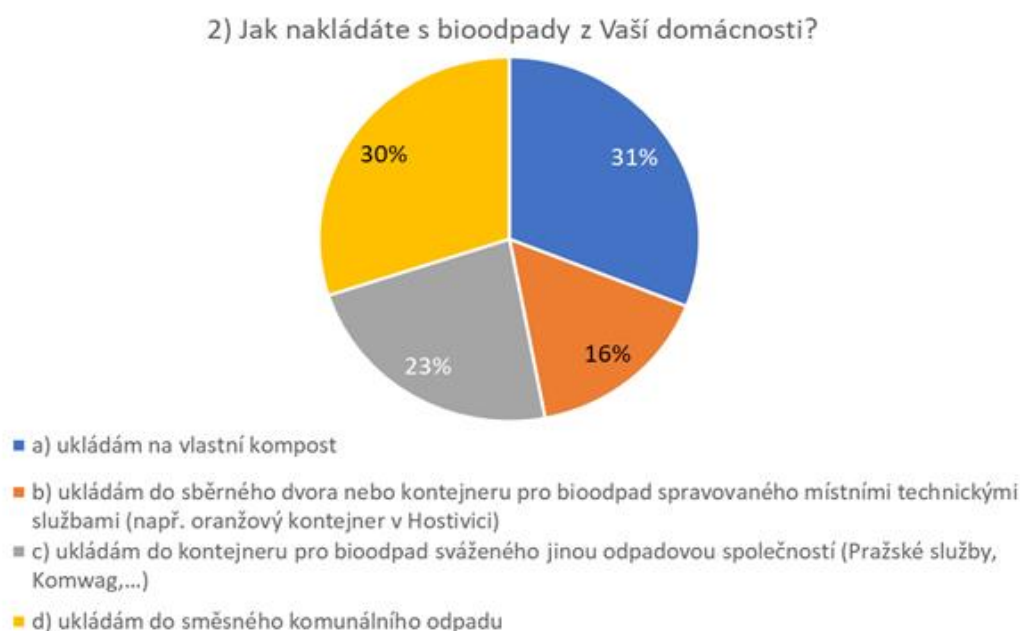
Obr.2 Procentuální zastoupení odpovědí na podotázku.

Po zapsání odpovědi se prosím podívejte na obrázek – pokud byla Vaše odpověď a), mysleli jste si to opravdu správně?



Otázka číslo dvě se týkala způsobu ukládání bioodpadu. Byly uvedeny čtyři možné odpovědi a respondenti si vybrali odpověď podle skutečného stavu v jejich domácnosti. K odpovědi a), tj. ukládání bioodpadu na vlastní kompost, se přihlásilo 85 respondentů, 43 respondentů ukládá odpad do sběrného dvora nebo kontejneru pro bioodpad spravovaného technickými službami, 63 respondentů využívá pro svoz jiné společnosti a 82 respondentů ukládá bioodpad do směsného komunálního odpadu. Procentuálně je to vyjádřené obrázkem číslo 3.

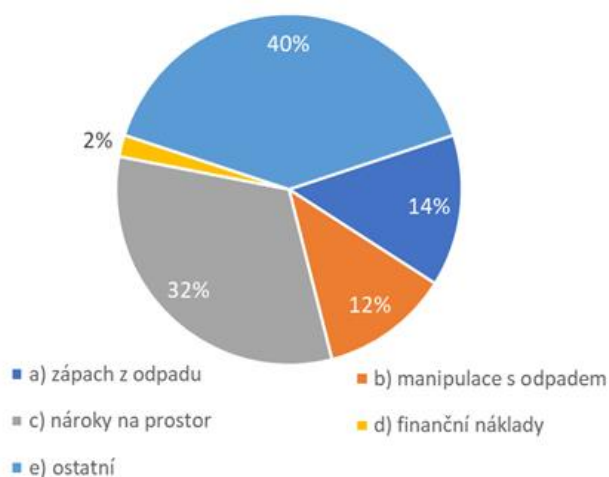
Obr.3 Procentuální zastoupení odpovědí na otázku číslo 2.



Pokud respondent odpověděl na výše uvedenou otázku odpovědí d), tj. že bioodpad ukládá do směsného komunálního odpadu, tak byl požádán o odpověď na podotázku, co ho nejvíce odrazuje od třídění bioodpadu. K výběru byly čtyři pevně dané odpovědi a jedna rozepisovací. Na odpověď a), že nejvíce je odrazuje zápach z odpadu, odpovědělo 11 respondentů, na odpověď b), tj. nejvíce odrazuje od třídění manipulace s odpadem, odpovědělo 10 respondentů, odpověď c), kdy největší překážkou jsou nároky na prostor, zvolilo 26 respondentů, pro odpověď d), že největší překážkou jsou finanční náklady, odpověděly dva respondenti a odpověď e) si zvolilo 32 respondentů, kdy nejčastěji zmiňovaný důvod, který odrazuje od třídění, je nedostupnost nádoby na bio odpad / její vzdálenost. Procentuálně je to vyjádřené obrázkem číslo 4.

