

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin



**Srovnání různých způsobů zpracování biologicky
rozložitelných odpadů**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Ondřej Kurka

Vedoucí práce: Ing. Jan Habart, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Srovnání různých způsobů zpracování biologicky rozložitelných odpadů" 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 10.4. 2015

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Janu Habartovi, Ph.D. za jeho připomínky, vstřícnost a trpělivost při psaní diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Tomášovi Hodkovi, Ing. Liboru Markovi a Ing. Františku Jelínkovi za jejich spolupráci v experimentální části práce. Poděkování patří také Ing. Jiřímu Netíkovi a Ing. Miroslavu Heroutovi, Ph.D. za jejich praktické rady v kompostování a anaerobní fermentaci gastroodpadu.

Srovnání různých způsobů zpracování biologicky rozložitelných odpadů

Souhrn

Diplomová práce „Srovnání různých způsobů zpracování biologicky rozložitelných odpadů“, se zabývá základními způsoby zpracování a využití bioodpadu. Popisuje průběh sběru, zpracování a následného využití produktů u jednotlivých strategií jako např. kompostování, bioplynové stanice apod. Zmiňuje se též o legislativě odpadového hospodářství České republiky i Evropské unie. Zaměření diplomové práce je kladeno převážně na odpad číslo 20 01 08 dle katalogu odpadů (tj. gastroodpad).

Metodická část diplomové práce popisuje problematiku gastroodpadu hotelu Hilton Prague, pro který byl navržen a zkonstruován prototyp drtícího a odvodňovacího zařízení (Salix 600) kuchyňských zbytků. Odvodňovač Salix 600 snižuje objem kuchyňského odpadu a usnadňuje i jeho následné využití (např. kompostování). Vzorky odvodněné kapaliny jsou laboratorně testovány a porovnávány s výstupy od standardních drtičů gastroodpadu bez odvodňovacích schopností. U vzorků je měřena koncentrace organických látek pomocí metody CHSK (chemická spotřeba kyslíku) s použitím dichromanu draselného jako oxidačního činidla. Výsledky jsou porovnány s platným kanalizačním řádem pro Ústřední čistírnu odpadních vod v Praze. Nakonec je vypočten finanční doplatek za případné zvýšené znečištění odpadních vod nadlimitní koncentrací organických látek.

Výsledky metodické části diplomové práce ukazují, že odvodňovač neplní funkci snížení organického znečištění odpadních vod. Koncentrace organických látek v roztoku je velice podobná koncentraci výstupu z drtiče kuchyňských zbytků.

Odvodňovač Salix 600 rozhodně není možné použít v praxi. Nejvhodnějším řešením zpracování gastroodpadu v hotelu Hilton Prague je nadále využívat svozu kuchyňských zbytků oprávněnou společností a následné materiální využití odpadu v bioplynové stanici.

Klíčová slova: vedlejší živočišné produkty, kuchyňské zbytky, bioodpad, odvodňovač, drtič kuchyňských zbytků

Comparison of different biodegradable waste treatment technologies

Summary

This thesis „Comparison of different biodegradable waste treatment technologies“ deals with the basic methods of processing and utilization of biodegradable waste. The thesis describes the process of collecting, processing and subsequent use of products in various strategies like composting, biogas plants, etc.. The thesis mentions also the waste management legislation of the Czech Republic and the European Union. The focus of this thesis is mainly put on the waste of the code 20 01 08 according to waste catalog (i.e. kitchen waste).

The methodological part of the thesis describes the issue of kitchen waste of the hotel Hilton Prague. The prototype of the crushing and dewatering equipment Salix 600 for kitchen waste was designed and built for the hotel Hilton Prague. The drainage Salix 600 reduces the amount of kitchen waste and helps to utilization of the dewatered waste (e.g. composting). Samples of drainage fluids are laboratory tested and compared with the outputs of a kitchen waste disposer without dewatering capabilities. The method COD (chemical oxygen demand) is used to measure the concentration of the organic substances in the samples. The oxidizing agent of this method was potassium dichromate. The results are compared with the current sewage guideline of the Central wastewater treatment plant in Prague. Finally, the financial supplement for any wastewater pollution caused by over limit concentration of organic compounds.

The results of the methodological part of the thesis show, that the drainage Salix 600 doesn't reduce the concentration of organic compounds. The concentration of organic compounds is similar to the concentration of outputs of the kitchen waste disposer.

The drainage Salix 600 certainly can not be used in practice. The most suitable solution of the kitchen waste processing in the hotel Hilton Prague is disposal by a legitimate company and appropriate waste material recovery in a composting facility.

Keywords: kitchen waste, kitchen waste disposer, organic waste, drain off, drainage, dewater

Obsah

Obsah	6
1) ÚVOD	8
2) VĚDECKÁ HYPOTÉZA A CÍLE PRÁCE	9
3) PŘEHLED LITERATURY	9
3.1 Biologicky rozložitelné odpady	9
3.1.1 Gastroodpad	12
3.1.1.1 Drcení gastroodpadu	14
3.2 Legislativa	17
3.2.1 Legislativní předpisy Evropské unie	17
3.2.2 Legislativní předpisy České republiky	17
3.2.3 Legislativa zpracování gastroodpadu	20
3.3 Systém sběru biologicky rozložitelného odpadu	23
3.3.1 Svoz biologicky rozložitelného odpadu	24
3.3.2 Prevence vzniku bioodpadu.....	27
3.3.3 Situace sběru v zahraničí	28
3.4 Technologie zpracování bioodpadu	28
3.4.1 Kompostování.....	29
3.4.1.1 Kompostovací proces.....	29
3.4.1.2 Faktory ovlivňující průběh kompostování	30
3.4.1.3 Domácí a komunitní kompostování bioodpadu	32
3.4.1.4 Kompostování gastroodpadu.....	33
3.4.1.5 Vermikompostování rostlinných zbytků	33
3.4.1.6 Další metody zpracování kuchyňských zbytků.....	37
3.4.2 Výroba bioplynu.....	38
3.4.2.1 Princip tvorby bioplynu.....	39
3.4.2.2 Anaerobní digesce gastroodpadu	42
3.4.2.3 Mokrý fermentace v praxi	43
3.4.2.4 Suchá fermentace v praxi	47
3.4.2.5 Problematika výroby bioplynu.....	47
3.4.2.6 Preferovaná technologie pro výrobu bioplynu z gastroodpadu.....	48
4) MATERIÁL A METODY	49
4.1 Hotel Hilton a problematika gastroodpadu	49

4 . 2	Technologické zařízení Salix 600	50
4 . 3	Kuchyňský drtič	51
4 . 4	Stanovení organických látek	52
4 . 5	Ekonomie provozu.....	53
5)	VÝSLEDKY	55
5 . 1	Drtič kuchyňských zbytků	55
5 . 2	Odvodňovač kuchyňských zbytků Salix 600	58
6)	DISKUZE.....	60
7)	ZÁVĚR.....	64
8)	SEZNAM LITERATURY	65
9)	SAMOSTATNÉ PŘÍLOHY	71

1) ÚVOD

„Odpadky nás jednoho dne zavalí“ (Martin Hobrland)

Biologicky rozložitelné odpady jsou nezanedbatelnou součástí denní produkce odpadu. Například v České republice se ročně vyprodukuje cca 9 mil. tun bioodpadu, což tvoří 23,5 % celkové produkce odpadu (ZÍMOVÁ 2009). Vocelka (2012) informuje, že podíl biologicky rozložitelného odpadu se pohybuje mezi 50 – 60 % z celkového množství směsného komunálního odpadu. Jedná se např. o odpad ze zeleně, kuchyňské zbytky, papír apod. Jejich nemalou výhodou je možnost materiálního využití (např. kompostováním, anaerobní digescí apod.). Vlivem globálního narůstajícího počtu obyvatel roste také produkce potravin. Odpad vzniklý z potravin je nezanedbatelnou složkou bioodpadu. Alterová (2011) se ve svém článku zmiňuje, že ročně je jedna třetina celosvětové produkce potravin nenávratně znehodnocena. Jedná se o zhruba 1,3 biliony tun! Dále bylo zjištěno, že konzumenti bohatých zemí ročně likvidují přibližně stejné množství potravin, kolik dokáže vyprodukovat např. subsaharská Afrika (cca 230 milionů tun). Alterová (2011) dodává, že globální plýtvání potravin je třeba dělit na ztráty a odpady. Potravinové ztráty vznikají vlivem nedokonalých zemědělských technologií, nízké úrovně infrastruktury i zpracování potravin. Nejvíce potravinových ztrát dochází v rozvojových zemích (okolo 40 %). Potravinový odpad naopak vzniká převážně v průmyslových zemích. V evropských či severoamerických zemích přichází roční potravinový odpad v rozmezí 95 - 115 kg na konzumenta. V subsaharské Africe se průměr pohybuje mezi 6 – 9 kg!

Efektivní využití kuchyňských zbytků mě motivovalo popsat unikátní projekt vznikající na přelomu roku 2014/2015, který si klade za cíl zpracovat zbytky jídel a potravin již v místě vzniku. Výsledkem projektu je vytvoření prototypu odvodňovače gastroodpadu Salix 600, který vzniklý odpad odvodní (čímž zmenší jeho objem) a následně hygienizuje. Hygienizovaný materiál se stává cennou surovinou, kterou je možné dále kompostovat či použít jako krmivo.

Diplomová práce řeší ekologické výhody i nevýhody odvodňovacího zařízení Salix 600. Dále popisuje ekonomickou stránku provozu a srovnává ho s alternativními postupy zpracování (např. odvoz specializovanou firmou apod.).

2) VĚDECKÁ HYPOTÉZA A CÍLE PRÁCE

Odvodňovač gastroodpadu Salix 600 by hypoteticky mohl být mnohem menší zátěží pro kanalizaci a čistírny odpadních vod v porovnání s klasickými drtiči kuchyňského odpadu. Do kanalizační sítě by vstupovala pouze kapalná substance, nikoliv malé částičky, které by se usazovaly jak v kanalizační síti, tak v odstředivacích nádržích čistírnách odpadních vod.

Výsledný produkt by mohl být objemově snížený až o 80 % a po hygienizaci by se mohl stát cennou surovinou, která by našla uplatnění v kompostárnách nebo ve výrobních halách zvířecího krmiva. Provoz odvodňovače s hygienizačním procesem by tak mohl vyjít levněji nežli třídění gastroodpadu a jejich následný odvoz pověřenou firmou.

Nicméně odvodňovač Salix 600 bude mít vysoké pořizovací náklady. A pokud odvodněná kapalina bude nadlimitně znečištěná, nesmí být vypouštěna do kanalizační sítě. Hrozí totiž vysoké pokuty za zvýšené náklady spojené s čištěním odpadních vod. Alternativou je uzavření nové smlouvy s provozovatelem kanalizační sítě (pokud to bude možné). V této smlouvě by byl vyměřen vyšší poplatek za stočné.

Diplomová práce si klade za cíl zjistit ekologické a ekonomické výhody či nevýhody provozu tohoto odvodňovacího zařízení s hygienizací. Výstupy budou porovnávány s alternativními možnostmi zpracování.

3) PŘEHLED LITERATURY

3.1 Biologicky rozložitelné odpady

Biologicky rozložitelné odpady (BRO) jsou definované podle zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech jako odpady podléhající aerobnímu či anaerobnímu rozkladu (např. potraviny, papír, rostlinný odpad). BRO je významnou složkou v celkové produkci odpadu.

Podle zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech je podrobněji definováno desítky druhů bioodpadů, které jsou rozděleny do mnoha skupin podle vzniku a vlastností. Výčet skupin je přehledně uveden v příloze č. 1.

Množství biologicky degradovatelných hmot však vzniká více. Část těchto biohmot totiž nenaplnuje definici odpadů dle zákona č. 185/2001 Sb, podle kterého je odpadem každá movitá věc, které se chce její majitel zbavit nebo má úmysl či zákonnou povinnost jí odstranit. Z tohoto důvodu jsou některé biologicky rozložitelné hmoty používány jako vedlejší produkty. Příkladem může být koňský hnůj, který majitel například prodává výrobci substrátů pro pěstování žampionů (ALTMANN 2010).

Malaták (2008) charakterizuje BRO jako odpadní biomasu, kterou je možné využít kompostováním či anaerobní fermentací (tj. tvorba a využití bioplynu). Udává jako příklad rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny (kukuřičná, řepková či obilná sláma, odpady ze sadů), lesní odpady (odřezky, kořeny, větve, kůra, klest, dřevní hmota z lesních probírek a jiné), odpady z živočišné výroby (různé exkrementy zemědělských zvířat a zbytky z krmiv), komunální organické odpady z převážně venkovských sídel (jako jsou kaly z odpadních vod, organická část tuhých komunálních odpadů) a organické zbytky z údržby zeleně a trávníků.

Omezení emisí skleníkových plynů je jeden z hlavních iniciátorů snah o omezení skládkování BRO. Skládkování BRO totiž produkuje plyny jako metan a oxid uhličitý, které vytváří tzv. skleníkový efekt a způsobují nenávratné klimatické změny. Proto Evropské unie vydala Směrnici Rady 1999/31/ES o skládkách odpadů, která nařizuje členským státům Unie postupné snižování BRO v odpadech ukládaných na skládky. Členské státy tak musí mít vypracovanou strategii (kompostování, výroba bioplynu, recyklace či energetické využití aj.), která naplňuje tyto stanovené cíle (ALTMANN 2010).

Tato směrnice také udává konkrétní požadavky snížení biologicky rozložitelného komunálního odpadu (BRKO) ukládaného na skládky, a sice do roku 2010, 2013 a 2020 (viz kapitola 3.2.1).

Definice pojmů – terminologie (MALAŤÁK 2008; ALTMANN 2010):

- **biomasa** – určitá substance biologického původu (zemědělská činnost, chov živočichů, organické odpady). Biomasa může být vnímána jako výsledek výrobní činnosti, nebo jako využití odpadů z lesního hospodářství, zemědělské výroby, údržby krajiny apod.

- **odpad** – jakákoliv movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má v úmyslu či povinnost se jí zbavit. Odpad také musí spadat do určité skupiny odpadů uvedených v příloze č. 1 podle zákona č. 185/2001.
- **odpadové hospodářství** – činnost zacílená na předcházení vzniku odpadů, na nakládání s odpady a jeho následnou péči o místo, kam jsou odpady trvale uloženy. Nutná neustálá kontrola těchto činností.
- **biologicky rozložitelný odpad (BRO)** – jakýkoli odpad, který je schopen anaerobního či aerobního rozkladu (např. tráva, potraviny, papír).
- **biologicky rozložitelný komunální odpad (BRKO)** – jedná se o spojení definice komunálního a biologicky rozložitelného odpadu. BRKO se tedy rozumí biologicky rozložitelný odpad z domácností nebo jemu podobný odpad. V Katalogu odpadu je BRKO přiřazováno ke skupině 20 00 00 (vyhláška MŽP č. 41/2005 Sb.). Podobný odpad je chápán jako živnostenské a průmyslové odpady, odpady z úřadů, včetně složek odděleného sběru. Nejčastější BRKO patří:
 - bioodpad z velkokuchyní
 - bioodpad z veřejné zeleně
 - bioodpad z tržišť
 - bioodpad odděleně sbíraný z domácností
- **odpad ze zeleně** – odpad ze zeleně je definován jako komunální odpad rostlinného původu z údržby veřejných parků, sadů, pouliční zeleně, travnatých sportovních hřišť, ze hřbitovů apod. Příkladem jsou větve stromů, tráva, listí (avšak nikoliv pouliční smetky), odřezky dřeva, ale též piliny. Dřevo však nesmí být ošetřené chemickými přípravky s těžkými kovy či organickými sloučeninami.
- **kompost** – stabilizovaný výstup z aerobně zpracovaného BRO. Kompost je převážně určen pro zlepšení půdních vlastností.
- **zelený kompost** – konečný produkt vzniklý pouze kompostováním rostlinných zbytků se nazývá zelený kompost.
- **domácí kompostování** – sběr rostlinných zbytků v domácnostech z kuchyně i zahrad a jejich následné kompostování a zpracování na zelený kompost v místě bydliště občana.
- **komunitní kompostování** – komunitní kompostování vychází ze sběru a kompostování rostlinných zbytků v komunitách (např. školka, sídliště, několik

domluvených domácností). Komunita pak svůj produkt – zelený kompost – používá pro vlastní účely.

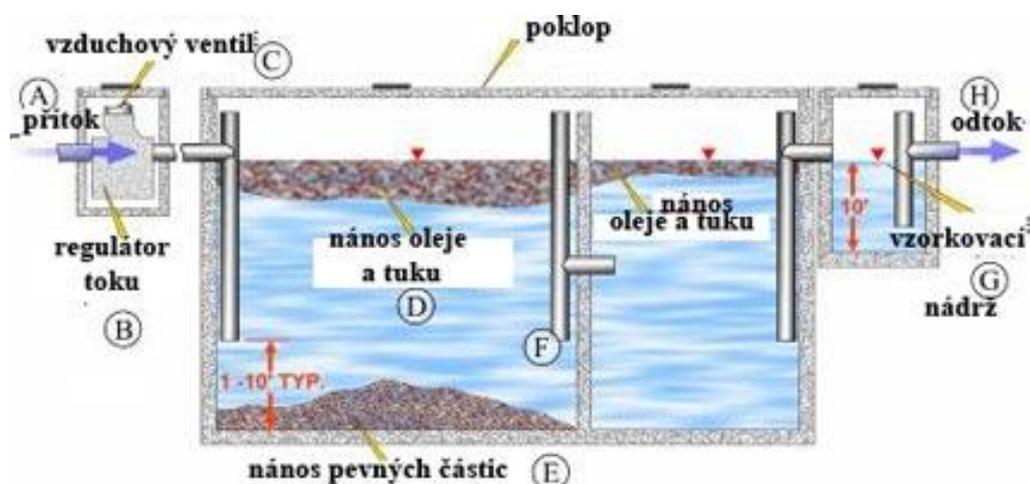
- **centrální kompostování** – centrální kompostování je chápáno jako kompostování BRO na specifickém místě k tomu určeném a schváleném příslušným státním orgánem. Místo kompostování bývá často označována jako „průmyslová kompostárna“.
- **anaerobní digesce** – řízený mikrobiální mezofilní či termofilní proces rozkladu organické hmoty za nepřístupu vzduchu. Tento proces je využíván v bioplynových stanicích a produktem anaerobní digesce jsou bioplyn a digestát.
- **digestát** – stabilizovaný výstup z anaerobní digesce biologicky rozložitelného odpadu.
- **mechanicko biologická úprava** – úprava směsného komunálního odpadu, který je netříděný a obsahuje mnoho různorodých složek (bioodpad, plasty, papír apod.). Vlivem procesu drcení, sítování a separace je oddělena energeticky využitelná složka (často označována jako RDF - refuse derived fuels), která je využita při spalování odpadu ve vhodných zařízeních. Cílem mechanicko biologické úpravy je snížit celkový objem směsného komunálního odpadu a také ho stabilizovat (DVOŘÁČEK 2009).
- **bioplyn** – plynný produkt anaerobní metanové fermentace organických látek. Proces tvorby bioplynu je nazýván též anaerobní digesce, biometanizace nebo biogasifikace. Bioplyn je tvořen směsí různorodých chemických látek, zejména metanu, oxidu uhličitého. Další prvky jako N₂, O₂, Ar, H₂S, N₂O se nachází většinou pouze ve stopovém množství. Bioplyn je schopen hoření.

