

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroenvironmentální chemie a vživy rostlin**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Možnosti nakládání s bioodpadem v malé obci**

**Diplomová práce**

**Bc. Matěj Bárta**

**Technologie odpadů**

**Vedoucí práce: doc. Ing. Aleš Hanč, Ph.D.**

**Konzultant: Ing. Tereza Hřebečková, Ph.D.**

**© 2022 ČZU v Praze**



## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci " Možnosti nakládání s bioodpadem v malé obci" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 13. 4. 2022

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Aleši Hančovi, Ph.D a Ing. Tereze Hřebečkové, Ph.D. za jejich velkou ochotu a pomoc při psání této práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za bezmeznou podporu během celého studia.

# Možnosti nakládání s bioodpadem v malé obci

## Souhrn

Teoretická část diplomové práce zpracovává informace o problematice biologicky rozložitelného odpadu. Důraz byl kladen na legislativní rámec České republiky zaměřený na tuto problematiku, procesy aerobní a anaerobní fermentace a na technické parametry jednotlivých druhů zařízení na zpracování biologicky rozložitelného odpadu.

Praktická část byla zaměřena na návržení optimálního zařízení na zpracování biologicky rozložitelného odpadu pro obec Láz s 632 obyvateli.

Osobním rozhovorem s místostarostkou obce byly zjištěny informace o současném stavu odpadového hospodářství v obci. Dále byly získávány informace o záměru výstavby veřejně prospěšného zařízení na území obce. Obec vyznačila parcely jihovýchodně od intravilánu obce, které by pro zařízení měly být určeny.

Obec v roce 2021 vyprodukovala takřka 233 tun směsného komunálního odpadu. Náklady na zpracování tohoto množství činily 452 363 Kč. Rozborem směsného komunálního odpadu bylo zjištěno, že téměř 42 % tvoří biologicky rozložitelný komunální odpad a 12 % gastroodpad. Obec je schopna vyprodukovat až 193 tun biologicky rozložitelného komunálního odpadu a biologicky rozložitelného odpadu ze zahrad a veřejné zeleně. Toto množství by bylo možné kompostovat. 223 tun odpadu lze zpracovat anaerobní digescí. V obci nebyl zaveden žádný ucelený systém odstraňování biologicky rozložitelného odpadu.

Pomocí dotazníkového šetření bylo zjištěno, že 49 % dotazovaných je nespokojeno se systémem odstraňování biologicky rozložitelného odpadu z domácností a 50 % se systémem odstraňování biologicky rozložitelného odpadu z veřejných prostranství.

Dotazovaným občanům bylo nabídnuto 6 možných systémů zpracování bioodpadu. Nejpreferovanější variantou byla komerční kompostárna. Pro tuto možnost se kladně vyjádřilo 28 % dotazovaných včetně 5 členů obecního zastupitelstva.

Rozborem investičních nákladů, ročních provozních nákladů a možného zisku bylo zjištěno, že by pro obec bylo nejvýhodnější podpořit zpracovávání bioodpadu přímo v domácnostech. Avšak tato varianta by nevyužila zmíněné parcely. Rozborem získaných dat bylo rozhodnuto, že by neoptimálním zařízením na zpracování bioodpadu pro obec byla komerční kompostárna, jejíž pořizovací cena se pohybuje kolem 5 000 000 Kč, v závislosti na vybavení a na dodavatelské firmě. Obec by pokryla takřka polovinu ročních nákladů prodejem vyrobeného kompostu. Avšak ideální by bylo do tohoto systému zapojit i okolní obce.

**Klíčová slova:** bioodpad; dotace; kompostárna; nakládání s odpady; obec

# Possibilities of biowaste handling in a small village

## Summary

The theoretical part of the diploma thesis processes information on the issue of biodegradable waste. Emphasis was placed on the legislative framework of the Czech Republic focused on this issue, on the processes of aerobic and anaerobic fermentation and on the technical parameters of individual types of equipment for the processing of biodegradable waste.

The practical part was focused on the design of an optimal facility for the processing of biodegradable waste for the village of Láz, with 632 inhabitants.

The information about the current state of waste management in the municipality was found by the interview with the deputy mayor of the municipality. Furthermore, information was obtained about the intention to build a public benefit facility in the municipality. Municipality has marked plots southeast of the municipality, which should be designated for this type of facility.

In 2021, the municipality produced almost 233 tons of mixed municipal waste. The cost of processing this quantity of waste was CZK 452,363. The analysis of mixed municipal waste showed that almost 42% consists of biodegradable municipal waste and 12% gastro-waste. The village is able to produce up to 193 tons of biodegradable municipal waste and biodegradable waste from gardens and public greenery. This amount could be composted. 223 tons of waste can be processed by anaerobic digestion. No comprehensive biodegradable waste disposal system has been established in the municipality.

Using a questionnaire survey, it was found that 49% of respondents are dissatisfied with the system of disposal of biodegradable waste from households and 50% with the system of disposal of biodegradable waste from public spaces.

The respondents were offered 6 possible biowaste treatment systems. The most preferred option was a commercial composting plant. For this possibility, 28% of respondents, including 5 members of the municipal council, provided a positive opinion in favour of this option.

The analysis of investment costs, annual operating costs and possible profit showed that the most suitable for the municipality would be the support of biowaste processing directly in households. However, this option would not use the mentioned plots. By analyzing the obtained data, it was decided that the most optimal biowaste treatment facility for the municipality would be a commercial composting plant. The purchase price of this facility is around CZK 5,000,000, depending on the equipment and the supplier. The municipality would cover almost half of the annual costs by selling the compost produced. However, it would be ideal to involve the surrounding municipalities in this system.

**Keywords:** biowaste; subsidy; composting plant; waste management; village

# 1 Obsah

<b>1</b>	<b>Obsah.....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Vědecká hypotéza a cíle práce .....</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Literární rešerše .....</b>	<b>11</b>
<b>4.1</b>	<b>Legislativa a dotační systém.....</b>	<b>11</b>
4.1.1	Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/850.....	11
4.1.2	Směrnice 2008/98/ES, o odpadech a o zrušení některých směrnic .....	12
4.1.3	Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech.....	12
4.1.4	Vyhláška č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpadem.....	13
4.1.5	Dotační systém.....	13
<b>4.2</b>	<b>Základní pojmy .....</b>	<b>15</b>
4.2.1	Biodpad.....	15
4.2.2	Kompost.....	17
4.2.3	Vermikompost .....	20
4.2.4	Bioplyn.....	21
<b>4.3</b>	<b>Technické parametry zařízení na zpracování biologicky rozložitelného odpadu .....</b>	<b>25</b>
4.3.1	Kompostárny.....	25
4.3.2	Vermikompostárny .....	30
4.3.3	Bioplynové stanice.....	33
<b>5</b>	<b>Zhodnocení podkladových údajů .....</b>	<b>37</b>
<b>5.1</b>	<b>Upřesnění lokace a podmínek v obci .....</b>	<b>37</b>
<b>5.2</b>	<b>Dotazník .....</b>	<b>37</b>
<b>5.3</b>	<b>Sumarizace BRKO .....</b>	<b>38</b>
<b>5.4</b>	<b>Výpočty hodnotících ukazatelů .....</b>	<b>38</b>
<b>5.5</b>	<b>Sumarizace výsledků a výběr .....</b>	<b>39</b>
<b>5.6</b>	<b>Návrh zařízení .....</b>	<b>40</b>
<b>5.7</b>	<b>Zjištěné informace o lokalitě a podmínkách odpadového hospodářství v obci .....</b>	<b>40</b>
5.7.1	Obecní statistika produkce odpadu .....	41
5.7.2	Prostor pro výstavbu zařízení na zpracování biologického odpadu .....	42
<b>6</b>	<b>Vlastní projekt.....</b>	<b>44</b>

<b>6.1</b>	<b>Dotazník</b> .....	<b>44</b>
6.1.1	Otázka č. 1: Je Vám...? .....	45
6.1.2	Otázka č. 2: Jste spokojený/á s obecním systémem odstraňování biologicky rozložitelného odpadu vyprodukovaného v domácnostech?.....	46
6.1.3	Otázka č. 3: Jste spokojený/á s obecním systémem odstraňování biologicky rozložitelného odpadu vyprodukovaného na obecních plochách (veřejná prostranství)? .....	47
6.1.4	Otázka č. 4: Kompostujete biologicky rozložitelný odpad? .....	48
6.1.5	Otázka č. 5: Pokud ano, tak kompostujete.....	49
6.1.6	Otázka č. 6: Dochází k trvalému zvyšování nákladů na skládkování SKO (odpad z černých popelnic) V roce 2029 bude stát uložení 1 tuny odpadu na skládku 1850 Kč. Jste ochotní třídit bioodpad za účelem snížení množství SKO, který by bylo nutno skládkovat? .....	51
6.1.7	Otázka č. 7: Kdyby byla možnost výstavby zařízení na zpracování bioodpadu v obci Láz, tak byste preferoval/a...?.....	52
6.1.8	Otázka č. 8: Kdyby vám obec nabídla vyprodukovaný kompost k odběru, tak byste ...?.....	54
<b>6.2</b>	<b>Sumarizace BRKO</b> .....	<b>55</b>
<b>6.3</b>	<b>Výpočty hodnotících ukazatelů</b> .....	<b>56</b>
6.3.1	Varianta A - Bioplynová stanice.....	58
6.3.2	Varianta B - kompostárna na hromadách .....	60
6.3.3	Varianta C - podpora občanů ke kompostování na vlastních pozemcích .	62
<b>6.4</b>	<b>Sumarizace výsledků a výběr</b> .....	<b>63</b>
<b>6.5</b>	<b>Návrh zařízení</b> .....	<b>64</b>
<b>7</b>	<b>Diskuze</b> .....	<b>67</b>
<b>8</b>	<b>Závěr</b> .....	<b>70</b>
<b>9</b>	<b>Literatura</b> .....	<b>71</b>
<b>10</b>	<b>Seznam použitých zkratk a symbolů</b> .....	<b>76</b>
<b>11</b>	<b>Samostatné přílohy</b> .....	<b>I</b>



## 2 Úvod

Biologicky rozložitelný odpad je nedílnou součástí každé domácnosti. Jedná se o biologicky rozložitelný odpad z údržby zeleně a o organický materiál z domácností (zbytky zeleniny a ovoce). Podle publikace Kompostování a kompostárny od Ing. Petra Plívy CSc. a kolektivu z roku 2016, vyprodukuje každý občan České republiky přibližně 100 - 300 kg biologicky rozložitelného odpadu ročně. Z tohoto množství je 40 - 60 kg, v závislosti na životním stylu, biologicky rozložitelná část komunálního odpadu z černých popelnic. Produkci jednotlivých občanů ovlivňuje jak místo bydliště, tak i jejich životní styl.

Česká republika musí, pod tlakem svých závazků vůči Evropské unii, snížit množství skládkovaného KO do roku 2035 alespoň na 10 % hm. Do té doby se bude ukládání odpadu na skládky každý rok prodražovat. Nárůst poplatku za uložení odpadu na řízenou skládku se navýší až na 1850 Kč za tunu, v roce 2029. Tento nárůst pocítí každý občan ve výši poplatků za svoz komunálního odpadu. Další zákonnou podmínkou pro obce je od roku 2014 zajistit každý rok minimálně v období od 1. dubna do 31. října pro občany místo, na které mohou ukládat odpad z údržby zahrad. Na takto určené místo by měla být odevzdávána posekaná tráva, větve z prořezávání stromů a suché listí.

Z těchto důvodů je pro obce vhodné snížit produkci SKO a odklonit od skládkování co největší objem. Jednou z variant je zavedení odděleného sběru biologicky rozložitelného komunitního odpadu (zbytky zeleniny a ovoce). A zajistit celkové odklonění biologického odpadu z údržby zeleně (tráva, listí, větve) z odpadového hospodářství obce.

Tohoto cíle mohou obce dosáhnout několika způsoby. Buď podpoří domácí kompostování samotných občanů nebo určitý typ zařízení na zpracování bioodpadu na svém území.

Zpracování biologicky rozložitelného odpadu je založené na dvou principech. Jednou z možností zpracování je kompostování. Jedná se o rozkladný proces pomocí mikroorganismů za přítomnosti vzduchu. Aerace je nejčastěji zajištěna pomocí překopávání. K překopávání slouží buď různé typy překopávačů nebo mechanizované boxy. Speciální variantou kompostování je takzvané vermikompostování. Zde je provzdušňování zajištěno pomocí žížal. Výsledkem kompostování je přeměněná stabilizovaná organická hmota nazývaná kompost, v případě vermikompostování - vermikompost. Jedná se o kvalitní organické hnojivo bohaté na živiny, které zlepšuje strukturu hnojené plochy.

Druhou variantou zpracování bioodpadu je anaerobní fermentace. Jedná se o biologický rozklad v anaerobních podmínkách. Upravená biomasa je umístěna do fermentačních boxů, kde je nejčastěji za zvýšené teploty organický materiál přeměněn na bioplyn a digestát. Bioplyn je kogenerační jednotkou převeden na tepelnou a elektrickou energii nebo vyčištěn na čistý metan. Ten je poté možné využít všude, kde se využívá zemní plyn. Digestát je separován na dvě složky - tekutý fugat a pevný separát. Tyto látky jsou využívány jako organická hnojiva.

Obce mohou získat na výstavbu optimálního zařízení dotace, jak z evropské unie, tak od samotného státu. Dotační systém Operačního programu Životní prostředí zajišťuje v ČR Ministerstvo životního prostředí skrze Státní fond životního prostředí. Obce mohou z tohoto fondu získat až 85 % investičních nákladů v závislosti na typu zařízení.

### **3 Vědecká hypotéza a cíle práce**

Cílem této diplomové práce bylo v teoretické části vypracovat literární rešerši shrnující poznatky o biologicky rozložitelném odpadu a o technologiích zpracování tohoto typu odpadu. V praktické části byly za pomoci obecního zastupitelstva obce Láz, dotazníku a rozboru směsného komunálního odpadu navrženy a posouzeny možnosti nakládání s biologicky rozložitelným odpadem v podmínkách malé obce.

Hypotéza 1: Z hlediska nákladů je nejlepší, aby si bioodpad z domácností kompostovali občané přímo u svého domu.

Hypotéza 2: Pro bioodpad vznikající na pozemcích obce je nejlevnější způsob využívat nasmlouvanou kompostárnu v krátké dojezdové vzdálenosti.

Hypotéza 3: Vybudování kompostárny pro malou obec je z důvodu dlouhodobé návratnosti efektivní pouze s využitím dotací.

## 4 Literární rešerše

### 4.1 Legislativa a dotační systém

Problematika nakládání s biologicky rozložitelným odpadem je řešena v několika jak evropských, tak českých legislativních předpisech. V této kapitole jsou shrnuty aktuálně platné legislativní rámce, které danou problematiku řeší (Širotková 2006. Jedná se o:

- a) směrnici Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/850 (Evropský parlament & Rada EU 2018),
- b) směrnici 2008/98/ES, o odpadech a o zrušení některých směrnic (ES 2018),
- c) zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech (Ministerstvo životního prostředí 2020),
- d) vyhlášku č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady (Ministerstvo životního prostředí 2021).

#### 4.1.1 Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/850

Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/850 byla přijata ve Štrasburku dne 30. května 2018. Tato směrnice mění směrnici 1999/31/ES o skládkách odpadů. Členské státy EU měly povinnost uvést v účinnost právní a správní předpisy v souladu s touto směrnicí do 5. července 2020.

Obecným cílem směrnice 1999/31/ES bylo stanovení postupu a opatření pro předcházení a omezení negativních účinků skládkování odpadu na životní prostředí. K nejdůležitějším opatřením, ke kterým směrnice směřovala, bylo snížit množství BRKO na skládkách. Jako výchozí hodnota bylo bráno množství skládkovaného BRKO v roce 1995. Cíl byl cílem směrnice 1999/31/ES rozdělen do tří období:

- 1) Na 75 % do 5 let ode dne účinnosti příslušného právního předpisu zajišťujícího dosažení souladu s touto směrnicí.
- 2) Na 50 % do 8 let ode dne účinnosti příslušného právního předpisu zajišťujícího dosažení souladu s touto směrnicí.
- 3) Na 35 % do 15 let ode dne účinnosti příslušného právního předpisu zajišťujícího dosažení souladu s touto směrnicí.

Avšak některé členské státy EU byla udělena výjimka. Původně se jednalo o státy, které v roce 1994 či 1995 ukládaly více než 80 % komunálního odpadu na skládky, a měli k dispozici normalizovaná data EUROSTAT. Tyto státy mohli plnění cílů odložit až na čtyři roky. Do této skupiny patřila i Česká republika. Konkrétní termíny pro splnění cílů byly tedy pro ČR následující:

- 1) Do 1. 1. 2010 odklonit od skládkování 25% BRKO oproti roku 1995;
- 2) Do 1. 1. 2013 odklonit od skládkování 50% BRKO oproti roku 1995;
- 3) Do 1. 1. 2020 odklonit od skládkování 75% BRKO oproti roku 1995 (Rada Evropské unie 1999).

Novelizace směrnice v roce 2018 však změnila nejenom požadovaný cíl členských států Evropské unie, ale i podmínky pro udělení výjimky.

Nově mají členské státy přijmout nezbytná opatření k zajištění toho, aby se množství skládkovaného KO snížilo do roku 2035 alespoň na 10 % hm. Z celkového množství vzniklého komunálního odpadu. Podle nového znění směrnice ES mohou členské státy odložit termín pro dosažení cílů až o pět let, pokud:

- a) v roce 2013 ukládali na skládku více jak 60 % svého komunálního odpadu,
- 4) nejpozději 24 měsíců před požadovaným termínem dosažení cíle oznámí Komisi záměr o doložení. K tomuto oznámení zároveň přiloží plán, kdy stanoveného cíle dosáhne (Rada Evropské unie 1999).

Sama směrnice 2018/850 pouze upravuje celkové cíle z výše zmíněné směrnice 1999/31/ES. Evropský parlament přistoupil k úpravě směrnice především pro to, aby podpořili rychlejší přechod Unie k oběhovému hospodářství a splnění požadavků směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES., která stanovuje hierarchii způsobů nakládání s odpady (Evropsky parlament & Rada EU 2018).

Směrnice zmiňuje jedinou možnost, jak zabránit závažným negativním účinkům na životní prostředí z hlediska emisí skleníkových plynů a znečištění povrchových vod, podzemních vod, půdy a ovzduší vycházejících ze skládkování nezpracovaného biologicky rozložitelného odpadu. Směrnice říká, že jediné řešení je zákaz skládkování biologicky rozložitelných odpadů, které se sbírají odděleně za účelem recyklace v souladu se směrnicí 2008/98/ES (ES 2018).

#### **4.1.2 Směrnice 2008/98/ES, o odpadech a o zrušení některých směrnic**

Směrnice 2008/98/ES o odpadech a o zrušení některých směrnic byla přijata evropským parlamentem 19. listopadu 2008. Směrnice nahradila předchozí směrnici 2006/12 ES, o odpadech.

Dokument stanovuje základní pravidla vztahující se ke všem druhům odpadů. K nejpodstatnějším změnám patří zpřesnění definic pojmů v oblasti odpadového hospodářství.

Směrnice rozumí „biologickým odpadem“ biologicky rozložitelné odpady ze zahrad a parků, potravinářské a kuchyňské odpady z domácností, restaurací, stravovacích a maloobchodních zařízení a srovnatelný odpad ze zařízení potravinářského průmyslu.

K dalším důležitým úpravám patří definice a vytyčení práva a povinnosti subjektů při nakládání s odpady. K neposledním důležitým úpravám patří ustanovení hierarchie způsobů nakládání s odpady.

Česká republika zakotvila požadavky ze směrnice do již neplatného zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech (ES 2018; Sirotková 2006). Tento zákon byl v roce 2020 nahrazen zákonem č. 541/2020Sb (Ministerstvo životního prostředí 2020).

#### **4.1.3 Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech**

V České republice byl přijat první zákon o odpadech až v roce 1991 - zákon č. 238/1991 Sb. Zákon však nebyl v souladu s právními předpisy EU, a tak musel být v procesu vstupu České republiky do evropské unie novelizován. Vznikl tak nový zákon č. 125/1997 Sb. Novelizovaný zákon upřednostňoval hierarchii nakládání s odpady, což mělo být hlavním přínosem pro ochranu životního prostředí a ochranu lidského zdraví. Zákonem tak byla upravena politika odpadového hospodářství, která zahrnuje nakládání s odpady, jejich odstraňování a využívání jako druhotných surovin. Působnost tohoto zákona se vztahovala jak na orgány veřejné správy, tak na občany republiky, jenž svou činností vytváří odpad (Ministerstvo životního prostředí 2020).

Jak byly novelizovány směrnice EU, tak postupovala úprava zákonů i v České republice. V roce 2002 vstoupil v platnost nový zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech

a o změně některých dalších zákonů. Předmětem úpravy byla pravidla pro předcházení vzniku odpadů a pro nakládání s nimi tak, aby byla dodržována ochrana životního prostředí, ochrana lidského zdraví a trvale udržitelný rozvoj (Sirotková 2006).

Poslední změna zákona proběhla v roce 2020 kdy byl přijat nový odpadový zákon 541/2020 Sb. Tímto zákonem byly zrušeny všechny dosud platící zákony a vyhlášky týkající se odpadového hospodářství v České republice.

V tomto zákoně je jedním z ústředních bodů biologicky rozložitelný odpad. BRO se věnuje celý druhý díl zákona. Je zde rozepsána povinnost při nakládání s biologicky rozložitelným odpadem. Dále podmínky provozu malých zařízení a komunitních kompostáren. V neposlední řadě zákon popisuje povinnosti při úpravě kalů a použití kalů a sedimentů na zemědělské půdě. Zákon dále odkazuje na novou vyhlášku č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpadem (Ministerstvo životního prostředí 2020).

#### **4.1.4 Vyhláška č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpadem.**

Tato vyhláška doplňuje informace k zákonu č. 541/2020 Sb., vyhláška se dotýká každého odvětví odpadového hospodářství. Pro tuto diplomovou práci je nejpodstatnější §34 biologický odpad v rámci komunálního odpadu; Hlava V. Biologicky rozložitelné odpady a Hlava VI. Komunitní kompostování.

V § 34 je pro obce určena povinnost zajistit celoročně dostupné místo pro oddělené soustředování alespoň biologického odpadu rostlinného původu (tráva, listí větve atd.) Zároveň je zde řečeno, že je tato povinnost splněná, pokud má obec zajištěn systém komunálního kompostování.

Hlava V. definuje, co je BRKO a jak s ním nakládat. Rozlišuje jednotlivé druhy bioodpadu, dále určuje, které typy mohou být spravovány v malém zařízení či komunitní kompostárně. V této části vyhlášky jsou také sepsány technické požadavky na vybavení a provoz zařízení určených k nakládání s BRO (kompostárny, vermikompostárny a bioplynové stanice). Dále jsou vyhláškou určeny limitní hodnoty koncentrací rizikových látek a limitní hodnoty pro indikační organismy ve výstupech z výše zmíněných zařízení.

Hlava VI. definuje technické požadavky na zpracování rostlinných zbytků v komunitní kompostárně a technické požadavky na její vybavení. Zároveň definuje, jak by měl probíhat provoz takové kompostárny a jak se musí evidovat a ohlašovat množství zpracovaného rostlinného odpadu.

V příloze č. 25 této vyhlášky jsou vyjmenovány které druhy biologicky rozložitelných odpadů je možno zpracovávat v určitém zařízení na zpracování BRO. Tyto informace jsou shrnuty v tabulce číslo XY v příloze. Tabulka obsahuje seznam odpadů i s katalogovým číslem, které zákon č. 541/2020 Sb. a vyhláška 273/2021 Sb., definují jako biologicky rozložitelné odpady. Dále jsou zde barevně vyznačeny odpady, které smějí být zpracovány (Ministerstvo životního prostředí 2021).

#### **4.1.5 Dotační systém**

Výstavba zařízení na zpracování biologicky rozložitelného odpadu představuje pro obce vysokou finanční zátěž. Avšak z hlediska ekologických cílů Evropské unie a České republiky je stále důležitější výstavbu těchto zařízení zajistit. Obce mají možnost žádat o dotace ze státního programu jak na výstavbu zařízení (kompostárny i bioplynové stanice),

tak na podporu třízení a na zlepšení infrastruktury celého odpadového hospodářství obce. Základním evropským dotačním systémem je Operační program Životní prostředí (OPŽP).

V roce 2022 je takzvané přechodné období mezi OPŽP 2014 - 2020 a nově odsouhlaseným dotačním systémem OPŽP 2021 - 2027. Je to z důvodu způsobilosti výdajů OPŽP 2014 - 2020, které končí v roce 2023 (pro OPŽP 2021 – 2027 končí způsobilost v roce 2029) (SFŽP 2022). Toto přechodné období slouží k dokončování dotovaných projektů, vyřizování rozjednaných dotací a dočerpaní alokovaných peněz.

Operační program Životní prostředí 2021 - 2027 bude, stejně jako v předchozích obdobích, základním zdrojem podpory pro financování projektů v oblasti ochrany životního prostředí (Ministerstvo životního prostředí 2020). Evropská unie zařadila rozvoj odpadového hospodářství do specifického cíle 1.5 (1.5 Podpora přechodu na oběhové hospodářství účinně využívající zdroje). Pro takto stanovenou oblast bylo vyčleněno 271 milionů eur. Cílem specifického cíle 1.5 je podpora projektů vedoucích ke zkvalitnění nakládání s odpady, snížení produkce odpadů, prevence environmentálních rizik a odstraňování starých ekologických zátěží (Dvořák 2021).

Dotaci je možné poskytnout pouze právnické osobě (obce, podniky atd.), nikoli osobě fyzické. Finanční projekty Operačního programu Životní prostředí mají několik možností dotačních podob. Ty se liší dle možné výše poskytované podpory a dle typu projektu (žadatele) (Habart et al. 2009).

V rámci řešení problému biologicky rozložitelného odpadu v obci se dotační systém dělí na specifické cíle, na něž obec dostane finance v případě formální správnosti podané žádosti. V tomto případě se jedná především o kompostéry.

Avšak investice do odděleného sběru odpadů (např. bioodpad), investice do systémů na podporu odděleně sbíraných a následně využívaných specifických druhů odpadů (např. biologicky rozložitelné odpady), investice do snižování množství odstraňovaných odpadů (např. biologická úprava, bioplynové stanice, zařízení pro zpracování kalů z ČOV) jsou posuzovány ve standardním soutěžním režimu pomocí bodového hodnocení (Ministerstvo životního prostředí 2020; Dvořák 2021). V tabulce č. 1 je vyznačená maximální výše dotace pro jednotlivé typy projektů. Pro tuto práci byly v tabulce ponechány pouze projekty týkající se biologického odpadu.

Tabulka č. 1: Dotace dle typu projektu a dalších podmínek (Dvořák 2021).

Typ projektu	Míra dotace (návrh 11/2021)
1.5.1 kompostéry	70 % + 15 % bonus formou vyššího dotačního procenta na pořízení kompostérů obsahujících recyklát.
1.5.5 sběrné dvory, systémy sběru (včetně door to door) a zavádění systémů PAYT*	85 % (max. 40 % v případě projektů, jejichž součástí je pořízení svozového prostředku)
1.5.7 budování zpracování kalů z ČOV**	85 %
1.5.8 zařízení pro materiálové využití odpadů	85 %
1.5.9 zařízení pro energetické využití odpadů, včetně bioplynových stanic	75 %

\*PAYT - Pay As You Throw neboli zaplat', kolik vyhodíš

\*\*ČOV - čistírna odpadních vod

Pro každého žadatele o dotaci jsou důležité základní dokumenty. Jedná se o (Habart et al. 2009):

- a) implementační dokument,
- b) příručku pro žadatele,
- c) závazné pokyny pro žadatele a příjemce,
- d) aktuální směrnice (Směrnice MŽP o předkládání žádostí a poskytování podpory) a její přílohy.

V České republice je přechod odpadového hospodářství na cirkulární ekonomiku podporován také dotačním programem Národní program Životní prostředí (NPŽP). Finance jsou poskytovány taktéž ze Státního fondu životního prostředí ČR. Tento program slouží jako doplňující dotační program pro projekty, které nejsou podporovány v OPŽP 2021 - 2027 nebo jiných programech.

NPŽP se dělí na 9 prioritních os, z nichž 3 představují odpady, staré zátěže a environmentální rizika. V této ose se bioodpadům přímo věnuje podosa 1, v níž je podporovanou aktivitou 3.1.C Domácí kompostování. Dotační program zde stanovuje podporu nákupu domácích kompostérů a příslušenství pro domovní kompostování (Ministerstvo životního prostředí 2021).