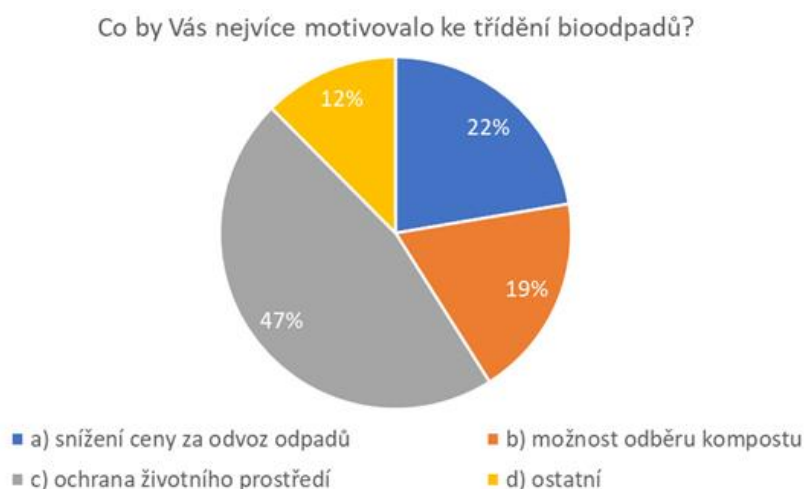
Obr.4 Procentuální zastoupení odpovědí na podotázku

Co Vás nejvíce odrazuje od třídění bioodpadu?



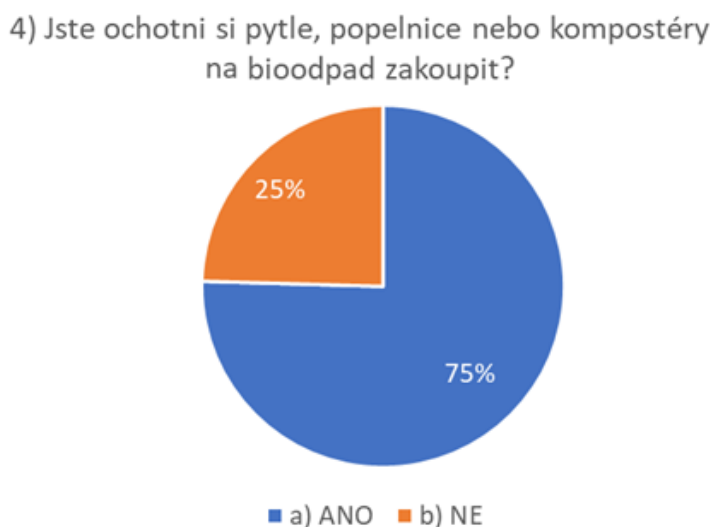
Otázka číslo tři se zaměřila na to, co by naopak občany nejvíce motivovalo ke třídění odpadu i v případě, že již odpad třídí. Pro výběr byly tři pevně dané odpovědi a jedna rozepisovací. Na odpověď a), že nejvíce motivující je snížení ceny za odvoz odpadů, odpovědělo 61 respondentů, na odpověď b), tj. možnost odběru kompostu, odpovědělo 51 respondentů, odpověď c), že nejvíce motivující je ochrana životního prostředí, odpovědělo 127 respondentů a rozepisovací odpověď d) zvolilo 34 respondentů, přičemž nejvíce motivující by byla dostupnost nádoby pro sběr. Procentuálně je to vyjádřené obrázkem číslo 5.

Obr.5 Procentuální zastoupení odpovědí na otázku číslo 3.



V otázce číslo čtyři byli respondenti dotazováni na to, jestli jsou ochotni si pytle, nádoby nebo kompostéry na bioodpad zakoupit, kdy 206 respondentů odpovědělo, že ANO a 67 respondentů odpovědělo, že ne. Procentuálně je to vyjádřené obrázkem číslo 6.

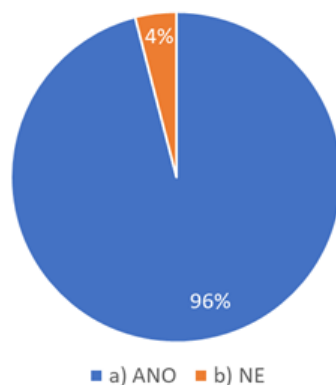
Obr.6 Procentuální zastoupení odpovědí na otázku číslo 4.



Otázka číslo pět se dotazovala na ochotu respondentů třídit bioodpad, pokud by se obec zapojila do nákupu potřebných prostředků. Odpověď ANO zvolilo 262 respondentů a odpověď NE zvolilo 11 respondentů. Procentuálně je to vyjádřené obrázkem číslo 7.

Obr.7 Procentuální zastoupení odpovědí na otázku číslo 5.

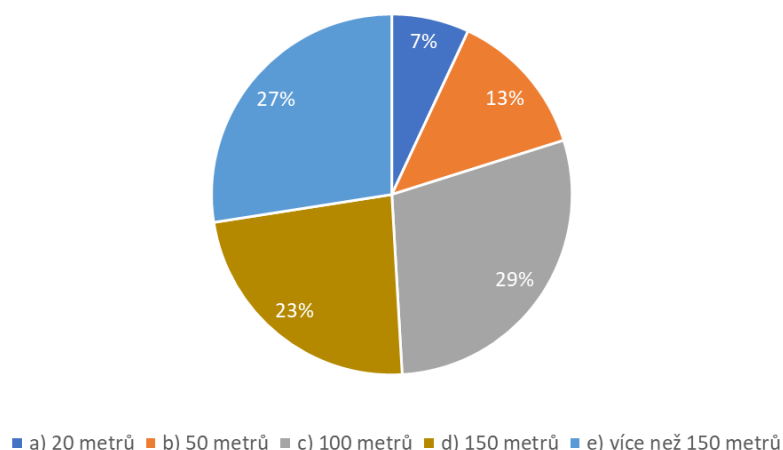
5) Jste ochotni začít třídit bioodpad, pokud by se obec podílela na nákupu potřebných prostředků (pytle, popelnice, kompostéry,...)?