3.1.1 Gastroodpad

Gastroodpad vzniká zejména v restauracích, jídelnách a hotelech. Tvoří ho zejména zbytky zeleniny, odpady ze zeleniny, ovoce a brambor, nedojedené zbytky, odřezky z masa, kosti, skořápky z vajec, odpadové tuky a oleje apod. Tento materiál je typický svým vysokým obsahem tekutin, krátkou dobou skladovatelnosti (v chladu vydrží max. týden) a vysokým obsahem dusíku. Gastroodpad je vhodná vstupní surovina pro kompostárny, kde však musí být vhodně míchán s dalšími surovinami jako je listí, piliny či štěpka. Alternativou kompostování je využití gastroodpadu při výrobě bioplynu v bioplynových stanicích, kde však musí dojít k potřebnému procesu hygienizace. Tento proces je ze zákona nezbytný,

jelikož kuchyňské zbytky často obsahují vedlejší živočišné produkty, které mohou obsahovat patogeny. Zpracování kuchyňských zbytků s vedlejšími živočišnými produkty podléhá nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 (PŠENIČKA 2012).

Gastroodpad je podle vyhlášky č. 503/2004 označován v katalogu odpadů především pod číslem 20 01 08 – Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven. Další významnou složkou gastroodpadu je jedlý olej a tuk (20 01 25). Olej a tuk jsou zachycovány v lapačích tuků (tzv. lapolů – obrázek č. 1), jelikož jejich vypouštění do kanalizace je zakázáno. Lapač tuků je nutné pravidelně odčerpávat specializovanou firmou (KOMÁR 2011).



Obrázek 1: Schéma lapače tuků

Zdroj: <http://www.novesluzby.cz/sluzby-a-remesla.214/odvoz-odpadu-ze-stravovacich-zarizeni-plzen-jih.24041.html>

Ostatní tuky a oleje vznikající mimo lapač tuků (např. olej z fritovacího zařízení) jsou separovány zvlášť a jsou odváženy pověřenou firmou prakticky bezplatně.

Gastroodpad musí být odvážen a likvidován oprávněnou fyzickou či právnickou osobou v předem označených barelech (obrázek č. 2). Před vývozem jsou barely skladovány v chladném prostředí, aby nedocházelo k předčasnému rozkladu.



Obrázek 2: Barely pro skladování gastroodpadu

Zdroj: <http://www.mariuspedersen.cz/cs/o-marius-pedersen/sluzby/6.shtml>

3.1.1.1 Drcení gastroodpadu

Drtiče odpadu (obrázek č. 3) jsou běžně užívaná technologická zařízení v restauracích a jídelních závodech. Odpad je v drtičích rozmělněn na malé částičky a smíchán s vodou. Poměr směsi drceného odpadu a vody bývá minimálně 1:3 (MARTÍNEK 2012). Nadměrné použití vody však vede k vyšším provozním nákladům a v neposlední řadě také k plýtvání drahocennou surovinou – vody (HABART 2004).

Drtiče kuchyňského odpadu jsou rozšířeny zejména v USA, kde je využívá až 50% domácností. V některých evropských zemích je naopak použití drtičů zakázáno kvůli možným poškozením kanalizačního systému či rekonstrukce čistíren odpadních vod (KIM 2015).

Drtič je používán zejména na kuřecí a rybí kosti, pečené maso, zeleninu, ovoce, papírové ubrousky, pečivo apod. Nelze drtit syrové maso a organicky nerozložitelný odpad. Vzniklá směs je vedena odpadní trubkou na kanalizační řád. Bohužel drtiče odpadu bývají často zneužívány k vypouštění nadměrného množství gastroodpadu do kanalizace bez použití lapolu, který odpad čistí od nežádoucích tuků a olejů. Kanalizace je tak zanášena pevnými

organickými látkami, které se nerozpouštějí (zůstávají stále v pevném skupenství). Částečky se následně usazují v kanalizačních přípojích a později i v hlavních stokách. Drtiče odpadu zatěžují nejen kanalizační systém, ale také čistírny odpadních vod (MARTÍNEK 2012). Čistírny odpadních vod jsou nuceny zpracovávat větší množství pevných částic, které se usazují v sedimentační nádrži nebo jsou zachyceny v biologickém stupni čistícího procesu. Produkce kalu je tak výrazně vyšší. Teoreticky by kal mohl být účelně zpracován jako hnojivo. Nicméně relativně čisté odpadní vody z domácností jsou míchány s odpadními vodami malých provozoven a průmyslových podniků, které jsou značně kontaminovány nežádoucími látkami. Vzniklý kal v čistírnách odpadních vod je poté silně znečištěn a jeho materiální využití (např. jako hnojivo) je značně problematické nebo nemožné. Dalšími kontaminanty kalu se stávají vody svedené do kanalizace z dopravních silnic, které jsou zatíženy vlivem automobilové dopravy (HABART 2004).

Organické látky v kanalizačním potrubí také podporují množení nežádoucích hlodavců (MARTÍNEK 2012).

Výhody drtiče odpadu tkví ve snížení bacionosičů (mouchy, plotice) a samozřejmě v nenákladném provozu. Použití drtiče odpadu patří mezi nejlevnější způsoby odstranění gastroodpadu, nicméně pouze z hlediska ekonomiky samostatného původce odpadu (HOFMANOVÁ 2011).

Battistoni (2007) se ve své studii zmiňuje o možném využití drtičů v menších osamělých obcích (např. v horách) s kořenovými čistíčkami, které jsou dovybaveny automatickými řízenými střídavými cykly. Návratnost počátečních investic byla spočítána na 4 – 5 let.

Podmínky vypouštění odpadních vod do veřejné kanalizace jsou stanoveny Kanalizačním řádem příslušné obce. Kanalizační řád stanovuje limity obvyklého znečištění, např. limitní množství nerozpuštěných látek je zpravidla 500 mg/l. Instalace drtiče odpadů však následným vypouštěním směsi kuchyňských zbytků a vody výrazně překračuje tento limit (koncentrace nerozpuštěných látek se odhaduje na 4000 – 5000 mg/l) (VODÁRENSKÁ 2015).

Pokud odpadní voda přesahuje limitní množství obvyklého znečištění, je nutné písemně upravit smlouvu mezi odběratelem (vlastník nemovitosti) a spotřebitelem (provozovatel kanalizace). Na základě míry překročení limitního množství je poté navýšen poplatek za stočné. Instalace drtiče odpadků bez souhlasu vlastníka kanalizační sítě je

nezákonné. Při takovémto přestupku může být uložena fyzické či právnické osobě pokuta až do výše 100 000 Kč (Zákon č. 274/2001 Sb.).

Používání drtiče odpadu je v rozporu se zákonem o vodách č. 254/2001 (§ 38, odst. 1), se zákonem o vodovodech a kanalizacích i se zákonem o odpadech. Vypouštění roztoku odpadu a vody totiž není vypouštění odpadní vody, nýbrž vypouštění odpadu do kanalizace (KOMÁR 2011).

Stravovací zařízení jsou intenzivně kontrolovány hygienickou institucí. Tyto kontroly se však vzácně týkají i otázky nakládání s odpady. Kontroly nakládání s odpady u jídelen a jiných stravovacích zařízení by měly také provádět obecní úřady, úřady s rozšířenou působností, krajské úřady i Česká inspekce životního prostředí. Tyto kroky by měly vést ke zkvalitnění odpadového hospodářství a rozvoji legitimního zpracování kuchyňských zbytků (VÁŇA 2009).



Obrázek 3: Drtič odpadků (až 300 jídel/hod)

Zdroj: http://www.drtriceodpadu.cz/drtice_kuchynskych_odpadku_ecomaster_lcd.php

3.2 Legislativa

3.2.1 Legislativní předpisy Evropské unie

Cílem EU je dosažení udržitelného rozvoje celého společenství, proto je nezbytná harmonizace práva členských států v oblasti odpadového hospodářství. Směrnice vyhlášené Evropskou unií musí být implementovány do právního řádu každého členského státu během daného časového období. Předpisy odpadového hospodářství prochází neustálým vývojem, lze tedy předpokládat nové změny v oblasti zpracování biologicky rozložitelného odpadu.

Směrnice Rady 1999/31/ES o skládkách odpadu nařizuje snížení procentuálního podílu BRO u odpadu ukládaného na skládky. V této směrnici je uvedeno v článku 5. odst. 1 povinnost vypracování národní strategie, která umožňuje snížení množství BRO ukládaného na skládky. Cílem této směrnice je primárně snížení nadměrné tvorby plynu CO₂ a CH₄, které výrazně přispívají ke globálnímu oteplování v důsledku tzv. skleníkového efektu. Vhodné strategie se týkají recyklace, výroby bioplynu, kompostování nebo energetického využití.

Směrnice dále uvádí povinnost snížit BRO do konkrétního roku (ALTMANN 2010):

- Do roku 2010 musí být složka BRO snížena na 75 % z celkového množství BRKO vytvořeného v roce 1995.
- Do roku 2013 musí být složka BRO snížena na 50 % z celkového množství BRKO vytvořeného v roce 1995.
- Do roku 2020 musí být složka BRO snížena na 35 % z celkového množství BRKO vytvořeného v roce 1995.

Podle údajů MŽP bylo v roce 1995 na skládkách uloženo okolo 1,53 mil. tun bioodpadů (PŠENIČKA 2012).

Dle této směrnice se stává jasnou prioritou materiálové využití bioodpadu (např. kompostování) před jeho energetickým využitím (např. spalovny odpadu). Český zákon o odpadech a jeho prováděcí předpisy byly upraveny dle požadavků této evropské směrnice (MALAŤÁK 2008).

3.2.2 Legislativní předpisy České republiky

Základní právní norma, která se týká odpadového hospodářství České republiky, je zakotvena v zákoně o odpadech č. 185/2001 Sb. Tento zákon byl vytvořen na základě nutnosti

upravit právní legislativu při vstupu do Evropské Unie. Zákon zcela jasně upřednostňuje využití odpadů před jejich odstraněním (MALAŤÁK 2008).

„Každý má při své činnosti nebo v rozsahu své působnosti povinnost v mezích daných tímto zákonem zajistit přednostně využití odpadů před jejich odstraněním. Materiálové využití má přednost před jiným využitím odpadů“ (Zákon č. 106/2005 Sb., 2015).

Podle vyhlášky 294/2005 Sb. je zakázáno ukládat jakýkoliv biologicky rozložitelný odpad na skládky. Bioodpady mohou být ukládány pouze v případě, když jsou složkou směsného komunálního odpadu (skupiny 20 v Katalogu odpadů). Nicméně od 1. 1. 2015 vstupuje v platnost vyhláška č. 321/2014 Sb. - Vyhláška o rozsahu a způsobu zajištění odděleného soustředování složek komunálních odpadů (HAVELKA 2015). Tato vyhláška nařizuje třídit biologicky rozložitelnou složku rostlinného původu a to minimálně od 1. dubna do 31. října kalendářního roku. Oddělený sběr BRKO obec může provádět prostřednictvím:

1. sběrných dvorů
2. velkoobjemových kontejnerů
3. sběrných nádob
4. pytlového sběru
5. zařízení podle § 14 odst. 1 (např. obecní kompostárna)
6. kombinací způsobů

Tato biologická složka však má být průběžně omezována až do roku 2020 dle Směrnice Rady 1999/31/ES (viz kapitola 3.2.2) (HAVELKA 2015).

Od 1. 1. 2015 nabývá účinnosti nový Plán odpadového hospodářství (POH) České republiky pro období 2015 – 2024. Všechny kraje musí do 30. června 2018 zpracovat své vlastní plány odpadového hospodářství. Mezi hlavní cíle POH patří jednoznačně předcházení vzniku odpadu, zvýšení recyklace a jeho materiálního využití. Strategické cíle uvedené v POH:

- Předcházení vzniku odpadů a snižování měrné produkce odpadů.
- Minimalizace nepříznivých účinků vzniku odpadů a nakládání s nimi na lidské zdraví a životní prostředí.
- Udržitelný rozvoj společnosti a přiblížení se k evropské „recyklační společnosti“.

- Maximální využívání odpadů jako náhrady primárních zdrojů a přechod na oběhové hospodářství.

Za účelem splnění směrnice Rady 1999/33ES o skládkách odpadů je uvedeno v POH několik opatření, která by měla zefektivnit sběr a nakládání s biologicky rozložitelnými odpady. Mezi některá opatření patří např.:

- a) Legislativně zakotvit povinnost obcí stanovit obecně závaznou vyhlášku obce, která definuje systém shromažďování, odděleného sběru a nakládání s BRO. Jedná se minimálně o BRO rostlinného původu.
- b) Legislativně zakotvit povinnost fyzických osob a jiných původců napojených na systém obce, BRO třídít, shromažďovat a předávat k využití podle systému stanoveného obcí (pokud s odpadem již sami nenakládají v souladu se zákonem).
- c) Mechanicko-biologická úprava nebo energetické využití organické složky směsného komunálního odpadu nenahrazují povinnost zavést systém odděleného sběru BRKO a jejich následné využití.
- d) Podpora osvětových programů zaměřených na předcházení vzniku biologicky rozložitelného odpadu. Např. formou domácí kompostování, komunitní či obecního kompostování.
- e) Podpora výstavby aerobních, anaerobních nebo energetických zařízení zpracovávajících odpad organického původu. Stanovení minimálních požadavků na tyto technologie a na vlastnosti výstupních produktů s ohledem na využití produktů a na ochranu lidského zdraví či životního prostředí.
- f) Podpora využití kompostů vyrobených z biologicky rozložitelných komunálních odpadů k aplikaci do půdy (především v zemědělství).
- g) Upravovat poplatek za skládkování recyklovatelného a využitelného odpadu tak, aby byl znevýhodňován vzhledem k alternativním způsobům využití odpadu v souladu s hierarchií nakládání s odpady
- h) Legislativně stanovit od roku 2024 zákaz skládkování směsného komunálního odpadu, recyklovatelných a využitelných odpadů.
- i) Důsledně kontrolovat nakládání s odpadem ze stravovacích zařízení a s odpady vedlejších živočišných produktů v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 (MZP 2014).

3.2.3 Legislativa zpracování gastroodpadu

Zásadní legislativní požadavky pro řešení problematiky gastroodpadu v potravinářských podnicích jsou uvedeny v Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 852/2004/ES o hygieně potravin. Šestá kapitola II. přílohy se zmiňuje o zacházení s kuchyňskými zbytky takto:

- Potravinářské odpady, nepoživatelné vedlejší produkty a jiný odpad musí být odstraňovány z prostor, kde se nacházejí potraviny, co nejrychleji, aby nedocházelo k jejich hromadění.
- Potravinářské odpady, nepoživatelné vedlejší produkty a jiné odpady se musí ukládat do uzavíratelných nádob, pokud provozovatelé potravinářských podniků nemohou příslušný orgán přesvědčit o vhodnosti jiných typů nádob nebo odklízecích systémů. Tyto nádoby musí mít vhodnou konstrukci, musí být udržovány v řádném stavu a podle potřeby musí být snadno čistitelné a dezinfikovatelné.
- Skladování a odstraňování potravinářských odpadů, nepoživatelných vedlejších produktů a jiných odpadů musí být zajištěno odpovídajícím způsobem. Úložiště odpadu musí být navržena a spravována tak, aby bylo možné je udržovat v čistotě a podle potřeby bez zvířat/ živočichů a škůdců.
- Všechny odpady musí být „likvidovány“ hygienickým a ekologickým způsobem v souladu s příslušnými právními předpisy Společenství a nesmí představovat přímý ani nepřímý zdroj kontaminace.

Podle zákona č. 185/2001 O odpadech v § 12, odstavce 3 může přebírat kuchyňské zbytky (odpad č. 20 01 08) do svého vlastnictví pouze oprávněná právnická či fyzická osoba. Nelze tedy podle zákona gastroodpad věnovat např. na zkrmení pro hospodářská zvířata. Oprávněné fyzické osoby likvidují kuchyňské zbytky ve specifických zařízeních (např. kompostárny či bioplynové stanice), kde dodržují přísné podmínky dané Evropskou unií. Musí také vlastnit oprávnění k manipulaci s tímto odpadem vydané příslušným krajským úřadem a veterinární správou.

Producent však může svépomocí odstraňovat vedlejší živočišné produkty, nikoliv však odpad! V případě vedlejších živočišných produktů však musí dodržovat podmínky uvedené v Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 definuje hygienická pravidla pro vedlejší produkty živočišného původu, které nejsou určeny pro lidskou spotřebu (MALAŤÁK 2008).

Toto evropské nařízení upravuje starší nařízení č. 1774/2002 a zabývá se především vedlejšími živočišnými produkty, které mohou být z hygienických důvodů nebezpečné. Jedná se o 3 různé kategorie podle hygienického rizika (KOLAŘÍK 2011):

I. Kategorie:

- kuchyňský odpad z dopravních prostředků v mezinárodní dopravě
- materiály obsahující části těl (z rizikových zvířat – nemocných, volně žijících, pokusných)
- produkty vyrobené ze zvířat, kterým byly podávány zakázané látky dle směrnice 96/22/ES.