## **4.2 Základní pojmy**

### **4.2.1 Bioodpad**

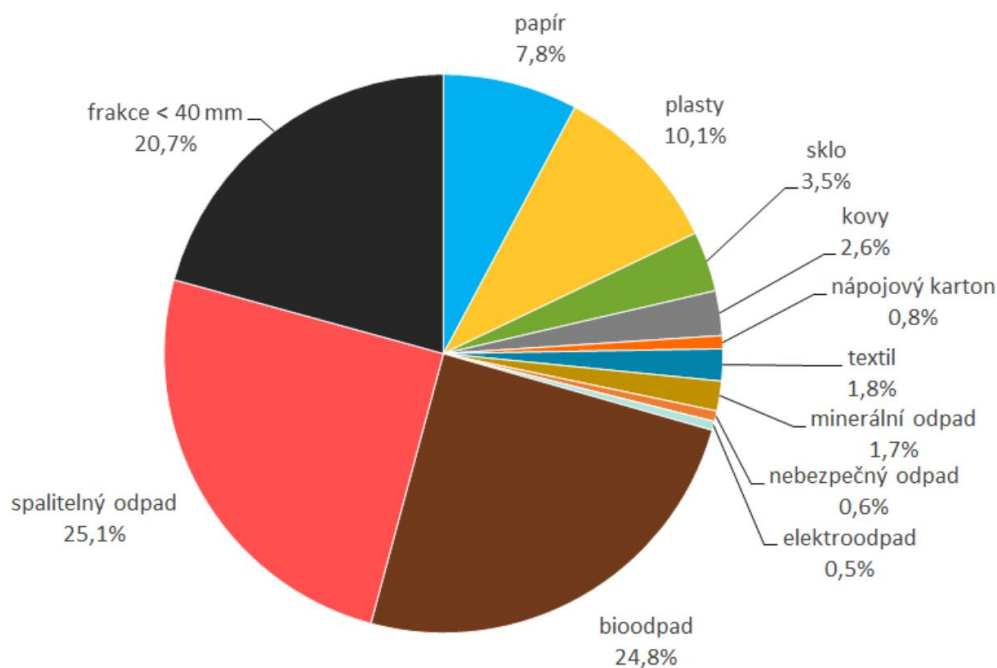
Pojem biologicky rozložitelný odpad, a veřejností více používané označení bioodpad, označují veškerý odpad, který podléhá aerobnímu nebo anaerobnímu rozkladu.

Takto nazýváme veškeré odpady z údržby sadů, parků a lesoparků, sídlištní a uliční zeleně, ale i travnatých hřišť, odpady ze hřbitovů a ze zahrad fyzických osob. Dále mluvíme o odpadech z papíru, dřeva a přírodních textilií. V neposlední řadě pod pojem bioodpad zařazujeme odděleně sebraný biologicky rozložitelný odpad z kuchyní, stravoven a z domácností. Tyto odpady se mohou označovat také jako gastroodpad (Papurello et al. 2016).

Český zákon č. 541/2020 Sb. Zákon o odpadech dále rozlišuje biologicky rozložitelný komunální odpad a biologický odpad. Do biologicky rozložitelného komunálního odpadu je řazen veškerý odpad, který je obsažený v komunálním odpadu a je biologicky rozložitelný. Pojem biologický odpad zákon vysvětluje jako rozložitelný odpad ze zahrad a veřejné zeleně, nebo odpad pocházející z kuchyní, kanceláří, restaurací, velkoobchodu, jídelen, stravovacích nebo maloobchodních zařízení a srovnatelný odpad ze zařízení potravinářského průmyslu (Ministerstvo životního prostředí 2020).

V závislosti na složení a vlastnostech se biologicky rozložitelný odpad zpracovává v bioplynových stanicích, kompostuje se či se energeticky využívá ve spalovnách a zařízeních pro výrobu tepla a energie. Mezi kompostovatelný odpad řadíme zejména odpad rostlinného původu jako je tráva, listí, větve a slupky od ovoce a zeleniny. Kompostovat nelze odpady živočišného původu a zbytky jídel (Papurello et al. 2016; Voštová et al. 2009).

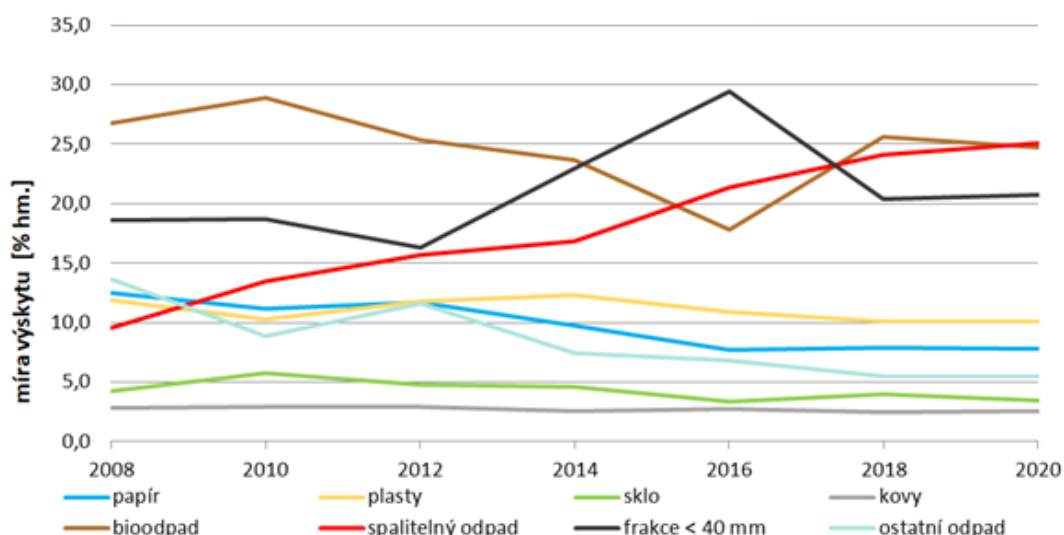
V roce 2020 společnost EKO-KOM a.s. analyzovala skladbu 128 vzorků směšného komunálního odpadu (SKO) z 15 lokalit. V těchto lokalitách byly vzorky rozděleny na vzorky ze sídlištní a venkovské zástavby. Metodika zjistila že směšný komunální odpad v ČR průměrně obsahuje 24,8 % biologicky rozložitelné složky (EKO-KOM, a.s. 2021). Tento fakt je zobrazen na obrázku č.1.



Obrázek č. 1: Grafické znázornění průměrné hmotnostní skladby SKO z obcí ČR v r. 2020 (EKO-KOM, a.s. 2021)

Pro snížení produkce SKO je bioodpad klíčovou komoditou. EKO-KOM a.s. provádí měření každé 4 roky. Z tohoto důvodu je možné vypořádat pokles biologicky rozložitelné složky v SKO mezi lety 2010-2016 o přibližně 17 % hm. Následující dva roky podíl rapidně narostl na necelých 26 % hm. Od roku 2018 se v celkové skladbě SKO snížil o 0,8 % hm. Tento trend je vidět na obrázku č. 2, kde je graficky znázorněn vývoj průměrné hmotnostní skladby SKO v obcích ČR v letech 2008-2020. Bioodpad je značen hnědou barvou (EKO-KOM, a.s. 2021).





Obrázek č. 2: Vývoj průměrné hmotnostní skladby SKO v obcích ČR v letech 2008 - 2020 (EKO-KOM, a.s. 2021)

Při rozboru SKO se bioodpad dělí na bioodpad z domácností a bioodpad ze zahrad. Do první skupiny jsou řazeny zbytky vařené stravy, prošlé potraviny, okrojky ze zeleniny a ovoce, maso, kosti apod. Druhá skupina biologicky rozložitelného odpadu zahrnuje trávu, listí, veškeré zbytky rostlinného původu, starou zeminu apod. Toto rozdělení a množství odpadu je vypsáno v tabulce č.2 (EKO-KOM, a.s. 2021).

Tabulka č. 2: Zastoupení bioodpadu ve smíšeném komunálním odpadu ze sídlištní a venkovské zástavby (EKO-KOM, a.s. 2021).

látková skupina	sídlisťní zástavba			venkovská zástavba		
	ar. průměr [% hm.]	medián [% hm.]	sm. odch. [% hm.]	ar. průměr [% hm.]	medián [% hm.]	sm. odch. [% hm.]
<b>bioodpad</b>	25,7	25,3	8,2	22,7	21,4	9,0
<b>z domácností</b>	22,3	21,2	7,8	16,7	15,5	8,0
<b>ze zahrad</b>	3,5	1,9	4,1	6,0	4,1	5,8

Z tabulky je zřetelné, že v SKO končí převážně odpad z domácností. Bioodpad ze zahrad tvoří pouze 13,5 % hm. z celkového množství bioodpadu ze sídlištní zástavby a 26,5 % hm. ze zástavby venkovské (EKO-KOM, a.s. 2021).

#### 4.2.2 Kompost

Z etymologického hlediska vychází slovo kompost z latinského *compositum*, které se překládá jako směs (Chen et al. 2011). Všeobecně však neexistuje žádná uznávaná definice pro tento pojem (Haug 2000). Kompost vzniká za exotermického procesu nazývaného kompostování směsi organické biomasy (Chen et al. 2011). Označuje se tak proces aerobního biologického rozkladu a stabilizace směsi organických substrátů za pomoci mikrobiálních organismů různých populací (Haug 2000; Chen et al. 2011). Během procesu přeměny organické hmoty se produkuje energie ve formě tepla. Tento faktor má za následek vznik termofilních podmínek v přeměňované hmotě (Chen et al. 2011). Díky udržování těchto termofilních podmínek dochází k inaktivaci patogenů

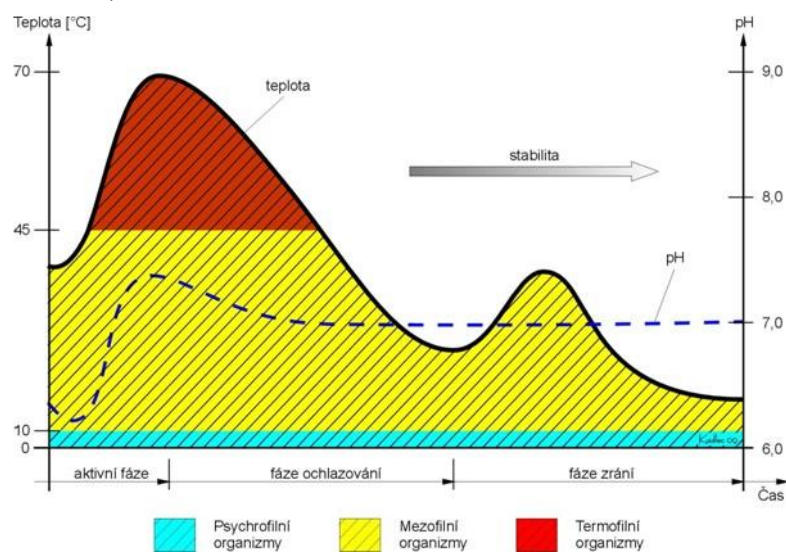
a zničení semen rostlin (Haug 2000). Po dobu procesu přeměny organické hmoty dochází k dočasnému uvolňování fyto toxinů (intermediárních metabolitů, čpavku atd.). Avšak konečný produkt je fyto toxinů přirozeně zbaven a je prospěšný pro růst rostlin. Konečným produktem kompostování je chápán: oxid uhličitý, voda, minerály a stabilizovaná organická hmota (kompost) (Chen et al. 2011).

Většina procesů biologické stability probíhá ve vodných roztocích, a nejen z tohoto důvodu je při nich možné pouze omezené zvýšení teploty. Avšak kompostování je obvykle aplikováno na látky pevné nebo polotuhé povahy. Jedná se tak o jedinečný proces biologické stability používaný v sanitárních a biochemických inženýrstvích (Haug 2000).

Proces přeměny biologicky rozložitelného materiálu pomocí kompostování se skládá ze tří fází:

- 1 Fáze rozkladu (mineralizace): Po založení zakládky (smíchání biomasy) probíhá proces oxidace snadno rozložitelné organické hmoty (Chen et al. 2011). Teplota zakládky je přímo úměrná činnosti mikroorganismů a je tak dobrým ukazatelem správného průběhu procesu. V první fázi se teplota rychle zvýší až k 70 °C - termofilní fáze. Teplota se v těchto hodnotách udržuje po dobu prvních 4 týdnů kompostování.
- 2 Fáze přeměny: Je charakteristická postupným poklesem teploty až na hodnoty teplot okolního prostředí. V této fázi jsou mineralizované živiny stabilizovány do humusových komplexů (Vaněk et al. 2016).
- 3 Fáze syntézy (dozrávání): Během této fáze se teplota zakládky ustálí na hodnotách teplot okolního prostředí. Zde již hovoříme o kompostu, který má zemitou barvu. V této fázi je kompost velice stabilní a živiny jsou v něm pevně vázané. Z těchto důvodů jsou hnojivé účinky slabší. Avšak díky zvýšené stabilitě je do půdy dodávána stabilní organická hmota (Vaněk et al. 2016; Chen et al. 2011).

Z obrázku č. 3 níže je možné vyčíst optimální průběh teploty během celého procesu přeměny organické hmoty pomocí kompostování. Dále je zde vidět optimální průběh pH. Hodnota pH na začátku rozkladné fáze poklesne až k hodnotě pH 6 a následně s rostoucí teplotou vystoupá i přes pH 7,5. Poté se během fáze přeměny ustálí na neutrální hodnotě pH 7 (viz obrázek č. 3).



Obrázek č. 3: Průběh teploty při kompostování (Paleček 1999).

Při kompostování je zapotřebí zajistit správné složení zakládky. Tak docílíme správného obsahu potřebných látek v kompostu. Každý proces přeměny biologicky rozložitelné organické hmoty vyžaduje tři základní složky (EPA 2021):

1. Hnědá - Jedná se o mrtvé materiály (mrtvé listy či větve), které zajišťují dostatek uhlíku v kompostu.
2. Zelená - Jde o posekanou trávu, rostlinný odpad, ovocné a zeleninové zbytky. Zelenou složkou je zajištěn dostatek potřebného dusíku.
3. Voda - Aerobní biologické procesy vyžadují určitou vlhkost.

Přeměna čerstvé organické hmoty na kompost se provádí z několika důvodů:

1. Odbourání fytotoxických účinků čerstvé organické hmoty
2. Snížení počtu agens (viry, bakterie, houby, paraziti...) v materiálu pod zdravotně závadnou úroveň
3. Tvorba organického hnojiva a půdního kondicionéru z odpadních látek (Chen et al. 2011)
  - a) zdroj organické hmoty pro údržbu a stabilizaci správné struktury půdy
  - b) zajištění schopnosti zadržovat vláhu
  - c) zlepšení růstu a vitality plodin v zemědělství → snížení rostlinných patogenů v půdě a zlepšení odolnosti rostlin
  - d) obsah cenných živin (dusík, fosfor, esenciální stopové prvky...) (Vaněk et al. 2016).

Statisticky až 30 % SKO v západních zemích tvoří biologicky rozložitelná složka. Ta končí buď ve spalovnách či na skládkách. Na skládkách poté probíhají anaerobní přeměny a nekontrolovaně se uvolňuje metan, který patří k nejsilnějším skleníkovým plynům (EPA 2021).

Biologicky rozložitelný odpad, který je možné kompostovat:

- Ovoce a zelenina
- Škořápky vajec
- Kávovalá sedlina a filtry
- Čajové sáčky
- Skartované noviny
- Karton
- Papír
- Posekaná tráva
- Pokojové rostliny
- Seno a sláma
- Listí
- Pilin, hobliny, kůra
- Dřevní štěpka
- Bavlněné a vlněné hadry
- Vlasy a kožešiny
- Popel ze dřeva

Biologicky rozložitelný odpad nedoporučovaný ke kompostování

- Listy nebo větve ořechu - uvolňuje inhibiční látky
- Uhlý popel - obsah škodlivých látek pro rostliny
- Mléčné výrobky a vejce - zápachem přitahují škůdce

- Nemocné nebo hmyzem zamořené rostliny
- Tuky, mastnota, sádlo nebo oleje - zápachem přitahují škůdce
- Maso nebo kosti - zápachem přitahují škůdce
- Zvířecí odpady (např. psí nebo kočičí výkaly, uhynulá zvířata) - obsah agens
- Rostlinné zbytky ošetřené chemickými pesticidy (EPA 2021).

Kompostování je tedy pojem označující řadu biochemických procesů směřujících ke stabilizaci biologicky rozložitelných odpadů. Tyto procesy vyžadují speciální podmínky vlhkosti a provzdušňování k vytvoření stabilní organické hmoty označované jako kompost (Haug 2000; Chen et al. 2011).

### 4.2.3 Vermikompost

Pojem vermikompost označuje kompost vzniklý při procesu vermikompostování. Pojmy vychází z latinského slova *vermes*, což znamená červ. Vermikompostování je jednoduchý biooxidační a stabilizační proces kompostování, při kterém se využívá interakce mezi činností žížal a mikroorganismů. Tato metoda je považována za nejpokročilejší metodu kompostování (Hanč & Plíva 2013a). Právě díky přítomnosti žížal se zlepšil proces přeměny odpadu v kvalitnější substrát. Produkt, nazýván vermikompost, je kompost obohacený o výměšky žížal.

Proces vermikompostování se v některých ohledech liší od jednodušší varianty kompostování. Ke dvěma nejzákladnějším rozdílům patří (Adhikary 2012):

- a) Jedná se o mezofilní proces.
- b) Rychlejší průběh přeměny organické hmoty.

Termofilní (hygienizační) fáze kompostování je u vermikompostování vynechána z důvodu přítomnosti žížal. Ty by termofilní teploty dosahující až 70 °C při průběhu kompostování zahubily.

Přítomnost žížal při přeměně organické hmoty na kvalitní substrát má za následek to, že je proces vermikompostování oproti tradičnímu kompostování rychlejší. Tento faktor je způsobený tím, že všechny typy biologicky rozložitelných odpadů (zemědělské odpady, kuchyňské odpady, tržní odpady, biologický odpad ze zemědělských průmyslových odvětví, odpady z hospodářských zvířat atd.) prochází střevem žížaly (Hanč & Plíva 2013a). Ve střevech žížal dochází k významné, ale ne zcela pochopené transformaci, přičemž výsledný produkt je bohatý na (Hanč & Plíva 2013a; Adhikary 2012):

- a) mikrobiální aktivitu
- b) živiny
- c) kvalitní humusové látky
- d) regulátory růstu rostlin (růstové hormony)
- e) enzymy
- f) látky odpuzující škůdce a choroby

Z těchto důvodů je vermikompost velice kvalitním hnojivem, které je schopné nahradit průmyslová hnojiva a pesticidy (Adhikary 2012). Vermikompost má mnoho výhod pro zemědělství, z nich k základním patří to, že (Arthawidya et al. 2017):

- a) Aplikací vermikompostu se zlepšil absorpční vlastnosti půdy. Z tohoto důvodu je půda schopna lépe zadržet vodu.
- b) Vermikompost zvýší specifický povrch v půdě pro vázání živin.

- c) Aplikace vermikompostu celkově zlepší půdní strukturu v lokalitě aplikace.
- d) Vermikompost podporuje mikrobiální aktivitu.

Vermikompost je možné dále využít jako (Adhikary 2012):

- a) adsorbent iontů těžkých kovů v půdě,
- b) adsorpce minerálních forem těžkých kovů v půdě,
- c) zachytávač kovových iontů z odpadních vod,
- d) náplň do filtrů určených k filtraci vzduchu (např. na bioplynových stanicích).

Při procesu vermikompostování je důležité zajistit optimální podmínky pro růst žížal. K nejsledovanějším parametrům patří (Hanč & Plíva 2013a):

- a) Teplota - ideální teplota zakládky se pohybuje kolem 25 °C. Překročí-li substrát teplotu 35 °C, žížaly substrát opustí nebo uhynou. Dále je doporučované, aby teplota neklesla pod 10 °C. Pod touto teplotou žížaly zásadně snižují svou aktivitu (Munroe 2007; Arthawidya et al. 2017).
- b) Vlhkost zakládky - ideální je 70–90 % vlhkost (Arthawidya et al. 2017).
- c) Míra provzdušnění - důležité je si uvědomit, že žížaly dýchají celým povrchem těla (Munroe 2007).
- d) pH - odborníci se shodují, že žížaly preferují neutrální až mírně alkalické prostředí. Z tohoto důvodu je doporučované rozmezí pH 7-8 (Munroe 2007).
- e) Obsah solí (Hanč & Plíva 2013a).
- f) Dostatečné množství zpracovávaného materiálu (Hanč & Plíva 2013a).

Na celém světě existuje odhadem 1800 druhů žížal které dělíme na tři typy (Munroe 2007):

1. Anektický typ: jedinci tvoří vertikální tunely v půdě. V noci vylézají na povrch a potravu zatahují do podloží
2. Endogeický typ: jedná se o druhy žijící pod povrchem. Jedinci tohoto duhu tvoří horizontální chodbičky těsně pod povrchem půdy
3. Epigeický typ: druhy žijící v opadance, ve hnoji a v kompostu. Jedinci těchto druhů se k vermikompostování používají nejčastěji.

K procesu vermikompostování se nejčastěji využívají druh (Munroe 2007):

- a) žížala hnojní (*Eisenia fetida*) – běžně se vyskytující druh
- b) žížala kalifornská (*Eisenia andrei*) - speciálně vyšlechtěný druh, který se rychle množí a dokáže intenzivně přeměňovat bioodpady a organické zbytky.

#### 4.2.4 Bioplyn

Bioplyn je pojem označující plynnou substanci složenou především z metanu (CH<sub>4</sub>) a oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>). Mezi další stopové složky bioplynu patří vodní pára, sirovodík, siloxany, uhlovodíky, amoniak, kyslík, oxid uhelnatý a dusík (Turco et al. 2016). Tato směs vzniká bakteriálním rozkladem organické hmoty za anaerobních podmínek v bioplynových stanicích (Abbasi et al. 2012).

Historicky první člověk, který pozoroval, že je při rozkladu vegetace produkován hořlavý plyn, byl v roce 1776 Alessandro Volta. William Henry v roce 1806 prokázal, že je tento plyn metan. Další důležitý poznatek ohledně bioplynu učinil Humphrey Devy. Ten si na počátku 19. století všiml, že je metan přítomen v hromadách statkových hnojiv. Až mezi lety 1882-1884 prokázal Tappeiner, že je tento vyprodukovaný bioplyn mikrobiologického původu. První závod na výrobu metanu byl zřízen v Ackworthském ústavu pro malomocné v Mathunga v Indii v roce 1900. První známý prototyp bioplynové

stanice byl experimentálně vyvinut z důvodů nedostatku paliva v Německu během druhé světové války. Němci, aby se ušetřili naftové palivo, údajně přestavěli 90 000 vozidel na provoz na metan. Nekonvenční zdroje energie, jako je zemědělský odpad, ovšem začaly přitahovat pozornost rozvinutých a zaostalých zemí až v 70. letech 20. století. Stalo se tak kvůli nárůstu cen paliv. Avšak průkopníkem bioplynových stanic byla Francie. Francouzští vědci v severní Africe vyvinuli již v roce 1940 technologii výroby bioplynu ze zemědělských odpadů. Do roku 1950 bylo ve Francii a francouzské severní Africe v provozu asi 1000 bioplynových stanic (Wellinger et al. 2013).

Metan ( $\text{CH}_4$ ) jako hlavní složka bioplynu určuje jeho energetický obsah. Množství metanu v bioplynu kolísá mezi 50 % - 70 %. Zastupující obsah závisí na použité biomase při tvorbě bioplynu. Oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ ) jakožto druhá hlavní složka je v bioplynu zastoupen 25 % - 50 %.

Biomasa potřebná pro tvorbu bioplynu je rozdělována do tří kategorií (Abbasi et al. 2012):

1. biomasa zemědělského původu - především kejda, odpady z krmiv, odpady ze sklizně a energetické plodiny;
2. odpad ze soukromých domácností a obcí - například odděleně sbíraný organický odpad (v nádobách na organický odpad), či odpad z tržišť (potravin s prošlou dobou použitelnosti nebo potravinový odpad);
3. průmyslové vedlejší produkty - např glycerin, vedlejší produkty zpracování potravin nebo odpad z odlučovačů tuku.

Bioplyn je získávaný degradací biologicky rozložitelné hmoty za pomoci mikroorganismů. Proces probíhá za anaerobních podmínek. Komplexní proces těchto redukčních procesů sestávající z řady biochemických reakcí je označován jako anaerobní digesce (Turco et al. 2016). Anaerobní degradaci organické hmoty zajišťují mikroorganismy ze dvou biologických říší, bakterie a archea.

Tvorba bioplynu se skládá ze čtyř kroků: hydrolýza, acidogeneze, acetogeneze a metanogeneze. Každá z těchto fází se značně liší, pokud jde o fyziologii, nutriční potřeby, kinetiku růstu a citlivost na prostředí. Z těchto důvodů je velice obtížné udržet křehkou rovnováhu v reaktoru.

Hydrolýza je první krok anaerobní digesce. Jedná se o transformaci zprostředkovanou extracelulárními enzymy. Během hydrolýzy se štěpí nerozpustné organické materiály a sloučeniny s vyšší molekulovou hmotností (lipidy, polysacharidy, proteiny, tuky, nukleové kyseliny...) na rozpustné organické materiály (monosacharidy, aminokyseliny). Ty jsou pro mikroorganismy vhodné jako zdroj energie a buněčného uhlíku. Mikroorganismy zajišťující transformaci jsou čistě anaerobní. Jedná se o bakteroidy, klostridie a fakultativní bakterie (streptokoky ...). Rychlost první rozkladné fáze velmi závisí na povaze substrátu. Například transformace celulózy a hemicelulózy obecně probíhá pomaleji, než rozklad bílkovin (Beredar et al. 2020).

Druhá fáze se nazývá acidogeneze. V této kyselé fázi jsou monomery z hydrolytické fáze přijímány fakultativními anaerobními bakteriemi. Ty ve svých buňkách přijaté monomery dále degradují na organické kyseliny s krátkým řetězcem (kyselina máselná, propanová, octová), ethanol, vodík a oxid uhličitý (Adekunle & Okolie 2015; Beredar et al. 2020).

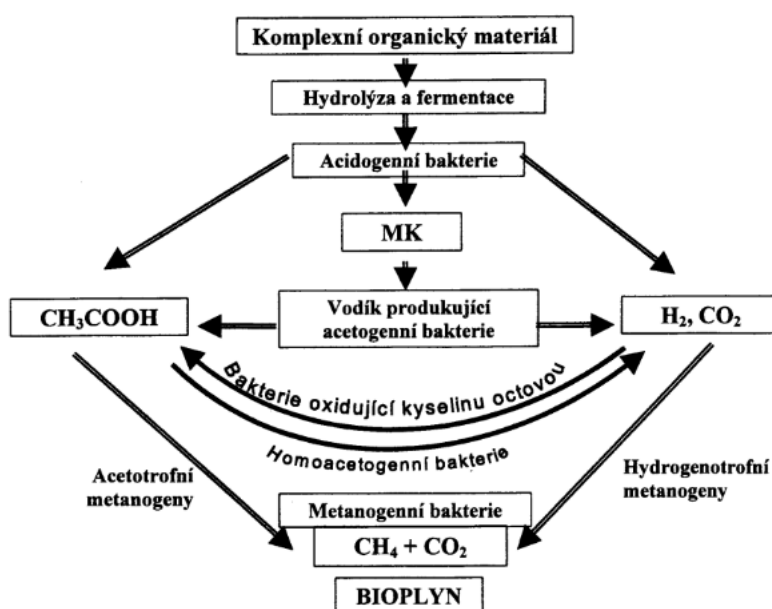
Následující fázi nazýváme acetogeneze. V této části transformace jsou produkty acidogeneze spotřebovávány jako substráty pro ostatní mikroorganismy. Probíhá anaerobní oxidace.

Některé produkty acetogeneze nejsou metanogenní bakterie schopné přímo přeměnit na metan. Tyto látky jsou transformovány na metanogenní substráty. Jedná se o těkavé mastné kyseliny a alkoholy, které jsou oxidovány na acetát, vodík a oxid uhličitý. Ostatní produkty acetogeneze jsou oxidovány na acetát a vodík (Beredar et al. 2020).