V otázce číslo šest měli respondenti určit, v jaké maximální vzdálenosti od jejich bydliště musí být umístěn kontejner, tj. do jaké vzdálenosti jsou ochotni nosit bioodpad. Z pevně daných odpovědí si 19 respondentů zvolilo odpověď a), 36 respondentů odpověď b), 79 respondentů odpověď c), 64 respondentů odpověď d) a 75 respondentů odpověď e). Procentuálně je to vyjádřené obrázkem číslo 8.

Obr.8 Procentuální zastoupení odpovědí na otázku číslo 5.

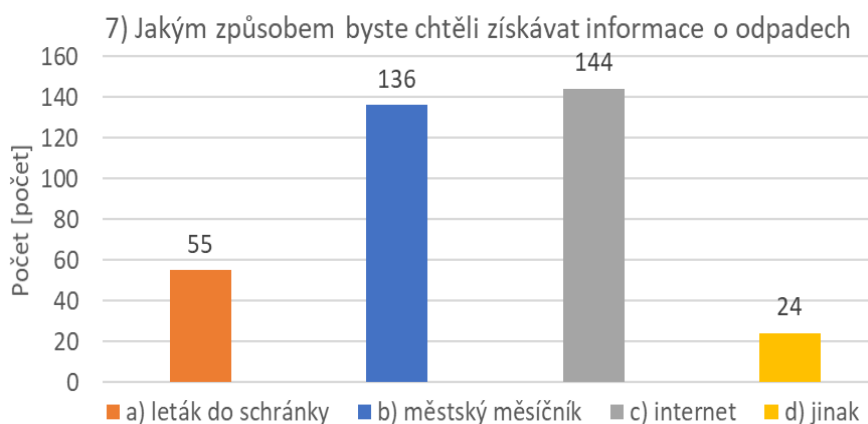
6) V jaké maximální vzdálenosti od Vašeho bydliště musí být umístěn kontejner, kam jste ochotni nosit bioodpad?



V otázce číslo sedm se měli respondenti vyjádřit, jakým způsobem by chtěli získávat informace o odpadech, tj. o termínech jejich svozu. U této otázky byla možnost více odpovědí a respondenti nejčastěji zvolili možnost informování pomocí internetu (web města) a městského

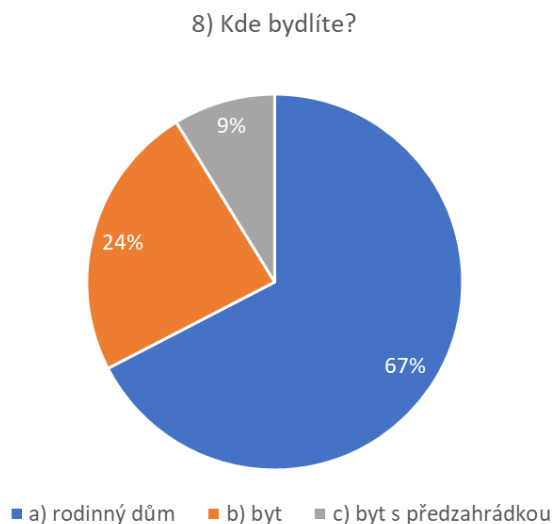
měsíčníku. Nejčastější odpovědí pro odpověď d) bylo informování e-mailem. Graficky je to vyjádřené obrázkem číslo 9.

Obr.9 Zastoupení odpovědí na otázku číslo 7.



Otázka číslo osm se týkala typu domácnosti, ve které respondenti bydlí. Z pevně stanovených odpovědí odpověď a), rodinný dům, uvedlo 184 respondentů, odpověď b), byt, uvedlo 65 respondentů a odpověď c), byt s předzahrádkou, uvedlo 24 respondentů. Procentuálně je to vyjádřené obrázkem číslo 10.

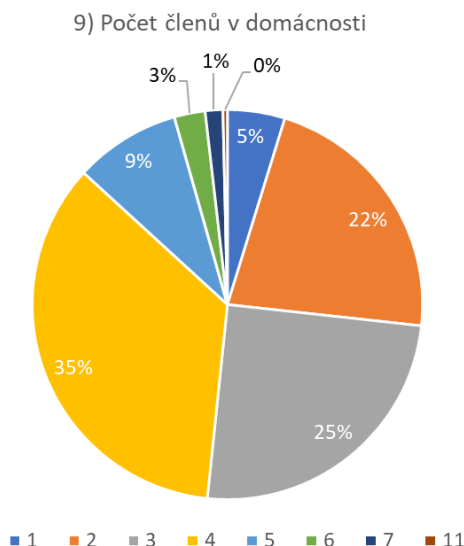
Obr.10 Zastoupení odpovědí na otázku číslo 8.