II. Kategorie:

- hnůj a obsah trávicího traktu
- živočišné materiály shromážděné při čištění odpadních vod nebo ze zpracovatelských závodů 2. kategorie včetně odpadu zachyceného na česlech, sítích a lapačích písku, směsí tuků a olejů, kalů a materiálů z kanalizace těchto provozů.

III. Kategorie:

- vedlejší živočišné produkty vznikající při výrobě produktů určených k lidské spotřebě, včetně odtučněných kostí a škvarků
- zmetkové potraviny živočišného původu nebo zmetkové potraviny obsahující produkty živočišného původu s výjimkou kuchyňského odpadu, který z obchodních důvodů, z důvodů závady při výrobě nebo balení nebo jiné závady nepředstavující nebezpečí pro lidi nebo zvířata, již nejsou určeny k lidské spotřebě;
- kuchyňský odpad („catering waste“) vyjma odpadů z dopravních prostředků v mezinárodní dopravě.

V tomto nařízení je také uvedeno, jak nakládat s určitým typem vedlejšího produktu živočišné výroby. Pro kategorii I. neexistuje materiálové využití. Dochází k likvidaci za přísných hygienických podmínek. Pro některý materiál z kategorie II. je již možné materiálové využití formou kompostování či anaerobní digesce. Produkty z kategorie III. je možné kompostovat či biozplyňovat všechny.

Zvláštní požadavky jsou kladeny na zařízení pro výrobu kompostu nebo bioplynu z odpadu kategorie III. Malat'ák (2008) a Kolařík (2011) se o nich zmiňují ve svých publikacích:

- maximální velikost částic před vstupem do kompostujícího reaktoru je 12 mm
- minimální teplota veškerého materiálu v reaktoru je 70 °C
- minimální doba v reaktoru (při setrvání teploty 70 °C) je 60 minut
- průběžné zaznamenávání teploty a archivování záznamů
- analyzování kompostu i vyhnilého kalu (např. na patogenní organismy)

Výše uvedené podmínky znesnadňují kompostárnám zpracovávat vedlejší živočišné produkty. Pouze některé kompostovací technologie plní nařízení č. 1069/2009 (např. uzavřené reaktory).

Pro alternativní využití vedlejších živočišných produktů se vztahují další zásadní omezení:

1. jejich zkrmování zvířaty, která geneticky obsahují stejné živočišné bílkoviny, jaká jsou obsažena v krmivu vzniklého z těla stejného živočišného druhu (např. skot nesmí konzumovat vedlejší živočišné produkty ze skotu)
2. krmení zemědělských zvířat s výjimkou kožešinových zvířat kuchyňským odpadem nebo krmnými surovinami tento odpad obsahujícími nebo z něho pocházejícími
3. použití jiných organických hnojiv pro zkvalitnění půdy na loukách a pastvinách než je hnůj

Důvodem těchto omezení je možné nebezpečí šíření nemocí (např. slintavky a kulhavky), se šířením přenosných spongiformních encefalopatií (např. bovinní spongiformní encefalopatie) apod.

Vyhláška č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady zavádí pojem vytríděný odpad z kuchyní, jídelen a stravovacích zařízení. Tento vytríděný kuchyňský odpad je definován jako odpad pouze rostlinného charakteru (např. ovoce, zelenina apod.), který nepřišel do styku s žádným živočišným produktem (např. maso,

vejce, mléko apod.). S tímto kuchyňským bioodpadem se může zacházet jako s běžným bioodpadem. Nevztahuje se na něj žádná omezení jako na odpady s vedlejšími živočišnými produkty (VÁŇA 2011).

Nový POH České republiky si klade za cíl především:

1. Snižovat množství biologicky rozložitelných odpadů z kuchyní a stravoven a vedlejších produktů živočišného původu ve smíšeném komunálním odpadu, které jsou původem z veřejných stravovacích zařízení (restaurace, občerstvení) a centrálních kuchyní (nemocnice, školy a další obdobná zařízení).
2. Správně nakládat s biologicky rozložitelnými odpady z kuchyní a stravoven a vedlejšími produkty živočišného původu a snižovat tak negativní účinky spojené s nakládáním s nimi na lidské zdraví a životní prostředí.

V POH je zmíněno několik opatření, které mají vést k naplnění těchto cílů. Mezi některé z nich patří např. podpora systému sběru použitých olejů a tuků od původců i z domácností; důslednější kontrola nakládání vedlejších živočišných produktů a biologicky rozložitelných odpadů z kuchyní a stravoven; podpora osvětových kampaní s touto problematikou aj. (MZP 2014).

3.3 Systém sběru biologicky rozložitelného odpadu

Kvalitní separovaný sběr BRO a jeho čistota je základním předpokladem pro účelné zpracování BRO. Naopak bioodpad získaný mechanickým zpracováním komunálního odpadu představuje vysoké riziko výskytu nežádoucích prvků a následné znehodnocení výsledného produktu (např. kompostu). Efektivní organizace a sběr bioodpadu je závislý především na těchto požadavcích:

- široká účast občanů na třídění bioodpadu
- znalosti o množství produkce bioodpadu v obci
- zvážení místních podmínek sběru (dle zástavby, sociální struktury obyvatel apod.)
- zavedení zkušebního sběru
- pravidelná hodnocení úspěšnosti aktuálního způsobu sběru bioodpadu
- provádění analýz kontaminace sebraného bioodpadu
- analýza nákladů sběru

Zvýšení odděleného sběru bioodpadu může být podpořeno těmito opatřeními:

- právní závazky požadující oddělený sběr
- využití místních nařízení
- fiskální nástroje
- trvalé veřejné výchovné kampaně

Právní závazky ukládající povinnost odděleného sběru BRKO využívá řada zemí jako např. Holandsko, Rakousko, Dánsko či Španělsko.

Místní nařízení jsou dodatečná opatření, která platí pro domácnosti, ale také např. pro firmy či státní instituce. Tato nařízení usměrňují třídění složek bioodpadu, používání kontejnerů, frekvenci svozu aj.

Fiskální nástroje zlepšují efektivitu třídění bioodpadu pomocí finančních motivací. V řadě zemí je cena za směsný komunální odpad závislá na množství či hmotnosti odpadu. Pokud tedy domácnost řádně třídí odpad, produkuje méně směsného odpadu a poplatky za odvoz jsou poté nižší. Např. v Rakousku dokonce odměňují občany, kteří svůj vyprodukovaný bioodpad kompostují a předcházejí tak vzniku odpadu.

Výchovné kampaně se týkají osvěty a informovanosti o možnostech třídění odpadu, o jeho smyslu a případných výhodách při řádném třídění. Tyto projekty je potřeba dlouhodobě udržovat, sledovat jejich přínos apod. Mnoho z počátku úspěšných projektů ztratilo na efektivitě v důsledku neudržování (ALTMANN 2010).

3.3.1 Svoz biologicky rozložitelného odpadu

Donáškový způsob sběru

Při donáškovém způsobu sběru je nutné dopravit vybraný bioodpad na předem stanovená místa (např. sběrné kontejnery či valníky). Tyto nádoby bývají umístěny na strategických místech (např. poblíž supermarketu) a jsou v pravidelné frekvenci vyváženy. Frekvence vývozu je závislá na charakteru obce i na ročním období. Kontejnery mohou být také barevně rozlišeny. Touto odlišností je dáno najevo, pro jakou složku bioodpadu jsou určeny (např. kuchyňský bioodpad, zeleň, textilie aj.).

Sběrný dvůr také může sloužit jako donáškové místo, kam občané mohou vozit bioodpad, zpravidla ořezané stromové větve či posekanou trávu ze zahrad. Odtud je bioodpad zpravidla převážen na kompostárnu (ALTMANN 2010).

Při donáškovém způsobu sběru jsou občané vybaveni zpravidla speciálními nádobami, které slouží pro dočasné shromažďování bioodpadu. Jedná se např. o plastové či papírové pytle (MALAŤÁK 2008). Po vysypání bioodpadu na sběrných místech však v pytlích zůstávají zbytky organické hmoty, která obvykle začne degradovat a zapáchat. Alternativou jsou biodegradabilní platové sáčky a pytle (obrázek č. 4), které jsou plně kompostovatelné. Tato nová technologie umožňuje vyhazování bioodpadu i s pytlí, které se během kompostovacího procesu rozloží. Biodegradabilní plasty jsou vyrobeny na bázi kukuřičného a bramborového škrobu. Již během 40 dní ztratí 90 % své hmotnosti, pokud jsou vystaveny vhodné vlhkosti a přítomnosti bakterií. Kompletní doba degradace je udávána na cca 3 měsíce.



Obrázek 4: Biodegradabilní pytel pro sběr BRKO

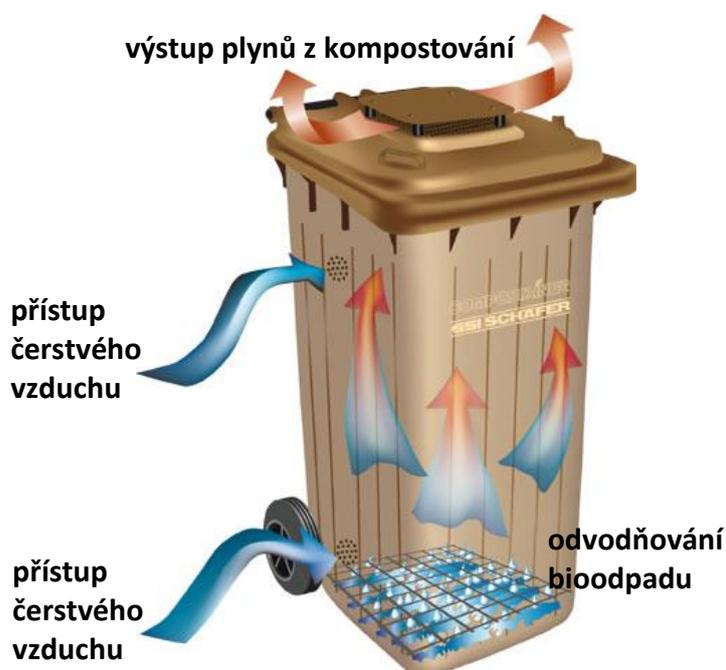
Zdroj: <http://odpady.ihned.cz/c1-39423690-obalove-folie-z-biodegradabilnich-plastu>

Čistota sbíraného bioodpadu musí být průběžně kontrolována. Při sběru musí být především odstraněny kusy kovových předmětů, autobaterie, sklo, plechovky od barev apod. Drobné kusy odpadu, které nejsou nebezpečné, mohou být akceptovány (dodatečné odstranění prosetím hotového kompostu) (ALTMANN 2010).

Odvozový způsob sběru

Bioodpad je sbírán do sběrných nádob o objemu zpravidla 120 l nebo 240 l. Nádoby jsou pravidelně vyváženy svozovými odpadkovými automobily, které jezdí zpravidla 1x za 14 dní. V letních měsících je interval svozu kratší z hygienických důvodů. Třídění kuchyňských zbytků a zahradního bioodpadu do oddělených nádob je vhodnější z hlediska následného zpracování.

Při používání sběrných nádob se může vyskytnout zápach či rozptyl vody v okolí při nakládce. Tyto problémy je možné eliminovat užíváním speciálních nádob (tzv. kompostejnery – obrázek č. 5), které plní zároveň funkci kompostéru. Dochází k odvodňování materiálu a zároveň probíhají aerační procesy. Tím dochází již k mírnému kompostování organického materiálu již ve fázi sběru. Pořizovací náklady jsou však vyšší (VÁŇA 2011).



Obrázek 5: Kompostejner s odvodňovací a aerační funkcí

Zdroj: <http://www.ekonakup.cz/nadoby-na-bioodpad-odpadkove-kose/sberne-nadoby-na-bioodpad/kompostejner-ct-240>

3.3.2 Prevence vzniku bioodpadu

Dle hierarchie o odpadech v § 9a zákona 185/2001 sb. o odpadech je nutné upřednostňovat prevenci vzniku odpadu. Problematiku prevence vzniku bioodpadu řeší např. komunitní nebo domácí kompostování (obrázek č. 6).

Pokud občané zpracovávají organický materiál svépomocí, tak se nejedná o bioodpad, nýbrž organický materiál. Organický materiál zahrnuje veškeré rostlinné zbytky a není veden v katalogu odpadů. Proto se na něj nevážou omezení a povinnosti zpracování vyplývající ze zákona o odpadech. Pokud by nepotřebný organický materiál byl předán třetí osobě, byl by již považován za bioodpad a následné zpracování by podléhalo zákonu č. 185/2001 (PŠENIČKA 2012).

Domácnosti a ekonomické subjekty mohou nejen kompostovat rostlinné a kuchyňské zbytky, ale také je zkrmovat hospodářskými zvířaty a zvířaty v zájmovém chovu. Při zkrmování je však nutné dbát na to, aby organický materiál neměl charakter odpadu. Nesmí se také jednat o vedlejší živočišné produkty, u kterých hrozí hygienické riziko přenosu patogenů! Zpracování vedlejších živočišných produktů je zatíženo nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 (VÁŇA 2011).



Obrázek 6: Domácí kompostování se dvěma boxy

Zdroj: <http://www.bio-info.cz/zijte-bio/miss-kompost-2014>

3.3.3 Situace sběru v zahraničí

Řada evropských zemí zajistila právní závazky týkající se odděleného sběru bioodpadu. Požadavky se mohou týkat i specifických frakcí jako například potravinového odpadu, lepenky apod.

Rakousko vydalo již v roce 1995 obecní nařízení pro sběr a zpracování biologicky rozložitelného odpadu z domácností.

Katalánsko (jedno ze 17 autonomních společenství ve Španělsku) vydalo legislativní nařízení v roce 1999, které nařizuje třídění složky BRKO pro obce s více než 5000 obyvateli.

Holandsko zavedlo již v lednu roku 1994 povinnost separovaného sběru odpadu potravin a zahradního odpadu. Holandské obce musí také zajistit oddělený sběr lepenky, papíru a textilií (ALTMANN 2010).

3.4 Technologie zpracování bioopadu

V dnešní době existuje mnoho způsobů zpracování bioodpadu.

Termické způsoby zpracování bioodpadu:

- spalování biomasy
- zplyňování biomasy
- pyrolýza bioodpadů
- spalování kalů v cementárnách

Biologické způsoby využití bioodpadů:

- Aerobní technologie:
 - kompostování
 - vermikompostování
 - výroba biopaliv metodou biologického sušení
 - termofilní aerobní fermentace
- Anaerobní technologie
 - fermentace
 - anaerobní vyhnívání

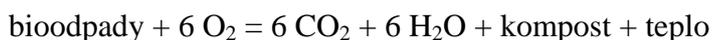
Ostatní způsoby využití bioodpadů:

- slaměné panely ve stavebnictví
- stavební materiály
- výroba bionafty

Mezi nejznámější metody patří kompostování a anaerobní fermentace (ALTMANN 2010).

3.4.1 Kompostování

Pšenička (2012) charakterizuje kompostování jako biochemický proces, při kterém se za přítomnosti kyslíku (aerobní prostředí) rozkládají organické látky na oxid uhličitý, vodu, složité organické látky (humus) a energii v podobě tepla. Následná chemická rovnice obecně charakterizuje proces kompostování:



Výsledkem kompostování nestabilního organického materiálu se stává stabilní produkt (kompost). Tímto procesem se zároveň redukuje hmotnost, vlhkost a nežádoucí mikroorganismy. Vyzrálý kompost se stává kvalitním organicko-minerálním přírodním hnojivem. Svým složením také zlepšuje strukturu půdy a vytváří optimální kyprost (ALTMANN 2010). Další výhody technologie kompostování zahrnují snížení ukládaného bioodpadu na skládky. Kapacita skládek je tak navýšena a redukuje se i tvorba skleníkového plynu CH₄. Kompost má obdobné vlastnosti jako přírodní rašelina. Kompostování může tedy v budoucnu omezit těžbu rašeliny (ANDERSON 2010). Pokud však kompostovací proces probíhá za nevhodných podmínek (např. nízká aerace, nevhodný poměr C:N), vzniká kromě CO₂ zvýšené množství dalších skleníkových plynů – např. CH₄ a N₂O (SAER 2013).

3.4.1.1 Kompostovací proces

Kompostování je kontinuální a nezávislý proces na okolních podmínkách. Obecně v literatuře se však hovoří o 3 základních fázích (MALAŤÁK 2008):

Fáze rozkladu

Během prvních 3 týdnů mikroorganismy rozkládají snadno rozložitelné sloučeniny, jako jsou např. bílkoviny, cukry a škrob. Teplota dosahuje 50 - 70 °C, dochází k redukci hmotnosti. Nutností této fáze je intenzivní provzdušňování materiálu. U méně vyspělých technologií kompostování může doba fáze rozkladu dosáhnout až 2 měsíců.

Fáze přeměny

Tato fáze nastává během 4-8 týdnů (případně až 10 týdnem) a dochází zde k poklesu teploty na 40 - 45 °C. Kompost mění svou barvu na stejnoměrně hnědou a jeho vůně připomíná lesní zeminu. Materiál kompostu nabývá drobkovité struktury.

Fáze zrání

Teplota uvnitř materiálu klesá na teplotu okolního prostředí. Živiny jsou časem vázány na humusové sloučeniny, proto je potřeba proces zrání ponechat dostatečně dlouho.

3.4.1.2 Faktory ovlivňující průběh kompostování

Homogenizace

Homogenizace je nezbytnou podmínkou pro rovnoměrné probíhání kompostovacího procesu. Pro správné nastartování první fáze kompostování je zapotřebí rozdrcení a rozmělnění vstupních surovin (MALAŤÁK 2008). Jemná zrnitost materiálu zvyšuje styčné a oxidační plochy, urychluje tak biodegradaci. Zároveň by však zrnitost měla umožnit dostatečnou výměnu plynů mezi zrajícím kompostem a okolím. Altmann (2010) se zmiňuje, že největší rozměr částic by neměl překročit 50 mm. Finanční výdaje při rozměňování by neměly být opomenuty.