Poslední fáze je tzv. metanogeneze. V této fázi je z meziproductů produkováno metan a oxid uhličitý. Tuto transformaci provádějí za přísných anaerobních podmínek metanogenní bakterie. Metanogenní bakterie jsou nejčastějším limitujícím faktorem anaerobní digesce. Je to způsobeno jejich specifickými požadavky, jak na substrát, tak na životní podmínky. Z hlediska specifikace na substrát je dělíme na:

- a) pouze hydrogenotrofní
- b) pouze acetotrofní

Jedná se o nejpomalejší, a tedy i o nejkritičtější fázi celého procesu anaerobní digesce (Adekunle & Okolie 2015; Beredar et al. 2020). Celý proces anaerobní digesce je vyznačen na obrázku č. 4.



Obrázek č. 4: Schéma anaerobního rozkladu (Adekunle & Okolie 2015).

Aby probíhalo anaerobní vyhnívání správně, je zapotřebí optimalizovat několik různých parametrů. Parametry ovlivňují správný růst všech potřebných skupin mikroorganismů (hydrolytické, acidolitické, acetolitické i metanogenní mikroorganismy). Jedná se hlavně o parametry:

- e) pH,
- f) teplota,
- g) míchání,
- h) substrát,
- i) poměr C/N,
- j) hydraulický retenční čas (HRT),
- k) velikost částic,

l) koncentrace pevných látek.

Hodnoty pH je optimální udržovat v neutrálních mezích. To je optimální z důvodu, že většina mikroorganismů podílejících se na vzniku bioplynu roste v rozmezí pH 6,7 - 7,5. Většina požadovaných skupin mikroorganismů se optimálně vyvíjí v mezofilních teplotách (32 - 40 °C). Avšak pro fázi metanogeneze je zapotřebí dosáhnout teplot termofilních (42 - 55 °C). Míchání je důležité pro optimální přístup mikroorganismu k organickým látkám. Přílišné míchání však neumožňuje mikroorganismům optimální čas na zpracování dané organické látky. Zatímco bez míchání by docházelo k pění a následnému zastavení procesu anaerobní digesce. Substrát musí být pomalu trávitelný. Tento požadavek je z důvodu nárůstu obsahu kyselin u snadno rozložitelných látek. Dále je důležité, aby byl substrát vyvážený a obsahoval optimální poměr mezi makroživinami (dusík, fosfor a síra). Optimální poměr uhlíku ku dusíku pro anaerobní digestaci se pohybuje v rozmezí 16:1 - 25:1. Nejpomaleji narůstající skupinou organismů jsou metanogenní bakterie. Tyto mikroorganismy mají dobu zdvojení kolem 5 - 16 dnů. Optimální hydraulická retenční doba se tedy pohybuje v rozmezí alespoň 10 - 15 dnů. Velikost částí se nepovažuje za tak důležitý parametr jako předešlé. I přesto velikost částic ovlivňuje degradaci a v konečném důsledku rychlost produkce bioplynu. Koncentrace pevných látek by se optimálně měla pohybovat mezi 7 % a 9 % (Gerardi 2003; Díaz et al. 2011).

K produktům anaerobní digesce patří:

- a) bioplyn - viz. Výše;
- b) digestát - produkt tvořený kapalnou složkou (fugat) a pevnou složkou (separát).

Bioplyn je považován za obnovitelný zdroj energie, který by mohl nahradit konvenční zdroj energie, jako jsou fosilní paliva. Tuto směs plynů lze použít jako náhradu za fosilní paliva při výrobě elektřiny a tepla nebo jako plynné palivo pro vozidla (Turco et al. 2016). Dále je možné čištěním získat bioplyn bohatý na metan. Tento plyn je označován jako biometan a obsahuje přibližně 98 % metanu. Biometan je možné použít jako náhradu ve všech běžně známých aplikacích pro zemní plyn (Abbasi et al. 2012).

Energie vyrobená z bioplynu byla uznána jako jedna z energeticky nejúčinnějších a ekologicky nejpřírodnějších technologií pro výrobu bioenergie. Toto privilegium získal bioplyn hned z několika důvodů:

1. Oproti fosilním palivům se v životním cyklu bioplynu vyprodukuje mnohem méně emisí skleníkových plynů.
2. Díky spalování metanové složky bioplynu na CO<sub>2</sub> se snižuje potenciál globálního oteplování bioplynů na 8 % svého dřívějšího dopadu. Toto snížení vlivu na životní prostředí nastane díky tomu, že je metan 21krát účinnější jako skleníkový plyn oproti oxidu uhličitému CO<sub>2</sub>.
3. Výstupní složky z anaerobní digesce mohou být využity následovně:
  - a) Bioplyn jako alternativa k fosilním palivům (náhrada za snižující se celosvětové zásoby ropy) (Wellinger et al. 2013; Turco et al. 2016).
  - b) Digestát jako náhrada minerálních hnojiv nebo jako vylepšené hnojivo (Turco et al. 2016).
4. Bioplyn je považován za bezpečný zdroj elektrické energie, který je schopen zajistit energetickou jistinu pro stát.
5. Zvýšená poptávka po bioplynu má potenciální dopady na strategii odpadového hospodářství. Je to způsobeno tím, že jsme schopni anaerobní digestací přeměnit



širokou škálu odpadů na čistou energii (Wellinger et al. 2013). Zdroje materiálů pro výrobu bioplynu jsou snadno dostupné ve venkovské i městské oblasti všech zemí.

6. V bioplynovém odvětví průmyslu je velký potenciál pracovních příležitostí (Turco et al. 2016).

Po odsíření a vysušení lze bioplyn pomocí kogeneračních jednotek převést na elektřinu a teplo. Dále se může přímo spalovat za účelem získání tepla. Bioplyn a biometan vyrobený z bioplynu jsou flexibilní obnovitelná paliva, důležitá pro udržitelné zásobování energií. Jednotlivé složky bioplynu mohou nahradit některé uhlíkové sloučeniny v plastových výrobcích (Abbasi et al. 2012).

Vedlejší produkty z výroby bioplynu mohou poskytovat kapalná paliva, jako je celulósový etanol. Ten je možné použít jako náhradu paliv na bázi ropy. Celulósový etanol se dnes vyrábí převážně z trav, dřevěných štěpků a zemědělských zbytků. Biochemická výroba probíhá za zvýšené teploty, tlaku a za přítomnosti chemikálií a enzymů. Enzymy uvolňují cukry v celulósovém bioplynu. Další alternativou pro fosilní pohonné hmoty může být, prozatím laboratorně zkoumaný, bioplyn z řas. Bioplyn získaný anaerobní digestí z odpadních materiálů je možné konvenční rafinérií přeměnit na tryskové palivo nebo naftu (Turco et al. 2016).

Bioplyn je tedy všestranným palivem. Plyn získaný anaerobní digestí je v současnosti jedinou životaschopnou alternativou zemního plynu. Lze jej beze změny infrastruktury použít pro všechny účely, ke kterým se využívá zemní plyn. Technologie bioplynu má dnes již znatelný potenciál k přispění řešení naléhavých otázek bezpečné a udržitelné energie dodávky elektřiny, tepla a pohonných hmot (Abbasi et al. 2012).

### **4.3 Technické parametry zařízení na zpracování biologicky rozložitelného odpadu**

#### **4.3.1 Kompostárny**

Kompostování patří k nejznámějším a nejstarším způsobům zpracování biologicky rozložitelného odpadu. Z technologického hlediska je nejdůležitější dosáhnout optimálního průběhu aerobní degradace odpadu. Z těchto důvodů se jednotlivé metody kompostování snaží zajistit, pomocí různých technologií, vhodné podmínky pro aerobní činnost mikroorganismů. Kompostovací zakládka musí splňovat nejen parametry pro optimální průběh biologických procesů, ale i parametry bezpečnostního hlediska. Proces kompostování nesmí negativně působit na okolní prostředí (Plíva et al. 2005; Plíva et al. 2016).

Velké kompostárny se ze zákona v ČR dělí na:

- a) malá zařízení,
- b) komunitní kompostárny,

Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech a vyhláška č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, stanovují jednotlivé technologické parametry a podmínky provozu obou zařízení. Dále je ve vyhlášce uvedeno, jaké biologicky rozložitelné odpady mohou jednotlivé technologie zpracovávat. Tato informace je uvedena v Příloze č. 1. této diplomové práce. Malá zařízení může provozovatel provozovat pouze na základě souhlasu OÚORP (obecní úřad obcí s rozšířenou působností). Komunitní kompostárny jsou ze zákona chápány jako zařízení pro soustředování rostlinných zbytků z údržby zeleně,

zahrad a domácností z území obce, a jejich následnou úpravu a zpracování na kompost. Takto vzniklý kompost je možné využívat výhradně k údržbě a obnově veřejné zeleně na území obce. Jiné využití kompostu je možné pouze pokud jsou splněny podmínky stanovené zákonem o hnojivech. (Ministerstvo životního prostředí 2020; Ministerstvo životního prostředí 2021)

Z technologického hlediska je možné dělit technologie kompostování na (Hřebíček et al. 2011):

1. kompostování v domácnostech:
  - a) kompostování v zakládkách,
  - b) kompostování v kompostérech,
2. kompostování na volné ploše s aktivním překopáváním:
  - a) kompostování v plošných hromadách,
  - b) kompostování v pásových hromadách,
3. AgBag kompostování (kompostování ve vacích),
4. intenzivní kompostovací technologie:
  - a) kompostování v uzavřených bioreaktorech,
  - b) kompostování v boxech či žlabech.

Takzvané kompostování na dvoře představuje domácí kompostování biologického odpadu včetně využití tohoto kompostu na soukromých zahradách. Tento typ kompostování má pozitivní dopad na ekonomické, materiálové a energetické investice do infrastruktury. Tyto výhody jsou z důvodu odklonění významné části tuhého komunálního odpadu mimo systém odpadového hospodářství ať již obce, či kraje (Habart et al. 2009). Avšak metoda má i jisté nevýhody z důvodů individuálního a často nedokonalého kontrolování průběhu biologických rozkladných procesů. K nejčastěji zmiňovaným rizikům patří uvolňování znečišťujících látek do atmosféry (metan, amoniak, oxid dusný atd.). K dalším problémům patří ohrožení ekologické stability z důvodu aplikace nezralého kompostu na půdu (Colón et al. 2010; Kawai et al. 2020). Technické zajištění domácího kompostování v zakládkách má velkou pestrost. V celku se však jedná vždy o vyhrazené místo pro jednu a více zakládkových hromad, které jsou manuálně překopávány. Pojmem kompostér označujeme perforovanou nádobu, ve které proces kompostování probíhá bez větších zásahů. Na trhu je dnes velké množství těchto kompostérů a každý výrobce má své specifikace (Hřebíček et al. 2011; Kawai et al. 2020).

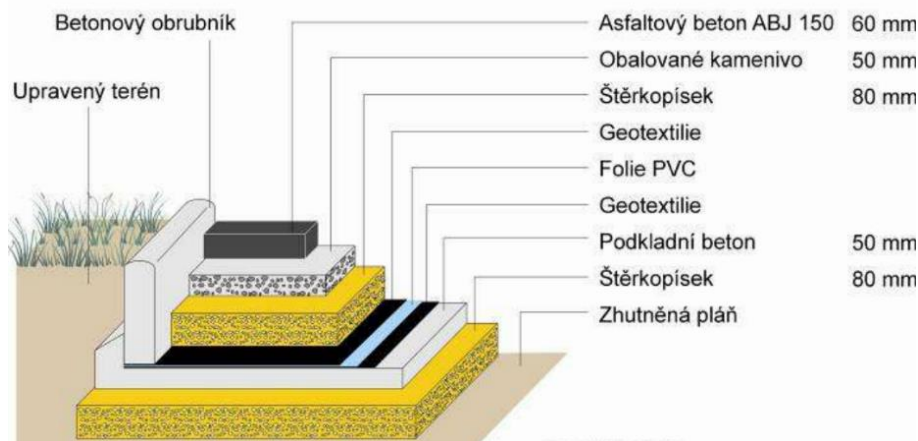
Nejnámější a nejspíše i nejpoužívanější metodou kompostování je kompostování na volné ploše s aktivním překopáváním. Jak je napsané výše, tato metoda má dvě možné podvarianty (Kawai et al. 2020).

Nejstarší variantu kompostování na volné ploše představuje kompostování v plošných hromadách. Tato metoda je dnes již spíše raritou a je používána pouze u velkých aglomerací kde je BRKO vršen až do 5 m. Metoda se dříve používala převážně pro zemědělský odpad (kejda, sláma, chlévská mrva). V těchto hromadách bylo překopávání nahrazeno orbou. Plocha, která takto vznikla po 2 - 3 letech procesu kompostování, byla používána jako tučný hon k pěstování krmných plodin (Misra et al. 2003; Plíva et al. 2009).

Druhou variantou kompostování na volné ploše je kompostování v pásových hromadách. Tato metoda je náročná na technologické vybavení, ale za to je efektivnější než výše popisovaná metoda plošných hromad (Domínguez et al. 1997). K provozu pásových kompostáren (a dnes i k nově vzniklým kompostárnám v plošných hromadách)

je zapotřebí vodohospodářsky zabezpečená plocha. Jedná se o zpevněnou mírně sešikmenou plochu (min. spád 2 %), která zamezuje průsaku výluhu (srážkové vody, která protekla zakládkou a vody která byla již obsažená v biomase) do podzemních vod (Aziz et al. 2018; Kawai et al. 2020). Srážkové vody a splachy z kompostu musejí být odváděny do podzemních nebo nadzemních jímek odpovídající kapacity (Aziz et al. 2018). Přesná podoba vodohospodářsky zabezpečené plochy vždy závisí na konkrétních podmínkách. Pro každou kompostárnu je navržena individuálně a musí splňovat již výše zmiňované požadavky. Profil zpevněné vodohospodářsky zabezpečené plochy je zobrazen na obrázku č. 5 a standartně se skládá z (Plíva 2010):

- a) zhutněného základu,
- b) štěrkopísku,
- c) podkladního betonu,
- d) geotextilie,
- e) PVC folie,
- f) geotextilie,
- g) obalového kameniva,
- h) asfaltového betonu.



Obrázek č. 5: Schéma konstrukce vodohospodářsky zabezpečené plochy určené ke kompostování (Plíva et al. 2016).

Provoz kompostáren na principu pásových hromad vyžaduje určité specifické vybavení. K úpravě a homogenizaci biologicky rozložitelného odpadu jsou využívány různé druhy drtičů a štěpkovačů (Plíva 2002). Drtiče jsou stroje pro homogenizaci materiálu složeného z drobných větví (do průměru 30 - 40 mm), trávy, zbytků zeleniny, květů, listů atd. Biologicky rozložitelný odpad je do drtičů vkládán pomocí čelních nakladačů se speciálně upravenou kompostovací lopatou. Ta je uzpůsobena k tomu, aby dokázala odpadní materiál přidršet, tak aby z drtiče nevypadával (Švejkovský 2002). Štěpkovače pak zajišťují homogenizaci materiálu složeného z dřevních zbytků o rozměrech větších než 40 mm. Výběr konkrétního drtiče a štěpkovače závisí na skladbě zpracovávaného biologického odpadu, velikosti kompostárny, na preferencích provozovatele a finančních nákladech (Plíva et al. 2016). Někteří autoři rozdělují techniku na homogenizaci biomasy na pomaloběžnou, která se používá na drcení objemných materiálů ze dřeva (kořeny, pařezy, silné kmeny) a rychloběžnou, která zpracovává ostatní materiál (Plíva 2002).

Kompost je nutné překopávat. Jedná se o nejdůležitější pracovní operaci v celém technologickém postupu kompostování. Tímto procesem se zajišťují aerobní podmínky pro správný průběh biologické degradace materiálu. Na překopávače jsou kladeny především následující požadavky (Plíva 2002; Švejkovský 2002):

- 1) Aby kvalitně promísil a provzdušnil substrát v celé výšce zakládky.
- 2) Aby jeho pracovní rychlost mohla být regulována v rozmezí 0 - 1000 m.h<sup>-1</sup>.
- 3) Aby byl schopný rozmělnit nedokonale homogenizovanou část zakládky.
- 4) Aby formoval překopávané suroviny do hromady rozměrově určeného profilu.
- 5) Aby se s ním dobře manévrovalo.

Pro každou kompostárnu je nejlepší distribuovat kvalitní kompost. Z těchto důvodů je po zkompostování zakládky potřeba materiál prosít. Tak se oddělí hotový kompost od nežádoucích příměsí (Švejkovský 2002). Prosévací zařízení je možné rozdělit na vibrační prosévací síta, rotační třídiče a rotační rošty. Materiál ze zakládky je pomocí přesívačů rozdělen do několika frakcí. Ty jsou určené buď k expedici, nebo k dalšímu zpracování v kompostovacím procesu (Plíva et al. 2009). Při kompostování BRKO je často po prosetí zařazen do procesu úpravy i separátor. Separátor je do procesu zařazen z důvodu velkého množství PVC příměsí a jiných příměsí v kompostovaném materiálu. Díky tomu je nadsítný materiál dotříděn na kovový odpad, lehké příměsí (PVC apod.), kameny a čistý kompost (Švejkovský 2002). V tabulce č. 3 je sepsáno dělení drtičů a v tabulce č. 4 překopávačů.

Tabulka č. 3: Výčet možných dělení drtičů (Plíva 2002).

drtiče			
způsob pohonu			
elektromotor	spalovací motor	připojení k pohonné jednotce	
řezné ústrojí			
diskové		bubnové	
podávací ústrojí			
nucené podávání materiálu	samopodávání materiálu	gravitační podávání materiálu	
výkon			
zahradní( 3-6 kW)	malé (15 - 40 kW)	střední (30 -100 kW)	
způsob přepravy			
přenosné	převozné		samojízdné
	jednoosé	dvouosé	

Tabulka č. 4: Výčet možných dělení překopávačů (Plíva 2002).

překopávače					
energetický zdroj					
připojitelné				samojízdné	
k traktoru			k víceúčelovému nosiči		se spalovacím motorem
nesené	návěsné	přívěsné	nesené	návěsné	s elektromotorem
výkonnost					
malé do 200 t h <sup>-1</sup> (do 300 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> )		střední 200 - 400 t h <sup>-1</sup> (300 - 600 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> )		velké nad 400 t h <sup>-1</sup> (nad 600 m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> )	
pracovní ústrojí					
rotorové				dopravníkové	
s přesunem hmoty dozadu		s přesunem hmoty do strany			

Technologie kompostování v polyetylenových pytlích je alternativou kompostování v pásových hromadách. Jedná se o metodu bez překopávání zakládky. Oproti kompostování na volných plochách má AgBag výhodu hlavně v možnosti využití. Kompostování ve vacích je možné použít v oblastech, kde nejsou vodohospodářsky zabezpečené plochy. K dalším výhodám AgBagů patří minimalizace zápachu a estetický vzhled. Z hlediska kompostování jde o bezzásahovou metodu. V procesu kompostování je však složité zajistit optimální podmínky kompostovacího procesu. Z těchto důvodů je nutné dodržet správnou přípravu zakládky. Pro kvalitní kompost je nutné míchat suroviny ve správném poměru a vhodné velikosti. Homogenizované a smíchané suroviny jsou umístěny pomocí specifikačního plnicího stroje (šnekový lis, popřípadě posuvný štít, který plní vak přes pomocný trychtýř) do kompostovacích pytlů na cementovaných nebo zpevněných plochách. Při plnění pytle se na dno umísťuje perforovaná polyetylenová hadice, kterou se zajišťuje aerace v průběhu kompostování. Směs musí být při plnění optimálně vlhká (cca 50 %), protože do zakládky není již dále možno zasahovat. Po naplnění se vak uzavře a perforovaná hadice připojí k ventilátoru. Velkou nevýhodou AgBagového systému je to, že se perforovaná polyetylenová hadice a plastový vak mohou použít pouze jednou. Použité pytle včetně PE hadic jsou po ukončení kompostování předány k recyklaci. Do pytle jsou rozmístěny teploměry pro monitorování teploty během procesu kompostování. Zrání kompostu v pytlivé zakládce probíhá po dobu 6 - 8 týdnů. Po uplynutí této doby, která je určena podle hodnot získaných přes monitorování, se kompostovací pytel podélně rozřízne. Následný postup je podobný jako u kompostáren s pásovými zakládkami. Vzniklý kompost je upraven pomocí přesívacích strojů a případně separován. Následně je již odvezen k přímému použití (Plíva et al. 2016; Mudruňka et al. 2019).

Mezi intenzivní způsoby kompostování řadíme kompostování v uzavřených bioreaktorech. Uzavřené boxy jsou dnes využívány v podmínkách, kdy je (Habart et al. 2009):

- nedostatek místa pro jinou variantu kompostování,
- potřeba zpracovávat i bioodpady s obsahem živočišné složky,
- nadbytek investičních prostředků.

Reaktorové systémy kompostování zažily největší boom v druhé polovině 20. stol. Na trhu je dnes nabízeno velké množství reaktorů. Jedná se o systém rotačního bubnu, systémy s obdélníkovým míchaným ložem a systémy na způsob uzavřeného sila. Nejčastěji se setkáme se systémem pravoúhlého míchaného lože. V této variantě probíhá kompostování mezi stěnami, které tvoří dlouhé úzké kanály, označované jako lůžka. Na stropní konstrukci jsou zavěšeny obrabeče kompostu, které se pohybují kontinuálně celým reaktorem. Odpadní materiál je umisťován na jeden konec záhonu a postupným promícháváním posouván na druhý. Většina dnes prodávaných obdélníkových reaktorů je konstruována s provzdušňovacími trubkami (Fritzpatric et al. 2005). Tento systém provzdušňování umožňuje čištění odpadního vzduchu od případných zápašných látek. Dále je možné trubky využít ke zkrápění kompostu v průběhu procesu. Takto specifický systém však vyžaduje vyšší investiční náklady (1 500 - 5 000 Kč/t) v závislosti na způsobu provedení, stupni automatizace, stupni finalizace výrobků a podobně (Habart et al. 2009).

Další variantou, která se řadí k intenzivním procesům kompostování je kompostování v otevřených boxech. Tato varianta kompostárny je určena pro zpracování menšího množství BRO. Zároveň je to vhodná alternativa pro stanoviště, kde je méně prostoru. Velikost a tvar těchto boxů je velmi rozmanitý. Výška se obvykle pohybuje mezi 1 - 1,5 m a box má nejčastěji tvar obdélníku. Podmínky na vstupní materiál jsou totožné s podmínkami předcházejících technologií. U této metody zpracování bioodpadu je nutné při velkých deštích kompost překrýt. Proces kompostování v kompostárnách s otevřenými boxy probíhá nejčastěji ve třech boxech. Jeden je určený ke sběru materiálu, druhý pro samotný proces a třetí pro přehazování kompostu. Přehazování se provádí asi jedenkrát za 2 měsíce (Hřebíček et al. 2011).

#### 4.3.2 Vermikompostárny

Princip vermikompostování byl popsán již výše. Jedná se o kompostování za pomoci žížal. Biochemickou degradaci zajišťují, stejně jako v procesu kompostování, mikroorganismy. Žížaly svou aktivitou zajišťují provzdušnění substrátu, upravují a fragmentují substrát. Díky této aktivitě je drasticky zvýšená i mikrobiální aktivita (Domínguez et al. 1997). K nejefektivnějším metodám patří kombinace vermikompostování s předkompostováním. Tato kombinace přináší dvě nepostradatelné výhody (Kalina 2016):

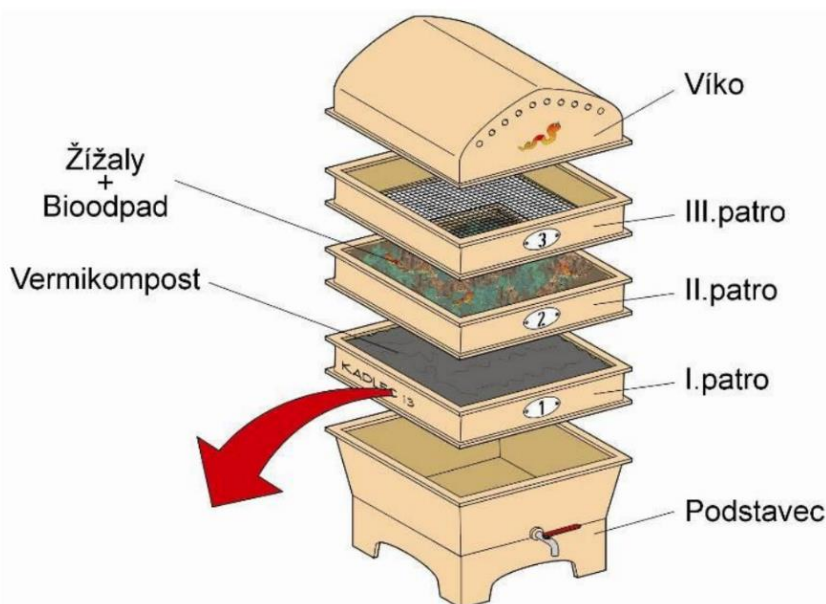
1. Počáteční termofilní fáze kompostování vede k účinné kontrole patogenů, které vermikompostování samo o sobě nedosahuje.
2. Fáze vermikompostování zvyšuje stabilizaci biologického odpadu a zlepšuje kvalitu produktu oproti samotnému kompostování.

I v rámci vermikompostáren existuje několik v praxi používaných technologií. Jedná se především o (Hanč & Plíva 2013a):

- a) malé domácí systémy,
- b) zakládkové vermikompostárny,
- c) vermikompostovací reaktory.

Domácí systémy se skládají z vhodné patrové nádoby (kontejner), kterých je dnes na trhu velké množství. Do těchto kontejnerů je vložena vhodná podestýlka (nejčastěji vlhký kartón) a vsádka žížal. Po adaptaci žížal je do kontejneru umisťován BRO. Po zaplnění nádoby je přidán další patro s perforovaným dnem. Tím je umožněno žížalám

přelézt do nového substrátu. Počet jednotlivých pater kontejneru se u jednotlivých výrobců liší (Sinha et al. 2010; Kalina 2016). Schéma malého domácího systému je na obrázku č. 5.



Obrázek č. 5: Schéma malého domácího systému vermikompostování (Hanč & Plíva 2013a).

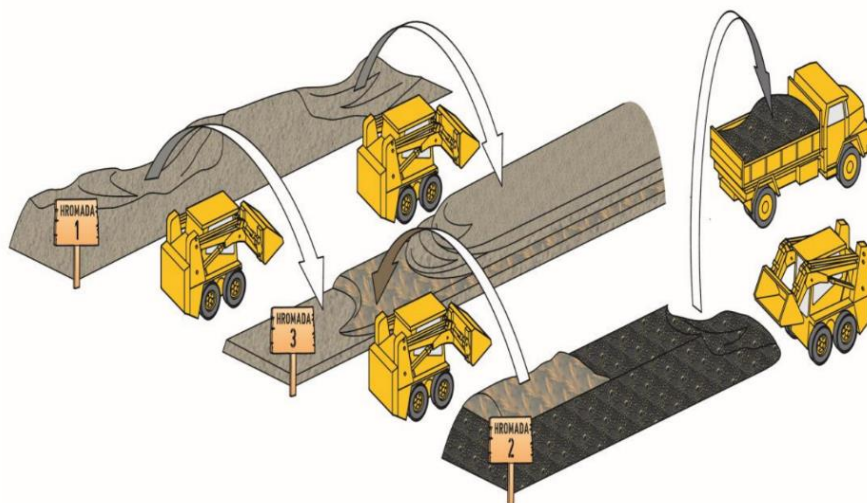
Zakládkové vermikompostárny jsou založené na podobném technologickém principu jako pásové kompostárny. Jedná se o systém, který zabírá relativně velkou plochu (Hanč & Plíva 2013b). Postup vermikompostování tak, aby byl zajištěn nepřetržitý provoz zpracovávání bioodpadů bez nutnosti dodatečných nákladů za další dodávku násady kalifornských žížal, je následovný (Hanč & Plíva 2013a; Plíva et al. 2016):

1. Zpracovávané suroviny (zhomogenizované BRO) jsou navršeny do pásové hromady. První fáze probíhá bez násady žížal. V této zakládce proběhne v celém průřezu hromady zahřátí na teploty pro žížaly nepřijatelné (termofilní - fáze).
2. Ze zakládky č.1 je po první fázi zahřátí rozkládaný materiál odebírán a slouží jako základní vrstva (0,3 m) pro novou hromadu č. 2. Do této zakládky č. 2 jsou nasazeny žížaly ve vrstvě 0,1 m. Na vrstvu obsahující žížaly je nasypána další část odpadu o tloušťce 0,1 m ze zakládky č.1. Takto vznikne zakládka o celkové výšce 0,5 m.
3. 14 dní po založení zakládky č. 2 jsou vrstveny další vrstvy odpadu z hromady č. 1. Proces je opakován ve stejných časových intervalech a je vždy přidávána stejná vrstva, dokud výška zakládky č. 2 není 1,0 - 1,5 m. Jedná se buď:
  - a) o tloušťku 0,1 m za jeden týden,
  - b) o tloušťku 0,2 - 0,3 m jednou za dva týdny,
  - c) o tloušťku 0,3 - 0,5 m jednou za tři týdny.