V otázce číslo devět odpovídali respondenti na otázku, kolik členů žije v jejich domácnosti. Celkem se sešlo osm alternativ, kdy nejčastější odpovědí byla alternativa čtyři členové v jedné domácnosti, kterou uvedlo 96 respondentů, druhá nejčastější alternativa byla tři členové, kdy tuto alternativu uvedlo 68 respondentů, na třetí alternativu, tj. dva členové, odpovědělo 60 respondentů, počet pět členů uvedlo 24 respondentů, počet jeden člen uvedlo 13 respondentů, šest členů v domácnosti má sedm respondentů, sedm členů mají čtyři respondenti

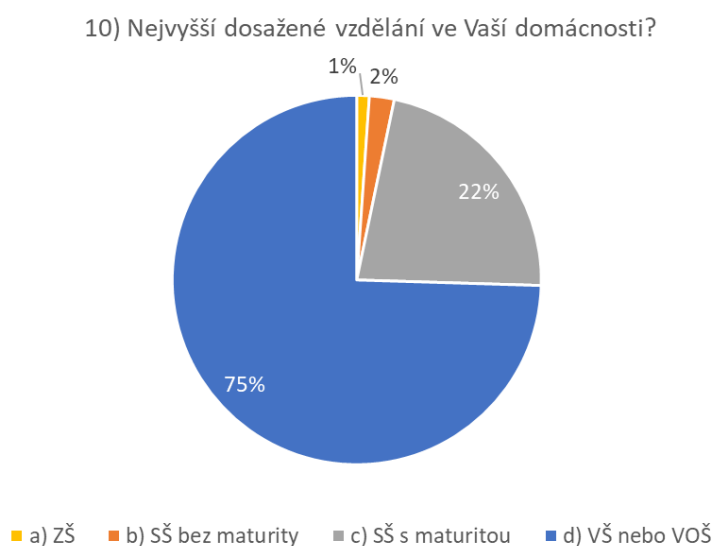
a dokonce alternativu jedenáct členů v domácnosti uvedl jeden respondent. Váženým průměrem vychází na jednu domácnost 3,37 členů. Procentuálně je to vyjádřené obrázkem číslo 11.

Obr.11 Zastoupení odpovědí na otázku číslo 8.



V otázce číslo deset byli respondenti dotazováni na nejvyšší dosažené vzdělání v jejich domácnosti. Z pevně daných odpovědí zvolilo odpověď d), tj. vysokoškolské nebo vyšší odborné vzdělání 203 respondentů, odpověď c), středoškolské vzdělání s maturitou uvedlo 61 respondentů, odpověď b), středoškolské vzdělání bez maturity uvedlo šest respondentů a odpověď a), základní vzdělání uvedli tři respondenti. Procentuálně je to vyjádřené obrázkem číslo 12.

Obr.12 Zastoupení odpovědí na otázku číslo 8.



Poslední otázka se týkala umístění domácnosti podle přiložené mapy a výstup je uveden v příloze číslo 12.

Příloha 14 Analýza produkce bioodpadu z domácností

Do sběru bioodpadu se zapojilo šest rodin s celkovým počtem 20 osob. Rodiny byly vybaveny prostředky pro sběr a informovány o tom, jaký bioodpad lze ukládat do koše. Po týdnu byl tento vzorek odebrán, roztríděn podle jednotlivých komodit a zvážen. K vážení byla použita elektronická kuchyňská váha Gallet Rennes BAC 3052 viz obrázek číslo 1. Příklad svezeného vzorku viz obrázek číslo 2. V tabulce číslo 1 je zápis po vážení různých komodit bioodpadu v průběhu celého roku u rodiny číslo 1.

Obr.1 Fotografie váhy Gallet Rennes BAC 3052



Zdroj: Autor

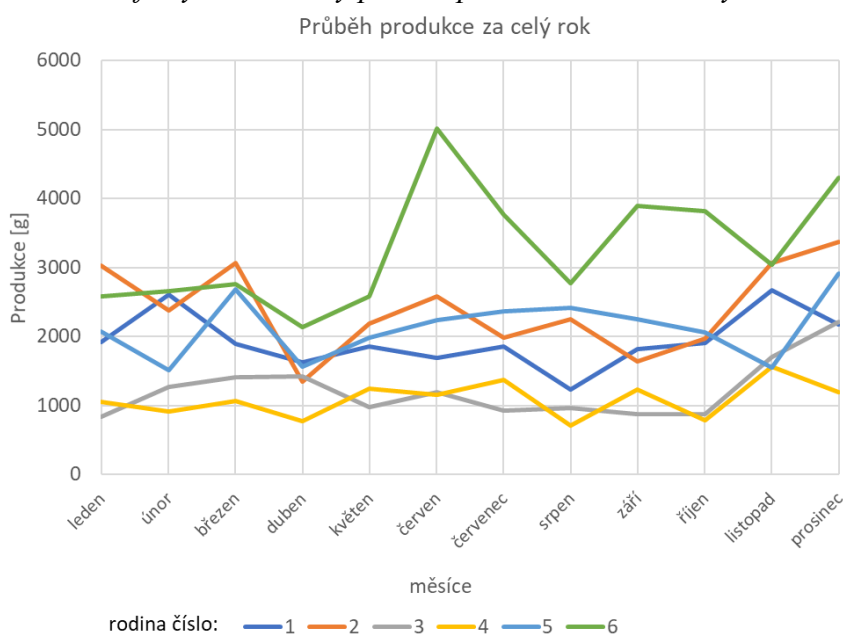
Obr.2 Fotografie svezeného vzorku od sledované rodiny



Zdroj: Autor

Na obrázku číslo 3 je znázorněn průběh produkce pro každou rodinu, ze kterého lze vyčíst, že žádná sledovaná rodina nemá rovnoměrnou produkci, a v některých případech jsou patrné i výrazné změny.