Půdní mikroorganismy

Naočkování zakládky půdními mikroorganismy je předpokladem pro urychlení fáze rozkladu. Naočkování probíhá nejčastěji přidáním již vyzrálého kompostu do čerstvé zakládky, která již však splňuje optimální vlhkost a pH pro rozvoj mikroflóry (PŠENIČKA 2008).

Poměr C:N

Rychlost rozkladu organických látek je zcela závislá na vhodném poměru uhlíku a dusíku. Půdní mikroflóra využívá uhlík především ke svému růstu, zatímco dusík je nezbytný k její rozšiřování. Optimální hodnota pro fázi rozkladu se uvádí 30:1. Ve fázi zrání se poměr snižuje na zhruba 12:1, jelikož velké množství uhlíku unikne ve formě CO₂. Množství uniklého uhlíku činí zhruba 30 % původního množství. Pokud je počáteční poměr příliš nízký (např. nižší než 15:1), proběhne fáze rozkladu příliš rychle. Mikroorganismy nestihnou využít nadbytečné množství dusíku, které začne unikat do ovzduší v podobě amoniaku. Ztráty dusíku tak mohou představovat až 20 % z původního množství. Naopak při vysokém počátečním poměru C:N se proces výrazně zpomalí a fáze zrání se značně prodlužuje (ALTMANN 2010).

Vlhkost a provzdušňování

Udržování optimální vlhkosti během celého procesu kompostování je zcela zásadní. Vlhkost materiálu koreluje s jeho pórovitostí. Čím vyšší pórovitost má materiál, tím více vlhkosti je zapotřebí. Jelikož pórovitost během kompostování klesá, snižují se i nároky na vlhkost prostředí (MALAŤÁK 2008). Optimální hodnota vlhkosti se pohybuje v rozmezí 50 – 65 % a je potřeba ji během procesu řídit (SHEN 2015). Při nadměrné vlhkosti dochází k anaerobním podmínkám a tvorbě CH₄. Zkušenosti ukázaly, že je lépe začít kompostovat s nižší vlhkostí. Je výrazně náročnější upravit převlhčený materiál.

Provzdušňování hromady probíhá aktivně nebo pasivně. Aktivní způsob okysličování prostředí je založen na mechanickém dodávání vzduchu. Tento způsob je nákladnější, nicméně má své opodstatnění v případech, kdy materiál obsahuje rizikové prvky (např. patogeny) nebo pokud hrozí zapáchání. Pasivní způsob aerace je způsoben fyzikálním prouděním vzduchu, tzv. „komínovým efektem“. Vysoké teploty vznikající uprostřed zakládky způsobují stoupání horkého vzduchu vzhůru. Vzniká tak podtlak, který nasává okolní vzduch do středu hromady (MALAŤÁK 2008).

Teplota

Teplota vznikající během kompostování je ukazatelem průběhu kompostovacího procesu. Při biodegradaci organického materiálu dochází k exotermním reakcím. Nárůst teploty probíhá zejména v počáteční fázi, kdy jsou půdní mikroorganismy nejvíce aktivní. Důležité termofilní mikroorganismy potřebují pro své působení teploty v rozmezí 45 – 60 °C. Zvýšení teploty je způsobeno např. vyšším počtem překopávek (zvýšení aerace). Takto

vysoké teploty také ničí patogenní bakterie a eliminují klíčivost semen plevelů. Během fáze přeměny a dozrávání již teplota postupně klesá (PŠENIČKA 2012).

pH

Optimální pH začínajícího kompostu se pohybuje v rozmezí 6 – 8, jelikož právě toto prostředí je nejvíce příznivé pro rozvoj a aktivitu většiny mikroorganismů. Regulace pH je prováděna zejména úpravou poměru C:N (MALAŤÁK 2008).

3.4.1.3 Domácí a komunitní kompostování bioodpadu

Domácí kompostování je nejjednodušší způsob, jak ekologicky zpracovat organické zbytky vzniklé v domácnostech. Pokud jsou organické zbytky zpracovávány svépomocí (např. kompostováním na zahradě – obrázek č. 6), předchází se vzniku bioodpadu (AMLINGER 2009). Předcházení vzniku odpadu je na prvním místě v hierarchickém žebříčku legislativy Evropské unie.

Materiál vhodný pro domácí kompostování jsou téměř všechny organické materiály. Jelikož domácí kompostování nezajišťuje tak kvalitní podmínky jako centrální kompostování (teplota, aerace, homogenizace apod.), nedoporučuje se kompostování živočišných produktů (např. maso, mléčné výrobky aj.). Živočišné produkty vyžadují vyšší stupeň hygienizace. Také není vhodné kompostovat v domácím prostředí chemicky rizikové materiály (např. s obsahem těžkých kovů, PCB, DDT apod.) (PŠENIČKA 2012).

Domácí kompostování má hned několik zásadních výhod:

- snížení směsného komunálního odpadu (SKO)
- zbavení zápachu sběrných nádob na SKO
- výroba kompostu pro vlastní potřebu
- prevence proti extrémním klimatickým jevům spojených s lokální degradací

půdy

Sbíraný bioodpad v domácnostech je třeba ukládat do provzdušněných nádob, ve kterých nebude docházet ke hnití odpadu a tvorbě zápachu. Sbíraný bioodpad je vhodné vynášet na kompost co nejčastěji, nejdéle však jednou týdně.

Komunitní kompostování je podobné domácímu kompostování. Jedná se o kompostování v širším měřítku, kdy se skupina občanů (např. zahrádkáři, obyvatelé bytového

družstva apod.) rozhodne společně kompostovat. Sbíraný bioodpad je ukládán na jedno místo (např. komunitní kompostér, velké kompostoviště), kde dochází ke kompostování. Výsledný kompost je využit pro komunitní účely. Velikost společného kompostéru je závislá na velikosti komunity (PŠENIČKA 2012).

3.4.1.4 Kompostování gastroodpadu

Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1069/2009 umožňuje kompostování gastroodpadu s obsahem vedlejších živočišných produktů pouze za určitých podmínek. Kompostování musí probíhat v uzavřeném boxu, kde je monitorován vývoj teploty v čase. Kontinuální výsledky měření teploty jsou zaznamenávány a celý proces je automaticky zabezpečen pro případ nedostatečného ohřevu materiálu. Celé zařízení musí také disponovat čistícími prostředky pro desinfekci nádob určených pro gastroodpad či vedlejší živočišné produkty. Čistící prostředky musí sloužit také pro desinfekci vozidel, která gastroodpad převážejí. Kompostovací proces musí dosáhnout určitých teplot po určitou dobu. Více podrobností je uvedeno v kapitole 3.2.3

Hygienizační procesy probíhají obvykle přímo v samotném reaktoru (např. konterjnerový fermentor EWA) nebo ve stavebně vybudovaném kompoboxu.

Konzistence kuchyňských odpadů není příliš vhodná pro kompostování. Obsahuje vysoké množství dusíku a vysoké množství vody. Pro vhodnou kompostovací substanci je nutné gastroodpad doplnit např. slámou, pilinami apod (MALAŤÁK 2008).

3.4.1.5 Vermikompostování rostlinných zbytků

Vermikompostování je metoda kompostování s využitím žížal a jejich rozkladných schopností. Tato metoda je považována za nejpokročilejší metodou kompostování. V procesu vermikompostování dochází k biooxidaci a stabilizaci organické hmoty za intenzivní činnosti žížal a mikroorganismů (DOMINGUEZ 2011). Nedochozí zde k termofilní rozkladné fázi jako při klasickém kompostování. Fragmentaci, překopávání a aeraci zajišťují převážně žížaly, náklady na provoz vermikompostování jsou tedy nižší (HANČ 2013). Vhodné druhy žížal pro vermikompostování jsou např. *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei*, *Perionyx excavatus* nebo *Eudrilus eugeniae* (JAMES, GUIMARAES 2011). Vzniklý vermikompost je výrazně kvalitnější hnojivo než standardní kompost. Vermikompost je bohatý na živiny, obsahuje

vysoký podíl humusu, růstové hormony, enzymy a látky chránící rostliny před chorobami a škůdci. Z technologického hlediska můžeme rozdělit vermikompostování na několik druhů:

Malé vermikompostéry

Malé vermikompostéry jsou vhodné pro domácí či kancelářské prostředí, kde vzniká malé množství organického odpadu. Jsou vyrobeny v patrovém provedení převážně z plastu či ze dřeva (viz obrázek č. 7). Jednotlivá patra jsou perforovaná – zajišťují tak pro žížaly možnost pohybu a odvádění přebytečných tekutin. Při kompostování kuchyňských zbytků je nutné přidávat BRO s nízkou vlhkostí (např. hobliny, papír, rašelina, listí apod.). Tím se zachová optimální vlhkost pro vhodné působení žížal. Teplota okolí by se měla pohybovat okolo 20 °C. Zhruba 0,5 kg žížal je schopné rozložit 0,25 kg bioodpadu denně. Množství bioodpadu se vlivem vermikompostování sníží na 1/3 až 1/4 původní hmoty. Žížaly se během svého působení množí. Jejich počet je během 3 měsíců zdvojnásoben (HANČ 2013).



Obrázek 7: Domácí dřevěný vermikompostér

Zdroj: <http://www.bio.cz/p/23841/vermikomposter-cerny/>

Vermikompostování v pásových hromadách

Tato technologie je vhodná pro větší množství BRO. Jedná se o nejjednodušší způsob vermikompostování. Výroba vermikompostu trvá 4 – 18 měsíců (EDWARDS 2011). Organický materiál není třeba obracet či provzdušňovat. Je však potřeba měřit vlhkost a

zajistit v případě potřeby závlahu materiálu. Teplota uvnitř hromady by neměla přesáhnout 35 °C.

Bioodpad je uspořádán do hromad a pásů na venkovním prostranství. Materiál je nejprve ponechán samovolnému zahřátí (fáze rozkladu). Poté je postupně zakládána nová hromada, kde se již částečně zkompostovaný materiál mísí s násadami žížal (např. kalifornské žížaly). Po procesu tvorby vermikompostu jsou žížaly i se svrchní částí hromady přemístěny do nově zakládající hromady. Zbýlý materiál je hotový vermikompost. Jedná se o kontinuální proces, kam nejsou potřeba přidávat nové násady žížal (obrázek č. 8) (HANČ 2013).



Obrázek 8: Vermikompostování v hromadách

Zdroj: HANČ 2013

Vermikompostování v ohraničených záhonech

Jedná se o venkovní metodu vermikompostování, kde je organický materiál rozmístěn v ohraničených hromadách (většinou zastřešených). Zastřešení částečně chrání před povětrnostními vlivy. Nevýhoda této metody je složité oddělování žížal od hotového vermikompostu. Vždy dojde k určitým ztrátám.

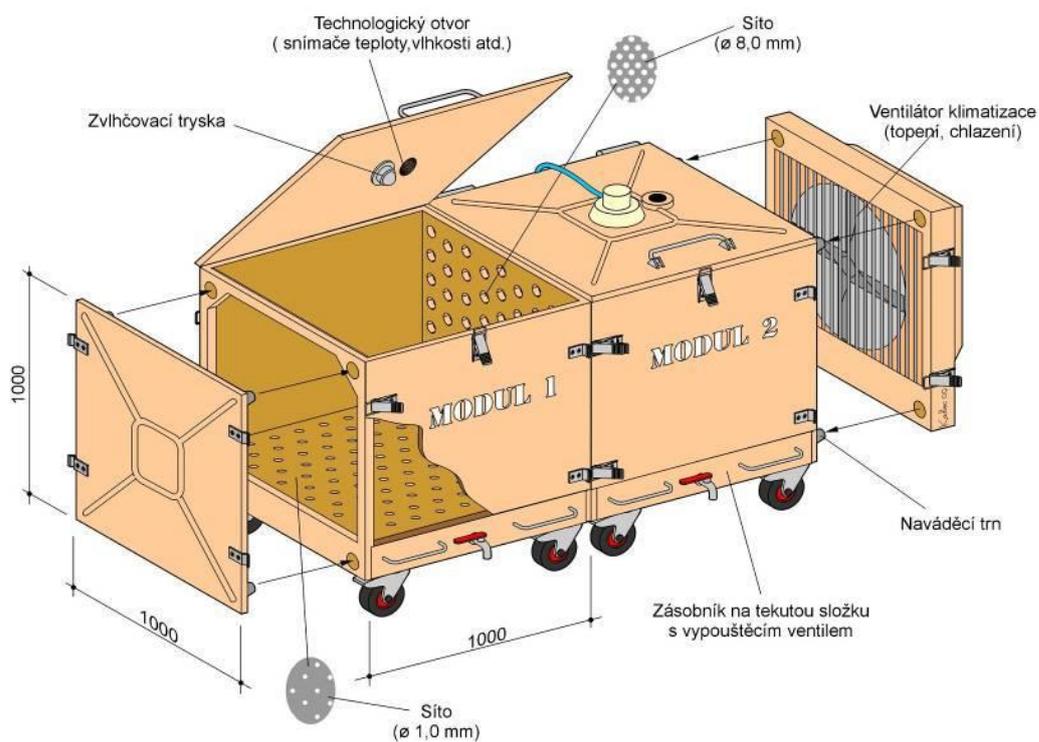
Vermireaktory

Vermireaktory jsou složitější systémy, které probíhají v uzavřeném prostředí a na menší ploše. Celý kompostovací proces je výrazně urychlen a proces je možné řídit nebo automatizovat. Další výhody se týkají omezení vlivu povětrnostních podmínek nebo možnosti shromažďovat a využívat vzniklý výluh.

V rámci projektu NAZV QI91C199 byl zkonstruován dvoumodulový vermireaktor (obrázek č. 9 a 10). Tento reaktor je složen ze dvou oddělených modulů. V prvním modulu dochází k předkompostování materiálu. Poté dojde k vzájemnému spojení modulů a žížaly z druhého modulu se instinktivně přemístí do prvního, kde je pro ně předpřipravená potrava nutná k přežití. Mezitím je odebrán hotový vermikompost z druhého modulu. Vzniklý prostor

se využije ke shromažďování nového bioodpadu. Celý proces je monitorován a sledován, aby zůstaly zachovány optimální podmínky pro vermikompostování. Dvoumodulový vermireaktor je vhodný ke zpracovávání kuchyňských zbytků v restauracích či jídelních zařízeních.

Tento dvoumodulový vermireaktor je v současné době testován v areálu ČZU. Avšak z ilegálního zpracovávání kuchyňských zbytků se nedostává potřebnému množství bioodpadu pro bezproblémový chod vermireaktoru (HANČ 2013).



Obrázek 9: Dvoumodulový vermireaktor - schéma

Zdroj: HANČ 2013



Obrázek 10: Dvoumodulový vermireaktor – foto

Zdroj: HANČ 2013

3.4.1.6 Další metody zpracování kuchyňských zbytků

Rozklad kuchyňských zbytků může zajistit také hmyz čeledi bráněnkovitých. Druh *Hermetia illucens* (obrázek č. 11 a 12) je blanokřídlý hmyz, jehož larvy konzumují BRO. Larvy byly úspěšně testovány na řadu druhů BRO (např. kuchyňské zbytky, rostlinné zbytky – slupky z brambor apod., kejda, tráva). Dospělým jedincům druhu *Hermetia illucens* stačí k přežití pouze voda. Samičky kladou velké množství vajec (zhruba 320 – 620) a to až třikrát do roka. Vajíčka umísťují na organický materiál. Optimální teplota pro rozvoj bráněnky se pohybuje v rozmezí 27 – 30 °C, kdy úmrtnost jedinců činí 3 – 26 %. Důležitou roli ve vývoji bráněnky hrají také světelné podmínky. Vzniklé kukly (další stádium po larvách) mohou být využity jako krmivo pro ryby, ptáky, drůbež, plazy či obojživelníky. Kukly lze také využít pro reprodukci jedinců, kteří nakladou další vajíčka.

Diskutabilní bod je využívání hmyzu v odpadovém hospodářství. Psychologická bariéra, štitění a odpor mohou využití bráněnky značně komplikovat. Pro mnohé občany se tato metoda zpracování BRO může zdát málo tradiční či extrémně alternativní (KALOVÁ 2010).



Obrázek 11: *Hermetia illucens* – dospělý jedinec

Zdroj: <http://www.terrain.net.nz/friends-of-te-henui-group/local-flies/fly-black-soldier-hermetia-illucens.html>



Obrázek 12: *Hermetia illucens* - larvy

Zdroj: <http://davesgarden.com/guides/bf/showimage/4771/>

3.4.2 Výroba bioplynu

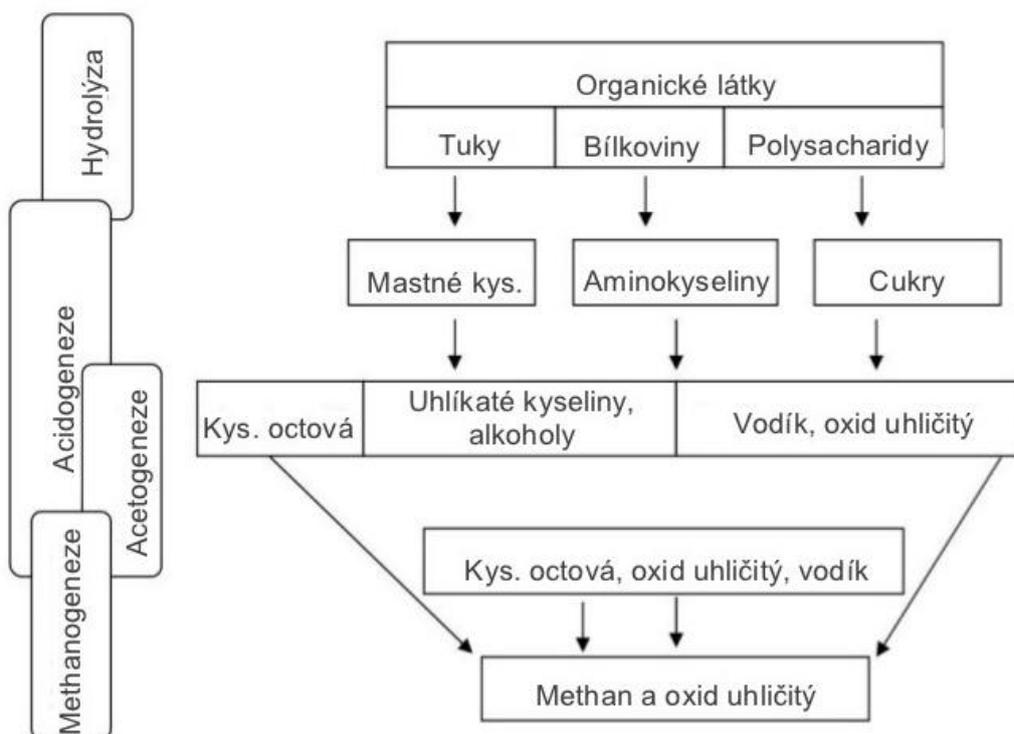
Základem výroby bioplynu je mikrobiální proces rozkladu organického materiálu za nepřístupu vzduchu. Proces tvorby bioplynu se synonymem označuje jako „anaerobní digesce“, „biomethanizace“ či „methanová fermentace“ (VÁŇA 2011). Fermentační

technologie jsou řazeny mezi nejnáročnější vzhledem ke stavebním a technickým požadavkům. Výstupními produkty anaerobní digesce jsou digestát a bioplyn. Digestát je stabilizovaný organický materiál, který lze použít jako zemědělské hnojivo. Bioplyn je tvořen zejména z CH_4 a CO_2 a je používán pro výrobu elektřiny, jelikož se jedná o energeticky bohatý plyn (MALAŤÁK 2008).