Je důležité dosáhnout objemu odpadu alespoň 1 m<sup>3</sup> což odpovídá zakládce o výšce 0,5 m. Za takovýchto podmínek neovlivňují průběh vermikompostování povětrnostní podmínky ani mráz. V zakládce č. 2 je nutné dodržet maximální přípustnou teplotu 35 °C.

4. V poslední fázi je oddělená nejsvrchnější vrstva zakládky č. 2 obsahující žížaly. Tato vrstva je umístěna na podklad hromady č.3 (zde se vrací proces na začátek). Zbýlá část zakládky č. 2 je hotový vermikompost který je možné vyskladnit.

U tohoto způsobu vermikompostování není zapotřebí překopávání, protože provzdušňování zajišťují samotné žížaly. Z důvodů přítomnosti žížal je ale zapotřebí kontrolovat vlhkost zakládky a případně zajistit zavlažení. Avšak velkou nevýhodou tohoto způsobu zpracování BRO je množství prováděných pracovních operací (Plíva et al. 2016). Celý výše popsany proces kontinuálního vermikompostování je zobrazen na obrázku č. 6.



Obrázek č. 6: Proces kontinuálního vermikompostování v pásových hromadách (Hanč & Plíva 2013a).

Poslední zmíněnou metodou vermikompostování jsou vermikompostovací reaktory. Jedná se o systém se střední až vysoce sofistikovanou technologií. Reaktor jde dělit podle dvou zásadních parametru (Kalina 2016; Plíva et al. 2016):

1. Ovládání (Kalina 2016)
  - a) automatizované systémy,
  - b) ručně provozované systémy.
2. Průběh procesu vermikompostování (Plíva et al. 2016)
  - a) dvoumodulové vermireaktory - proces probíhá v jednom z reaktoru a po naplnění druhého reaktoru se pojí pomocí porézní stěny, kterou žížaly prolezou do nového substrátu,
  - b) vermireaktory se souvislým procesem - jedná se o reaktor ve kterém odpad protéká od shora dolů.

Vermikompostování ve vermireaktorech má mnoho výhod. K těm nejpodstatnějším patří (Kalina 2016; Plíva et al. 2016):

- a) výrazné urychlení celého procesu,
- b) nižší kapitálové a provozní náklady,
- c) rovnovážný stav žížal v substrátu po několik etap,
- d) potlačení vlivu klimatických podmínek,
- e) lepší využití výluhu.



### 4.3.3 Bioplynové stanice

Bioplynové stanice (BPS) jsou sofistikovaná zařízení, v nichž dochází pomocí řízené anaerobní digesce k výrobě bioplynu (GASCONTROL 2022). Jednotlivé parametry a druhy funkčních zařízení jsou závislé na konkrétním návrhu jednotlivých bioplynových stanic. Prvním z rozhodujících parametrů pro každou výstavbu stanice je zejména typ substrátu na vstupu (Šotnar & Petrucha 2018). Podle vstupních látek rozdělujeme bioplynové stanice na (GASCONTROL 2022):

- a) zemědělské,
- b) odpadářské

K dalším zásadním parametrům patří výkon. Z tohoto hlediska jsou bioplynové stanice děleny na (Šotnar & Petrucha 2018):

- a) malé (do 225 kW),
- b) střední (do 550 kW),
- c) velké (nad 550 kW).

Následné rozdělení BPS je dle obsahu sušiny substrátu. BPS podle tohoto dělicího kritéria označujeme jako (Šotnar & Petrucha 2018):

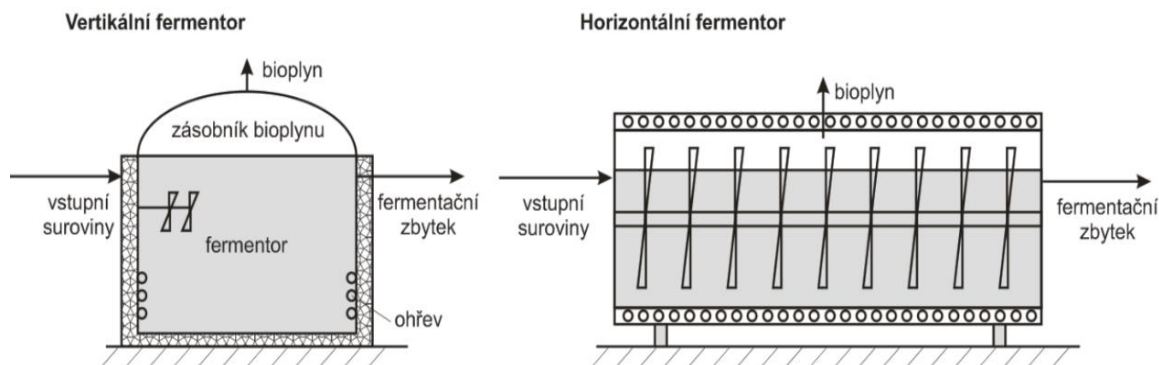
- a) bioplynové stanice s technologií tekuté (mokrý) fermentace,
- b) bioplynové stanice s technologií netekuté (suchý) fermentace.

Bioplynové stanice s technologií suché fermentace zpracovávají biomasu, kde je obsah sušiny vyšší než 15 %. Většinou se jedná o materiál se sušinou 30 - 40 %, obvykle 30 - 45 %. Naopak BPS s technologií mokré fermentace zpracovávají substrát s obsahem sušiny nižším než 15 %. Tyto stanice využívají disperze vstupního materiálu v roztoku. Tím je docíleno co největší styčné plochy zpracovávaného materiálu pro fermentační mikroorganismy. Mokrý fermentace patří k častějším instalacím na bioplynových stanicích v České republice (Schulz & Eder 2004; Agronomická fakulta Mendelovy univerzity v Brně 2015). Některé zdroje uvádí že se jedná až o 98 % ze všech instalovaných BPS v ČR (Agronomická fakulta Mendelovy univerzity v Brně 2015).

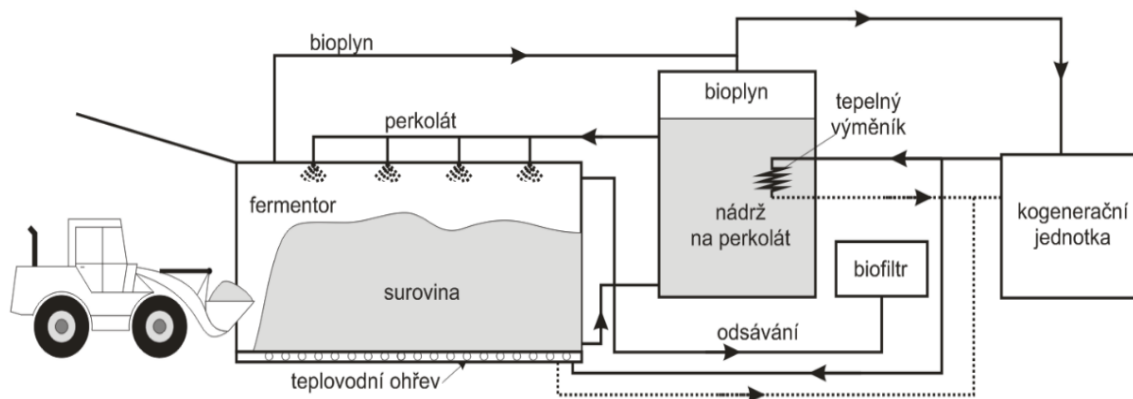
Dalším hlediskem pro rozdělení může být způsob dávkování. Takto lze BPS rozdělit na:

- a) bioplynové stanice s kontinuálním plněním,
- b) bioplynové stanice se semikontinuálním plněním,
- c) bioplynové stanice vsázkového dávkování.

Na obrázku č. 7 a č. 8 jsou zobrazeny schémata kontinuálně a vsázkově plněných fermentačních jednotek. Rozdíl v těchto dvou způsobech plnění je v časovém horizontu a ve velikosti dávky zpracovávané biomasy. Zatímco do kontinuálně plněného systému je biomasa dodávána neustále v malých množstvích, tak do vsázkového fermentoru se biomasa umístí a fermentor je následně uzavřen, aby v něm proběhl proces anaerobní fermentace. Po proběhnutí anaerobní fermentace je zbylý digestát odstraněn a do fermentoru je vsazena čerstvá biomasa (Agronomická fakulta Mendelovy univerzity v Brně 2015).



Obrázek č. 7: Schéma kontinuálně plněných mokrých fermentorů (Agronomická fakulta Mendelovy univerzity v Brně 2015).



Obrázek č. 8: Schéma vsázkově plněných suchých fermentorů (Agronomická fakulta Mendelovy univerzity v Brně 2015).

Ke klasifikaci BPS je také možné využít teplotu, při které probíhá anaerobní digesce. Bioplyn ve fermentoru vzniká v teplotním rozmezí (Šotnar & Petrucha 2018):

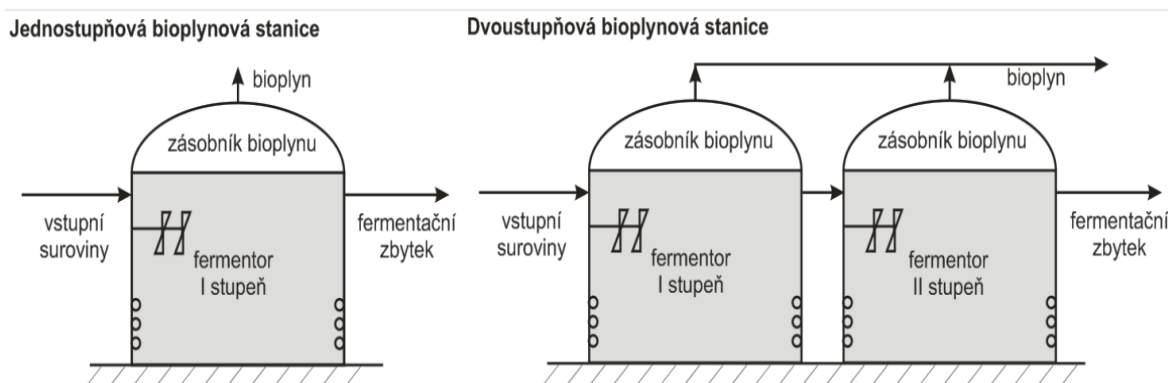
- psychofilní fermentace,
- mezofilní fermentace,
- termofilní fermentace,

Bioplynové stanice označované jako psychofilní pracují v teplotním rozmezí 15 - 20 °C. Jedná se ale spíše jen o laboratorní pokusy anaerobní fermentace. Do skupiny mezofilních bioplynových stanic řadíme veškerá zařízení, která pracují v teplotním rozmezí 32 - 40 °C (některé zdroje uvádí 30 - 45 °C (Agronomická fakulta Mendelovy univerzity v Brně 2015)) (Šotnar & Petrucha 2018). Termofilní BPS pracují s teplotami 42 - 55 °C (některé zdroje uvádí teploty 50 - 60 °C (Agronomická fakulta Mendelovy univerzity v Brně 2015)) (Šotnar & Petrucha 2018). Většina dnes vystavených BPS funguje v mezofilním režimu. Mezofilní metoda je preferována i přes skutečnost, že termofilní fermentace nabízí vyšší reakční rychlost, vyšší produkci bioplynu a vyšší účinnost při eliminaci patogenních mikroorganismů obsažených ve zpracovávané biomase. Je tak činěno z důvodu, že je termofilní proces více citlivý na změnu životních podmínek ve fermentoru (Schulz & Eder 2004; Agronomická fakulta Mendelovy univerzity v Brně 2015).

Následující dělení BPS je utvořeno podle počtu fermentorů zařazených v sérii:

- a) jednostupňová fermentace,
- b) dvoustupňová fermentace,

Jednostupňová fermentace je z technologického hlediska nejjednodušší varianta bioplynové stanice. Při procesu anaerobní fermentace se využívá pouze jedna metanizační nádrž. V té probíhají najednou veškeré mikrobiální procesy (hydrolyza, acidogeneze, acetogeneze a metanogeneze). Tento typ fermentoru je nejčastěji využíván pro zpracování kalů, potravinářských odpadů a zemědělských odpadů. Naproti tomu při alternativní dvoustupňové fermentaci probíhá v jedné nádrži hydrolyza a acidogeneze a ve druhé nádrži acetogeneze a metanogeneze. Tento typ fermentace je výhodný pro substrát se snadno rozložitelnými látkami (energetické plodiny, rostlinné zbytky) (Schulz & Eder 2004; (Agronomická fakulta Mendelovy univerzity v Brně 2015). Na následujícím obrázku č. 9 jsou zobrazena schémata obou provedení.



Obrázek č. 9: Schémata jednostupňové a dvoustupňové fermentace (Agronomická fakulta Mendelovy univerzity v Brně 2015).

Již z obrázku č. 9 je částečně zřejmá základní podoba bioplynové stanice. Vstupní substrát zpravidla prochází technologickými prvky BPS postupně (Šotnar & Petrucha 2018). Každá bioplynová stanice se liší podle místa lokace, ale všechny mají typické základní a přidružené části.

Typické složení BPS (Šotnar & Petrucha 2018; GASCONTROL 2022):

- a) skladovací nádrže
- b) fermentační nádrže (metanizační)
- c) plynojem
- d) kogenerační jednotka

První částí BPS je skladovací nádrž, která slouží k vyrovnání nekontinuální dodávky biomasy do stanice. Následně je biomasa umístována do fermentoru, hlavní části BPS. Z konstrukčního hlediska jsou fermentory sestavovány jako horizontální či vertikální nádrže. Tyto metanizační nádrže jsou stavěny jako nadzemní nebo podzemní stavby. Součástí fermentorů jsou míchadla a topná tělesa. Společně zajišťují požadované provozní podmínky BPS. Vznikající bioplyn se skladuje v plynojemech, které jsou na trhu prodávány v různých variantách. Nejčastěji se jedná o jednomembránové a dvoumembránové varianty. Plynojem může být součástí fermentoru nebo být umístěn samostatně. Vyprodukovaný bioplyn je nejčastěji kogenerován na elektrickou energii a teplo (35 - 40 % produkce elektrické energie a 45 - 55 % tepelné energie) Na trhu je

dostupných mnoho druhů kogeneračních jednotek. (Šotnar & Petrucha 2018; GASCONTROL 2022)

Mezi ostatní doprovodná zařízení a vybavení BPS patří (Šotnar & Petrucha 2018; GASCONTROL 2022):

- a) hygienizační a přípravná nádrž,
- b) oddělení separace,
- c) sušárna separátu,
- d) sklad hnojiva,
- e) manipulační technika (dávkovací vůz atd.),
- f) řízené hořáky (fléry),
- g) úpravna plynu a čištění.

Před vstupem do fermentoru může vstupní materiál vyžadovat úpravu. Dochází především k ohřevu a homogenizaci materiálu (rozmělnování a drcení → zvětšení specifického povrchu částic). Hygienizace substrátu probíhá pouze u materiálů, které by mohly být infekční (například vedlejší živočišné produkty). Pokud dojde k nadprodukci bioplynu (produkce větší, než je objem plynojemu) bývají bioplynové stanice vybaveny flérou. V té je nadbytečný plyn spalován. Kogenerace bioplynu na elektrickou energii a teplo je pouze jedna z možností, jak bioplyn využívat. K dalším možnostem patří přímé spalování (ohřev, sušení apod.) nebo trigenerace. V takovém případě je kogenerační jednotka napojena i na chladicí jednotku (Šotnar & Petrucha 2018; GASCONTROL 2022).

## 5 Zhodnocení podkladových údajů

### 5.1 Upřesnění lokace a podmínek v obci

Potřebné informace o podmínkách možné realizace projektu na zařízení zpracovávající bioodpad v obci, byly získané na obecním úřadě obce Láz.

Na obecní úřad byla podána žádost o poskytnutí informací a žádosti bylo vyhověno v požadovaném rozsahu.

Získané informace se týkaly:

- 1) Počtu obyvatel v obci a jejich věkové rozložení.
- 2) Ročních nákladů na odpadové hospodářství obce.
- 3) Množství vyprodukovaného smíšeného komunálního odpadu v obci za rok.
- 4) Současného způsobu likvidace bioodpadů v obci.
- 5) Informací o možnostech realizace zařízení pro zpracování bioodpadu.
  - a) Katastrální číslo parcel určených k výstavbě zařízení.
  - b) Majitel parcel.
  - c) Rozloha parcel.
  - d) Zavedené sítě na parcely.

### 5.2 Dotazník

Dotazník měl za účel zjistit názor občanů na možnost výstavby zařízení na zpracování bioodpadu. Jedná se o preference způsobu nakládání s bioodpadem a o ochotu se na realizaci podílet.

Dotazník byl poskytnut občanům obce Láz v papírové formě od 5. března 2022 do 20. března 2022 a dále v elektronické podobě na platformě Survio v období od 6. března 2022 do 20. března 2022. Odkaz na platformu byl umístěn na oficiální stránky obce a rozesílán dotazovaným pomocí aplikace Whats app.

Ohledně vyplněných dotazníků v papírové formě se jednalo o formou osobního dotazování na veřejných prostranstvích obce (obecní hospoda, soukromá hospoda, veřejný program pro občany, místní prodejna společnosti COOP...).

Jednotlivé dotazníkové archy byly vytištěny v množství 200 kusů v prodejně Powerprint copycentrum na Praze 6 - Suchdol.

Občanům obce Láz bylo podáno 8 otázek s různým počtem odpovědí v této formě:

- 1) Je Vám:
- 2) Jste spokojený/á s obecním systémem odstraňování biologicky rozložitelného odpadu vyprodukovaného v domácnostech?
- 3) Jste spokojený/á s obecním systémem odstraňování biologicky rozložitelného odpadu vyprodukovaného na obecních plochách (veřejná prostranství).
- 4) Kompostujete biologicky rozložitelný odpad?
- 5) Pokud ano, tak kompostujete...
- 6) Dochází k trvalému zvyšování nákladů na skládkování SKO (odpad z černých popelnic) V roce 2029 bude stát uložení 1 tuny odpadu na skládku 1850 Kč. Jste ochotní třídit bioodpad za účelem snížení množství SKO který by bylo nutno skládkovat?

- 7) Kdyby byla možnost výstavby zařízení na zpracování bioodpadu v obci Láz tak byste preferoval/a...?
- 8) Kdyby vám obec nabídla vyprodukovaný kompost k odběru, tak byste ...:

Získaná data byla vyhodnocena pomocí počítačového programu Excel.

### 5.3 Sumarizace BRKO

Pro optimální volbu vyhovujícího zařízení na zpracování bioodpadu v obci Láz bylo zapotřebí zjistit, o jaké množství bioodpadu se jedná. Některé varianty pracovaly nikoli jen s bioodpadem získaným ze zahrad, ale i s biologicky rozložitelnou částí komunálního odpadu.

Sumarizace biologicky rozložitelného komunálního odpadu proběhla rozbořem 3 nádob na SKO (směsný komunální odpad) z obce.

Vzorkování bylo uskutečněno v neděli 13. 3. 2022. Odběr byl proveden 2 dny před plánovaným svozem SKO což odpovídá sběru odpadu za 5 dní v každé domácnosti.

Odběr byl uskutečněn formou rozřídění obsahu nádob na SKO na složky biologicky rozložitelný odpad (20 02 01), gastro odpad (20 01 08) a na ostatní komunální odpad (20 03 01)

Dodržený postup byl následovný

1. Svoz nádob na SKO na určené místo.
2. Vysypání obsahu nádoby na SKO na plastovou plachtu.
3. Zvážení celkového obsahu nádoby na SKO.
4. Rozřídění obsahu na jednotlivé požadované složky: biologicky rozložitelný odpad (20 02 01) gastro odpad (20 01 08) a na ostatní komunální odpad (20 03 01).
5. Jednotlivé složky byly zváženy.
6. Následoval procentuální výpočet zastoupení jednotlivých složek v každé nádobě na SKO.

$$\text{složka [\%]} = \frac{m_{\text{složka}} [\text{kg}]}{m_{\text{obsah nádob}} [\text{kg}]}$$

7. Získaná data byla zprůměrována a následně použita k dopočtu předpokládaného množství Bioodpadu v obci. K dopočtu byla použita data o množství vyprodukovaného odpadu v obci, jenž byla získána z OÚ Láz.

$$\text{průměr} = \frac{\text{složka1 [\%]} + \dots + \text{složka n [\%]}}{n}$$

Použité materiály:

- gumové rukavice,
- plastová plachta,
- kuchynské váhy značky váha HYUNDAI.

### 5.4 Výpočty hodnotících ukazatelů

K jednotlivým variantám byly v počítačovém programu Excel dopočítány následující hodnotící ukazatele:

- a) Investice na pořízení - tento ukazatel představuje základní výpočet investic na konstrukci daného zařízení.
- b) Roční investice - ukazatel vystihuje, kolik by musela obec ročně vynaložit financí na provoz.
- c) Roční výnos produktu - tento ukazatel by měl převést materiální výnos na výnos finanční.
- d) Preference ze strany občanů - ukazatel nám říká, kterou z navrhovaných variant by preferovali samotní občané obce. Výsledná hodnota byla zjištěna pomocí výše zmíněného dotazníku.
- e) Preference ze strany obecního zastupitelstva - ukazatel nám říká, kolik ze 7 obecních zastupitelů by preferovalo danou variantu. Výsledná hodnota byla zjištěna pomocí výše zmíněného dotazníku.
- f) Využití stanovených parcel - tento ukazatel nám říká, zda zavedením dané varianty byly využity stanovené parcely.

Hodnotící ukazatele byly vypočítány pro dané varianty (uvažovaná zařízení pro zpracování bioodpadu):

Varianta A – Bioplynová stanice,

Subvarianta A1 - bioplynová stanice s kogenerací výroby tepla a elektrické energie,

Subvarianta A2 - bioplynová stanice s produkcí bioplynu,

Varianta B - Kompostárna na hromadách,

Subvarianta B1 - komunitní kompostárna,

Subvarianta B2 - komerční kompostárna,

Subvarianta B3 - vermikompostárna,

Varianta C - podpora občanů ke kompostování na vlastních pozemcích.

## 5.5 Sumarizace výsledků a výběr

Výsledky hodnotících ukazatelů pro jednotlivé varianty byly pomocí počítačového programu Excel vypočítány a porovnány mezi jednotlivými variantami.

Pro jednotlivé hodnotící ukazatele byla vždy vybrána nejlepší varianta. Hodnotící ukazatele a jejich nejlepší hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 5.

Tab. č. 5 Hodnotící ukazatele a nejlepší hodnoty

hodnotící ukazatel	nejlepší hodnota
investice na pořízení	nejnižší finanční částka [Kč]
roční investice	nejnižší finanční částka [Kč]
roční výnos produktu	nejvyšší finanční částka [Kč]
preference ze strany občanů	nejvyšší množství preferencí
preference ze strany obecního zastupitelstva	nejvyšší množství preferencí
využití určených parcel	ano

Varianta, jenž získala nejvíce nejlepších hodnot, byla vybrána jako vyhovující možnost pro obec Láz. Následně byla varianta více rozpracována.

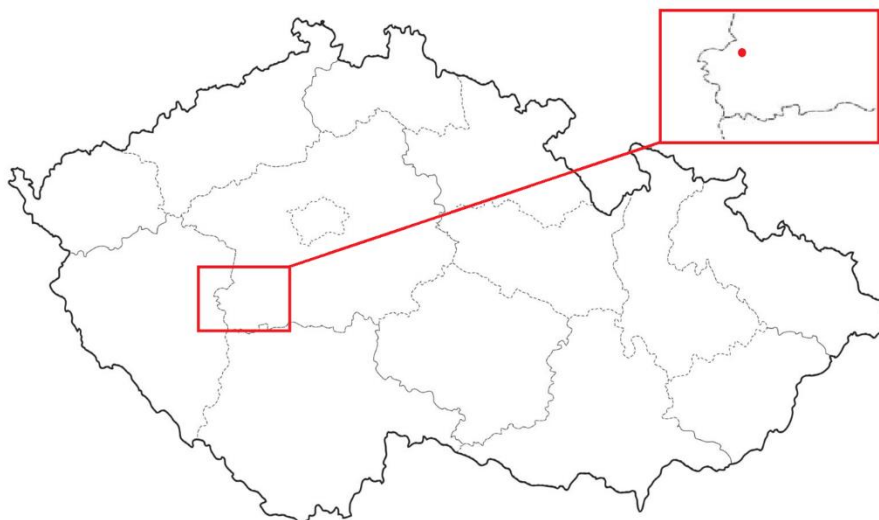
## 5.6 Návrh zařízení

U všech šesti variant byly porovnány hodnotící ukazatelé. Varianta, která získala nejvíce hodnotících parametrů, byla označena jako nejvhodnější možnost zařízení na zpracování biologicky rozložitelného odpadu pro obec Láz. Tato varianta byla podrobněji popsána. Jedná se především o:

- a) rozbor investičních nákladů,
- b) možnost dotačních systémů pro vybranou variantu,
- c) návrhí svozu bioodpadu,
- d) soupis dokumentů, které by byly potřebné pro danou stavbu.

## 5.7 Zjištěné informace o lokalitě a podmínkách odpadového hospodářství v obci

Obec Láz se nachází ve středočeském kraji v okrese Příbram. Její lokace je vyznačená na mapě na obrázku č. 10.



Obrázek č. 10: Lokace obce Láz (Bárta 2022).

Obec měla k 31.12. 2021 přihlášeno 632 obyvatel. 144 obyvatel bylo pod hranicí zletilosti, z toho 124 do věku 15 let a pouze 17 obyvatel ve věku 15 - 18 let. Ve věkové skupině 19 - 30 let bylo v obci přihlášeno 71 občanů. Největší základnu obyvatelstva tvořila věková skupina 31 - 65 let. Občanů v této věkové skupině bylo přihlášeno 292. Ve věkové skupině 65+ bylo 128 nahlášených občanů (osobní sdělení – místostarostka obce 2022). Věkový rozbor obyvatelstva podle věkových skupin je v tabulce č. 6.



Tabulka č. 6: Zastoupení občanů obce Láz ve věkových skupinách (osobní sdělení - místostarostka obce 2022).

Věková skupina	Počet obyvatel
do 15 let	124
15 - 18 let	17
19 - 30 let	71
31 - 65 let	292
> 65 let	128
<b>SUMA</b>	<b>632</b>

### 5.7.1 Obecní statistika produkce odpadu

Obecní náklady na odpadové hospodářství za rok 2021 činily 787 247 Kč. Z toho částka 67 117 Kč byla alokována na svoz nebezpečného odpadu. Za svoz tříděného odpadu v roce 2021 obec zaplatila 267 768 Kč. Největší cenovou položku činil svoz komunálního odpadu. Za svoz SKO obec zaplatila 452 363 Kč (osobní sdělení – místostarostka obce 2022).

Příjmy z obecního odpadového hospodářství v obci Láz v roce 2021 činily 552 282 Kč. Z toho bylo vybráno od občanů 506 692 Kč ve formě poplatku za svoz SKO. Zbylých 45 590 Kč dostala obec ve formě příspěvku ze systému EKO-KOM.

Obec musela v roce 2021 vyrovnat příjmy a náklady odpadového hospodářství doplatkem ve výši 234 965 Kč z obecního rozpočtu (osobní sdělení – místostarostka obce 2022). Rozpočet obce Láz na odpadové hospodářství za rok 2021 je uveden v tabulce č. 7.

Tabulka č. 7: Rozpočet obce Láz na odpadové hospodářství za rok 2021 (osobní sdělení - místostarostka obce 2022).