Obr.3 Graficky znázorněný průběh produkce u sledovaných rodin



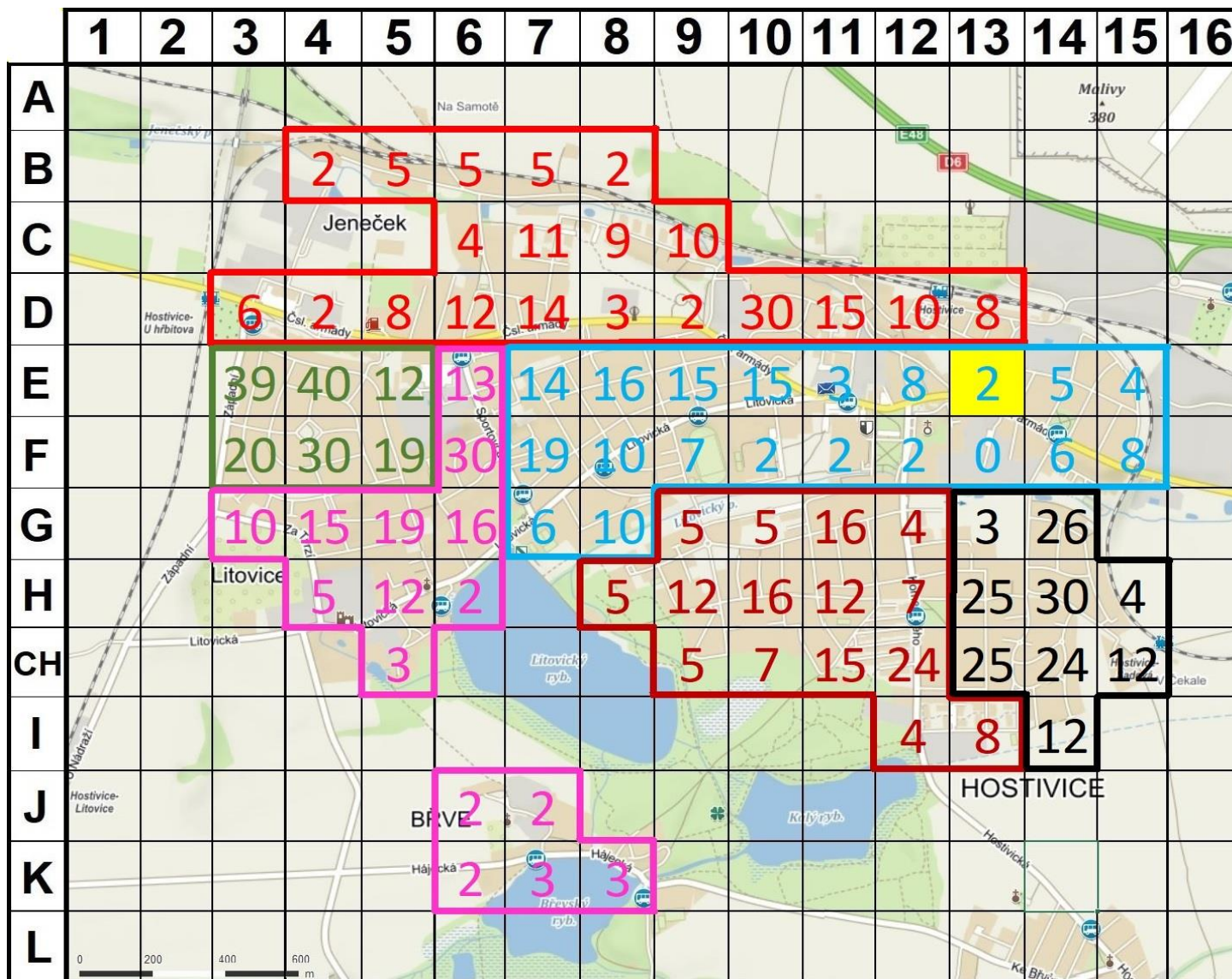
Zdroj: Autor

Tab.1 Zápis produkce různých komodit bioodpadu u rodiny číslo 1.

Rodina číslo 1.		Měsíc v roce											
Komodity bioodpadu	Celková hmotnost [g]	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
		Produkce za měsíc [g]											
ovoce	4624	218	444	648	252	357	261	394	252	384	406	688	320
zelenina	10907	1 172	1 130	540	770	634	796	920	590	899	948	1 268	1 240
citrusy	4183	378	764	386	200	300	207	331	153	323	341	380	420
čaj + káva	1122	96	76	80	130	80	134	88	95	86	91	60	105
vaječné skořápky	852	58	88	48	40	64	41	71	30	69	73	188	82
kytky + zemina	112	0	0	102	0	0	0	0	0	0	0	10	0
vařená zelenina	765	0	0	0	152	346	157	0	110	0	0	0	0
papír	669	0	102	90	84	78	87	50	0	49	52	78	0
celkem	23233	1 922	2 604	1 894	1 628	1 859	1 684	1 853	1 230	1 810	1 910	2 672	2 167