3.4.2.1 Princip tvorby bioplynu

Anaerobní rozklad bioodpadu je tvořen několika na sebe navazujícími biologickými procesy (obrázek č. 13). Na rozkladu se podílí celé skupiny mikroorganismů. Jejich činnosti na sebe navzájem navazují a produkty jedné skupiny jsou nezbytnou potravou pro činnost druhé skupiny. Je tedy nezbytná dynamická rovnováha celého procesu. Jednotlivé fáze biochemického procesu tvorby metanu se nazývají (ALTMANN 2010):

- Hydrolýza
- Acidogeneze
- Acetogeneze
- Methanogeneze



Obrázek 13: Schéma procesu tvorby bioplynu

Zdroj: PŠENIČKA 2012

HYDROLÝZA

Tato fáze je charakteristická přítomností anaerobních i aerobních bakterií. Vlhkost materiálu přesahuje 50 % hmotnostního podílu. Hydrolyza je prvním stádiem rozkladu organické hmoty. Složité makromolekulární látky (např. tuky, bílkoviny, celulóza) jsou degradovány na nízkomolekulární sloučeniny (např. jednoduché cukry, aminokyseliny, mastné kyseliny a voda) (MALAŤÁK 2008).

ACIDOGENEZE

V následující fázi je již prostředí plně anaerobní. Nadále dochází k rozkladu organické hmoty. Nízkomolekulární sloučeniny jsou degradovány na ještě jednodušší látky (např. alkoholy, kyseliny, H_2S , NH_3 , H_2 , CO_2) (DLABAJA 2009). Při nízkém tlaku H_2 převažuje produkce kyseliny octové, H_2 a CO_2 . Pokud je koncentrace H_2 vyšší, jsou vytvářeny především vyšší organické kyseliny, kyselina mléčná a ethanol. Hydrolyzu a acidogenezi zajišťují pestré a početné kultury bakterií. Patří k nim např. *Streptococcae*, *Enterobacteriaceae*, *Lactobacillus*, *Eubacterium*, *Clostridium* a další (ALTMANN 2010).

ACETOGENEZE

Acidogenní kmeny bakterií přeměňují organické kyseliny na kyselinu octovou, CO₂ a H₂. Syntrofní acetogenní bakterie hrají v této fázi zásadní roli. Jedna z nejméně aktivních bakteriálních kultur této fáze je *Syntrophobacter wollii*, která štěpí kyselinu propionovou na kyselinu octovou, vodík a CO₂. Syntrofní acidogeneze je obecnější název pro acetogenezi (MALAŤÁK 2008).

METHANOGENEZE

V této fázi vzniká bioplyn. Metanogenní acetotrofní bakterie rozkládají jednoduchou kyselinu octovou na CH₄ a CO₂. Hydrogenotrofní bakterie produkují CH₄ z vodíku a oxidu uhličitého. Tento mikrobiální rozklad probíhá za anaerobních podmínek i v přírodě a významně se podílí na koloběhu uhlíku v atmosféře (ALTMANN 2010).

BIOPLYN

Bioplyn je konečný produkt mikrobiální aktivity v anaerobním prostředí bioplynových stanic. Složení bioplynu závisí především na druhu vstupních surovin. Pšenička (2012) uvádí chemické složení bioplynu v tabulce č. 1:

sloučenina	prvek	zastoupení v %
Methan	CH ₄	50 – 70 %
Oxid uhličitý	CO ₂	25 – 45 %
Vodní pára	H ₂ O	2 (20 °C) -7 (40 °C)
Kyslík	O ₂	<2
Dusík	N ₂	<2
Čpavek	NH ₃	<1
Vodík	H	<1
Sulfan	H ₂ S	<1

Tabulka 1: Složení bioplynu (PŠENIČKA 2012)

Nejcennější složkou bioplynu je metan. Obecně lze tvrdit, že z 1 g bioodpadu lze získat procesem methanogeneze 0,2 – 0,6 l CH₄. Na koncentraci metanu je závislá výhřevnost bioplynu, která se pohybuje v rozmezí 13,72 - 27,44 MJ/m³. Výhřevnost čistého metanu se pohybuje okolo 34,3 MJ/m³. Bioplyn se používá pro výrobu tepla nebo elektrické energie pomocí kogenerační jednotky.

Metan je netoxický bezbarvý plyn, bez zápachu, který se vzduchem tvoří výbušnou směs. Bioplyn však je zapáchající. Zápach je dán především přítomností H₂S (sulfan). Metan má nižší hustotu než vzduch, ve vzduchu tedy na rozdíl od CO₂ stoupá (MALAŤÁK 2008).

DIGESTÁT

Výstupní materiál je tvořen převážně nerozloženými anorganickými látkami. Nicméně ve složení digestátu se nachází i složité organické sloučeniny, které nepodlehly anaerobnímu rozkladu během fermentace. Účinnost rozkladu zemědělských produktů nebo biomasy se pohybuje od 30 – 80 %.

Fermentační zbytek neboli digestát obsahuje také sloučeniny nezbytné pro výživu rostlin. Celkový obsah fosforu, dusíku, hořčíku, vápníku a draslíku zůstává nezměněn. Fosfor a dusík jsou z části převedeny na anorganické sloučeniny, které jsou lépe přístupné rostlinám. Digestát tedy slouží jako kvalitní zemědělské hnojivo (PŠENIČKA 2012).

Ve složení digestátu se však mohou nacházet i nežádoucí látky. Jedná se např. o chemické kontaminanty vzniklé většinou činností člověka jako těžké kovy, polychlorované bifenylly, pesticidy, polyaromatické uhlovodíky apod. Před aplikací na zemědělskou půdu je potřeba hlídat limity převážně Zn, As, Cu. Pokud v důsledku limitů nelze použít digestát jako zemědělské hnojivo, využívá se po odvodnění na rekultivaci skládek, hnojení parků apod. (HABART 2008). Mezi biologické kontaminanty jsou řazeny koliformní bakterie, viry a parazity. Fyzikální nežádoucí látky v digestátu tvoří pevné částice (např. malé částice skla, gumy, plastů, kovů apod.). Mimo přímé poškození technologických součástí bioplynové stanice (čerpadla, míchací systémy) mohou ohrozit životní prostředí svou přítomností v půdě (PŠENIČKA 2012).

3.4.2.2 Anaerobní digesce gastroodpadu

Využití gastroodpadu pro výrobu bioplynu je podřízeno Nařízením Evropského parlamentu a Rady č. 1069/2009 obdobně jako kompostování gastroodpadu (viz kapitola 3.4.1.4 a také 3.2.3).

Pro hygienizaci materiálu se obvykle používá teplo, které vzniká během fermentačního procesu v reaktoru.

Kuchyňské zbytky na rozdíl od kompostování jsou svou konzistencí vhodné pro proces hygienizace i pro samotnou methanogenezi. Gastroodpad je svým složením vhodný pro bohatý zisk bioplynu. Odborná literatura uvádí, že z 1 tuny sušiny gastroodpadu lze vytěžit 300 – 600 m³ bioplynu. Výtěžnost bioplynu stoupá se rostoucím obsahem tuku v sušině. Digestát vznikající jako jeden z výstupních produktů bioplynové stanice je kvalitním organickým hnojivem, které nachází velmi dobré uplatnění na trhu.(VÁŇA 2011).

Gastroodpad společně s BRKO je obvykle zpracován v komunálních bioplynových stanicích. Komunální bioplynové stanice se na rozdíl od zemědělských zaměřují na bioodpad produkovaný v obci, kam patří i kuchyňské zbytky z jídelen, restaurací a domácností, znehodnocené výrobky z pekáren, jatečný odpad apod.

Gastroodpad má obvykle obsah sušiny okolo 30%. Výsledný poměr sušiny před vstupem do fermentačního procesu však závisí na mechanickém předupravení materiálu, procesu hygienizace apod. Komunální bioplynové stanice využívají úspěšně 2 různé metody fermentace:

- Mokrý fermentace
- Suchá fermentace

Použití mokré fermentace je vhodné pro bioodpad s obsahem sušiny do 12 %. Suchá fermentace se obecně doporučuje pro bioodpad s obsahem sušiny v rozmezí 20 – 60 %. Kuchyňské zbytky nemají razantní vliv na výsledný obsah sušiny, jelikož do reaktoru nevstupují ve významném množství (DLABAJA 2009).

3.4.2.3 Mokrý fermentace v praxi

BPS VYSOKÉ MÝTO

Ukázkovým příkladem mokré fermentace v České republice byla do nedávné doby bioplynová stanice (BS) ve Vysokém Mýtě. BS vznikla z projektu „Integrovaný systém nakládání s bioodpady Vysoké Mýto“ a zpracovávala veškerý bioodpad z domácností i podnikatelských subjektů (školy, jídelny, restaurace apod.). Mimo jiné zpracovávala především odpadní kaly z místní čistírny odpadních vod (ČOV) a bioodpad z jatečních závodů (viz tabulka č. 2). Celkové náklady na projekt byly 75,5 milionů Kč (včetně nákladů na pilotní projekt a projektu Svozové prostředky a nádoby na sběr bioodpadu). Dotační tituly

z EU pokryly 64 % celkových nákladů, dotace Státního fondu životního prostředí ČR 8 % a dotace Pardubického kraje 4 %.

Vstupní materiál	t/rok	Podíl %
Bioodpad z údržby veřejné zeleně	400	5,8
Jateční odpady	1 000	14,6
Odpady z veřejného stravování	100	1,5
Separovaný bioodpad z domácností	650	9,5
Kal městské ČOV Výsoké Mýto	1 700	24,8
Bioodpad z potravinářského průmyslu a zemědělství	3 000	43,8
Celkem	6 850 100	100

Tabulka 2: Vstupní materiál bioplynové stanice Vysoké Mýto

Rizikové odpady procházely hygienizační jednotkou. Veškerý odpad byl drcen na částice o průměru 12 mm, poté procházel kalibrovaným sítem. Horizontální kruhový fermentor pojmul objem až 1090 m³ odpadu. Uvnitř fermentoru probíhala termofilní fermentace za teploty cca 42 °C. Na fermentor byly napojené dohňovací (skladovací) zařízení s kapacitou plynojemu až 300 m³. Bioplyn byl spalován ve dvou kogeneračních jednotkách Tedom Cento T160 s elektrickým výkonem 160 kW a tepelným výkonem 197 kW. Obsah sušiny ve smíchaném bioodpadu se pohyboval v rozmezí 6 – 10 %. Vyrobena elektrická energie byla prodávána do distribuční sítě. Vzniklé teplo během fermentace se využívalo pro hygienizační stanici, ohřev fermentoru, vytápění provozních budov v areálu bioplynové stanice i blízké ČOV.

Kapacita BS nebyla po celou dobu svého provozu zdaleka plně využívána. Důvodem byl nezájem ze strany potravinářských subjektů, které nechtěly za odstranění gastroodpadu platit. Raději si ilegálně nechávají kuchyňské zbytky odvázet nepověřenou osobou, která zbytky zadarmo odváží a využívá pro zkrmování hospodářských zvířat (TUPEC 2008).

BS Výsoké Mýto se tak od ledna roku 2014 dostala do konkurzu. Její aktuální cena se nyní pohybuje mezi 20 – 25 milionů korun (ČT24 2014).

BPS JAROŠOVICE

Bioplynová stanice v Jarošovicích (příloha č. 12) je v provozu od roku 20133 a také funguje na bázi mokré fermentace. Technologie je tvořena dvoustupňovým fermentorem (tzv.

„kruh v kruhu“), kde probíhá termofilní fermentace s teplotou cca 45 °C. Denně stanice zpracovává okolo 36 t materiálu, který je tvořen směsicí zemědělských produktů a organických odpadů. Jedná se o zhruba 15 t kukuřičné siláže, 8 t senáže, 5 t kejdy, 5 t gastroodpadu (příloha č. 2 a 3) a 3 t hnoje (HEROUT 2015). „Prakticky veškeré vstupní produkty produkujeme z naší zemědělské činnosti. Pouze gastroodpad svážíme do naší kompostárny, která ho po zhygienizování prodává do naší BPS“ říká J. Netík, jednatel společnosti.

Výtěžnost bioplynu se pohybuje okolo 6500 m³/den, přičemž obsah metanu tvoří 64 %. Bioplyn je přetvářen v elektrickou energii v kogenerační jednotce MWM Caterpillar, která vyrábí měsíčně přes 400 MWh (příloha č. 14). Provozní spotřeba energie je cca 30 MWh/měsíc (HEROUT 2015). Bioplynová stanice byla postavena s nízkou dotací – pouze 8,9 milionů korun. Celkové náklady na výstavbu stanice se pohybovaly okolo 60 mil. korun. Návratnost investice je spočítána na 12 let (NETÍK 2015).

KOMPOSTÁRNA JAROŠOVICE

Kompostárna byla založena občanským sdružením PRO-ODPAD. Vznik kompostárny byl vázán na spolupráci místních zemědělců, okolních obcí a odpadářských svozových firem. Základní myšlenka byla vyřešit vznikající bioodpad v mikroregionu Vltavotýnsko a efektivně využít bývalý zemědělský areál Jarošovice.

Kapacita kompostárny činí okolo 10 000 t/rok, nicméně od 7. 11. 2014 byla kapacita navýšena na 19 200 t/rok díky přistavění nové kompostovací plochy (příloha č. 17). Maximální denní zakládka je však omezena na 60 tun. Aktuálně zpracovává kompostárna ročně cca 7 000 tun bioodpadu. Jedná se především o trávu, kletí, větve, listí, hlínu, kaly z ČOV, sedimenty, shrabky, bahno, kůži (příloha č. 18) a od roku 2009 také o vedlejší živočišné produkty. Dále poskytuje doplňkové služby a poradenství v oblasti zpracování bioodpadu. Bioodpad je kompostován v pásových hromadách podle parametrů ČSN 465735 "Průmyslové komposty". Kvalita procesu kompostování je kontrolována měřením teplot. U vyzrálého kompostu pak následnou chemickou analýzou obsahu těžkých kovů, poměru C:N, fyzikálních parametrů a řeřichovým testem. „Momentálně nemáme příliš vysoký odbyt na trhu s kompostem, používáme ho tedy na naše vlastní pole“, podotýká J. Netík.

Kromě kompostování nabízí Kompostárna Jarošovice i prodej energetické štěpky, zahradnické a údržbářské práce, pařezovou frézu či pozemkové úpravy. K těmto činnostem využívá svého bohatého technického vybavení (HEROUT 2015).

POPIS ZPRACOVÁNÍ GASTROODPADU NA KOMPOSTÁRNĚ A BIOPLYNOVÉ STANICI JAROŠOVICE

Bioplynová stanice zpracovává kuchyňské zbytky v úzké spolupráci s vedlejší kompostárnou (Kompostárna Jarošovice s.r.o.), která se nachází v těsné blízkosti. „Dříve jsme kuchyňské zbytky kompostovali spolu s pilinami, listím a nadrcenými větvemi. Vznikal nám živinově poměrně kvalitní kompost. Nicméně po zkolaudování bioplynové stanice se nám vyplatí zbytky fermentovat“, konstatoval M. Herout, vedoucí provozu. Přivezený gastroodpad je vysypán z barelů do shromažďovací nádrže (příloha č. 4 a 5). Barely jsou poté přesunuty do velkého mycího zařízení (příloha č. 11), kde za teploty 80 °C a díky antibakteriálnímu přípravku dochází k čištění a hygienizaci. „Antibakteriální přípravek nepoužíváme syntetický, ale přírodního charakteru, jelikož odpadní vodu obohacenou o tuky a jiné organické látky využíváme v bioplynové stanici“, poznamenal M. Herout.

Po naplnění nádrže je gastroodpad šnekovými podavači přemístěn na kontrolní pás (příloha č. 6). Zde dochází k manuální kontrole a odstranění nežádoucího materiálu (např. přístroje, obalový materiál, masivní kosti). Prověřený gastroodpad je vháněn potrubím ke kladívkovému šrotovníku o výkonu 10 kW (příloha č. 7), který materiál nadrtí na částice menší než 1,2 mm. Rozmělněný materiál je dále vháněn do hygienizačních boxů (příloha č. 8), kde dochází k zahřátí gastroodpadu na teplotu minimálně 70 °C po dobu 1 hod. „Hygienizovaný materiál jsme si nechali certifikovat od Výzkumného ústavu paliv Praha-Běchovice jako substrát vhodný pro vstup do bioplynové stanice“, uvedl M. Herout. K procesu hygienizace se využívá odpadního tepla vedlejší bioplynové stanice. Materiál je poté za pomoci dálkově ovládaného čerpadla (příloha č. 9) přečerpán do fermentoru v přesných dávkách na základě nastaveného algoritmu.