<b>Rozpočet obce na odpadové hospodářství za rok 2021</b>		
<b>PŘÍJMY</b>		
	obecní poplatky	506 692 Kč
	příspěvek EKO-KOM	45 590 Kč
	<b>celkem</b>	<b>552 282 Kč</b>
<b>VÝDAJE</b>		
	nebezpečný odpad	67 117 Kč
	SKO	452 363 Kč
	tříděný odpad	267 768 Kč
	<b>celkem</b>	<b>787 247 Kč</b>
	<b>DOPLATEK</b>	<b>234 965 Kč</b>

Svoz odpadu v obci zajišťuje společnost RUMPOLD-P s.r.o. Podle statistiky poskytnuté touto společností vyprodukovali občané obce Láz v roce 2021 celkem 275,9 tun odpadu. Odpad byl rozdělen podle nákladu obce do skupiny nebezpečný odpad, SKO a tříděný odpad. Sběr nebezpečného odpadu je v obci zajištěn 2x ročně, v roce 2021 obec vyprodukovala 25,3 tun tohoto odpadu. Nevětší složku, z celkového vyprodukovaného množství odpadu, tvoří SKO. V obci je svoz SKO zajišťován jednou týdně. toho za rok 2021 občané vyprodukovali 232,5 tun. Nejméně zastoupený byl odpad tříděný. V obci je zajištěn sběr papíru, skla, plastů, tetrapaku, jedlých olejů a textilií. Občané vyprodukovali

celkem 18,1 tun tříděného odpadu (RUMPOLD-P 2022). Jednotlivá tonáž je uvedena v tabulce č. 8.

Tabulka č. 8: Množství vyprodukovaného odpadu v obci Láz za ro 2021 (RUMPOLD - P 2022).

Množství vyprodukovaného odpadu v obci sběr od 1.1.2021 do 31.12.2021	
DRUH	MNOŽSTVÍ [t]
nebezpečný odpad	25,25
SKO	232,53
tříděný odpad	18,14
<b>CELKEM</b>	<b>275,92</b>

### 5.7.2 Prostor pro výstavbu zařízení na zpracování biologického odpadu

V novém územním plánu obce Láz z roku 2020 je vyznačená nová plocha výroby a skladování - se specifickým využitím VX24 pro kompostování biologicky rozložitelného odpadu. Územní plán připouští možnost umístění sběrného dvoru v této ploše výroby a skladování. Toto území bylo vyznačeno z důvodu získání parcel zpět do vlastnictví obce (osobní sdělení – místostarostka obce 2022). Jedná se o parcely (ČÚZK 2022):

- Část parcely 168/5 ve vlastnictví ČR - Státní pozemkový úřad se sídlem Husinská 1024/11a Žižkov, 136 00 Praha 3.
- 168/21 ve vlastnictví ČR - Státní pozemkový úřad se sídlem Husinská 1024/11a Žižkov, 130 00 Praha 3.
- Část parcely 153/6 ve vlastnictví ČR - Státní pozemkový úřad se sídlem Husinská 1024/11a Žižkov, 136 00 Praha 3.
- 90/2 ve vlastnictví paní Polákové (z důvodu GDPR neuvádím více informací)

Prostor určený k výstavbě veřejně prospěšného zařízení má výměru 2,43 ha. Z toho je dnes 23 500 m<sup>2</sup> využíváno jako trvalý travní porost TTP a 800 m<sup>2</sup> je dnes využíváno jako orná půda. Celková výměra spadá do III. stupně ochrany zemědělského půdního fondu (ZPF). Velikost záboru jednotlivých parcel je (ČÚZK 2022):

- 22 391 m<sup>2</sup> z parcely 168/5,
- celých 511 m<sup>2</sup> z parcely 168/21,
- 800 m<sup>2</sup> z parcely 153/6,
- celých 598 m<sup>2</sup> parcely 90/2.

V tabulce č. 9 jsou vypsány informace, které pro vypracování diplomové práce poskytl obecní úřad obce Láz.

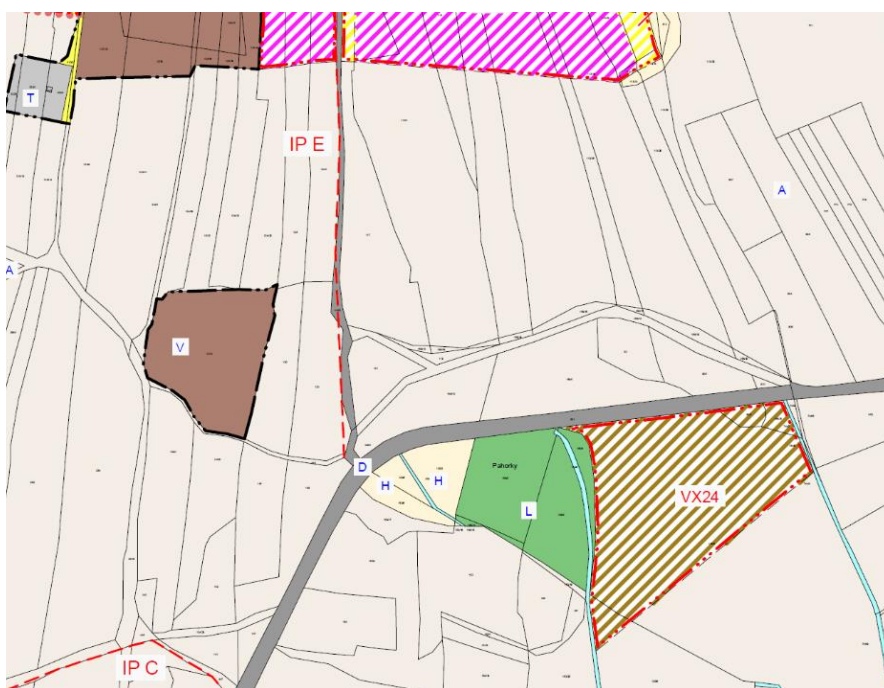
Tabulka č. 9 Informace o parcelách určených k výstavě zařízení (ČÚZK 2022).

Nová plocha výroby a skladování - se specifickým využitím VX24 pro kompostování			
číslo parcely	výměra záboru [m <sup>2</sup> ]	ochrana ZPF	současný majitel
168/5	22 391	III.	ČR - Státní pozemkový úřad Husinská 1024/11a Žižkov, 136 00 Praha 3
168/21	511		
153/6	800		
90/2	598		paní Poláková

Umístění parcel je jižně od intravilánu obce Láz. Plocha je v dostatečné vzdálenosti od ploch určených k bydlení. Tím obec docílí, aby občany neobtěžoval případný zápach. V Územním plánu jsou zmíněné určité limity, které je nutné dodržet při výstavbě (Daněk 2020):

- a) vzdálenost 50 m od okraje lesa (podmínky pro umístění staveb do vzdálenosti 50 m od okraje lesa),
- b) ochranné pásmo silnice,
- c) telekomunikační kabel,
- d) vodní tok,
- e) ochranné výškové pásmo s omezením letiště Příbram.

Výřez z územního plánu 2020 obce Láz na obrázku č. 11 vyznačuje dříve popisovanou novou plochu výroby a skladování - se specifickým využitím VX24 pro kompostování.



Obrázek č. 11: Výřez z hlavního výkresu Územního plánování obce Láz vyznačující popisovanou oblast VX24 (Daněk 2020).

## 6 Vlastní projekt

### 6.1 Dotazník

Následující kapitola diplomové práce se věnuje vyhodnocení sběru informací od obyvatel obce Láz. Občané byli dotazováni z důvodů ucelení informací, jak vnímají současný stav odstraňování biologicky rozložitelného odpadu v obci. Otázky byly podány pomocí dotazníku s 8 otázkami a uzavřenou možností odpovědi. Otázky a možné odpovědi byly následující:

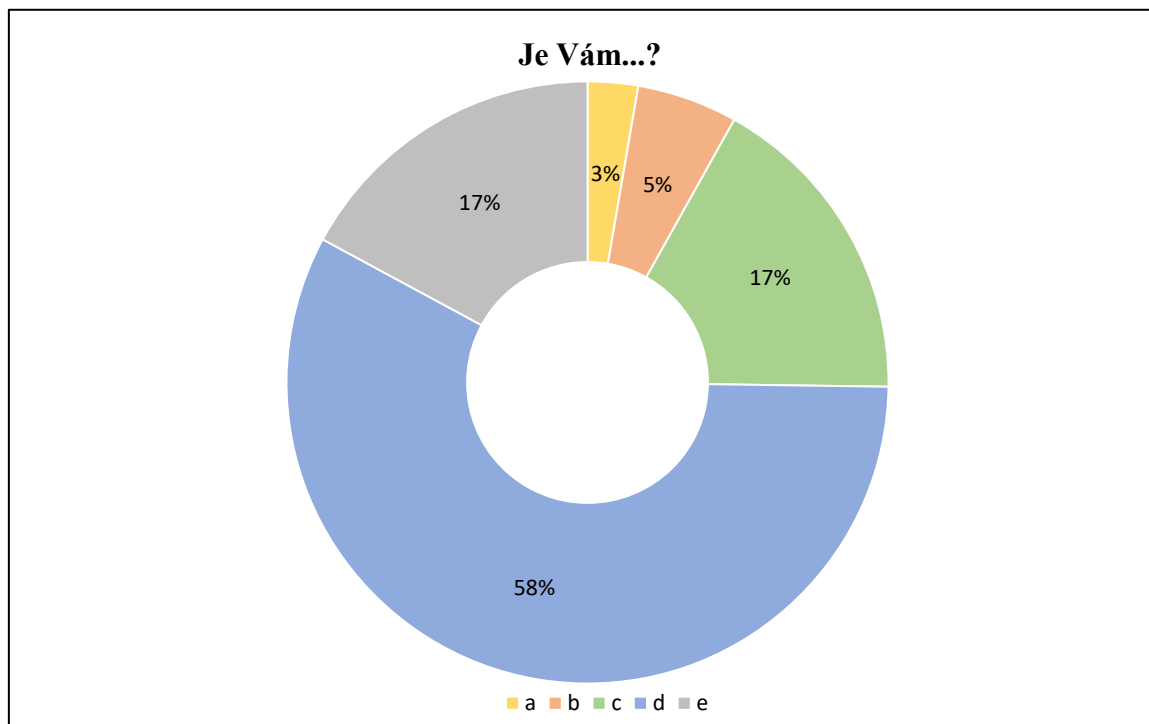
- 1) Je Vám:
  - a) méně než 15 let
  - b) 15 - 18 let
  - c) 19 - 30 let
  - d) 31 - 65 let
  - e) více než 65 let
- 2) Jste spokojený/á s obecním systémem odstraňování biologicky rozložitelného odpadu vyprodukovaného v domácnostech?
  - a) ano
  - b) ne
  - c) je mi to jedno
- 3) Jste spokojený/á s obecním systémem odstraňování biologicky rozložitelného odpadu vyprodukovaného na obecních plochách (veřejná prostranství).
  - a) ano
  - b) ne
  - c) je mi to jedno
- 4) Kompostujete biologicky rozložitelný odpad?
  - a) ano, na své zahradě mám založený kompost, nebo používám kompostér
  - b) ano, v domácnosti mám kompostér/vermikopostér
  - c) ne, nemám k tomu prostor
  - d) ne, nemám o to zájem
- 5) Pokud ano, tak kompostujete...
  - a) pouze odpad ze zahrady (tráva, listí, štěpka...)
  - b) pouze odpad z domácnosti (zbytky zeleniny a ovoce...)
  - c) jak odpad z domácnosti, tak ze zahrady
- 6) Dochází k trvalému zvyšování nákladů na skládkování SKO (odpad z černých popelnic) V roce 2029 bude stát uložení 1 tuny odpadu na skládku 1850 Kč. Jste ochotní třídit bioodpad za účelem snížení množství SKO, který by bylo nutno skládkovat?
  - a) ano
  - b) ano ale pouze pokud to bude výhodnější
  - c) nevím záleží na tom, co by bylo finančně výhodnější
  - d) ne

- 7) Kdyby byla možnost výstavby zařízení na zpracování bioodpadu v obci Láz, tak byste preferoval/a...?
- a) bioplynovou stanicí s kogenerací výroby tepla a elektrické energie (Sofistikované zařízení, kde je biologicky rozložitelný materiál rozkládán mikroorganismy na bioplyn. Ten je využíván na výrobu elektřiny a tepla.).
  - b) bioplynovou stanicí s produkcí bioplynu (Sofistikované zařízení, kde je biologicky rozložitelný materiál rozkládán mikroorganismy na bioplyn, který je prodáván.).
  - c) komunitní kompostárnu (provozovatelem by byla obec a vyprodukovaný kompost by sloužil pouze obci a samotným občanům).
  - d) komerční kompostárnu (provozovatelem by byla obec, jako podnikatel, a kompost by bylo možné prodávat).
  - e) vermikompostárnu (kompostování za pomoci žížal).
  - f) ani jednu z variant.
- 8) Kdyby vám obec nabídla vyprodukovaný kompost k odběru, tak byste ... :
- a) ho využil na své zahradě, ale pouze v případě že by byl zdarma.
  - b) ho využil na své zahradě i v případě, že bych za něj musel/a zaplatit.
  - c) ho nechtěl/a (i kdyby byl zadarmo).
  - d) ho neměl/a, jak využít.

Písemnou formou (tištěné dotazníky) odpovědělo 89 respondentů a online formou (dotazník na internetové platformě Survio) 22 respondentů. Celkové množství 111 respondentů činí 18 % obyvatel obce.

### **6.1.1 Otázka č. 1: Je Vám...?**

Bylo zjištěno že nejvíce respondentů, 58 % (64 respondentů), bylo z věkové skupiny 31 - 65 let. Množství respondentů ze skupiny 19 - 30 let a >65 let bylo stejné. Tyto skupina byly v množství dotazovaných zastoupena každá 17 % (19 respondentů). Věková skupina 15 - 18 let byla zastoupena 5 % dotazovaných (6 respondentů). Nejméně zastoupenou skupinou mezi odpovídajícími občany byla skupina méně než 15 let. Tato věková skupina je zastoupena u respondentů pouze 3 % (3 respondenti). Přesné údaje jsou uvedeny v grafu č. 1 a tabulce č. 10.



Graf č. 1: Věkové zastoupení respondentů.

Tabulka č. 10: Věkové zastoupení respondentů.

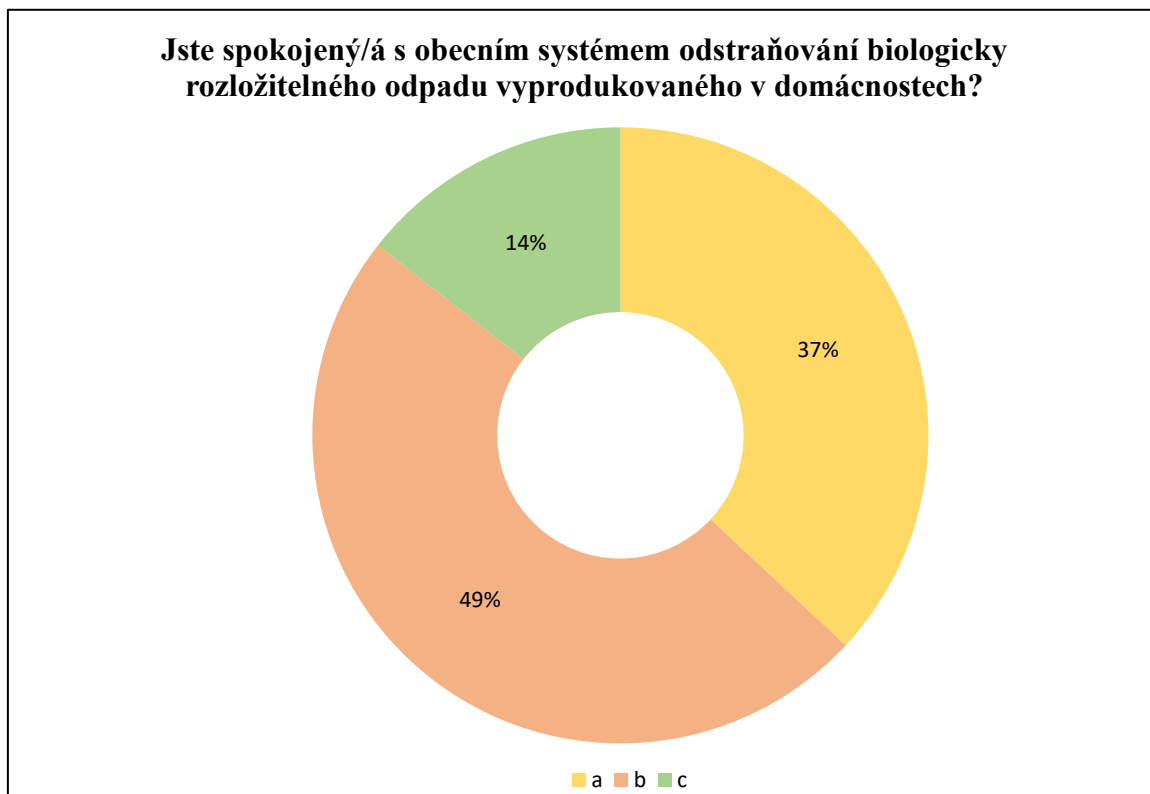
otázka	1					
odpovědi	a	b	c	d	e	Σ
počet respondentů	3	6	19	64	19	111
%	2,7	5,4	17,1	57,7	17,1	100

Legenda: a) méně než 15 let; b) 15 - 18 let; c) 19 - 30 let; d) 31 - 65 let; e) více než 65 let; Σ - součet všech odpovědí.

V grafu č. 1 a tabulce č. 10. jsou zaznamenány počty respondentů v jednotlivých věkových skupinách. Z grafu je možné vyčíst procentické zastoupení respondentů u jednotlivých odpovědí. Tabulka uvádí v řádku počet respondentů a jejich procentické zastoupení podle odpovědi na danou otázku.

### 6.1.2 Otázka č. 2: Jste spokojený/á s obecním systémem odstraňování biologicky rozložitelného odpadu vyprodukovaného v domácnostech?

Z odpovědí respondentů vyplývá, že je víc jak 49 % dotazovaných (54 respondentů) nespokojeno s momentálním systémem odstraňování biologicky rozložitelného odpadu. 37 % dotazovaných (41 respondentů) je se systémem spokojeno. Z vyhodnocení dotazníku vyplývá, že takřka 15 % dotazovaných (16 respondentů) se o problematiku odstraňování BRO z domácností nezajímá. Zjištěná data jsou uvedena v grafu č. 2 a tabulce č. 11.



Graf č. 2: Spokojenost obyvatel s obecním systémem odstraňování biologicky rozložitelného odpadu z domácností.

Tabulka č. 11: Spokojenost obyvatel s obecním systémem odstraňování biologicky rozložitelného odpadu z domácností.

otázka	2			
odpovědi	a	b	c	Σ
počet respondentů	41	54	16	111
%	36,9	48,6	14,4	100

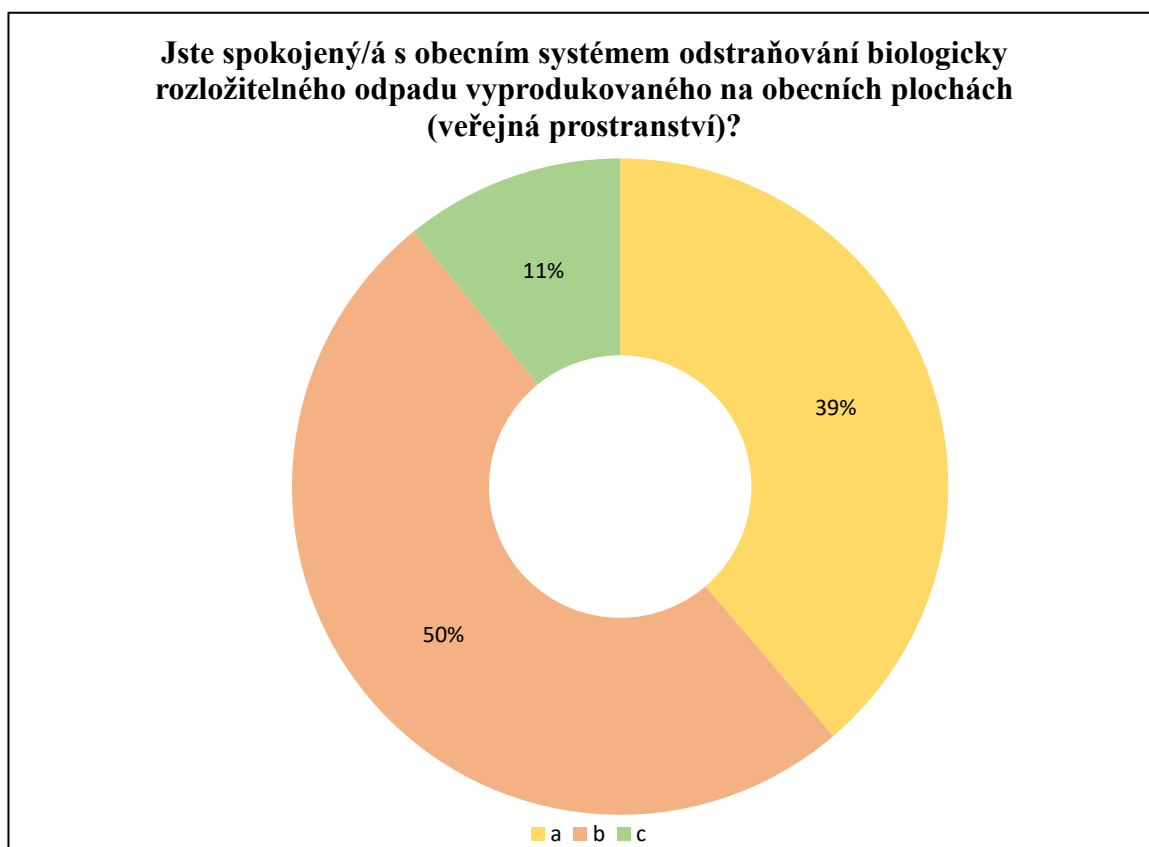
Legenda: a) ano; b) ne; c) je mi to jedno; Σ - součet všech odpovědí.

V grafu č. 2 a tabulce č. 11. je zaznamenáno kolik respondentů vybralo určitou variantu odpovědi na otázku č.1. Z grafu je možné vyčíst procentické zastoupení respondentů u jednotlivých odpovědí. Tabulka uvádí počet respondentů a jejich procentické zastoupení podle odpovědí na danou otázku.

### **6.1.3 Otázka č. 3: Jste spokojený/á s obecním systémem odstraňování biologicky rozložitelného odpadu vyprodukovaného na obecních plochách (veřejná prostranství)?**

Jedná se o podobnou otázku jako otázka č. 2, až na to, že se zde jedná o spokojenost s odstraňováním biologicky rozložitelného odpadu z veřejných prostranství obce. Na tuto otázku odpovědělo kladně o 2 % (o 2 respondenty) více dotazovaných než na předešlou otázku týkající se bioodpadu ze soukromých parcel. I tak z dat vyplývá, že je většina dotazovaných nespokojená se systémem odstraňování biologicky rozložitelného odpadu v obci.

50 % dotazovaných (56 respondentů) uvedlo, že je nespokojeno se systémem odstraňování biologicky rozložitelného odpadu z veřejných prostranství obce. 39 % dotazovaných (43 respondentů) je s tímto systémem spokojeno a 11 % dotazovaných (12 respondentů) tato problematika nezajímá. Získaná data jsou uvedena v grafu č. 3 a tabulce č. 12.



Graf č. 3: Spokojenost obyvatel s obecním systémem odstraňování biologicky rozložitelného odpadu z veřejných prostranství.

Tabulka č. 12: Spokojenost obyvatel s obecním systémem odstraňování biologicky rozložitelného odpadu z veřejných prostranství.

otázka	3			
odpovědi	a	b	c	Σ
počet respondentů	43	56	12	111
%	38,7	50,5	10,8	100

Legenda: a) ano; b) ne; c) je mi to jedno; Σ - součet všech odpovědí.

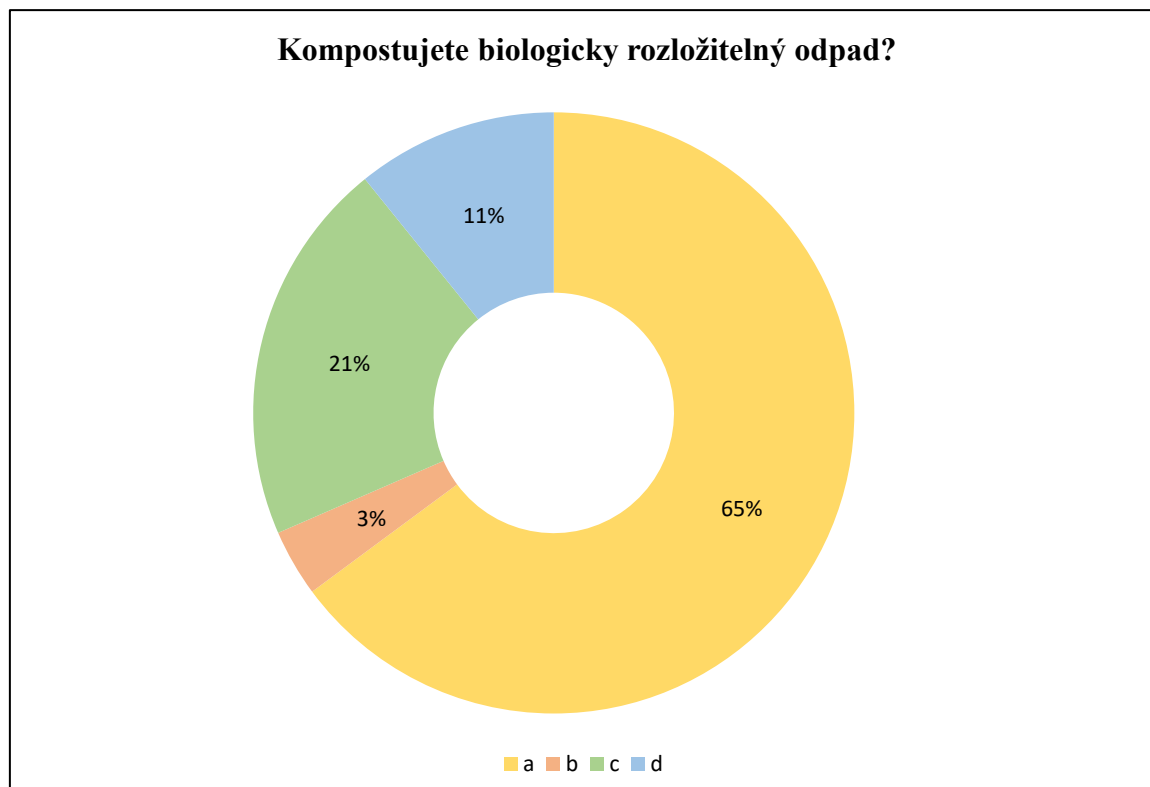
V grafu č. 3 a tabulce č. 12. jsou uvedeny sumy odpovědí jednotlivých respondentů na otázku č. 3. určitou variantu odpovědi na je Z grafu je možné vyčíst procentické zastoupení respondentů u jednotlivých odpovědí. Tabulka uvádí počet respondentů a jejich procentické zastoupení podle odpovědí na danou otázku.

#### 6.1.4 Otázka č. 4: Kompostujete biologicky rozložitelný odpad?

Odpovědi na tuto otázku ukazují, kolik respondentů odkládá alespoň nějakou část biologicky rozložitelného odpadu z odpadového hospodářství obce. 65 % dotazovaných (72 respondentů) uvedlo, že určitou část BRO kompostuje na své zahradě. Takřka 4 %



dotazovaných (4 respondenti) kompostují bioodpad přímo v domácnosti pomocí bytových kompostérů, či vermikompostérů. 32 % dotazovaných (30 respondentů) uvedlo, že odpad nekompostuje. Z toho 21 % dotazovaných (23 respondentů) uvedlo, že je tak z důvodu nedostatku prostoru a 11 % dotazovaných (12 respondentů), že o kompostování nemají zájem. Získaná data jsou uvedena v grafu č. 4 a tabulce č. 13.



Graf č. 4: Kompostování v domácnosti.

Tabulka č. 13: Kompostování v domácnosti.

otázka	4				
odpovědi	a	b	c	d	Σ
počet respondentů	72	4	23	12	111
%	64,9	3,6	20,7	10,8	100

Legenda: a) ano, na své zahradě mám založený kompost, nebo používám kompostér; b) ano, v domácnosti mám kompostér/vermikompostér; c) ne, nemám k tomu prostor; d) ne, nemám o to zájem; Σ - součet všech odpovědí.

Graf č. 4 a tabulka č. 13. uvádí odpovědi respondentů na otázku č. 4. Z grafu je možné vyčíst procentické zastoupení respondentů u jednotlivých odpovědí. Tabulka uvádí počet respondentů a jejich procentické zastoupení podle odpovědí na danou otázku.