Příloha 15 Mapa svozových okruhů a počet nádob v jednotlivých okruzích

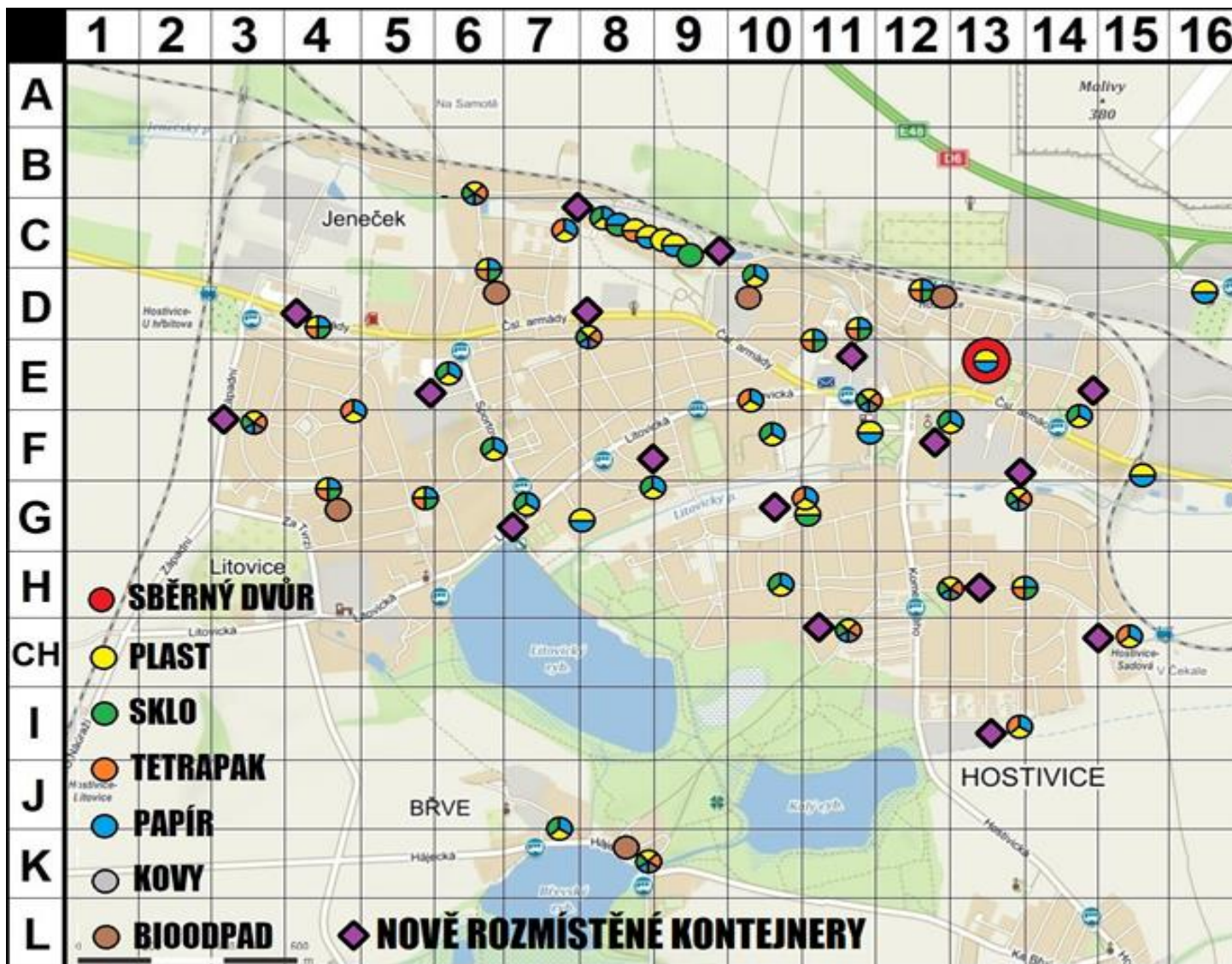
Obr.1 Mapa svozových okruhů a počet nádob v jednotlivých okruzích



Zdroj: mapy.cz, úprava

Příloha 16 Mapa rozmístění nových kontejnerů o objemu 1,1 m³

Obr.1 Mapa rozmístění nových kontejnerů o objemu 1,1 m³



Zdroj: mapy.cz, úprava

Příloha 17 Body přidělené experty

Expert číslo 1 – Městská kompostárna Písek

Expert číslo 2 – Kompostárna Jihlava

Expert číslo 3 – Kompostárna Náměšř nad Oslavou

Expert číslo 4 – Kompostárna Přaslice

Expert číslo 5 – Kompostárna OC Petřůvky

Expert číslo 6 – SAP Mimoň spol. s r.o.

Expert číslo 7 – Sedlčanské technické služby

Tab.1 Body přidělené experty

Překopávač kompostu	Body přidělené expertem číslo:							Součet bodů pro j-té kritérium [b _j]	Váha j-tého kritéria [v _j]
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.		
výkonnost [m ³ /hod]	8	10	5	8	8	8	10	57	0,28358209
požadovaný příkon [kW]	8	7	7	4	7	5	8	46	0,228855721
pracovní prostor šířka x výška [m ²]	7	7	10	6	9	3	10	52	0,258706468
cena [Kč]	7	5	10	7	6	3	8	46	0,228855721
Celkový počet všech rozdělených bodů $\sum_{j=1}^n b_j$								201	Součet vah = 1
Drtič/Štěpkovač	Body přidělené expertem číslo:							Součet bodů pro j-té kritérium [b _j]	Váha j-tého kritéria [v _j]
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.		
výkonnost [m ³ /hod]	10	10	10	9	8	10	10	67	0,311627907
požadovaný příkon [kW]	7	7	7	5	7	10	8	51	0,237209302
průměr drceného materiálu [mm]	6	7	8	6	9	5	8	49	0,227906977
cena [Kč]	8	5	10	8	6	3	8	48	0,223255814
Celkový počet všech rozdělených bodů $\sum_{j=1}^n b_j$								215	Součet vah = 1
Prosévací zařízení	Body přidělené expertem číslo:							Součet bodů pro j-té kritérium [b _j]	Váha j-tého kritéria [v _j]
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.		
výkonnost [m ³ /hod]	10	10	10	9	8	10	10	67	0,317535545
energetický zdroj	5	5	8	5	10	10	9	52	0,246445498
velikost ok síta [mm]	8	5	10	1	7	5	9	45	0,213270142
cena [Kč]	8	5	10	7	6	3	8	47	0,222748815
Celkový počet všech rozdělených bodů $\sum_{j=1}^n b_j$								211	Součet vah = 1