Kompostárna Jarošovice sváží gastroodpad z celého jihočeského kraje a také ze západní části Vysočiny. Odpad sváží z 20 % svépomocí, pro dalších 80 % gastroodpadu využívá 2 externí firmy. Kompostárna Jarošovice zajišťuje servis pro více než 450 gastronomických provozů. Nejčastěji se jedná o veřejné a školní jídelny, výroby lahůdek, restaurace, kiosky a stánky. „Nedávno se nám podařilo uzavřít kontrakt také s potravinářským gigantem Madeta, a.s. České Budějovice“, konstatoval hrdě M. Herout. Množství gastroodpadu se pohybuje okolo 4 t/den, přičemž maximální kapacita je 8 t/den (HEROUT 2015).

3.4.2.4 Suchá fermentace v praxi

Princip suché fermentace je nepříliš rozšířený v České republice. Ukázková suchá fermentace probíhá u německého města Passau, kde byla bioplynová stanice v prosinci roku 2004 dostavěna. Společně s vedlejší kompostárnou dosahují kapacity 40 000 t bioodpadu za rok. Vstupní materiál je mimo jiné zahradní odpad, odpady z údržby zeleně, odpad z výroby potravin, kuchyňský odpad, ovoce i zelenina. Odpad je předem nadrcen na rozměr 50 mm a poté automaticky přetříděn. Pevné části skla, kovů, plastů jsou vyseparovány. Poté je ponechán v předběžném skladišti, odkud je automaticky dodáván do fermentorů. Skladiště je schopné udržet kapacitu vstupního materiálu minimálně pro 2 dny chodu.

Obsah sušiny substrátu se pohybuje kolem 33 – 37 %. Stanice operuje se třemi fermentory o objemech 1050 m³. Jedná se o horizontální reaktory, které jsou neustále plněné a míchány. Substrát o vlhkosti cca 60 - 70 % je pomalu promícháván a posouván reaktorem z jedné strany na druhou, odkud je odčerpáván do odvodňovacích zařízení, kde dochází k rozdělení na pevnou a tekutou složku. Horní část fermentoru nad substrátem slouží jako prostor k shromažďování bioplynu a zastává tak zároveň funkci plynojemu. Materiál fermentuje po dobu 14 dnů, proces fermentace probíhá při teplotě 55 °C a vlhkosti substrátu kolem 60 - 70 % (DLABAJA 2009).

Denní produkce bioplynu je v rozmezí 12 000 - 16 000 m³. Obsah metanu se pohybuje mezi 58 - 64 %. Bioplyn je spalován kogeneračními jednotkami od společnosti GE Jenbacher s instalovaným elektrickým výkonem 836 kW a tepelným výkonem 923 kW. Účinnost těchto kogeneračních jednotek je 85 %, z toho elektrická účinnost tvoří 40 % a zbylých 45 % připadá na tepelnou účinnost. Roční produkce elektrické energie činí okolo 10 GWh. Vzniklé odpadní teplo se využívá pro vytápění areálu, ale i pro zajištění fermentačního procesu. Finanční náklady na výstavbu BS přesáhly 10 mil €. Návrh investice je počítána na 8-10 let. Očekávaná životnost bioplynové stanice je 30 - 35 let (BAČÍK 2006).

3.4.2.5 Problematika výroby bioplynu

Problematika výroby bioplynu z kuchyňských zbytků se týká nákladů na technologicky odpovídající výstavbu BS. Výstavba komunální BS je také nákladnější než výstavba zemědělské BS. Investiční náklady zemědělských bioplynových stanic se pohybují

okolo 100 – 130 tis. Kč/kW, zatímco komunální bioplynové stanice jsou finančně nákladnější a pohybují se nad úrovní cca 200 tis. Kč/kW. Komunální BS navíc využívají náročnější technologická zařízení i hygienická opatření. Gastroodpad musí být přijímán v uzavřených halách s biofiltry a čištěním vzduchu, jinak hrozí únik zápachu. To vše se výrazně promítá do provozních nákladů (HABART 2008).

Bohužel také většina zemědělských podniků odmítá vykupovat gastroodpad do svých bioplynových stanic. Výkupní ceny jsou nízké, a proto zemědělci dávají přednost anaerobní fermentaci čistě zemědělských surovin (VÁŇA 2011).

3.4.2.6 Preferovaná technologie pro výrobu bioplynu z gastroodpadu

Pokud by vstupní surovinou do bioplynové stanice byl pouze kuchyňský odpad, preferovanou technologií by byla pravděpodobně suchá termofilní fermentace s jedním kontinuálně plněným reaktorem. Ke splnění legislativních podmínek je nutno k provozu přiřadit hygienizační a drtící jednotku.

Nicméně používaný materiál bývá vždy velice různorodý a výsledný vstupní substrát obsahuje mnoho druhů bioodpadu, proto nelze jednoznačně určit nejefektivnější technologii. Důležitou roli hraje také množství odpadu, jaké je bioplynová stanice schopná reálně zpracovat. Například české komunální BS trpí nedostatkem bioodpadu a ztrácí tak na potenciálním zisku. V německém Passau naopak BS naplnila maximálně svou kapacitu (DLABAJA 2009).

Long et. al (2014) se zmiňuje ve své studii o vhodném poměru methanogenezi kuchyňského odpadu spolu s ovocem a zeleninou. Nejvyšší produkce metanu byla zaznamenána při poměru 5 : 8 (ovoce/zelenina : kuchyňské zbytky) za použití dvoufázové anaerobní fermentace.

Hunter Long a kolektiv (2012) testovali výrobu bioplynu z gastroodpadu spolu s odpadními kaly z ČOV. Bylo zjištěno, že přidáním 10 – 30 % gastroodpadu do odpadních kalů je při fermentaci zvýšena produkce bioplynu o 30 – 80 %. Nicméně anaerobní fermentace odpadů s vysokým podílem lipidů nese i rizika – např. ucpání potrubí a čerpadel bioplynové stanice, inhibice metanogenních a acetogenních bakterií apod.

Li a kolektiv (2012) uvedli ve své studii možnost zvýšení výtěžnosti metanu pomocí termo-chemické předúpravy gastroodpadu před vstupem do anaerobní fermentace společně s odpadními kaly. Pokud je u kuchyňských zbytků pH upraveno na pH = 10 za teploty 55 °C,

výtěžnost metanu se zvýší o 9.9 ± 1.5 %. Pokud se upraví hodnota pH u olejů a tuků na pH = 8 za teploty 55 °C, produkce metanu se navýší o 9.9 ± 1.5 %. Li spolu s ostatními vědci také zjistili, že ultrazvuková předúprava kuchyňských zbytků či tuků a olejů nemá téměř žádný vliv na produkci metanu.

4) MATERIÁL A METODY

Kuchyňské zbytky obsahují až 80 % vodu. Odvodněním organických zbytků je možné výrazně snížit hmotnost vzniklého odpadu, čímž se sníží i náklady na odvoz a likvidaci bioodpadu. Odvodněný gastroodpad je díky své konzistenci lépe uzpůsobený ke kompostování. Pokud však tento odpad obsahuje vedlejší živočišné produkty, musí být nejprve hygienizován dle legislativy Evropské unie (viz kapitola 3.2.3). Problematika odvodňování a hygienizace gastroodpadu je řešena technologickým zařízením Salix 600, jehož prototyp by měl být od jara 2015 aktivně využíván v prostorách hotelu Hilton v Praze.

Odvodňování gastroodpadu však zvyšuje v odpadních vodách koncentraci organických látek (mimo jiné také dusíku, fosforu a nerozpuštěných látek). Koncentrace organických látek byla tedy změřena a to nejen u výstupu z odvodňovače Salix, ale pro srovnání také u výstupu z drtiče kuchyňských zbytků. Výsledné hodnoty byly porovnány s legislativními limity a finančně ohodnoceny za zvýšené náklady pro kanalizaci v případě překročení hodnot obvyklého znečištění.

4 . 1 Hotel Hilton a problematika gastroodpadu

Hotel Hilton Prague patří mezi největší a nejluxusnější hotely České republiky. Hotel Hilton Prague s kapacitou 791 pokojů a konferenčními prostory o rozloze téměř 5000 m² produkuje okolo 60 tun odpadu měsíčně. Množství gastroodpadu tvoří 50 % z celé produkce odpadu (cca 1 t/den). Aktuálně má hotel Hilton Prague uzavřenou smlouvu se společností .A.S.A., která gastroodpad v barelech odváží 1x týdně a zpracovává ho v bioplynové stanici. „Odvoz jedné tuny gastroodpadu nás stojí 1435 Kč“, říká Ing. Ivo Kurtas, asistent technického ředitele.

Odpadní vody jsou odváděny pražskou kanalizací do Ústřední čistírny odpadních vod umístěné na Císařském ostrově v Praze (KURTAS 2015).

4.2 Technologické zařízení Salix 600

Salix 600 je nově vyvinutý přístroj vhodný pro větší hotely, restaurace a jiné gastronomické provozy. Salix 600 se v plné výbavě skládá ze dvou oddělených zařízení.

V prvním zařízení (obrázek č. 14) dochází k rozdrčení, homogenizaci a následnému odvodnění materiálu. Materiál je tak lépe připraven pro další využití (např. kompostování). V horní desce směrem k obsluze je umístěn drtič. Drtič se skládá ze tří vodorovných hřídelů opatřených noži, které slouží pro drcení odpadu biologického původu. Pro snazší dopravu organických zbytků je nad drtičem umístěna samostatně ovládaná tryska s vodou. Vstup do drtiče je jako obdélníkový otvor konstruován tak, aby obsluha nemohla strčit prsty do válců drtiče. Při vkládání gastroodpadu do drtiče je nezbytné odstranit veškeré kovové předměty (např. příbory). Rozdrčené zbytky jsou splachovány do hlavní nádrže pomocí potrubí. V hlavní nádrži je umístěno síto válcového tvaru s průměrem otvoru 5 mm. Síto se nachází ve svislé poloze. Spodní část síta je připevněna na dno vany. V dolní části síta je přívod z drtiče odpadu. V horní části je nasazen šnek na hnací hřídel tak, aby se při zahlcení mohl volně zvedat a zvětšovat tak mezeru mezi horní částí šneku a maticí v případě, když dojde k jeho přeplnění. Optimální poloha je zajištěna pružinou v horní části šneku. Na pracovní desce je shromažďuje odvodněný gastroodpad, který je rozhrnován a přesouván lopatkami umístěnými na čepu šneka. Drtič i šnek jsou poháněny pomocí motoru, který je umístěn pod drtičem. Odvodňovač může být dovybaven doplňkovým vybavením jako např. časovač běhu zařízení, automatický ostřík vody, cirkulace použité vody či signalizace kovových předmětů. Technické parametry tohoto zařízení v úplném dokončení jsou uvedeny v tabulce č. 3 (MAREK 2015).

Technické parametry	
Kapacita zařízení (v závislosti na jeho konzistenci)	max. 600 kg/hod.
Výkon motoru	550 W
Tlak vody drtiče	do 2 bar
Tlak vody ostříkovače	3 bar
Tlak na výstupu ze šneka	3 bar
Rozměry zařízení (š : h : v)	690 : 690 : 900 mm

Tabulka 3: Technické parametry odvodňovacího zařízení Salix 600



Obrázek 14: 3D model odvodňovače Salix 600 v konečné fázi (MAREK 2015)

Pomocí ovládacího panelu jsou nejprve nastaveny otáčky drtiče a šneku. Dle předpokládaného množství gastroodpadu je nastavena doba běhu odvodňovače. Horním otvorem opatřeným tryskou je nasypán do drtiče odvodňovací materiál. Aktivováním trysky je drtič proplachován a usnadňuje se tak posun materiálu do síta šneku. Šnek zvedá rozdrčený materiál k protlačovací matici, která produkt pěchuje a odvodňuje - přebytečná voda vytéká ze síta. Odvodněný produkt je poté pomocí lopatek vysouván ze zařízení.

V druhém zařízení, které je doplňkové a postradatelné, dochází k hygienizaci odvodněného odpadu. Hygienizace probíhá pomocí 3 pasterizačů, každý o obsahu 30 litrů. Hygienizace probíhá po dobu 1 h při teplotě 70 °C. Teploty je dosaženo pomocí 3 topných spirál. Výkon topné spirály činí okolo 15 kW. Toto zařízení je zatím stále ve vývoji, není plně zkonstruované, a proto nebylo testováno (MAREK 2015).

4 . 3 Kuchyňský drtič

Kuchyňský drtič, který je často používán v restauracích a hotelech pro redukci organického odpadu, může svou funkcí připomínat odvodňovač Salix. Proto byl testován rozmělněný gastroodpad (simulace výstupu z kuchyňského drtiče). Byly rozdrčeny 2 různé dávky gastroodpadu a to bez přidání vody. Koncentrace organických látek byla následně

dopočítána na základě poměru potenciální směsi vody a rozmělněného gastroodpadu. Použití drtiče v praxi je totiž nutné výhradně s přidáním vody (viz provozní řád drtiče - příloha č. 19).

První dávka gastroodpadu byla složena převážně z polévky, hranolků, těstovin a masa. Konzistence nadrcené směsi byla poměrně tekutá.

Druhá dávka organických zbytků byla složena hlavně z těstovin, masa a kyselých okurek. Konzistence byla výrazně hustší nežli výstup z první dávky.

4.4 Stanovení organických látek

Pro zjištění koncentrace organických látek byla použita semimikrometoda CHSK (chemická spotřeba kyslíku). CHSK je definována jako hmotnostní koncentrace kyslíku v 1 litru vody. Tato koncentrace je rovnocenná přímé spotřebě oxidačního činidla. Oxidační činidlo je použito za přesně stanovených podmínek na oxidaci veškerých oxidovatelných látek ve vodě. Hlavní skupinu oxidovatelných látek tvoří organické látky.

Při této metodě byl jako oxidační činidlo použit dichroman draselný (CHSK_{Cr}), který se standardně používá při rozboru odpadních vod. Proces oxidace probíhá v silně kyselém prostředí kyseliny sírové. Jako katalyzátor oxidačního procesu organických látek působí kationty stříbra (Ag⁺). V průběhu CHSK_{Cr} probíhá tato reakce:



Jednotlivé vzorky byly naředěny dle potřeby demineralizované vody. Poté bylo přidáno do každého vzorku 3,5 ml katalyzačního roztoku a 1,5 ml oxidačního roztoku. Výsledná směs byla poté ve zkumavkách řádně promíchána. Poté byly zkumavky umístěny do mineralizačního bosu, kde probíhala mineralizace při teplotě 150 °C po dobu 120 minut. Po vyjmutí z boxu a vychladnutí zkumavky byl vzorek zředěn 5 ml demineralizované vody a promíchán. Koncentrace chromitých iontů, které vznikly redukcí z dichromanu draselného, je přímo úměrná obsahu organických látek ve vzorku. Stanovení této koncentrace proběhlo pomocí absorpční spektrofotometrii. Absorbance byla zjištěna ve skleněné kyvetě při vlnové délce $\lambda = 600 \text{ nm}$. CHSK_{Cr} se určila z kalibrační závislosti.

4.5 Ekonomie provozu

Kanalizační řád kanalizace pro veřejnou potřebu v povodí Ústřední čistírny odpadních vod Praha (2015) uvádí limitní znečištění pro souhrnnou skupinu znečišťovatelů (tabulka č. 4).

Limity znečištění pro souhrnnou skupinu znečišťovatelů do jednotné a splaškové kanalizace limity jsou uvedeny v mg/l		
základní ukazatele	pv	sv
pH	6.X	
teplota	40 °C	
BSK ₅ biochemická spotřeba kyslíku	900	400
CHSK _{Cr} chemická spotřeba kyslíku	2 000	1 200
N-NH ₄ ⁺ dusík amoniakální	80	40
N _{celk} dusík celkový	110	70
P _{celk} fosfor celkový	18	9
RL ₁₀₅ rozpuštěné látky sušené při 105 °C	2 000	1 000
NL ₁₀₅ nerozpuštěné látky sušené při 105 °C	900	500
RL ₅₅₀ (RAS) rozpuštěné látky žíhané při 550 °C	1 000	500
SO ₄ ²⁻ sírany	400	200
F ⁻ fluoridy	2,4	1,2
CN ⁻ kyanidy veškeré	0,2	0,1
S ²⁻ sulfidy	0,1	-
C ₁₀ -C ₄₀ uhlovodíky C ₁₀ až C ₄₀ (NEL-GC)	6	3
tuky a oleje	100	70
FN 1 fenoly jednosytné	10	5
PAL-A aniontové tenzidy	10	5
PAL kationtové tenzidy	1	0,5
PAL neiontové tenzidy	3	1,5
AOX adsorbovatelné organicky vázané halogeny	0,2	0,1
AOX (v případě povinného zdravotního zabezpečení odpadních vod chlorováním)	5	3
kovy		

Ag	stříbro	0,2	0,1
As	arzen	0,2	0,1
Ba	baryum	3	1,5
Cd	kadmium	0,05	0,02
Cr _{celk}	chrom celkový	0,2	0,1
Cr ^{VI}	chrom	0,1	0,05
Cu	měď	0,5	0,1
Hg	rtuť	0,01	0,005
Ni	nikl	0,1	0,05
Pb	olovo	0,1	0,05
Se	selen	0,02	0,01
V	vanad	0,1	0,05
Zn	zinek	4	2

Tabulka 4: Limitní hodnoty znečištění pro odpadní vody dle platného kanalizačního řádu 2015

Hodnoty jsou uvedeny v mg/l. Tyto hodnoty jsou uvedeny zvlášť pro prostý vzorek (pv) a směsný vzorek (sv). Prostý vzorek je vzorek, který může být odebrán v kterémkoliv čase na kterémkoliv místě. Směsný vzorek vzniká směsicí mnoha vzorků odebíraných po dobu 24 hodin v intervalech odběru 2 hodin nebo kratším.

V případě krátkodobého překročení limitních hodnot je možné udělení výjimek od vodoprávního úřadu (např. v rámci havarijního stavu, rekonstrukce výroby aj.).