### 6.1.5 Otázka č. 5: Pokud ano, tak kompostujete...

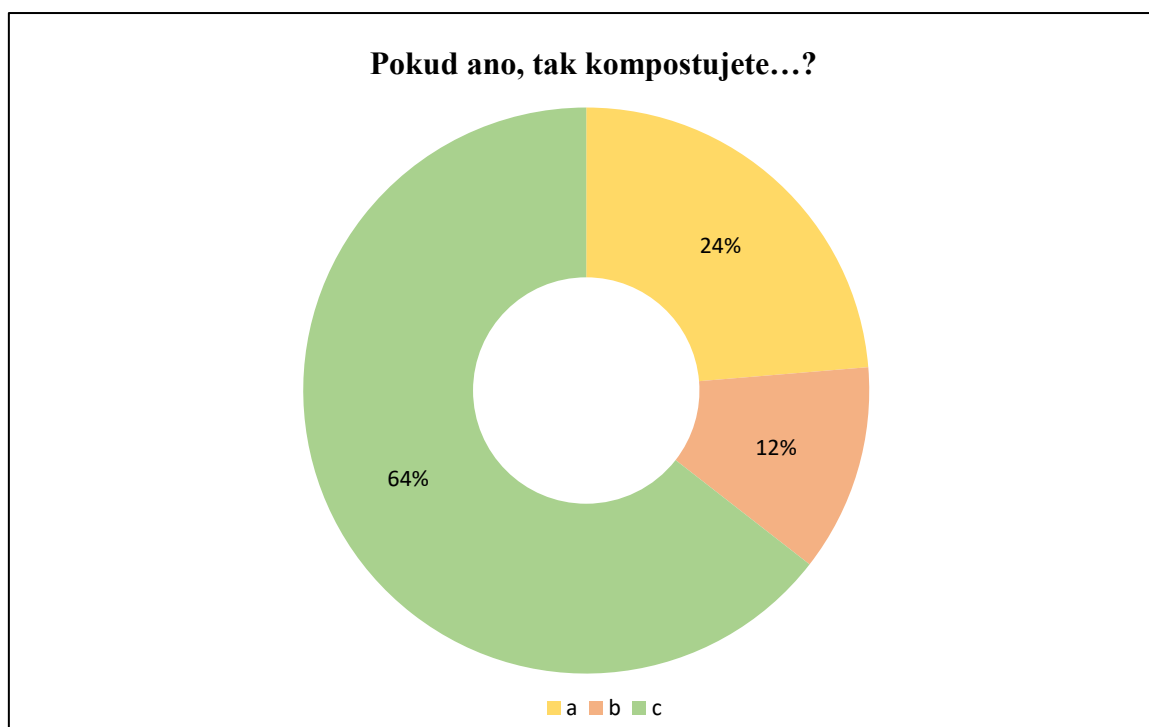
Na otázku č. 5 odpovídali pouze respondenti, kteří v otázce č. 4 vybrali variantu a) či b):

a) ano, na své zahradě mám založený kompost, nebo používám kompostér;

b) ano, v domácnosti mám kompostér/vermikompostér.

Tyto odpovědi vybralo 68 % dotazovaných (76 respondentů).

Nejvíce respondentů odpovědělo, že kompostují jak odpad z domácností, tak ze zahrady, tedy za c). Tuto možnost zvolilo 54 % dotazovaných (49 respondentů). Druhou nejčastější odpovědí bylo, že kompostují pouze odpad ze zahrad (tráva, listí, štěpka...). Takto odpovědělo 24 % dotazovaných (18 respondentů). Samotný biologicky rozložitelný komunální odpad (zbytky zeleniny a ovoce atd.) kompostuje pouze 12 % dotazovaných (9 respondentů). Přesné údaje jsou uvedeny v grafu č.5 a tabulce č. 14.



Graf č. 5: Jaký biologicky rozložitelný odpad občané kompostují.

Tabulka č. 14: Jaký biologicky rozložitelný odpad občané kompostují.

otázka	5			
odpovědi	a	b	c	$\Sigma$
počet respondentů	18	9	49	76
%	23,7	11,8	64,5	100

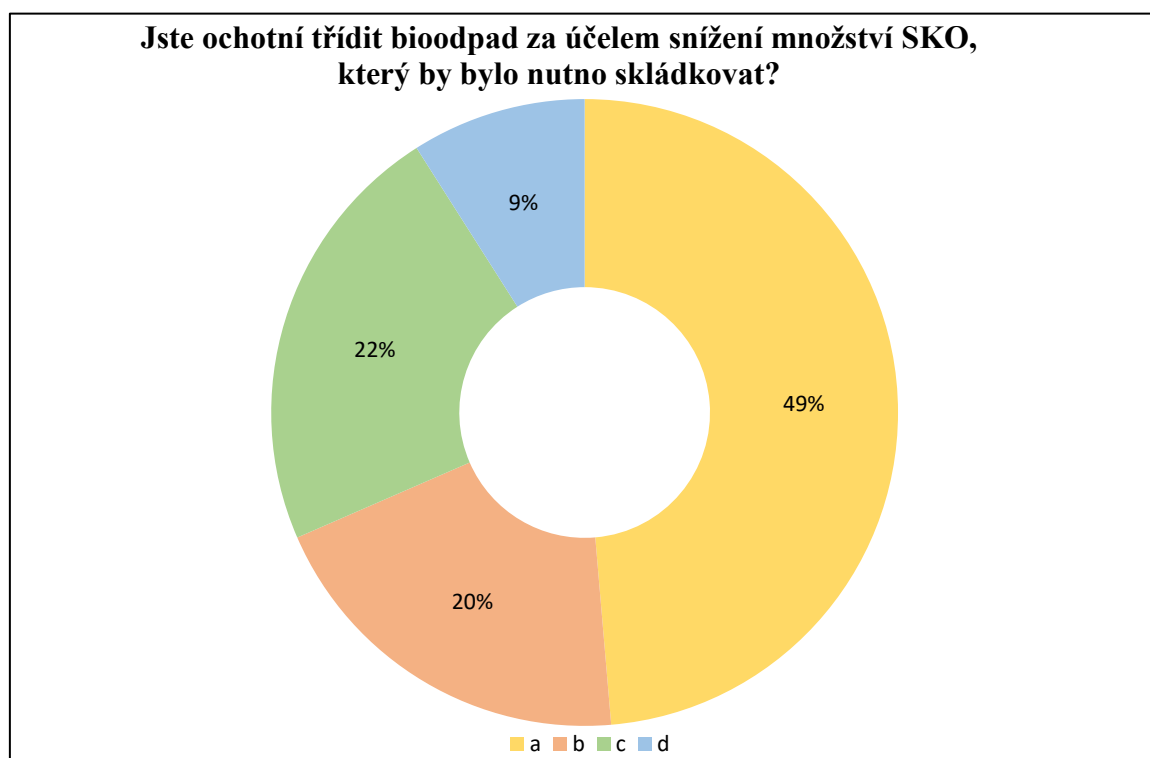
Legenda: a) pouze odpad ze zahrady (tráva, listí, štěpka...); b) pouze odpad z domácnosti (zbytky zeleniny a ovoce...); c) jak odpad z domácnosti, tak ze zahrady;  $\Sigma$  - součet všech odpovědí.

V graf č. 5 a tabulka č. 14. jsou uvedeny odpovědi respondentů na otázku č. 5. Z grafu je možné vyčíst procentické zastoupení respondentů u jednotlivých odpovědí. Tabulka uvádí počet respondentů a jejich procentické zastoupení podle odpovědí na danou otázku.

**6.1.6 Otázka č. 6: Dochází k trvalému zvyšování nákladů na skládkování SKO (odpad z černých popelnic) V roce 2029 bude stát uložení 1 tuny odpadu na skládku 1850 Kč. Jste ochotní třídit bioodpad za účelem snížení množství SKO, který by bylo nutno skládkovat?**

V této otázce jsou dotazovaní občané informováni o tom, že se skládkování SKO postupně zdražuje (Dochází k trvalému zvyšování nákladů na skládkování SKO (odpad z černých popelnic) V roce 2029 bude stát uložení 1 tuny odpadu na skládku 1850 Kč). S touto informací se měli dotazovaní rozhodnout, zda jsou ochotní odklonit BRKO ze systému svozu SKO.

69 % dotazovaných (76 respondentů) odpovědělo, že jsou ochotni třízením odklonit BRKO z nádob na SKO. Z toho 49 % dotazovaných (54 respondentů) uvedlo, že jim nevádí, pokud poplatky za odpadové hospodářství v obci budou i za těchto podmínek stejné jako kdyby BRKO netřídili. 20 % dotazovaných (22 respondentů) uvedlo, že jsou ochotní BRKO třídit, ale pouze pokud by to znamenalo, že to pro ně bude finančně výhodnější než odpad pouze skládkovat. 22 % dotazovaných (25 respondentů) v dotazníku uvedlo, že neví, protože záleží na tom, co by bylo finančně výhodnější. Pouze 9 % dotazovaných (10 respondentů) uvedlo, že není ochotno BRKO ve své domácnosti třídit. Jednotlivé hodnoty jsou uvedeny v grafu č. 6 a tabulce č. 15.



Graf č. 6: Ochota občanů odklonit BRKO se systému skládkování.

Tabulka č. 15: Ochota občanů odklonit BRKO se systému skládkování.

otázka	6				
odpovědi	a	b	c	d	Σ
počet respondentů	54	22	25	10	111
%	48,6	19,8	22,5	9,0	100

Legenda: a) ano; b) ano ale pouze pokud to bude výhodnější; c) nevím záleží na tom, co by bylo finančně výhodnější; d) ne; Σ - součet všech odpovědí.

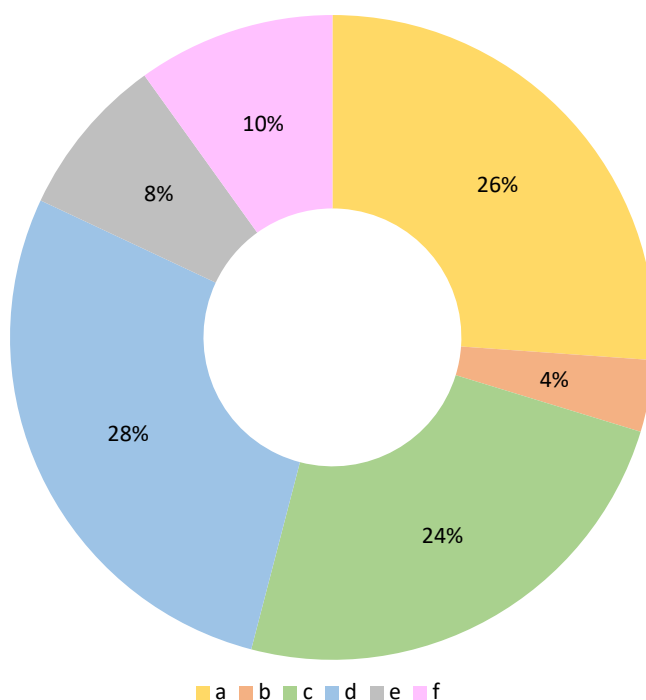
Z grafu č. 6 a tabulky č. 15. je možné vyčíst sumární množství odpovědí respondentů na otázku č. 6. Z grafu je možné vyčíst procentické zastoupení respondentů u jednotlivých odpovědí. Tabulka uvádí počet respondentů a jejich procentické zastoupení podle odpovědí na danou otázku.

### 6.1.7 Otázka č. 7: Kdyby byla možnost výstavby zařízení na zpracování bioodpadu v obci Láz, tak byste preferoval/a...?

Otázka č. 7 byla z celého dotazníku nejdůležitější, protože nám stanovuje jeden z hodnotících parametrů dále v diplomové práci. Dotazovaní měli vybrat, které z navrhovaných zařízení na zpracování bioodpadu by u své obce preferovali.

Formou dotazníku bylo zjištěno, že by nejvíce preferovanou variantou zařízení na zpracování bioodpadu byla komerční kompostárna. Tuto možnost zvolilo 28 % dotazovaných (31 respondentů). Druhou nejčastěji volenou možností byla varianta bioplynové stanice s kogenerací na elektrickou a tepelnou energii. Tuto možnost vybralo 26 % dotazovaných (29 respondentů). 24 % dotazovaných (27 respondentů) by preferovalo komunitní kompostárnu jejíž provoz by zajišťovala obec. Variantu e) vermikompostárnu by preferovalo 8 % dotazovaných (9 respondentů). Variantu f) ani jedna z variant, vybralo 10 % dotazovaných (11 respondentů). Jako nejméně žádaná varianta vyšla BPS bez kogenerace elektrické a tepelné energie. Pro tuto možnost byly pouze 4 % dotazovaných (4 respondenti). Přesné údaje jsou uvedeny v grafu č. 7 a tabulce č. 16.

**Kdyby byla možnost výstavby zařízení na zpracování bioodpadu v obci Láz, tak byste preferoval/a...?**



Graf č. 7: Preference jednotlivých zařízení na zpracování biologicky rozložitelného odpadu.

Tabulka č. 16: Preference jednotlivých zařízení na zpracování biologicky rozložitelného odpadu.

otázka	7						
odpovědi	a	b	c	d	e	f	Σ
počet respondentů	29	4	27	31	9	11	111
%	26,1	3,6	24,3	27,9	8,1	9,9	100

Legenda: a) bioplynovou stanicí s kogenerací výroby tepla a elektrické energie (Sofistikované zařízení, kde je biologicky rozložitelný materiál rozkládán mikroorganismy na bioplyn. Ten je využíván na výrobu elektřiny a tepla.); b) bioplynovou stanicí s produkcí bioplynu (Sofistikované zařízení, kde je biologicky rozložitelný materiál rozkládán mikroorganismy na bioplyn, který je prodáván.); c) komunitní kompostárnu (provozovatelem by byla obec a vyprodukovaný kompost by sloužil pouze obci a samotným občanům.); d) komerční kompostárnu (provozovatelem by byla obec, jako podnikatel, a kompost by bylo možné prodávat.); e) vermikompostárnu (kompostování za pomoci žížal.); f) ani jednu z variant.; Σ - součet všech odpovědí.

Graf č. 7 a tabulka č. 16. přehledně uvádí sumární množství odpovědí respondentů na otázku č. 7. Z grafu je možné vyčíst procentické zastoupení respondentů u jednotlivých odpovědí. Tabulka uvádí počet respondentů a jejich procentické zastoupení podle odpovědí na danou otázku.

Jelikož o finální stavbě zařízení na zpracování biologicky rozložitelného odpadu rozhodne obecní zastupitelstvo byla tato otázka položena i jednotlivým členům obecního zastupitelstva obce Láz. Ze sedmičlenného zastupitelstva obce Láz bylo 5 z nich pro

variantu komerční kompostárny. Jeden ze členůby volil bioplynovou stanicí s kogenerační jednotkou a 1 člen zastupitelstva preferuje vermikompostárnu. Hodnoty jsou uvedené v tabulce č. 17

Tabulka č. 17: Názor zastupitelstva.

otázka	7 - zastupitelstvo						
odpovědi	a	b	c	d	e	f	Σ
počet respondentů	1	0	0	5	1	0	7

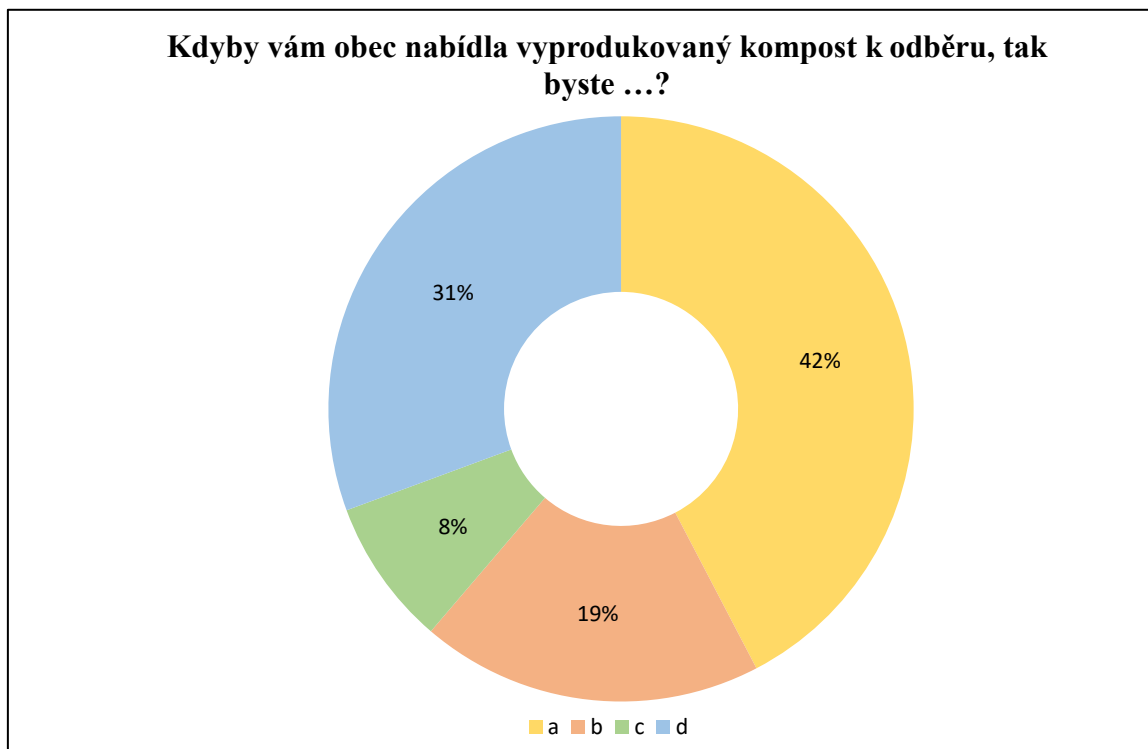
Legenda: a) bioplynovou stanicí s kogenerací výroby tepla a elektrické energie (Sofistikované zařízení, kde je biologicky rozložitelný materiál rozkládán mikroorganismy na bioplyn. Ten je využíván na výrobu elektřiny a tepla.); b) bioplynovou stanicí s produkcí bioplynu (Sofistikované zařízení, kde je biologicky rozložitelný materiál rozkládán mikroorganismy na bioplyn, který je prodáván.); c) komunitní kompostárnu (provozovatelem by byla obec a vyprodukovaný kompost by sloužil pouze obci a samotným občanům.); d) komerční kompostárnu (provozovatelem by byla obec, jako podnikatel, a kompost by bylo možné prodávat.); e) vermikompostárnu (kompostování za pomoci žížal); f) ani jednu z variant.; Σ - součet všech odpovědí.

### 6.1.8 Otázka č. 8: Kdyby vám obec nabídla vyprodukovaný kompost k odběru, tak byste ...?

Otázka č. 8 měla zjistit, jaký zájem by měli dotazovaní občané odebírat vyprodukovaný kompost z obecní kompostárny.

42 % dotazovaných (47 respondentů) odpovědělo, že by kompost využili pouze pokud by ho obec nabízela zdarma. 19 % dotazovaných (21 respondentů) by bylo ochotných za takto vyprodukovaný kompost i zaplatit. Ze způsobu odpovídání (výběr z variant) není možné zjistit, jak velkou částku by byli respondenti ochotni dát.

39 % dotazovaných (43 respondentů) odpovědělo, že by si kompost z obecní kompostárny nevzali. Z toho 8 % dotazovaných (9 respondentů) by kompost nechtělo vůbec a 31 % dotazovaných (34 respondentů) by ho nechtělo z důvodů, že by ho neměli, jak využít. Zjištěné údaje jsou uvedeny v grafu č. 8 a v tabulce č. 18



Graf č. 8: Ochota dotazovaných občanů odebrat vyprodukovaný kompost v obecní kompostárně.

Tabulka č. 18: Ochota dotazovaných občanů odebrat vyprodukovaný kompost v obecní kompostárně.

otázka	8				
odpovědi	a	b	c	d	Σ
počet respondentů	47	21	9	34	111
%	42,3	18,9	8,1	30,6	100,0

Legenda: a) ho využil na své zahradě, ale pouze v případě že by byl zdarma; b) ho využil na své zahradě i v případě, že bych za něj musel/a zaplatit; c) ho nechtěl/a (i kdyby byl zadarmo); d) ho neměl/a, jak využít; Σ - součet všech odpovědí.

Graf č. 8 a tabulky č. 18. uvádí sumární množství odpovědí respondentů na otázku č. 8. Z grafu je možné vyčíst procentické zastoupení respondentů u jednotlivých odpovědí. Tabulka uvádí počet respondentů a jejich procentické zastoupení podle odpovědi na danou otázku. Jednotlivé odpovědi jsou barevně rozlišeny a to následovně

## 6.2 Sumarizace BRKO

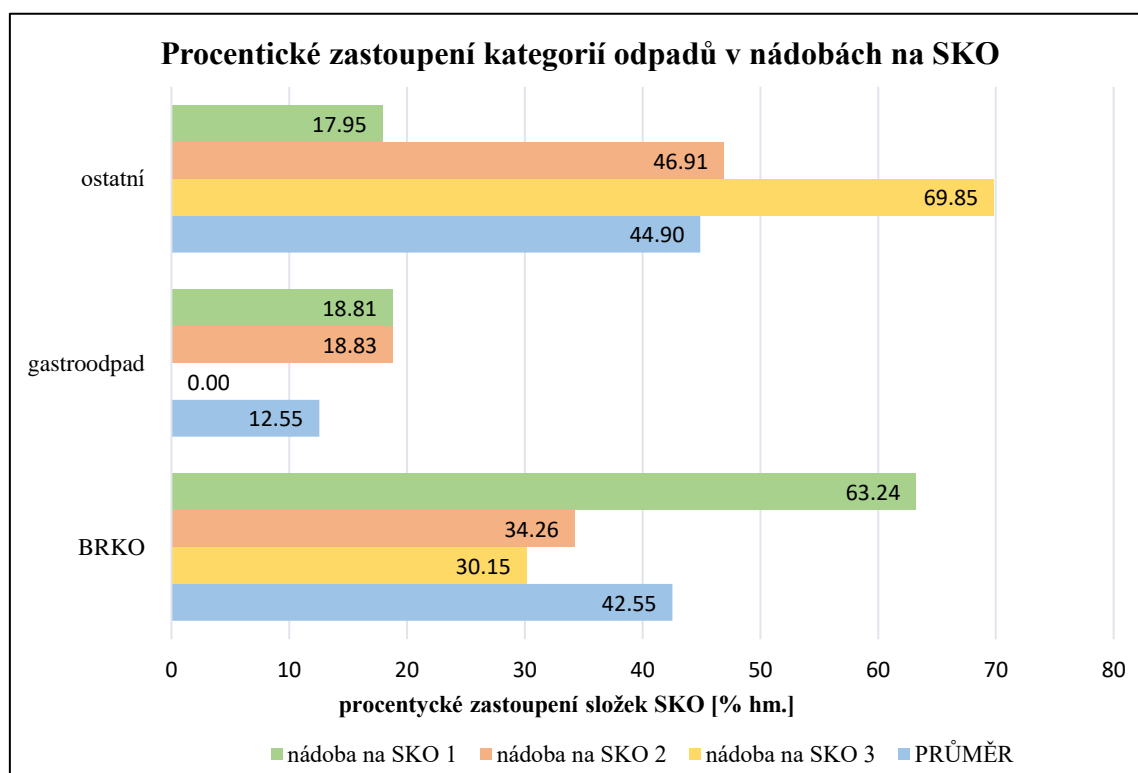
Pro představu o výhodnosti odděleného sběru BRKO byl proveden rozbor sběrných nádob tří domácností. Z rozboru tří nádob na směsný komunální odpad (SKO) bylo zjištěno, že průměrné množství biologicky rozložitelné složky v SKO v obci Láz je 43 %. Ze tří nádob bylo celkem zváženo 1 456 g odpadu. Z toho 48 % představoval biologicky rozložitelný odpad (695,3 g). Gastroodpad byl zastoupen v 18 % (257 g) a ostatní složka tvořila 35 % (503,7 g).

Složení i množství odpadu se v jednotlivých nádobách lišilo. Nádoba číslo 1 na SKO obsahovala 2 073 g odpadu. BRKO v ní byl zastoupen 1 311 g (63 %), gastroodpad 390 g (19 %) a ostatní složka 372 g (18 %). V nádobě číslo 2 bylo celkové množství 2 023

g složeno z 693 g BRKO (34 %), 381 g gastroodpadu (19 %) a 949 g ostatní složky (47 %). Z nádoby číslo 3 bylo odebráno 272 g odpadu. Tento odpad byl složen z 82 g BRKO (30 %), 0 g gastroodpau (0 %) a 190 g ostatní složky (70 %) viz tabulka č. 19 a graf č. 9.

Tabulka č. 19: Rozbor obsahu nádob na SKO.

nádoba na SKO	m [g]	BRKO [g]	gastroodpad [g]	ostatní [g]
1	2073	1311	390	372
2	2023	693	381	949
3	272	82	0	190
PRŮMĚR	1456	695,33	257,00	503,67



Graf č. 9: Procentické zastoupení frakcí v SKO

V grafu č. 9 je vidět procentické zastoupení tří složek SKO (BRKO, gastroodpad a ostatní složka) ve třech nádobách na SKO a průměrné procentuální zastoupení daných složek. Zelenou barvou je vyznačena nádoba na SKO 1. Tato nádoba patří domácnosti složené ze tří dospělých osob. Oranžová barva znázorňuje nádobu na SKO 2 a patří domácnosti složené ze čtyř členů (2 dospělé zaměstnané osoby a 2 děti školního věku). Třetí nádoba na SKO představená žlutou barvou patří domácnosti s jednou osobou v důchodovém věku. Modrou barvou je označen průměr všech tří navážených hodnot.

### 6.3 Výpočty hodnotících ukazatelů

V obci není zajištěn kolektivní svoz BRO, avšak je tu možnost využití dvou kompostáren v dojezdové vzdálenosti. Jedná se o komunitní kompostárnu v městisu Rožmitál pod Třemšínem (7 km) a městskou kompostárnu v Příbrami (13 km). Kdyby bylo obci Láz umožněno využívat tato zařízení pro centrální svoz BRO, tak by náklady činily:



- 1) zpracování BRO - předpokládané náklady jsou u obou kompostáren stejné
- 2) svoz (ZERA 2016):
  - a) Rožmitál pod Třemšínem - cca 225 Kč/ t bioodpadu z veřejné zeleně;
  - b) Příbram - 250 Kč/ t bioodpadu z domácností z veřejné zeleně;
  - c) Rožmitál pod Třemšínem - cca 150 Kč/t bioodpadu z domácností;
  - d) Příbram - cca 175 Kč/ t bioodpadu z domácností.

Z uvedených nákladů vyplývá, že by bylo pro obec výhodnější využít kompostárnu v Rožmitále pod Třemšínem z důvodu nižších nákladů na svoz BRO. Avšak tato varianta by znamenala odklonění bioodpadu z obce. Prototo se s ní v diplomové práci dále nepočítá.

K výpočtu hodnotících ukazatelů pro následující varianty byly využity údaje získané z obce, z rozboru složení nádob na SKO, dotazníku podaného občanům obce Láz a z veřejných publikací.

Informaci o vyprodukovaném množství SKO za rok 2021 a počtu obyvatel přihlášených v obci k 31.12. 2021 poskytl Obecní úřad. Množství SKO představuje 232 tun a přihlášených obyvatel bylo v obci Láz 632.

Pomocí rozboru nádob na SKO bylo zjištěno, že průměrný obsah BRKO v nádobách se pohybuje kolem 42,55 %.

V diplomové práci se počítá s produkcí 150 kg biologického odpadu ze zahrad a veřejné zeleně na obyvatele. Tato hodnota vychází z publikace Kompostování a kompostárny od Ing. Petra Plívy, CSc. a kolektivu vydané v roce 2016. V publikaci je uvedeno, že občané ČR v roce 2014 vyprodukovali průměrně 100 - 300 kg biologicky rozložitelného odpadu a 40 - 60 kg BRKO na obyvatele. Z těchto údajů byl vypočítán průměr a následně od průměru veškerého bioodpadu odečten průměr BRKO.

Celkové množství vyprodukovaného biologického odpadu, možného zpracovat aerobní digescí, by mělo být přibližně 194 tun. Toto číslo bylo získáno součtem množství bioodpadu ze zahrad (95 t) a množství BRKO (99 t). Suma 95 tun odpadu vyprodukovaného ze zahrad a veřejné zeleně byla zjištěna součinem počtu obyvatel (632 ob.) a množství biologického odpadu ze zahrad a veřejné zeleně na obyvatele (150 kg).

Množství BRKO na obyvatele (157 kg) bylo vypočteno tak, že bylo celkové množství BRKO (99 t) vyděleno počtem obyvatel v obci (632 ob.).