Příloha 18 Předpokládaný prostor pro vybudování kompostárny

Obr.1 Letecký snímek prostoru Hájek s vyznačenými parcelami



Zdroj: www.ikatastr.cz

Obr.2 Základní snímek prostoru Hájek s vyznačenými parcelami a větrnou růžicí



Zdroj: www.ikatastr.cz, weatheronline.cz, úprava

Příloha 19 Objemové hmotnosti některých odpadů a kompostů

Tab.1 Objemové hmotnosti některých odpadů a kompostů

Objemové hmotnosti některých odpadů a kompostů			
Odpad	kg.m ⁻³	Odpad nebo kompost	kg.m ⁻³
Tráva parková	320–450	Štěpka zelená	200–280
Tráva extenzivní plochy	280–350	Piliny	120–180
Seno	50–70	Hobliny	40–60
Řezaná sláma	40–60	Stromová kůra	120–300
Zemina	1 400–1 500	Slamnatý hnůj čerstvý	700–800
Kuchyňský bioodpad	700–1000	Čistírenské kaly odvod.	800–900
Sklizňové zbytky zeleniny	500–650	Komposty čerstvé	380–600
Plevele ze záhonů	600–800	Komposty polozralé	500–700
Listí	60–90	Komposty zralé	700–1 000
Větve	50–200	Komposty prosáté	800–1 100
Štěpka drcená	180–260	Komposty zemité	900–1 300

Zdroj: Kotoulová, Váňa (2001)

Příloha 20 Bilance investic

Tab.1 Bilance investice při prodeji kompostu a úspoře za ukládání SKO

Ukazatel [Kč]		rok						
		0	1	5	10	15	20	30
Investiční náklady	Náklady na výstavbu	7 515 750	0	0	0	0	0	0
	Náklady na technické prostředky	761 240	0	0	0	0	0	0
	Náklady na příslušenství	35 000	0	0	0	0	0	0
	Náklady na sběrné nádoby	263 300	0	0	0	0	0	0
	Náklady na projektové práce	383 000	0	0	0	0	0	0
Celkové investiční náklady		8 694 990	0	0	0	0	0	0
Provozní náklady	Náklady na zaměstnance	0	321 120	354 456	401 035	453 734	513 359	657 142
	Náklady na pohonné hmoty	0	414 334	457 347	517 446	585 443	662 375	847 896
	Režijní náklady	0	60 000	66 229	74 932	84 778	95 919	122 784
	Odpisy	0	185 777	414 374	249 448	249 448	249 448	249 448
Celkové provozní náklady		0	981 231	1 292 406	1 242 861	1 373 404	1 521 101	1 877 271
Celkové náklady		8 694 990	981 231	1 292 406	1 242 861	1 373 404	1 521 101	1 877 271
Výnosy	Prodej kompostu	0	70 000	77 267	87 420	98 908	111 906	143 249
Celkové výnosy		0	70 000	77 267	87 420	98 908	111 906	143 249
Výsledek hospodaření		-8 694 990	-911 231	-1 215 139	-1 155 441	-1 274 496	-1 409 195	-1 734 022
Daň 19 %		0	0	0	0	0	0	0
Po zdanění		-8 694 990	-911 231	-1 215 139	-1 155 441	-1 274 496	-1 409 195	-1 734 022
Úspora za ukládání SKO na skládku		0	681 600	752 359	851 225	963 083	1 089 640	1 394 831
Cash flow		-8 694 990	-43 854	-48 407	-54 768	-61 965	-70 107	-89 743
Jednotlivé diskontované peněžní toky		-8 694 990	-41 607	-37 214	-32 368	-28 154	-24 488	-18 526
ČSH		-8 694 990	-8 736 597	-8 891 889	-9 063 150	-9 212 112	-9 341 678	-9 552 397

Tab.2 Bilance investice při prodeji kompostu, úspore za ukládání SKO a zdražení svozu odpadů o 100 Kč za rok

Ukazatel [Kč]		Rok						
		0	1	10	14	15	20	30
Investiční náklady	Náklady na výstavbu	7 515 750	0	0	0	0	0	0
	Náklady na technické prostředky	761 240	0	0	0	0	0	0
	Náklady na příslušenství	35 000	0	0	0	0	0	0
	Náklady na sběrné nádoby	263 300	0	0	0	0	0	0
	Náklady na projektové práce	383 000	0	0	0	0	0	0
Celkové investiční náklady		8 694 990	0	0	0	0	0	0
Provozní náklady	Náklady na zaměstnance	0	321 120	401 035	442 667	453 734	513 359	657 142
	Náklady na pohonné hmoty	0	414 334	517 446	571 164	585 443	662 375	847 896
	Režijní náklady	0	60 000	74 932	82 711	84 778	95 919	122 784
	Odpisy	0	185 777	249 448	249 448	249 448	249 448	249 448
Celkové provozní náklady		0	981 231	1 242 861	1 345 990	1 373 404	1 521 101	1 877 271
Celkové náklady		8 694 990	981 231	1 242 861	1 345 990	1 373 404	1 521 101	1 877 271
Výnosy	Zdražení odpadů o 100Kč	0	845 600	1 056 039	1 165 669	1 194 811	1 351 819	1 730 442
	Prodej kompostu	0	70 000	87 420	96 496	98 908	111 906	143 249
Celkové výnosy		0	915 600	1 143 459	1 262 165	1 293 719	1 463 724	1 873 691
Výsledek hospodaření		-8 694 990	-65 631	-99 402	-83 825	-79 685	-57 377	-3 580
Daň 19 %		0	0	0	0	0	0	0
Po zdanění		-8 694 990	-65 631	-99 402	-83 825	-79 685	-57 377	-3 580
Úspora za ukládání SKO		0	681 600	851 225	939 593	963 083	1 089 640	1 394 831
Cash flow		-8 694 990	801 746	1 001 271	1 105 216	1 132 846	1 281 711	1 640 699
Jednotlivé diskontované peněžní toky		-8 694 990	760 670	591 760	529 271	514 709	447 691	338 696
ČSH		-8 694 990	-7 934 320	-1 964 225	244 414	759 123	3 127 875	6 980 258