V případě dlouhodobého překročení těchto hraničních hodnot je nutné upravit smlouvu mezi producentem a provozovatelem kanalizační sítě. V Praze je provozovatelem společnost Pražské vodovody a kanalizace (PVK) a Pražská vodohospodářská společnost (PVS). Na základě písemné žádosti producenta pak mohou být stanoveny nové limitní hodnoty, pokud je nelze dodržet i přes veškerá technologická opatření či navržená předčišťovací zařízení. Producent je poté kategorizován do skupiny „producent průmyslových odpadních vod“. Do této kategorie však patří nadnárodní společnosti typu Coca-cola HBC Česká republika s.r.o., Pivovary Staropramen s.r.o., ALIMPEXFOOD a.s. apod. (Kanalizační řád 2015). Je tedy velice nepravděpodobné, že by do této skupiny mohl patřit hotel či jiný gastronomický provoz.

Pokud je vypouštění nadměrného množství nežádoucích látek neohlášené, účtuje si provozovatel kanalizační sítě příplatky v případě odhalení. Příplatek je stanoven na základě bodového hodnocení, které odpovídá kvalitě odpadních vod. Bodové hodnocení se provádí dle individuálních limitů jednotlivých ukazatelů znečištění pro směsný vzorek (viz tabulka č.

5). Celková výše příplatku pro jednotlivé výpustní místo je vypočtena součinem množství odpadních vod a součtu bodů za všechny ukazatele s individuálním limitem. K vypočtené ceně je navíc připočítána daň z přidané hodnoty v zákonné výši (PVK 2015).

Tabulka pro výpočet příplatku za likvidaci nadměrného znečištění odpadních vod pro CHSK_{Cr}:				
ukazatel	jednotka	Skupina A	Skupina B	Skupina C
kanalizačního řádu		bez příplatku do hodnoty	příplatek 1 bod do hodnoty	příplatek 2 body nad hodnotu
CHSK_{Cr}	mg/l	1200	2 000	2 000

Tabulka 5: Tabulka pro výpočet příplatku za likvidaci nadměrného znečištění odpadních vod pro CHSK_{Cr}

Základem pro výpočet finanční náhrady je objem odpadních vod (Q), které byly odvedeny příslušným výpustím místem přepočteno na 30 dnů. Náhrada za překročení každé limitní hodnoty je vypočtena dle vzorce:

$$A = Q * P * CB$$

CB značí cenu bodu, která se aktuálně pohybuje okolo 1,35 Kč/m³. P značí míru překročení vztahem (PVK 2015):

$$P = \frac{\text{naměřená hodnota} - \text{limit}}{\text{limit}}$$

5) VÝSLEDKY

5.1 Drtič kuchyňských zbytků

CHSK_{Cr} byla stanovena semimikrometodou 2 různých nadrcených kuchyňských zbytků. Vzhledem ke konzistenci obou směsí byly zvoleny navážky velmi nízké hmotnosti (viz tabulka č. 6). Extrémní hodnoty byly při výpočtu ignorovány.

	číslo vzorku	vlnová délka	navážka (g)	ředění	org. látky (mg/l)	průměr (mg/l)
Směs č. 1 (hustší)	1	628,5	0,0076	328,9474	206743,4211	209 439,66
	2	401,6	0,0029	862,0690	346206,8966	
	3	564,7	0,0066	378,7879	213901,5152	
	4	263,9	0,0036	694,4444	183263,8889	
	5	188,7	0,0019	1315,7895	248289,4737	
	6	241,8	0,0031	806,4516	195000	
Směs č. 2 (řidší)	7	564,8	0,0404	61,8812	34950,49505	127 001,94
	8	761,2	0,0142	176,0563	134014,0845	
	9	761,2	0,0153	163,3987	124379,085	
	10	pod detekcí	0,0031	806,4516		
	11	681,8	0,0172	145,3488	99098,83721	
	12	522,0	0,0088	284,0909	148295,4545	
	13	pod detekcí	0,0023	1086,9565		
	14	232,6	0,0045	555,5556	129222,2222	

Tabulka 6: Výsledky měření množství organických látek z výstupu drtiče metodou CHSK_{Cr}

Hodnoty 209 439,66 a 127 001,94 mg/l značí koncentraci organických látek pro 1 litr rozdrcených gastroodpadů. Drtič kuchyňských zbytků je však výhradně používán s přidáváním vody. Podle manuálu (viz příloha č. 19) je zapotřebí minimálně 8 litrů/minuta, což je velice relativní údaj nezávislý na množství drceného gastroodpadu. Aby byl dodržen platný kanalizační řád, je nutné ředit nadrcený odpad určitým množstvím vody:

$$\frac{209\,439,66 \text{ (mg/l)}}{2000 \text{ (mg/l)}} - 1(l) = 103,72 \text{ (l)}$$

$$\frac{127\,001,94 \text{ (mg/l)}}{2000 \text{ (mg/l)}} - 1(l) = 63,5 \text{ (l)}$$

Toto množství je nereálné pro praktické použití, jednalo by se o neekonomické i neekologické zacházení s drahocennou surovinou. V praxi bývá použito okolo 3 litrů vody na 1 litr gastroodpadu. Konečná koncentrace organických látek je poté 4x nižší (tabulka č. 7).

Vzorek	Poměr vody	Koncentrace org.l.	Průměr
Směs č. 1 (hustší)	1:3	52 359,90	42 055,20
Směs č. 2 (řidčí)	1:3	31 750,50	

Tabulka 7: Koncentrace organických látek drceného gastroodpadu s přidanou vodou

Pokud by takto ředěný gastroodpad byl vypouštěn do kanalizační sítě, byl by při pokutovém doplácení za nadlimitním znečištění odpadních vod zařazen do skupiny C. V takovém případě poplatek za 1 průměrný litr odpadní vody z drtiče by byl vypočten takto:

$$A = Q * P * CB$$

$$A = \left[1 * \frac{42055,20 - 2000}{2000} * 1,35 \right] K\check{c}$$

$$A = 27,04 K\check{c}$$

Hustota gastroodpadu se pohybuje okolo 800 kg/m³. Nadrcený gastroodpad pak okolo 1000 kg/m³.

Pokud by hypoteticky hotel Hilton Prague používal drtič gastroodpadu, zaplatil by v případě denní kontroly a analýzy vzorků během provozu drtiče nemalou částku (bez DPH):

$$A = \left[4000 * \frac{42055,20 - 2000}{2000} * 1,35 \right] K\check{c}$$

$$A = 108160 K\check{c}$$

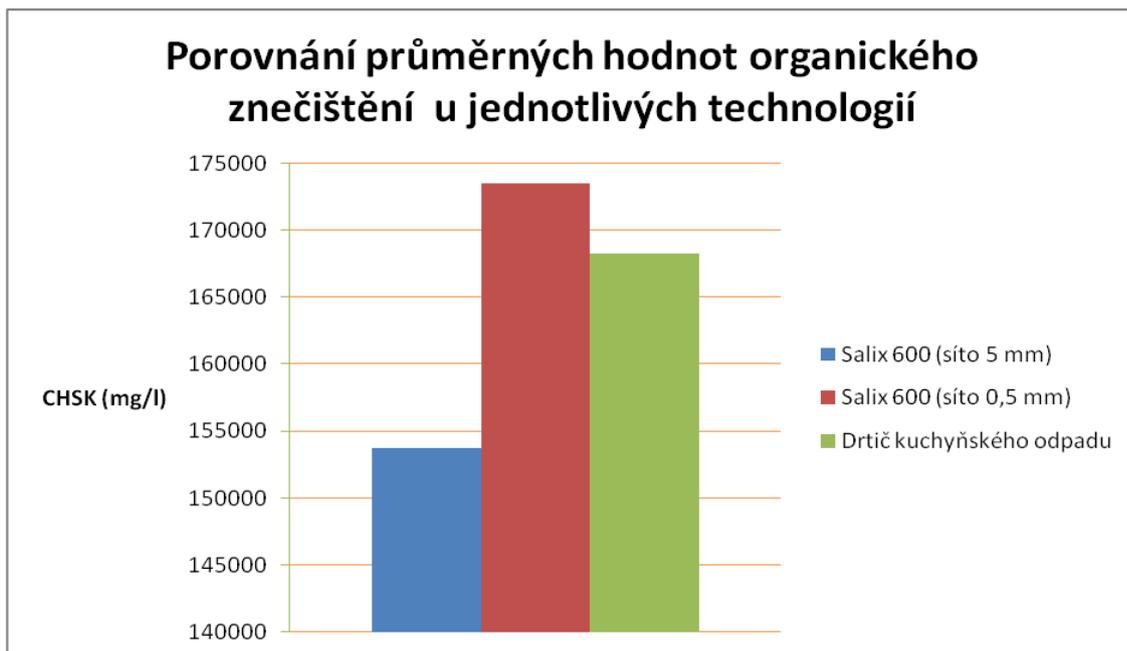
5.2 Odvodňovač kuchyňských zbytků Salix 600

CHSK_{Cr} byla stanovena semimikrometodou 6 různých odvodněných kuchyňských zbytků. Vzorky se odlišovaly způsobem odvodnění (hrubost síta, velikost zatížení). Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 8.

CHSK _{Cr}			
vzorek	ředění	výsledek	koncentrace org. látek (mg/l)
jemné síto (0,5 mm), zatížení 4 kg	1198,3	153,1	183459,73
jemné síto (0,5 mm), zatížení 4 kg	1198,3	143,2	171596,56
jemné síto (0,5 mm), zatížení 50 kg	1111,4	150,1	166821,14
jemné síto (0,5 mm), zatížení 50 kg	1111,4	154,8	172044,72
hrubé síto (5 mm), zatížení cca 10 kg	1023,7	158,1	161846,97
hrubé síto (5 mm), zatížení cca 10 kg	1023,7	142,3	145672,51

Tabulka 8: Výsledky analýzy CHSK_{Cr} vzorků z výstupu odvodňovače Salix 600

Z výsledků v tabulce č. 8 je patrné, že nejsou příliš odlišné, ačkoliv vzorky byly opticky značně odlišné. Vzorky lisované přes síto s průměrem 0,5 mm byly charakterem kalnou tekutinou bez jakýchkoliv kusů potravin. Naopak vzorky lisované přes síto o průměru 5 mm připomínaly kaši a byly prakticky totožné s výstupy z drtiče kuchyňských zbytků. Průměrné hodnoty z drtiče, odvodňovače se sítem o průměru 5 mm a se sítem 0,5 mm jsou uvedeny a porovnány v grafu č. 1.



Graf 1: Srovnání průměrných hodnot organického znečištění (drtič, odvodňovač Salix se sítím 5 mm, odvodňovač Salix se sítím 0,5 mm)

Při provozování odvodňovače je nezbytné (podobně jako u drtiče) proplachování vodou. Aktuální stav odvodňovače Salix 600 nemá zabudovaný funkční proplachovací systém, nicméně ve výsledku bude poměr vody o něco vyšší nežli u drtičů. Pro porovnání a výpočet byl však započítán poměr stejný (tj. 1:3). Pokud by tedy průměrná koncentrace organických látek ze všech odvodněných vzorků (166 906,94 mg/l) byla ředěna vodou v poměru 1:3, činila by koncentrace 41 726,74 mg/l. V případě zjištění této koncentrace kontrolou PVK, byl by poplatek podle bodového finančního ohodnocení spočítán takto (bez DPH):

$$A = \left[4000 * \frac{41726,74 - 2000}{2000} * 1,35 \right] K\check{c}$$

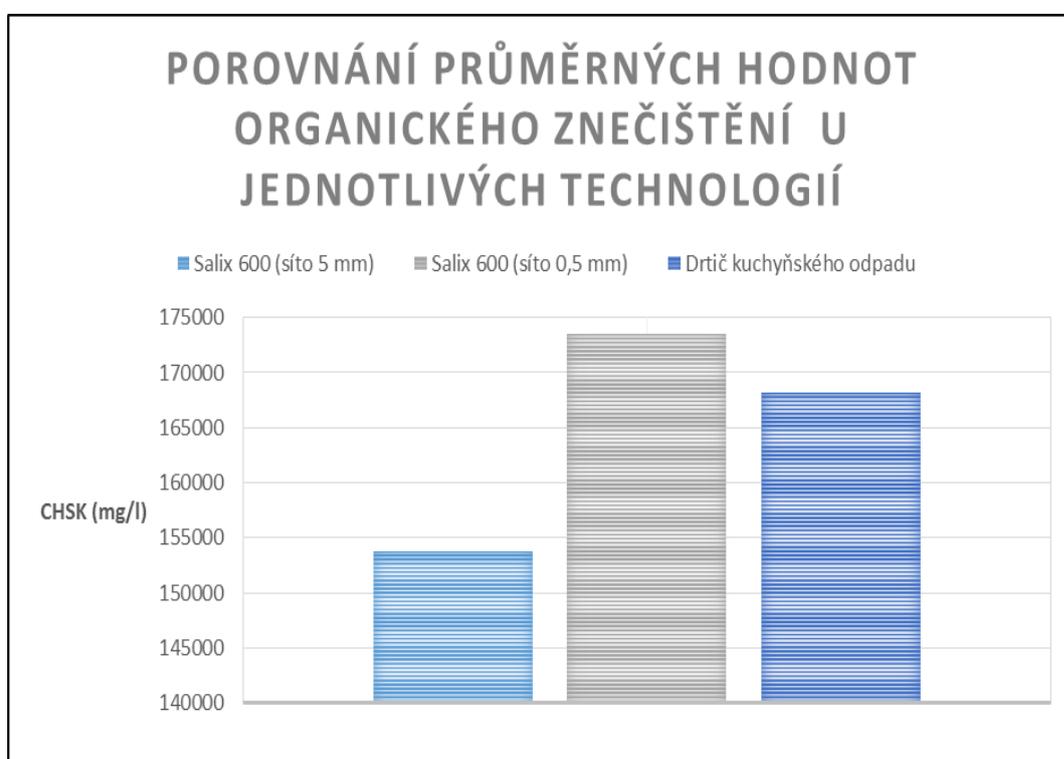
$$A = 107262 K\check{c}$$

6) DISKUZE

Výsledky $CHSK_{Cr}$ analýzy výstupů z drtiče a odvodňovače jsou téměř shodné. Mírná rozdílnost hodnot může být způsobena odlišným složením gastroodpadu či chybováním při měření $CHSK_{Cr}$ analýzy. Nicméně zásadní odlišnost dat z rozdrčeného gastroodpadu a odvodněné tekutiny z gastroodpadu není zjevná. Srovnání průměrných výsledků $CHSK_{Cr}$ z drtiče, odvodňovače se sítím 5 mm a se sítím 0,5 mm jsou uvedeny v tabulce č. 9 a v grafu č. 2.

$CHSK_{Cr}$ (mg/l)		
Drtič kuch. zbytků	Odvodňovač (0,5 mm)	Odvodňovač (5 mm)
168 220,80	173 480,54	153 759,74

Tabulka 9: Srovnání průměrných výsledků analýzy $CHSK_{Cr}$ mezi různými způsoby zpracování kuchyňských zbytků



Graf 2: Grafické srovnání výsledků $CHSK_{Cr}$ mezi různými technologiemi

Výstupy z odvodňovače Salix 600 jsou dvojího charakteru. Při použití síta s otvory o průměru 0,5 mm byla odvodněná kalná tekutina bez žádných pevných příměsí. Naopak při použití síta s otvory o průměru 5 mm byla výstupem nehomogenní kaše s různými pevnými kusy kuchyňských zbytků až o velikosti 1 cm. Avšak výsledná koncentrace organických látek je velice podobná, dokonce nižší spíše u kašovité směsi z hrubšího síta. Z tohoto faktu lze předpokládat, že odvodněná část kuchyňských zbytků obsahuje velice podobné množství organických látek jako gastroodpad samotný. Je možné, že nedostatečně vyvinutý tlak na gastroodpad neumožnil separaci většího množství tekutin a tím i vody. Uvolnilo se pouze malé množství tekutin s velkým množstvím organických látek. Lisující tlak v odvodňovacím zařízení je plánován okolo 3 barů (tj. okolo 300 000 Pa), kdežto vzhledem k nedokončenému vývoji celého zařízení byl gastroodpad zatížen pouze tlakem okolo 200 – 1000 Pa. Další faktor mohl být v nehomogenosti kuchyňských zbytků. Jedná se o velice různorodý materiál, který je závislý na složení jídel a jejich charakteru (polévka, těstoviny, zelenina apod.). Analýza CHSK_{Cr} byla použita pouze pro několik zkušebních vzorků. Pro věrohodnější výsledky by mělo být zařízení kompletně zkompletováno a efektivně testováno pomocí většího množství vzorků.

Je však pravděpodobné, že samotná odvodněná tekutina je skutečně silně znečištěna organickými látkami nezávisle na hrubosti síta či velikosti odvodňovacího tlaku, a tak její následné potenciální vypouštění do kanalizace bude vždy silně nevyhovující.

Drťící zařízení odvodňovače Salix 600 bylo testováno úspěšně – drtič složený ze 3 ozubených rotujících válců je schopen rozdrtit i problematické odpady jako kosti či gastroodpad kulatého tvaru (např. jablka).

Hygienizační zařízení aktuálně stále není zkonstruováno, nicméně pan Marek (2015) již podotýká, že jeho provozní náklady budou enormně vysoké.

Odvodňovací zařízení Salix 600 je nový projekt, který je teprve v procesu. Zkompletování první funkční verze mělo proběhnout již v listopadu 2014, z důvodu konstrukčních závad a špatného financování projektu mohl být Salix 600 poprvé testován až 27. 3. 2015. Odvodňovač Salix 600 v tomto stupni vývoje v žádném případě nesplňuje legislativní požadavky pro vypust do kanalizace a to ani při vysokém potenciálním zředění vodou.

Vědecké studie zabývající se odvodňováním gastroodpadu nejsou příliš známé. Většina studií zabývající se kuchyňským odpadem se věnuje metodám kompostování, anaerobní fermentaci či pouze drtiči kuchyňských zbytků.

V problematice drtičů existují 2 typy studií – kladné a záporné. Fciwem (2010) publikuje, že při testování drtičů ve švédském městě Surahammar (kde 6 000 domácností bylo osázeno 3 000 drtičů) nebylo zjištěno žádné významné navýšení CHSK u přitékající odpadní vody na místní ČOV. Rosenwinkel (2001) zase vypočetl, že při použití drtičů v 100 % domácnostech v Německu by vzrostla CHSK ze 120 mg/l na 138 – 156 mg/l. Procentuálně by tedy CHSK vzrostla o zanedbatelných 15 – 30 %. V případě osázení 5 – 10 % domácností by podle Rosenwinkela nemělo na průběh ČOV žádný vliv. Iacovidou (2012) se zmiňuje, že nárůst CHSK se v různých studiích pohybuje mezi 2 – 60 %. Také poukazuje, že v některých případech použití drtičů zlepšilo efektivitu čistírny odpadních vod. Battistoni (2007) upozorňuje na efektivní využití drtičů v osamělých horských oblastech. Některé optimistické studie jsou však financovány výrobními společnostmi drtičů, a proto jim v odborné veřejnosti není přikládán přílišný význam (AMEMORI 2010).