Celkové množství odpadu možného zpracovat anaerobní digescí by mělo být přibližně 223 tun. Hodnota anaerobně zpracovatelného odpadu byla vypočtena jako součet množství BRKO (99 t), množství bioodpadu ze zahrad a veřejné zeleně (95 t) a množství gastroodpadu (29 t). Množství 29 tun gastroodpadu se dopočítalo z procentického zastoupení gastroodpadu v SKO (12,6 %). Poté vydělením celkového množství gastroodpadu v obci (29 t) počtem obyvatel (632 ob.) byla vypočítaná hodnota 46 kg/ob gastroodpadu.

V obci je zapsáno 283 čísel popisných. Cena za jeden kompostér byla zjištěna rozbořem trhu. Bylo vypsáno 27 cen kompostérů od různých prodejců. Z těchto cen byl vypočítán průměr (1 526.15 Kč), modus (1 290 Kč) a medián (1 422Kč). Pro následující výpočty byla použita hodnota modu 1 290 Kč za jeden kus kompostéru. Použité hodnoty jsou přehledně uvedeny v tabulce č. 20.

Tabulka č. 20: Hodnoty k výpočtu hodnotících parametrů.

množství SKO vyprodukováno v obci za 2021	232,53	t
průměrný obsah BRKO v nádobách na SKO v obci	42,55	%
průměrný obsah gastroodpadu v nádobách na SKO v obci	12,55	%
množství bioodpadu ze zahrad a veřejné zeleně na obec	95	t/rok
množství biologického odpadu ze zahrad a veřejné zeleně na obyvatele	150	kg/ob/rok
množství BRKO na obec	99	t/rok
množství BRKO na obyvatele	157	kg/ob/rok
množství gastroodpadu na obec	29	t/rok
množství gastroodpadu na obyvatele	46	kg/ob/rok
počet obyvatel v obci	632	ob
č.p. v obci	283	č.p
cena kompostérů	1 290	Kč/kus
<b>BIOODPAD KE KOMPOSTOVÁNÍ</b>	<b>194</b>	<b>t/rok</b>
<b>BIOODPAD K ANAEROBNÍ DIGESCI</b>	<b>223</b>	<b>t/rok</b>

### 6.3.1 Varianta A - Bioplynová stanice

Z provedených výpočtů bylo zjištěno, že občané obce Láz jsou schopni vyprodukovat přibližně 223 tun biologicky rozložitelného odpadu zpracovatelného anaerobní digescí. Při výpočtu bylo vycházeno z předpokladu, že investiční náklady na BPS do 5 000 t zpracovaného materiálu/rok se pohybují mezi 17 000 - 38 000 Kč/ t odpadu. Bylo zjištěno že roční náklady na provoz BPS činí přibližně 284 Kč na zpracovanou tunu odpadu (Biom 2018). Zisk BPS plyne v závislosti na zaměření. U zařízení s kogenerační jednotkou plyne zisk především z prodeje vyprodukované elektrické a tepelné energie. U subvarianty B2 (BPS bez kogenerační jednotky) je zisk počítán z prodeje bioplynu. Pro diplomovou práci se počítalo s hodnotami 7,06 Kč/ m<sup>3</sup> bioplynu a výkupní cenou elektřiny 2,50 Kč/kWh a tepla 180 Kč/GJ. Dále bylo vycházeno ze zjištění, že se z jedné tuny odpadu vyprodukuje přibližně 1 000 m<sup>3</sup> bioplynu a kogenerací se získá 2 178 kWh elektrické energie a 11.4 GJ tepla (BIOPROFIT 2007).

#### 6.3.1.1 Subvarianta A1 - bioplynová stanice s kogenerací výroby tepla a elektrické energie

Subvarianta A1 představuje bioplynovou stanici v jejímž areálu je vyprodukovaný bioplyn kogenerován na elektrickou a tepelnou energii. Výstavba zařízení je přepokládána na výše zmíněných parcelách (kapitola 6. 1. 3.). Investiční náklady na pořízení pro takovéto zařízení představují pro obec přibližně 8 471 084 Kč. Hodnota investice byla zjištěna součinem předpokládaného množství odpadu (223 t) a investiční částkou na jednu tunu zpracovávaného odpadu (38 000 Kč/t). Roční investiční náklady 63 310 Kč byly zajištěny součinem ročních nákladů na jednu tunu odpadu (284 Kč/t) a předpokládaným množstvím odpadu (223 t). Roční příjem obce z provozu BPS s kogenerační jednotkou byl vypočítán následovně:

Předpokládaný výnos bioplynu (22 300 m<sup>3</sup>) převeden na elektrickou energii činil 48 569 kWh a 254 GJ tepelné energie. Tyto hodnoty byly vynásobeny výkupní cenou elektřiny (2,50 Kč/kWh) a tepla (180 Kč/GJ). A následně byly získané hodnoty sečteny.

Z odpovědí občanů na 7. otázku dotazníku (Kdyby byla možnost výstavby zařízení na zpracování bioodpadu v obci Láz, tak byste preferoval/a...?) bylo zjištěno, že by BPS s kogenerací preferovalo 26 % dotazovaných. Dále bylo zjištěno že by tuto variantu podpořil jeden ze sedmi členů obecního zastupitelstva. Zjištěné hodnotící parametry jsou uvedeny v tabulce č. 21.

Tabulka č. 21: Hodnotící parametry subvarianty A1.

<b>VARIANTA A1</b>		
<b>hodnotící ukazatel</b>		<b>jednotka</b>
investice na pořízení	8 471 084	Kč
roční náklady	63 310	Kč/rok
roční příjem z produkce	167 183	Kč
preferance ze strany občanů	26	%
preferance ze strany obecního zastupitelstva	1	počet zastupitelů
využití určených parcel	ano	-

### 6.3.1.2 Subvarianta A2 - bioplynová stanice s produkcí bioplynu

Subvarianta A2 představuje bioplynovou stanici bez kogenerační jednotky. Je předpokládáno, že by výstavba zařízení proběhla na výše zmíněných parcelách (kapitola 6. 1. 3.). Investiční náklady na výstavbu zařízení představují přibližně 4 271 084 Kč. Investiční částka byla zjištěna součinem předpokládaného množství odpadu (223 t) a investiční částkou na jednu tunu zpracovávaného odpadu (38 000 Kč/t) a odečtením nákladů na kogenerační zařízení 4 200 000 (KJ TEDOM 2 X, Cento L 150 SP, BIO). Roční náklady 63 310 Kč byly zjištěny součinem ročních nákladů na jednu tunu odpadu (284 Kč/t) a předpokládaným množstvím odpadu (223 t). Roční příjem obce z provozu zařízení byl zjištěn součinem předpokládaného množství vyprodukovaného bioplynu (22 300 m<sup>3</sup>) a výkupní ceny za jeden m<sup>3</sup> bioplynu (7,06 Kč/ m<sup>3</sup>). V dotazníkovém šetření se pro subvariantu A2 vyjádřili pouze 4 % dotazovaných). Z obecního zastupitelstva by žádný člen bioplynovou stanici bez kogenerační jednotky nepreferoval. Hodnoty pro hodnocení subvarianty A2 jsou uvedeny v tabulce č. 22.

Tabulka č. 22: Hodnotící parametry subvarianty A2.

<b>VARIANTA A2</b>		
<b>hodnotící ukazatel</b>		<b>jednotka</b>
investice na pořízení	4 271 084	Kč
roční náklady	63 310	Kč/rok
roční příjem z produkce	162 790	Kč
preferance ze strany občanů	4	%
preferance ze strany obecního zastupitelstva	0	počet zastupitelů
využití určených parcel	ano	-

### 6.3.2 Varianta B - kompostárna na hromadách

Občané obce Láz jsou schopni podle výpočtů vyprodukovat přibližně 194 tun biologicky rozložitelného odpadu určeného ke kompostování za jeden rok. I když se jedná o obecné výpočty, vyplývá z nich, že jsou ze zákona splněny podmínky pouze pro vybudování malého zařízení. Proto je dále počítáno s informacemi o investičních nákladech na vybudování a provoz takového zařízení. Jedná se o:

- 1) Investiční stavební náklady,
  - a) zpevněná vodohospodářsky zabezpečená plocha – od cca 1,2 mil. Kč (v závislosti na velikosti),
  - b) jímka – od cca 350 tis. Kč (v závislosti na kapacitě jímky),
  - c) váha – od cca 300 tis. Kč (v závislosti na typu, provedení a váživosti),
- 2) Investiční strojní náklady,
  - a) traktor (s čelní lopatou) – od cca 1,4 mil. Kč,
  - b) překopávač kompostu – od cca 600 tis. Kč,
  - c) štěpkovač nebo drtič dřevní biomasy – od cca 350 tis. Kč,
  - d) prosévací zařízení – od cca 800 tis. Kč,
  - e) drobné vybavení – do cca 100 tis. Kč.

Celkové náklady na výstavbu a zařízení malé kompostárny se pohybují od 5 000 000 Kč výše (Habart et al. 2009).

Roční financování provozu malé kompostárny vychází z poznatku, že se provozní náklady většiny kompostáren v ČR pohybují v rozmezí 500 - 1500 Kč/t BRO.

Z provozu kompostárny mohou obci plynout i určité příjmy. Výnosy z prodeje kompostu se pohybují v rozmezí 0 - 500 Kč/t BRO v závislosti na kvalitě a typu zařízení (Biom 2018).

#### 6.3.2.1 Subvarianta B1 - komunitní kompostárna

Jedná se o zařízení provozované obcí. Ze zákona je vyrobený kompost možné využít pouze na území obce bez finančního zisku. Je předpoklad, že by zařízení bylo vystavěno na výše zmíněných parcelách (kapitola 6. 1. 3.).

Investice na pořízení (5 000 000 Kč) vycházejí z úvodní části kapitoly. Roční investice (193 740 Kč) byly vypočteny jako součin průměrné hodnoty provozních nákladů malých kompostáren v ČR (1 000 Kč/t BRO) a množství biologicky rozložitelného odpadu určeného ke kompostování vyprodukovaného v obci (194 t). Roční příjem plynoucí obci z provozu komunitní kompostárny je nulový. Je to z důvodu, že zákon neumožňuje prodej takto vzniklého kompostu. V dotazníkovém šetření bylo zjištěno, že by danou variantu preferovalo 24 % dotazovaných občanů). Variantu komunitní kompostárny nepreferuje žádný ze členů obecního zastupitelstva. Hodnotící parametry subvarianty B1 jsou uvedeny v tabulce č. 23.

Tabulka č. 23: Hodnotící parametry subvarianty B1.

<b>SUBVARIANTA B1</b>		
<b>hodnotící ukazatel</b>		<b>jednotka</b>
investice na pořízení	5 000 000	Kč
roční náklady	193 741	Kč/rok
roční příjem z produkce	0	Kč
preferenze ze strany občanů	24	%
preferenze ze strany obecního zastupitelstva	0	počet zastupitelů
využití určených parcel	ano	-

### 6.3.2.2 Subvarianta B2 - komerční kompostárna

Jedná se o zařízení provozované právnickou osobou vytvořenou obcí. Takto provozovaná komerční kompostárna má za určitých podmínek (splňování laboratorních zkoušek) možnost zaregistrovat vzniklý kompost jako organické hnojivo. Je předpoklad, že by komerční kompostárna byla vystavěna na výše uvedených parcelách (kapitola 6.1. 3.).

Investice na pořízení (5 000 000 Kč) vycházejí z úvodní části kapitoly. Roční investice (193 740 Kč) byly vypočteny jako součin průměrné hodnoty provozních nákladů malých kompostáren v ČR (1 000 Kč/t BRO) a množství biologicky rozložitelného odpadu určeného ke kompostování vyprodukovaného v obci (194 t). Roční příjem plynoucí obci z provozu komunitní kompostárny vychází z průměrné ceny kompostu (500 Kč/t BRO). Hodnota výnosu byla vypočtena jako součin průměrné ceny kompostu (500 Kč/t BRO) a množství biologicky rozložitelného odpadu určeného ke kompostování vyprodukovaného na území obce (194 t). Komerční kompostárnu by v dotazníkovém šetření preferovalo největší množství dotazovaných. Jedná se o 28 % všech dotazovaných včetně 5 ze 7 členů obecního zastupitelstva. Hodnotící parametry subvarianty B2 jsou uvedeny v tabulce č. 24.

Tabulka č. 24: Hodnotící parametry subvarianty B2.

<b>VARIANTA B2</b>		
<b>hodnotící ukazatel</b>		<b>jednotka</b>
investice na pořízení	5 000 000	Kč
roční náklady	193 741	Kč/rok
roční příjem z produkce	96 871	Kč
preferenze ze strany občanů	28	%.
preferenze ze strany obecního zastupitelstva	5	počet zastupitelů
využití určených parcel	ano	-

### 6.3.2.3 Subvarianta B3 - vermikompostárna

Subvaranta B3 představuje vermikompostárnu jejíž výstavba je předpokládána na výše zmíněných parcelách (kapitola 6. 1. 3.). Investiční náklady na výstavbu se neliší od výstavby standartní kompostárny, avšak zde není potřeba překopávač. Z těchto důvodů jsou investiční náklady 4 000 000 Kč. Roční náklady vycházejí z ročních nákladů standartní kompostárny. Avšak i zde jsou odečteny náklady na překopávání, které činí přibližně 68 580 Kč. Náklady jsou navýšeny o náklady na pořízení násady žížal (10 800 Kč). Vychází se z předpokladu, že násada žížal na 1 tunu odpadu stojí přibližně 600 Kč/t odpadu, a že je potřeba násadu umístit přibližně do 9 % odpadu (dále je využíván vlastní žížalí substrát) (Hanč & Plíva 2013a).

S předpokladem že z 1 tuny bioodpadu za správných podmínek vznikne přibližně 0,5 t vermikompostu a že je vermikompost vykupován přibližně za 3 000 Kč/t (50 % vlhkosti) bylo zjištěno, že by roční příjem z prodeje vermikompostu činil 334 500 Kč. Od částky by musely být odečteny náklady na převoz, které jsou závislé na vzdálenosti přepravy (osobní sdělení - Hanč 2022).

Z dotazníkového šetření bylo zjištěno, že by pro vermikompostárnu bylo pouze 8 % dotazovaných. Výstavbu vermikompostárny by podpořil 1 ze 7 členů obecního zastupitelstva. Hodnotící parametry subvarianty B3 jsou uvedeny v tabulce č. 25.

Tabulka č. 25: Hodnotící parametry subvarianty B3.

<b>VARIANTA B3</b>		
<b>hodnotící ukazatel</b>		<b>jednotka</b>
investice na pořízení	4 000 000	Kč
roční náklady	135 961	Kč/rok
roční příjem z produkce	334 500	Kč
preferenze ze strany občanů	8	%
preferenze ze strany obecního zastupitelstva	1	počet zastupitelů
využití určených parcel	ano	-

### 6.3.3 Varianta C - podpora občanů ke kompostování na vlastních pozemcích

Varianta C představuje podporu domácího kompostování ze strany obce. Podpora nejčastěji probíhá ve formě zakoupení kompostérů pro každou domácnost z obecního rozpočtu (potažmo z dotačního systému).

Investiční náklady (365 070 Kč) byly vypočteny součinem počtu čísel popisných v obci (283 č.p.) a ceny za jeden kompostér (1 290 Kč). Jelikož se jedná o zakoupení kompostéru pro každou domácnost, tak tato varianta nepředpokládá využití výše uvedených problémových parcel (kapitola 6. 1. 3.)

Nejčastěji se jedná o jednorázovou podporu občanů. Z těchto důvodů obci neplynou žádné další roční náklady (0 Kč).

Jelikož by obec neprovozovala žádné zařízení a vyprodukovaný kompost by byl majetkem samotných občanů, tak obci z této varianty C neplynou žádné zisky (0 Kč).

V dotazníkovém šetření tuto variantu podpořilo 10 % dotazovaných. Žádný z členů obecního zastupitelstva tuto variantu nezvolil. Získané hodnotící parametry pro variantu C jsou uvedeny v tabulce č. 26.

Tabulka č. 26: Hodnotící parametry subvarianty C.

<b>VARIANTA C</b>		
<b>hodnotící ukazatel</b>		<b>jednotka</b>
investice na pořízení	365 070	Kč
roční náklady	0	Kč/rok
roční příjem z produkce	0	Kč
preferenze ze strany občanů	10	%
preferenze ze strany obecního zastupitelstva	0	počet zastupitelů
využití určených parcel	ne	-

## 6.4 Sumarizace výsledků a výběr

Ze získaných dat vyplývá, že by pro obec Láz byla nejlevnější varianta C - podpora občanů ke kompostování na vlastních pozemcích. Tato varianta by stála přibližně 365 070 Kč v závislosti na ceně jednoho kompostéru.

Nejmenší roční náklady pro obec by také představovala varianta C - podpora občanů ke kompostování na vlastních pozemcích. Roční náklady by byly nulové.

Naopak nejvýdělečnějším zařízením na zpracování bioodpadu je subvarianta B3 - vermikompostárna. Tato varianta by obci přinesla přibližně 334 500 Kč v závislosti na tom, kam by se získaný vermikompost vyvážel.

Z průzkumu vyplynulo, že nejpreferovanější variantou mezi občany obce Láz je subvarianta B2 - komerční kompostárna. Toto zařízení preferuje 28 % dotazovaných občanů.

V obecním zastupitelstvu má největší podporu také subvarianta B2 - komerční kompostárna. Její výstavbu preferuje 5 ze 7 zastupitelů.

Zábor parcel vyznačených v územním plánu obce Láz jako novou plochu výroby a skladování - se specifickým využitím VX24 pro kompostování, by proběhl u všech variant kromě varianty C- podpora občanů ke kompostování na vlastních pozemcích.

Z nastavených hodnotících parametrů vychází pro obec Láz nejlépe varianta B2 - komerční kompostárna, se 3 body (preferance občanů, preference obecního zastupitelstva, zábor parcel). Jako nejhorší možnost se jeví subvarianta B1 – komunitní kompostárna pouze s 1 bodem (zábor parcel). Ostatní varianty (A1, A2, B3, C) získaly po dvou hodnotících bodech. Jednotlivé body jsou uvedeny v tabulce č. 27.

Tabulka č. 27: Vyhodnocení.

hodnotící ukazatel	VARIANTY					
	A1	A2	B1	B2	B3	C
investice na pořízení	8 471 084 Kč	4 271 084 Kč	5 000 000 Kč	5 000 000 Kč	4 000 000 Kč	<b>365 070 Kč</b>
roční náklady	63 310 Kč	63 310 Kč	193 741 Kč	193 741 Kč	135 961 Kč	<b>0 Kč</b>
roční výnos produktu	167 183 Kč	162 790 Kč	0 Kč	96 870 Kč	<b>334 500 Kč</b>	0 Kč
preferance ze strany občanů	26 %	4 %	24 %	<b>28 %</b>	8 %	10 %
preferance ze strany obecního zastupitelstva	1	0	0	<b>5</b>	1	0
využití určený parcel	<b>ano</b>	<b>ano</b>	<b>ano</b>	<b>ano</b>	<b>ano</b>	ne
<b>POČET VÝHOD</b>	2	2	1	<b>3</b>	2	2

Legenda: subvarianta A1 - bioplynová stanice s kogenerací výroby tepla a elektrické energie; subvarianta A2 - bioplynová stanice s produkcí bioplynu; subvarianta B1 - komunitní kompostárna; subvarianta B2 - komerční kompostárna; subvarianta B3 - vermikompostárna; varianta C - podpora občanů ke kompostování na vlastních pozemcích.

## 6.5 Návrh zařízení

Bylo zjištěno, že nejpreferovanější variantou zařízení na zpracování biologicky rozložitelného odpadu mezi občany obce Láz je komerční kompostárna. Tato varianta je podporována i ze strany obecního zastupitelstva.

Podle uvedených výpočtů by investice stála přibližně 5 000 000 Kč v závislosti na stavební firmě a pořízeném vybavení. Takováto kompostárna musí být vybavena:

- a) překopávačem,
- b) štěpkovačem a drtičem,
- c) prosevným zařízením,
- d) váhou.

Na základě rozhovoru s místostarostkou obce Láz je jasné, že by investování výstavby této varianty (i ostatních kalkulovaných variant) z obecního rozpočtu, nebylo možné bez dotační podpory národních a nadnárodních systémů. Pro obec Láz by mohlo být také zajímavou alternativou zapojení okolních vesnic do systému komerční kompostárny. Tento systém by navýšil množství biologicky rozložitelného odpadu, a tudíž by se zvýšila i produkce kompostu a z ní plynoucí zisk. Náklady na provoz a výstavbu by se poměrově také zvýšily, ale nejednalo by se o tak výrazný nárůst. Obci Láz by plynul určitý zisk z poskytnutí služeb ostatním obcím. Tento zisk by byl jednak ze zpracování bioodpadu a jednak z provozu svozu BRO, které jak bylo zmíněno výše jsou závislé na vzálenosti svozu. Avšak tato teorie si vyžaduje další studii.

Jelikož se jedná o komerční kompostárnu, tak je předpoklad, že obec bude vzniklý kompost prodávat. Z těchto důvodů je vzniklý kompost nutno registrovat, jako organické hnojivo podle podmínek zákona č. 299/2021 Sb., o hnojivech a dalších legislativních dokumentů (Večeřová 2018):

- a) vyhláška č. 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva;
- b) vyhláška č. 377/2013 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv;
- c) nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu;
- d) nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009, o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě.

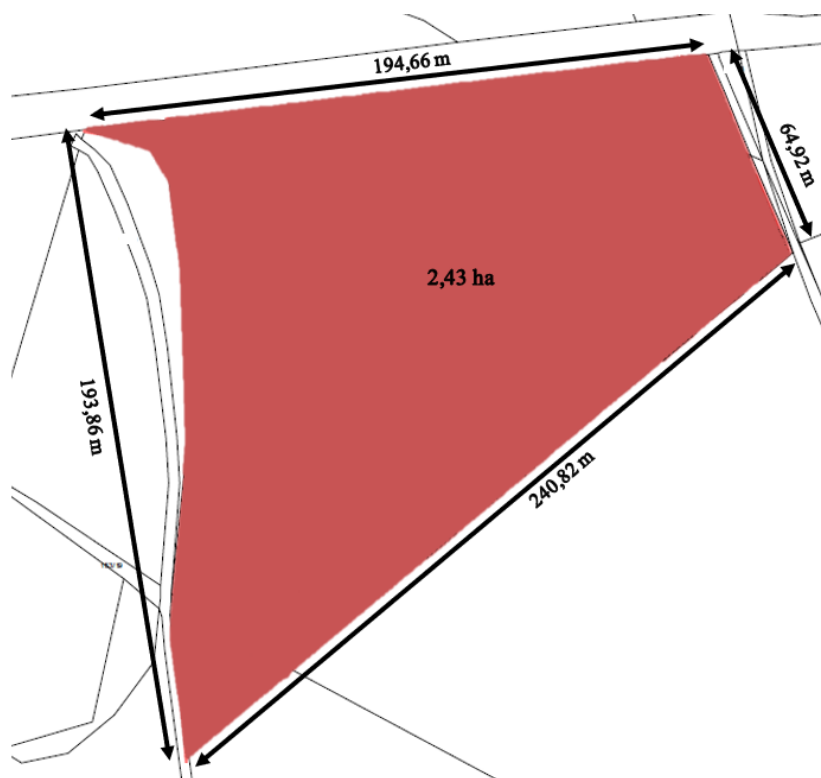
Pokud by se obec rozhodla pro výstavbu komerční kompostárny na vyhrazených parcelách v územním plánu obce, tak by musela podstoupit následující proces (Habart et al. 2009):

- 1) studie proveditelnosti (doba zpracování studie cca 2 měsíce) - základní rozhodovací dokument; podklad banky apod.;
- a) bilanci vstupních surovin včetně jejich zajištěnosti a udržitelnosti zajištění v daném území;
- b) podrobný popis zařízení;
- c) surovinovou a popř. energetickou bilanci uvažovaného zařízení s technologickým výpočtem;
- d) zajištění uplatnění výstupního produktu – kompostu, včetně návrhu zařízení k jeho finalizaci (síta, balicí linka);
- e) lokalizaci zařízení + základní rizika spojena s daným umístěním;
- f) specifikace investice;

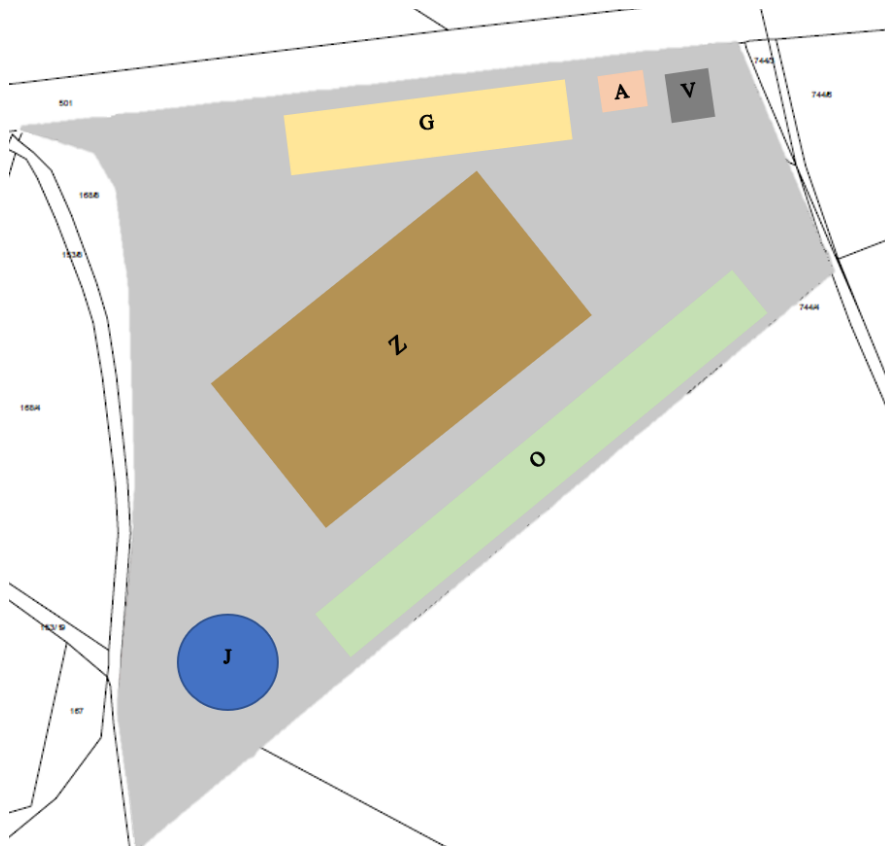


- g) ekonomická bilance zařízení, popř. CBA;
  - h) analýza rizik.
- 2) povolovací proces (doba zpracování až 2 roky) - závislý na velikosti zařízení;
    - a) územní řízení - územní rozhodnutí vydává stavební úřad na základě souhlasných stanovisek dotčených orgánů (příprava několik měsíců); dotčené orgány - krajská veterinární správa, krajská hygienická stanice, referát životního prostředí, povodí, krajský úřad, hasičský záchranný sbor, státní energetická inspekce, inspektorát práce apod.;
    - b) EIA - ve zvláštních případech vyžádá stavební úřad.
  - 3) projektová dokumentace – vyhláška č. 499/2006 Sb. platná do 1. 7. 2023; dvě části:
    - a) dokumentace pro územní rozhodnutí (zpracování několik týdnů) - méně podrobná (nezbytné správné definování kapacity a rozsahu stavby a využití technologie);
    - b) stavební povolení (zpracování měsíc) - detailní a podrobná dokumentace.
  - 4) výběrové řízení dodavatele stavby;
  - 5) výstavba zařízení (doba výstavby 4 - 12 měsíců);
  - 6) zkušební provoz (doba zkušebního provozu uvedena ve stavebním povolení);
    - a) schválení provozních řádů, havarijního a požárního plánu;
    - b) řádné proškolení obsluhy - nejlépe před zkušebním provozem;
    - c) registrace kompostu u ÚKZÚZ (doba registrace - několik měsíců).

Rozměry plochy určené k výstavbě jsou na obrázku č. 12. Následující obrázek č. 13 znázorňuje plán komerční kompostárny s ohledem na ochranné pásmo lesa, ochranné pásmo vodních toků a na silniční síť.



Obrázek č. 12: Určení plochy k výstavbě (Bárta 2022).



Obrázek č. 13: Návrh komerční kompostárny (Bárta 2022).

Legenda: A - administrativní budova; G - garáž a technické zázemí kompostárny; V- váha; O - plocha určená k odkládání odpadu; J - jímka odpadních vod; Z - plocha určená k tvorbě zakládek.