Tab.3 Bilance investice při prodeji kompostu, úspore za ukládání SKO a využití dotace

Ukazatel [Kč]		Rok						
		0	1	10	12	15	20	30
Investiční náklady	Náklady na výstavbu	751 575	0	0	0	0	0	0
	Náklady na technické prostředky	76 124	0	0	0	0	0	0
	Náklady na příslušenství	3 500	0	0	0	0	0	0
	Náklady na sběrné nádoby	26 330	0	0	0	0	0	0
	Náklady na projektové práce	383 000	0	0	0	0	0	0
Celkové investiční náklady		1 240 529	0	0	0	0	0	0
Provozní náklady	Náklady na zaměstnance	0	321 120	401 035	421 337	453 734	513 359	657 142
	Náklady na pohonné hmoty	0	414 334	517 446	543 642	585 443	662 375	847 896
	Režijní náklady	0	60 000	74 932	78 725	84 778	95 919	122 784
	Odpisy	0	33 099	24 945	24 945	24 945	24 945	24 945
Celkové provozní náklady		0	828 553	1 018 358	1 068 650	1 148 901	1 296 598	1 652 768
Celkové náklady		1 240 529	828 553	1 018 358	1 068 650	1 148 901	1 296 598	1 652 768
Výnosy	Prodej kompostu	0	70 000	87 420	91 846	98 908	111 906	143 249
Celkové výnosy		0	70 000	87 420	91 846	98 908	111 906	143 249
Výsledek hospodaření		-1 240 529	-758 553	-930 938	-976 804	-1 049 993	-1 184 692	-1 509 519
Daň 19 %		0	0	0	0	0	0	0
Po zdanění		-1 240 529	-758 553	-930 938	-976 804	-1 049 993	-1 184 692	-1 509 519
Úspora za ukládání SKO		0	681 600	1 132 129	1 189 443	1 280 900	1 449 221	1 855 126
Cash flow		-1 240 529	-43 854	226 137	237 585	255 853	289 474	370 551
Jednotlivé diskontované peněžní toky		-1 240 529	-41 607	133 649	126 395	116 247	101 111	76 494
ČSH		-1 240 529	-1 282 136	-141 325	115 042	473 742	1 008 723	1 878 783

Tab.4 Bilance investice při prodeji kompostu, úspore za ukládání SKO, využití dotace a zdražení svozu odpadů o 100 Kč za rok

Ukazatel [Kč]		Rok						
		0	1	2	10	15	20	30
Investiční náklady	Náklady na výstavbu	751 575	0	0	0	0	0	0
	Náklady na technické prostředky	76 124	0	0	0	0	0	0
	Náklady na příslušenství	3 500	0	0	0	0	0	0
	Náklady na sběrné nádoby	26 330	0	0	0	0	0	0
	Náklady na projektové práce	383 000	0	0	0	0	0	0
Celkové investiční náklady		1 240 529	0	0	0	0	0	0
Provozní náklady	Náklady na zaměstnance	0	321 120	329 148	401 035	453 734	513 359	657 142
	Náklady na pohonné hmoty	0	414 334	424 692	517 446	585 443	662 375	847 896
	Režijní náklady	0	60 000	61 500	74 932	84 778	95 919	122 784
	Odpisy	0	33 099	41 438	24 945	24 945	24 945	24 945
Celkové provozní náklady		0	828 553	856 778	1 018 358	1 148 901	1 296 598	1 652 768
Celkové náklady		1 240 529	828 553	856 778	1 018 358	1 148 901	1 296 598	1 652 768
Výnosy	Zdražení odpadů o 100Kč	0	845 600	866 740	1 056 039	1 194 811	1 351 819	1 730 442
	Prodej kompostu	0	70 000	71 750	87 420	98 908	111 906	143 249
Celkové výnosy		0	915 600	938 490	1 143 459	1 293 719	1 463 724	1 873 691
Výsledek hospodaření		-1 240 529	87 047	81 712	125 101	144 818	167 126	220 923
Daň 19 %		0	16 539	15 525	23 769	27 515	31 754	41 975
Po zdanění		-1 240 529	70 508	66 186	101 332	117 303	135 372	178 947
Úspora za ukládání SKO		0	681 600	698 640	1 435 693	1 624 355	1 837 808	2 352 550
Cash flow		-1 240 529	785 207	806 264	1 561 970	1 766 602	1 998 126	2 556 442
Jednotlivé diskontované peněžní toky		-1 240 529	744 978	725 765	923 138	802 656	697 928	527 737
ČSH		-1 240 529	-495 551	230 215	8 399 500	12 646 992	16 340 222	22 344 193