Pro provoz kompostárny by bylo nutné pozemky napojit na obecní elektrickou a vodní síť. Nejjednodušší variantou je napojení do obecní sítě u nedaleké výrobní plochy (cca 400 m severozápadně). Sociální vybavení pro zaměstnance by bylo optimální, z důvodu vzdálenosti od vesnické kanalizační sítě (cca 550 m severně), řešit chemickou nebo kompostovatelnou formou. Sociální zařízení by bylo umístěno v administrativní budově. Administrativní budova by byla řešena modulárními buňkami a vytápělo by jí tepelné čerpadlo vzduch - vzduch. Tato budova by stála v severní části u vjezdu do areálu kompostárny. Vedle administrativní budovy by byla u vjezdu do areálu vybudována váha na motorová vozidla. Výjezd ze zařízení by se napojoval na silnici 1/18 ve východní části. Je tak z důvodu bezpečného napojení na silnici první třídy. Občané (svozový vůz) by ukládali biologický odpad na vodohospodářsky zabezpečenou plochu umístěnou podél jižní strany vytyčeného prostoru. Garáže a technické vybavení by bylo vhodné umístit na severní část pozemků, podél silnice 1/18. Průsakové vody ze zakládek by se sváděly do jímky situované na jihozápadním okraji areálu. Toto rozmístění staveb by zajistilo uprostřed areálu plochu pro vytváření zakládek. Zároveň by se tak zajistil okruh pro manipulaci s technikou a motorovými vozidly (osobní auta, svozový vůz).

## 7 Diskuze

V této diplomové práci bylo vyhodnocováno, které zařízení na zpracování biologicky rozložitelného odpadu by bylo pro obec Láz nevhodnější.

Jedná se o malou obec ve středočeském kraji v okrese města Příbram. V roce 2021 bylo v obci hlášeno 632 obyvatel. Obec má největší základnu obyvatelstva v produktivním věku 31 - 65 let. Druhá největší skupina občanů je ve věkové skupině > 65 let. Občanů do 15 let bylo v obci nahlášeno 124. Nejméně zastoupenou věkovou skupinou v obci byla skupina 15 – 18 let. V tomto věkovém rozmezí bylo v obci přihlášeno pouze 17 občanů. Zbýlých 71 občanů patřilo do věkové skupiny 19 - 30 let. Čísla korespondují s faktem, že se obec v posledních letech výrazně rozrůstá o nové rodiny s dětmi školního věku, a že z obce neodcházejí obyvatelé, kteří v obci vyrůstali. Zastoupení jednotlivých skupin také odpovídá hodnotám uvedeným v demografické studii z portálu EURYDICE popisující věkové rozvrstvení obyvatelstva České republiky.

S narůstající populací rostou i náklady na odpadové hospodářství obce. V roce 2021 činily náklady 787 247 Kč. Obec část financí vybírá od občanů na poplatcích a zároveň dostává finanční příspěvky od společnosti EKO-KOM. Přesto je v obecním rozpočtu za rok 2021 doplatek na odpadové hospodářství v hodnotě 234 965 Kč. Obec má zavedený každotýdenní svoz komunálního odpadu. Z názoru občanů je zřejmé, že jsou často s takto frekventovaným svozem nespokojeni. Řešením by mohlo být zavedení možnosti méně častého svozu odpadu a tím i finanční úspora jak pro obec, tak pro občany.

V obci zatím nebyl zaveden žádný soustředěný sběr biologicky rozložitelného odpadu. V rámci zpracování diplomové práce byl občanům obce podán dotazník s 8 otázkami, týkajícími se této problematiky. V dotazníkovém šetření odpovědělo 111 respondentů. Nejvíce respondentů bylo z věkové skupiny 31 – 65 let a věkové skupiny > 65 let. Věkové rozložení respondentů odpovídá věkovému rozložení občanů.

Z dotazníkového šetření vyplynulo, že je většina občanů nespokojena se stávajícím systémem odstraňování biologicky rozložitelného odpadu. Negativně se k systému odstraňování BRO z domácností a zahrad vyjádřilo 49 % dotazovaných. K systému odstraňování odpadu z veřejných prostranství se negativně vyjádřilo ještě více dotazovaných. Konkrétně negativní odpověď zvolilo 50 % dotazovaných. Z diskuze s místostarostkou obce vyplynulo, že si obecní zastupitelstvo tento problém uvědomuje a že se jím bude zabývat, jakmile to bude možné.

V novém Územním plánu obce Láz z roku 2020 je vyznačena plocha pro výstavbu veřejné prospěšného zařízení. Samo obecní zastupitelstvo se přiklání k výstavbě zařízení na zpracování biologicky rozložitelného odpadu z obce. Z provedeného dotazníkového šetření vyplynulo, že by občané obce preferovali výstavbu komerční kompostárny. Zařízení, které ze zákona může vyprodukovaný kompost prodávat. Pro komerční kompostárnu se kladně vyjádřilo 28 % dotazovaných občanů. Druhou nejpreferovanější variantou byla bioplynová stanice s kogenerační jednotkou. Avšak tato varianta by představovala mnohem větší investiční náklady (viz tabulka č. 21) a problém by činilo i využití získané tepelné energie. Jedná se o malou obec, kde většina obyvatel bydlí v rodinných domech se samostatným zdrojem vytápění. Rozvod tepla po obci by tedy

znamenal logistický problém a velké investiční náklady, se kterými není v diplomové práci kalkulováno.

Občany nejvíce podporovaná komerční kompostárna je podporována i obecním zastupitelstvem obce. Pro se anonymně vyjádřilo 5 ze 7 zastupitelů. Podpora těchto dvou variant je pravděpodobně způsobena tím, že patří k nejznámějším zařízením na zpracování bioodpadu. Při rozhovoru s občany bylo zjištěno to, že velké množství z nich slyšelo například o vermikompostárně poprvé až v dotazníkovém šetření.

Je ovšem důležité se podívat i na finanční stránku výstavby zařízení na zpracování biologicky rozložitelného odpadu. Z analýzy dat pro diplomovou práci vyplynulo, že by z finančního hlediska pro obec Láz bylo výhodnější postavit vermikompostárnu. Výstavba tohoto zařízení je levnější než výstavba preferované komerční kompostárny a prodejem vzniklého vermikompostu by vznikl obci větší zisk (viz tabulka č. 24 a tabulka č. 25). Z těchto důvodů by pro obec bylo vhodné před zahájením stavebního řízení zhodnotit i alternativní varianty. Znamenalo by to ovšem učinit větší osvětu o problematice bioodpadu mezi občany. Nižší investiční náklady na výstavbu vermikompostárny potvrzuje i studie Su LinLim et al. z roku 2016. Studie uvádí ve své páté kapitole rozdílné náklady na výstavbu a vybavení obou zmiňovaných zařízení. Dále zmiňuje, že se na ekonomický aspekt zařízení na zpracování biologicky rozložitelného odpadu v jiných studiích neprobírá.

Z rozhovoru s místostarostkou obce vyplynulo, že zastupitelstvo uvažuje o zapojení okolních obcí do provozu kompostárny. V tomto případě by nejspíše investiční náklady výrazně nevzrostly, ale mohly by se snížit roční náklady na tunu zpracovaného odpadu. Dále by kompostárna vyprodukovala více kompostu na prodej, ze kterého by plynul vyšší zisk. I s touto variantou by však mohla být zajímavou alternativou již zmíněná vermikompostárna.

Při kalkulacích v této diplomové práci nebylo počítáno s náklady na svoz jak BRO tak BRKO. Avšak v dotazníkovém šetření bylo zjištěno, že by 49 % dotazovaných občanů bylo ochotno třídit BRKO doma. 20 % by bylo ochotno třídit pouze pokud by pro ně z toho plynula finanční výhoda. Tyto informace mohou obci pomoci při plánování.

Z dlouhodobého pozorování obecního názoru je možné říci, že by nejvhodnější variantou byly nádoby na BRKO v každé domácnosti s pravidelným svozem. Tento svoz by měl nejlépe korespondovat se svozem SKO. Pro svoz biologicky rozložitelného odpadu ze zahrad by možnou variantou byl individuální svoz samotnými občany. Tato možnost by mohla být optimalizována možností přistavení obecního kontejneru či valníku po předchozím objednání na obci k určitému pozemku. Avšak tato varianta by byla finančně náročná a záleželo by na zisku plynoucím ze samotného provozu. Přijatelné by bylo, kdyby zisky z prodeje kompostu pokryly veškeré náklady spojené s provozem zařízení a svozem odpadu.

Rozborem nádob na SKO v rámci diplomové práce bylo zjištěno, že až 43 % směsného komunálního odpadu v obci tvoří biologicky rozložitelná složka. Tyto údaje korespondují s daty ze článku Nový zákon o odpadech: Povinné soustředování bioodpadu od Kristýny Mrkvičkové z března 2022. Avšak tato data jsou v rozporu se studijí SKO, kterou provádí společnost EKO-KOM každý sudý rok. Společnost uvádí, že v roce 2020 bylo v SKO průměrně obsaženo necelých 25 % biologicky rozložitelné složky. Tento rozdíl

vznikl nejspíše díky rozdílnému dělení SKO na jednotlivé frakce a díky množství vzorových nádob na SKO.

Obec v roce 2021 podle zprávy od společnosti RUMPOLD-P s.r.o. vyprodukovala 233 tun SKO. S nárůstem cen za uložení odpadu na skládku by pro obec Láz bylo finančně výhodné odklonit takřka 93 tun biologicky rozložitelné složky obsažené v tomto SKO.

Umístění zařízení na zpracování biologicky rozložitelného odpadu je zamýšleno jihozápadně od intravilánu obce. Toto umístění zajistí, že nebude občany obce obtěžovat žádný zápach z provozu. Jedním z důvodů předpokladu může být i převládajícího západní atmosférické proudění ve střední Evropě. Tento fakt uvádí i textová část nového územního plánu obce z roku 2020. Jedná se o atmosférickou cirkulaci, kterou potvrzuje mnoho odborných literárních zdrojů včetně Encyklopedia of world climatology od Johna E. Olivera.

Na parcely je dnes umožněn vjezd ze silnice 1/18 v západní části. Tento vjezd je nedaleko ostré zatáčky (cca 85,5°). Z dlouhodobého pozorování je tato zatáčka občany brána jako velice nepřehledná. Je to z důvodu přilehlého lesíku a napojení vedlejší silnice vedoucí z obce Láz. Z těchto důvodů by bylo vhodnější umístit výjezd ze zařízení na silnici 1/18 na východní stranu parcel. Při zvýšené dopravní frekvenci se tak docílí přehlednější a bezpečnější dopravní situace.

## 8 Závěr

V teoretické části se diplomová práce zabývá poznatky o biologicky rozložitelném odpadu a o technologiích zpracování tohoto typu odpadu. Vyhodnocením praktické části diplomové práce bylo zjištěno optimální zařízení na zpracování bioodpadu v obci Láz. Pomocí rozboru směsného komunálního odpadu v obci, dotazníkového šetření, obecných výpočtů, a informací od obecního zastupitelstva se dospělo k závěru, že neoptimálnějším zařízením by pro obec Láz byla komerční kompostárna.

Pro tuto variantu se v dotazníkovém šetření kladně vyjádřilo 28 % dotazovaných občanů, Komerční kompostárnu by podpořilo 5 ze 7 obecních zastupitelů a provoz by zajistil využití vyhrazených parcel. I když by byli pořizovací a provozní náklady vyšší, tak na výstavbu existují dotace a je jistá návratnost z prodeje kompostu. V práci bylo navrženo další přezkoumání této varianty i s možností zapojení okolních obcí. Jednoduchým návrhem zařízení bylo dosaženo cílů této diplomové práce.

Během zpracování diplomové práce byla potvrzena hypotéza, že by z hlediska nákladů bylo nejlepší, aby si bioodpad z domácností kompostovali občané přímo u svého domu. Tato varianta by pro obec znamenala jednorázovou investici na pořízení kompostérů. Dále bylo zjištěno že by tato varianta zpracování bioodpadu mohla být z části dotována národním dotačním systémem. Avšak nedošlo by k využití parcely, kterou má obec pro záměr tohoto typu k dispozici.

Hypotéza tvrdící, že nejlevnějším způsobem nakládání s bioodpadem vznikajícím na pozemcích obce, je využívat nasmlouvanou kompostárnu v krátké dojezdové vzdálenosti, byla potvrzena. Pro malou obec je nejvýhodnější využít nejbližší možnou kompostárnu z důvodu snížení nákladu na svoz biologicky rozložitelného odpadu. Avšak v takovém případě by obec Láz nevyužila zvolené parcely, které by nezískala zpět do svého vlastnictví.

Zpracováním diplomové práce byla též prokázána hypotéza, že vybudování kompostárny pro malou obec je z důvodu dlouhodobé návratnosti efektivní pouze s využitím dotací. Investiční náklady na jednotlivá zařízení by pro malou obec byla velkou finanční zátěží. Z těchto důvodů by obecní zastupitelstvo obce Láz nezačalo výstavbu zařízení bez dotační podpory.

## 9 Literatura

Abbasi T, Tauseef SM, Abbasi SA. 2012. Biogas Energy. Springer New York Dordrecht Heidelberg, London.

Adhikary S. 2012. Vermicompost, the story of organic gold: A review. Indian Statistical Institute, Kolkata.

Adekunle KF, Okolie JA. 2015. A Review of Biochemical Process of Anaerobic Digestion. Scientific Research Publishing Inc., Nigeria.

Agronomická fakulta Mendelovy univerzity v Brně. 2015. Bioplynové stanice. Mendelova univerzita v Brně, Brno. Available from <http://web2.mendelu.cz/> (accessed February 2022).

Arthawidya J, Sutrisno E, Sumiyat S. 2017. ANALISIS KOMPOSISI TERBAIK DARI VARIASI C/N RASIO MENGGUNAKAN LIMBAH KULIT BUAH PISANG, SAYURAN DAN KOTORAN SAPI DENGAN PARAMETER C-ORGANIK, N-TOTAL, PHOSFOR, KALIUM DAN C/N RASIO MENGGUNAKAN METODE VERMIKOMPOSTING. Jurnal Teknik Lingkungan **3**: 1 - 20.

Aziz SQ, Omar IA, Mustafa JS. 2018. Design And Study For Composting Process Site. International Journal of Engineering Inventions **9**: 09 - 18.

Baredar P, Khare V, Nema S. 2020. Design and Optimization of Biogas Energy Systems. Academic Press, London.

Biom. 2018. 18 Příloha 3 - Náklady na hospodaření s BRO, struktura zdrojů a dynamika jejich změn. BIOM.cz. Available from <https://biom.cz/> (accessed March 2022).

BIOPROFIT. 2007. Jak využít bioplyn?. Bioprofit. Available from <http://www.bioplyn.cz/> (accessed March 2022).

Colón J, Martínéz-Blonco J, Gabarrell X, Artola A, Sánchez A, Rieradevall J, Font X. 2010. Environmental assessment of home composting. Pages 893 - 904 in Xu M, editor. Resources, Conservation and Recycling. University of Michigan, Michigan.

Lim SL, Lee LH, Wu TY. 2016. Sustainability of using composting and vermicomposting technologies for organic solid waste biotransformation: recent overview, greenhouse gases emissions and economic analysis. Special Volume: Process Integration for Cleaner Production **111**: 262 - 278

ČÚZK. 2022. Náhled do katastru nemovitostí. Český úřad zeměměřický a katastrální. Available from <http://nahlizenidokn.cuzk.cz> (accessed March 2022).

Daněk J. 2020. Územní plán Láz. Projektový ateliér AD s.r.o., České Budějovice.

Díaz JP, Reyes IP, Lundin M, Horváth IS. 2011. Co-digestion of different waste mixtures from agro-industrial activities: Kinetic evaluation and synergetic effects. *Bioresource Technology* **102/23**: 10834 - 10840.

Domínguez J, Edwards CA, Subler S. 1997. A comparison of vermicomposting and composting. *BioCycle* **38**:57 - 59.

Dvořák M. 2021. Dotace z OPŽP; Podpora rozvoje nakládání s odpady z OPŽP v období 2021 až 2027. Odpadová poradenská. Available from <https://www.odpadovaporadenska.cz/> (accessed March 2022).

EKO-KOM, a.s. 2021. Rozbory skladby směšného komunálního odpadu z obcí v roce 2020. EKO-KOM, a.s. Available from <https://www.ekokom.cz> (accessed December 2021).

EPA. 2021. Composting At Home. United States Environmental Protection Agency. Available from <http://www.epa.gov> (accessed February 2022).

Eurydice. 2022. Demografická situace. Eurydice. Available from <https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice> (accessed April 2022).

Evropský parlament a Rada EU. 2018. Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/850 ze dne 30. května 2018, kterou se mění směrnice 1999/31/ES o skládkách odpadů. Pages 100-108 in *Úřední věstník Evropské unie* L 150/100. Evropská unie.

Evropský parlament a Rada EU. 2018. Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/851 ze dne 30. května 2018, kterou se mění směrnice 2008/98/ES o odpadech. Pages 109-140 in *Úřední věstník Evropské unie* L 150/109. Evropská unie.

Fitzpatrick GE, Worden EC, Vendrame WA. 2005. Historical Development of Composting Technology during the 20th Century. *HortTechnology* **15**: 48 - 51.

GASCONTROL, společnost s r.o. 2022. Bioplynové stanice. Gascontrol. Available from <https://www.gascontrol.cz/> (accessed February 2022).

Gerardi MH. 2003. *The Microbiology of Anaerobic Digesters*. Wiley, Hoboken.

Habart J, Hrčka M, Humplík M, Marešová K. 2009. Příprava a výstavba kompostáren využívajících biologicky rozložitelné odpady z domácností a údržby městské zeleně. *Cz Biom - České sdružení pro biomasu*, Praha.

Hanč A, Plíva P. 2013a. Vermikompostování bioodpadů (certifikovaná metodika). Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Hanč A, Plíva P. 2013b. Vermicomposting technology as a tool for nutrient recovery from kitchen bio-waste. *Journal of Material Cycles and Waste Management* volume **15**: 431 - 439.



- Haug RT. 2000. The Practical Handbook of compost engineering. CRC Press LLC, Florida.
- Hřebíček J, Piliar F, Kalina J, Manhart, Součková K. 2011. Projektování nakládání s bioodpady v obcích. Nakladatelství MŽP, Praha.
- Chen L, de Haro Marti M, Moore A, Falen C. 2011. The Composting Process. Dairy compost production and use in Idaho **1**: 1-5.
- Kalina M. 2016. Hnojení půdy a kompostování v zahradě. Grada Publishing a.s., Praha.
- Kawai K, Liu Ch, Gamaralalage PJD. 2020. Composting. United Nations Environment Programme, Stockholm.
- Ministerstvo životního prostředí. 2020. OPŽP 2021–2027. Ministerstvo životního prostředí, Praha. Available from <https://www.mzp.cz> (accessed March 2022).
- Ministerstvo životního prostředí. 2020. Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech, ve znění účinném k 1.7. 2023. Pages 6081-6192 in Sběrka zákonů České republiky, 2020, částka 222. Česká republika.
- Ministerstvo životního prostředí. 2021. Národní program Životní prostředí. Ministerstvo životního prostředí, Praha.
- Ministerstvo životního prostředí. 2021. Vyhláška č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. Pages 2826-3027 in Sběrka zákonů České republiky č.273/2021 částka 119. Česká republika.
- Misra RV, Roy RN, Hiraoka H. 2003. On-farm composting methods. FAO, Rome.
- Mrkvičková K. 2022. Nový zákon o odpadech: Povinné soustředování bioodpadu. Kokoza. Available from <http://kokoza.cz> (accessed March 2022).
- Mudruňka J, Lyčková B, Kučerová R, Glogarová V, Takač D, Ossová K. 2019. Composting in Bags. Inzynieria Mineralna **1/2** :335 - 340.
- Munroe G. 2007. Manual of On-Farm Vermicomposting and Vermiculture. Organic Agriculture Centre of Canada, Truro.
- Oliver JE. 2004. Encyclopedia of World Climatology. Springer, Dordrech.
- Paleček R. 1999. Průběh teploty při kompostování. BIOM.cz. Available from <http://biom.cz> (accessed February 2022).
- Papurello D, Silvestrib S, Tomasib L, Belcarib I, Biasiolib F, Santarellia M. 2016. Biowaste for SOFCs. Energy Procedia **101**: 424 - 431.
- Plíva P. 2002. Malá mechanizace pro kompostování. Biom.cz Available from <http://biom.cz> (accessed March 2022).

- Plíva P. 2010. Plochy vhodné pro kompostování v pásových hromadách. Biom.cz Available from <http://biom.cz> (accessed March 2022).
- Plíva P, Altmann V, Hanč A, Hejátková K, Roy A, Souček J, Valentová L, Dubský M, Paleček R. 2016. Kompostování a kompostárny. Profi Press s.r.o., Praha.
- Plíva P, Habart J, Jelínek A, Kollárová M, Marešová K, Mimra M, Váňa J, Vostoupal B. 2009. Kompostování v pásových hromadách na volné ploše. ProfyPress, Praha.
- Plíva P, Jelínek A, Kollárová M. 2005. Využití technických prostředků pro technologii zpracování bioodpadu kontrolovaným kompostováním na malých hromadách. Biom. cz, Praha. Available from <https://biom.cz> (accessed March 2022).
- Rada Evropské unie. 1999. Směrnice Rady 1999/31/ES ze dne 26. dubna 1999 o skládkách odpadů. Pages 1-19 in Úřední věstník L 182/2019. Evropská unie.
- RUMPOLD-P s.r.o. 2022. Přehled návozu - obec Láz. RUMPOLD-P s.r.o., Příbram.
- Daněk J. 2020. Územní plán Láz. Projektový ateliér AD s.r.o., České Budějovicé.
- SFŽP. 2022. Programové období 2021–2027. Státní fond životního prostředí ČR. Available from <https://www.opzp.cz/> (accessed March 2022).
- Schulz H, Eder B. 2004. Bioplyn v praxi teorie - projektování - stavba zařízení - příklady. HEL, Ostrava.
- Sinha RK, Agarwal S, Chauhan K, Valani D. 2010. The wonders of earthworms & its vermicompost in farm production: Charles Darwin's 'friends of farmers', with potential to replace destructive chemical fertilizers from agriculture. *Agricultural Sciences* **2**: 76 - 94.
- Sirotková D. 2006. Návrh optimálního řešení nakládání s BRKO. Biom.cz Available from <http://biom.cz> (accessed November 2021).
- Šotnar M, Petrucha M. 2018. Bioplynové stanice a využití odpadního tepla. Vega spol. s.r.o., Hradec Králové. Available from <https://www.agrojournal.cz/> (accessed February 2022).
- Švejkovský J. 2002. Současné trendy v mechanizaci pro kompostování v západní Evropě. Biom.cz Available from <http://biom.cz> (accessed March 2022).
- Turco M, Ausiello A, Micoli L. 2016. Treatment of biogas for feeding High Temperature Fuel Cells. Springer International Publishing, Switzerland.
- Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. Výživa a hnojení polních plodin. Profi Press s.r.o., Praha.
- Večeřová V. 2018. Legislativní podmínky uvádění kompostu na trh. Kompostuj.cz. Available from <https://www.kompostuj.cz/> (accessed March 2022).

Voštová V, Altmann V, Fries J, Jeřábek K. 2009. Logistika odpadového hospodářství. České vysoké učení technické v Praze, Praha.

Wellinger A, Murphy J, Baxter D. 2013. The biogas handbook, Science, production and applications. Woodhead Publishing Limited, Philadelphia.

ZERA. 2016. Studie řešení nakládání s bioodpadem vzniklým na území měst Tábor, Sezimovo Ústí a Planá nad Lužnicí. ZERA - Zemědělská a ekologická regionální agentura, o.s., Náměšť n. Oslavou.

## 10 Seznam použitých zkratk a symbolů

BRKO - biologicky rozložitelný  
komunální odpad

BRO - biologicky rozložitelný odpad

BPS - bioplynová stanice

CBA - Analýza nákladů a výnosů

ČOV - čistírna odpadních vod

ČR - Česká republika

EIA - Posuzování vlivů záměrů na  
životní prostředí

ES - Evropské společenství

EU - Evropská unie

GDPR - General Data Protection  
Regulation (Obecné nařízení o ochraně  
osobních údajů)

ha - hektar

hm. – hmotnostní

HRT - hydraulický retenční čas

kW – kilowatt

m<sup>2</sup> - metr čtvereční

MŽP - ministerstvo životního prostředí

NPŽP - Národní program Životní  
prostředí

Ob. - obyvatel

OPŽP - Operační program Životní  
prostředí

PAYT - Pay as You Throw

PE - polyethylén

Sb. - Sběrka zákonů

SKO - směsný komunální odpad

Stol. - století

t - tuna

TTP - trvalý travní porost

ÚKZÚZ - Ústřední kontrolní a zkušební  
ústav zemědělský

ZPF - zemědělský půdní fond

# 11 Samostatné přílohy

Příloha č. 1: Seznam biologicky rozložitelného odpadu možného z pracovat v jednotlivých zařízeních podle zákona o odpadech.

- a) V malém zařízení - žlutá;
- b) Ve vermikompostárně - oranžová;
- c) Se souhlasem veterinární správy - černá;
- d) S ověřením účinnosti technologie a s pravidelným ověřování limitních indikátorových organismů - šedivá.

02 01 01	Kaly z praní a z čištění							
02 01 03	Odpad rostlinných pletiv							
02 01 06	Zvířecí trus, moč a hnůj (včetně znečištěné slámy), kapalné odpady, soustředované odděleně a zpracováváné mimo místo vzniku <sup>1)</sup>							
02 01 07	Odpady z lesnictví							
02 02 01	Kaly z praní a z čištění							
02 02 03	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování							
02 02 04	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku							
02 03 01	Kaly z praní, čištění, loupání, odstředování a separace							
02 03 04	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování							
02 03 05	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku							
02 03 99	Odpady jinak blíže neurčené							
02 04 03	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku							
02 05 01	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování							
02 05 02	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku							
02 06 01	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování							
02 06 03	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku							
02 07 01	Odpad z praní, čištění a mechanického zpracování surovin							
02 07 02	Odpad z destilace lihovin							
02 07 04	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování							
02 07 05	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku							
03 01 01	Odpadní kůra a korek							
03 01 05	Piliny, hobliny, odřezky, dřevo, dřevotřískové desky a dýhy, neuvedené pod číslem 03 01 04							
03 03 01	Odpadní kůra a dřevo							
03 03 07	Mechanicky oddělený výmět z rozvláknování odpadního papíru a lepenky (pouze odpad kartonu)							

03 03 09	Odpadní kaustifikační kal				
03 03 10	Výmětová vlákna, kaly z mechanického oddělování obsahující vlákna, výplně a povrchové vrstvy z mechanického třídění				
03 03 11	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku neuvedené pod číslem 03 03 10				
04 01 01	Odpadní klišovka a štípenka				
04 01 07	Kaly neobsahující chrom, zejména kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku				
04 02 10	Organické hmoty z přírodních produktů (např. tuk, vosk)				
04 02 20	Ostatní kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku neuvedené pod 04 02 19				
15 01 03	Dřevěné obaly				
17 02 01	Dřevo				
19 05 03	Kompost nevyhovující jakosti				
19 06 03	Extrakty z anaerobního zpracování komunálního odpadu <sup>2)</sup>				
19 06 04	Produkty vyhnívání z anaerobního zpracování komunálního odpadu <sup>2)</sup>				
19 06 05	Extrakty z anaerobního zpracování odpadů živočišného a rostlinného původu				
19 06 06	Produkty vyhnívání z anaerobního zpracování živočišného a rostlinného odpadu				
19 08 05	Kaly z čištění komunálních odpadních vod				
19 08 09	Směs tuků a olejů z odlučovačů tuků obsahujících pouze jedlé oleje a jedlé tuky				
19 08 12	Kaly z biologického čištění odpadních vod neuvedené pod číslem 19 08 11				
19 09 01	Pevné odpady z primárního čištění (z česlí a filtrů)				
19 09 02	Kaly z čiření vody				
19 12 07	Dřevo neuvedené pod číslem 19 12 06				
19 12 12	Jiné odpady (včetně směsí materiálů) z mechanické úpravy odpadu neuvedené pod číslem 19 12 11 (pouze odpad, který vznikl v zařízení určeném pro nakládání s biologicky rozložitelným odpadem úpravou biologicky rozložitelných odpadů uvedených v tomto seznamu)				
20 01 08	Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven				
20 01 25	Jedlý olej a tuk				
20 01 38	Dřevo neuvedené pod číslem 20 01 37				
20 02 01	Biologicky rozložitelný odpad				
20 03 02	Opad z tržišť				
20 03 04	Kal ze septiků a žump				