Obecně se však uvádí, že průměrná koncentrace nerozpuštěných látek odpadních vod z domácností s drtičem se pohybuje okolo 5000 mg/l (VODÁRENSKÁ 2015). Organické látky tvoří průměrně cca 90 % gastroodpadu, a tak koncentrace organických látek se tedy pohybuje okolo 4500 mg/l, což je výrazně nad limitem dle kanalizačního řádu (2000 mg/l). Výsledky CHSK v metodické části práce jsou výrazně vyšší než 4500 mg/l a to i po započítaném ředění s vodou v poměru 1:3 – poté se pohybují okolo 40 000 mg/l. Vyšší koncentrace je dána z důvodu nezapočítaného ředění s ostatními odpadními vodami (např. šedé vody z koupelen, umýváren, kuchyní apod.). Jejich množství je v hotelovém provozu zanedbatelné, nicméně rozhodně není dostatečné k potřebnému naředění pod limit 2000 mg/l.

Amemori (2010) srovnává studie zabývající se drtiči kuchyňského odpadu a při jedné z nich uvádí 51 násobné zvýšení CHSK a až 81 násobné zvýšení nerozpustných látek v odpadních vodách v případě jejich aplikace. Habart (2004) dále upozorňuje na zvyšování kontaminovaného kalu na ČOV v důsledku používání drtičů a souběžného čištění kontaminovaných průmyslových vod.

Nicméně v praxi je metoda odvodňování úspěšně používána např. v kalovém hospodářství. Odvodňování kalů se obvykle praktikuje několika metodami. Například

odstředivky využívají rotačních bubnů k oddělení pevných částí od kapaliny. Pásové filtrační lisy a kalolisy fungují na principu vysokého tlaku a filtračních pásů/desek (MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ 2007). Je možné, že by některá z těchto metod fungovala při odvodňování gastroodpadu lépe, pravděpodobně by však odvodněná tekutina byla stále vysoce nadlimitně znečištěná.

Hypoteticky by stálo za úvahu zakomponovat do systému odvodňovače kuchyňských zbytků i malou čistírnu odpadních vod. Odvodněná kapalina (kontaminovaná převážně organickými látkami) by mohla být dodatečně čištěna v čistírně odpadních vod menších rozměrů. Zatížení takové čistírny by však bylo enormní v porovnání s reálnými hodnotami, na které jsou obvykle konstruované.

Malé domovní čistírny odpadních vod jsou totiž dimenzovány na CHSK v rozmezí 300 - 800 mg/l (tj. průměrné hodnoty odpadních vod z domácností) s množstvím produkovaných odpadních vod cca 150 l/osoba a den. Jejich zatížení se pohybuje zhruba do kapacity 200 ekvivalentních obyvatel (EO). 1 EO se rovná hodnotě 60 g/den a je vyjádřen pomocí BSK₅ (poměr BSK₅:CHSK = 1:2) (MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ 2007). Pokud by odvodněná tekutina z gastroodpadu měla hodnotu CHSK okolo 160 000 mg/l, musela by čistírna být dimenzována na kapacitu cca 1 066 EO. I po zředění s vodou (v poměru 1:10) by musela čistírna řešit koncentraci okolo 14 545 mg/l. Dosáhnutí hodnot v rozmezí 300 – 800 mg/l by bylo zapotřebí vysokého množství vody, které je v praxi nereálné.

V úvahu by tedy mohly být brány průmyslové čistírny odpadních vod, které jsou dimenzovány na nadstandartní znečištění. Došek (2015) z oddělení výzkumu a vývoje ze společnosti ASIO s.r.o. se na základě e-mailové komunikace domnívá, že v prvním kroku čistícího procesu by mohla být flotační jednotka s flotací rozpuštěným vzduchem (DAF – Dissolved Air Flotation) spolu s mechanickým stíráním vzniklé pěny. V další fázi by následovala vhodná koagulace (dávkování chemikálií – koagulantu a flokulantu dle charakteru OV). Následný odtah kalu by byl proveden mamutkou, popř. dočištění membránovou ultrafiltrační jednotkou. Pořizovací náklady v tomto případě jsou odhadnuty na 1 500 000 Kč a provozní náklady okolo 150 000 Kč/rok.

Efektivita takové čistírny a především její pořizovací a provozní náklady by musely být v případě hotelu Hilton Prague brány v úvahu.

7) ZÁVĚR

Odvodňovací zařízení Salix 600 ve své aktuální podobě zcela nevyhovuje legislativním požadavkům kanalizačního řádu. Předpoklady legálních finančních úspor nebyly potvrzeny. Hodnoty koncentrace organických látek (okolo 160 000 mg/l) jsou téměř totožné jako hodnoty z drtiče kuchyňských zbytků (okolo 170 000 mg/l). V diplomové práci byly měřeny hodnoty organických látek, ale je pravděpodobné, že zatížení kanalizace by v případě zprovoznění odvodňovače nastalo i v oblasti nerozpustných látek, dusíku nebo fosforu. Dostačující nařazení vodou pro splnění limitů kanalizačního řádu (limit činí 2000 mg/l pro prostý vzorek) není žádoucí, jednalo by se o plýtvání pitné vody a finančně by přidání vody bylo neúnosné. Odvodňovač Salix 600 by rozhodně neměl být nasazen do ostrého provozu.

Odvodňovač by měl být stále ve vývoji, testován s novými parametry, popřípadě změnit zcela technologický způsob odvodňování. Otázkou je, zda má smysl zabývat se problematikou gastroodpadu právě tímto směrem.

Hotel Hilton Prague nadále spolupracuje s firmou .A.S.A., která je oprávněna svážet a materiálně využívat kuchyňské zbytky. Poplatek 1435 Kč za 1 tunu gastroodpadu je tedy momentálně nejvhodnějším řešením likvidace kuchyňských zbytků a to jak po stránce ekonomické, tak po stránce ekologické.

8) SEZNAM LITERATURY

ALTEROVÁ, Libuše. Svět hodně plýtvá potravinami. *Zemědělec Roč. 19*, 2011, č. 21, s. 6-7, ISSN 1211-3816

ALTMANN Vlastimil, VACULÍK Petr, MIMRA Miroslav. *Technika pro zpracování komunálního odpadu*. Praha: Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, 2010. 120 stran. ISBN: 978-80-213-2022-2

AMEMORI, Anna. *Význam dřezových drtičů pro odstraňování BRO*. Praha, 2010. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze. Přírodovědecká fakulta.

AMLINGER, F. et al. The State of Art of Composting. A guide to good practice. 2009, Austria: Austrian Ministry for Agriculture and Forestry, Environment and Water Management

ANDERSON Jakob Kragh. Composting of organic waste: quantification and assessment of greenhouse gas emissions. Miljoevej, 2010. PhD Thesis. Technical University of Denmark. Department of Environmental Engineering

BAČÍK, Ondřej: Komunální bioplynová stanice u Passau v Bavorsku. Biom.cz [online]. 2006-06-21 [cit. 2015-02-15]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/komunalni-bioplynova-stance-u-passau-v-bavorsku>>. ISSN: 1801-2655

BATTISTONI Paolo, FATONE Francesco, PASSANCANTANDO Daniele, BOLZONELLA David. Application of food waste disposers and alternate cycles process in small-decentralized towns: A case study. *Water Research*. 2007, č. 41, str. 893 – 903. ISSN: 0043-1354
CHENXI Li, PASCALE Champagne, BRUCE C. Anderson. Effects of ultrasonic and thermo-chemical pre-treatments on methane production from fat, oil and grease (FOG) and synthetic kitchen waste (KW) in anaerobic co-digestion. *Bioresource Technology*. 2013, č. 130, str. 187 – 197. ISSN: ISSN 0960-8524

ČT24. Vysoké Mýto chce prodat bioplynovou stanici. Je ztrátová [online]. Česká televize, 2015. [cit. 15.2.2015]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/regiony/272657-vysoke-myto-chce-prodat-bioplynovou-stanici-je-ztratova/>

DLABAJA, Tomáš. *Fermentace kuchyňských odpadů*. Brno, 2009. Diplomová práce. Vysoké technické učení v Brně. Fakulta strojního inženýrství.

DOMINGUEZ, Jorge. The Microbiology of Vermicomposting. In: EDWARDS Clive A. et al. *Vermiculture Technology*. Boca Raton: 2011, s. 53 – 67. ISBN 978-1-4398-0987-7. Drtiče kuchyňského odpadu. *Informace o vodě* [online]. Vodárenská akciová společnost a.s., ©2015. [cit. 10.1.2015]. Dostupné z: <http://www.vodarenska.cz/drtice-kuchynskeho-odpadu>

DOŠEK, Michal. *Čištění silně znečištěných OV organickými látkami* [online]. Sekundární odpovědnost/příjemce. Datum odeslání 9.4. 2015, [cit. 2015-04-9].

DVOŘÁČEK, Tomáš: Rozvoj výstavby linek mechanicko - biologické úpravy komunálních odpadů v České republice. Biom.cz [online]. 2009-10-28 [cit. 2015-02-13]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/rozvoj-vystavby-linek-mechanicko-biologicke-upravy-komunalnich-odpadu-v-ceske-republice>>. ISSN: 1801-2655.

EDWARDS, Clive A. Low-Technology Vermicomposting Systems. In: *Vermiculture Technology*. Boca Raton: 2011, s. 79 – 91. ISBN 978-1-4398-0987-7.

FCIWEM Evans D. Tim, ANDERSSON Per, WIEVEGG Åsa, CARLSSON Inge. Surahammar: a case study of the impacts of installing food waste disposers in 50% of households. In: *Water and Environment Journal*: 2010, č. 24, str. 309 – 319. ISSN: 1747-6593

HABART, Jan: Proč nedoporučujeme používat drtiče kuchyňských odpadů?. Biom.cz [online]. 2004-03-16 [cit. 2015-02-15]. Dostupné z WWW: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/proc-nedoporucujeme-pouzivat-drtice-kuchynskych-odpadu?all_ids=1>. ISSN: 1801-2655.

HABART, Jan: V čem se liší zemědělská a komunální bioplynová stanice – zamyšlení u příležitosti otevření bioplynové stanice v Krásné Hoře a Vysokém Mýtě. Biom.cz [online]. 2008-10-27 [cit. 2015-01-10]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/v-cem-se-lisi-zemedelska-a-komunalni-bioplynovastanice-zamysleni-u-prilezitosti-otevreni-bioplynovy-stance-v-krasne-hore>>. ISSN 1801-2655.

HANČ Aleš, PLÍVA Petr. *Vermikompostování bioodpadů (certifikovaná metodika)*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2013. 35 stran. ISBN 978-80-213-2422-0

HAVELKA, Petr: *ČAOH – přehledné shrnutí legislativních změn pro obce*. CAOHCZ [online]. Praha, 6. 1. 2015 [cit. 2015-02-18]. Dostupné z: <http://www.caoh.cz/odborne-clanky-a-aktuality/caoh-prehledne-shrnuti-legislativnich-zmen-pro-obce.html>

HOFMANNOVÁ, Jitka. *Odpadové hospodářství Bohemia-lázně a.s.* Praha, 2011. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Fakulta životního prostředí.

IACOVIDOU Eleni, OHANDJA Dieudonne-Guy, GRONOW Jan, VOULVOULIS Nikolaos. The Household Use of Food Waste Disposal Units as a Waste Management Option: A Review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 2012, č. 42, str. 1485 – 1508. ISSN: 1064-3389

Interview s Miroslavem HEROUTEM, nar. 1983, Kompostárna a bioplynová stanice Jarošovice, Týn nad Vltavou 11. 2. 2015

Interview s Jiřím NETÍKEM, nar. 1975, Kompostárna a bioplynová stanice Jarošovice, Týn nad Vltavou 12. 2. 2015

Interview s Ivošem KURTASEM, nar. 1986, Hotel Hilton Prague - 4 technické oddělení, Praha 17. 3. 2015

Interview s Liborem MARKEM, nar. 1965, Konstrukční hala společnosti Phar Service Group, Praha 27.3. 2015

Interview s PVK zaměstnancem, nepřeje si být citován. Ústřední čistírna odpadních vod v Praze, Praha 19.3. 2015

JAMES, James W., GUIMARAES Afranio. Discovery and Development of New Species for Vermiculture. In: *Vermiculture Technology*. Boca Raton: 2011, s. 41 – 53. ISBN 978-1-4398-0987-7.

KIM M., CHOWDHURY M. M. I., NAKHLA G., KELEMAN M.. Characterization of typical household food wastes from disposers: Fractionation of constituents and implications for resource recovery at wastewater treatment. *Bioresource Technology*. 2015, č. 183, str. 61 – 69. ISSN: 0960-8524

KOLAŘÍK, Ivo. *Návrh zařízení pro termomechanickou předúpravu BRO*. Brno, 2011. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství.

KOMÁR, Aleš. *Nakládání s odpady v gastronomické praxi*. Zlín, 2011. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická.

LONG J. Hunter, AZIZ N. Tarek N., REYES III L. Francis, DUCOSTE J. Joel. Anaerobic co-digestion of fat, oil and grease (FOG): A review of gas production and proces limitations. *Process Safety and Environmental Protection*. 2012, č. 90, str. 231 – 245. ISSN: 0957-5820

LONG Wang, FEI Shen, HAIRONG Yuan, DEXUN Zou, YANPING Liu, BAONING Zhu, XIUJIN Li. Anaerobic co-digestion of kitchen waste and fruit/vegetable waste: Lab-scale and pilot-scale studies. *Waste Management*. 2014, č. 12, str. 2627–2633. ISSN: 0956-053X

MALAŤÁK Jan, VACULÍK Petr. *Technologická zařízení staveb odpadového hospodářství. Zpracování biologicky rozložitelných odpadů*. Praha: Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, 2008. 159 stran. ISBN: 978-80-213-1747-5

MARTÍNEK, Lukáš. *Nakládání s odpadem v hotelovém provozu a jeho vliv na životní prostředí*. Zlín, 2012. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická.

Ministerstvo zemědělství: Čištění odpadních vod jako nástroj k ochraně životního prostředí v zemědělské praxi a na venkově [online]. Brno, 2007 [cit. 2015-04-9]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/26962/cistení_odpadnich_vod.pdf

Ministerstvo životního prostředí: *Plán odpadového hospodářství České republiky pro období 2015 – 2024* [online]. Praha, listopad 2014 [cit. 2015-02-18]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/poh_cr_prislusne_dokumenty/\\$FILE/OODP-POH_CR_2015_2024_schvalena_verze_20150113.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/poh_cr_prislusne_dokumenty/$FILE/OODP-POH_CR_2015_2024_schvalena_verze_20150113.pdf)

PŠENIČKA Pavel, VOSÁTKO Ondřej, HODEK Tomáš. *Předcházení vzniku a zpracování bioodpadu v obcích Libereckého kraje*. Praha: © Ekodomov, 2012. 77 stran. ISBN: 978-80-903559-8-9

ROSENWINKEL K. H., WENDLER D. *Influences of food waste disposers on sewerage systém, waste water treatment and sludge digestion*. Hannover, 2001. Institute for Water Quality and Waste Management, University of Hannover, Germany.

SAER Alex, LANSING Stephanie, DAVITT H. Nadine, GRAVES E. Robert. Life cycle assesment of a food waste composting systém: environmental impact hotspots. *Journal of Cleaner Production*. 2013, č. 52, str. 234 – 244. ISSN: 0959-6526

SHEN Dong-Shen, YANG Yu-Qiang, HUANG Huan-Lin, HU Li-Fang, LONG Yu-Yang. Water state changes during the composting of the kitchen waste [online]. 2015-02-7. [cit. 2015-03-18].

Dostupné

z ScienceDirect.com:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X15000483#>. ISSN: 0956-053X

SLEJŠKA, Antonín. Sběr a komunitní kompostování domovních bioodpadů v ČR. [online]. 2002-02-25 [cit. 2015-01-20]. Dostupné z Biom.cz: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/sber-a-komunitni-kompostovani-domovnich-bioodpadu-v-cr>. ISSN: 1801-2655.

TUPEC Josef, JETMAROVÁ Stanislava. Integrovaný systém nakládání s bioodpady Vysoké Mýto. *Odpadové fórum*, 2008, č. 2, s. 17. ISSN 1212-7779

VÁŇA, Jaroslav. Kam se ztrácejí kuchyňské odpady a co s nimi. *Odpadové fórum*, 2011, č. 03, s. 13-15. ISSN 1212-7779.

VAŇKOVÁ, Marie. *Odpady z hromadného stravování*. Zlín, 2012. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická.

VOCELKA, Jiří. *Mapování zařízení na energetické využívání biomasy*. Plzeň, 2012. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta elektrotechnická.

Vyhláška č. 503/2004 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva životního prostředí č. [381/2001 Sb.](#), kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů (Katalog odpadů)

Zákon č. 106/2005 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů - úplné znění.

Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých dalších zákonů - úplné znění.

ZIMOVÁ, Magdalena. Aktuální trendy a možná zdravotní a ekologická rizika při nakládání s biologicky rozložitelnými odpady. *EIA-IPPC-SEA*, 2009, č. 1, s. 2-6, ISSN 1801-6901

9) SAMOSTATNÉ PŘÍLOHY

Seznam příloh

Příloha 1: Seznam biologicky rozložitelných odpadů dle Katalogu odpadů (ALTMANN 2010)	74
Příloha 2: Znehodnocené mléko jako vstupní materiál do BPS	75
Příloha 3: Několik tun plesnivého sýru Gouda	75
Příloha 4: Vyklápění gastroodpadu do shromažďovací nádrže	76
Příloha 5: Prázdná shromažďovací nádrž	76
Příloha 6: Kontrolní pás	77
Příloha 7: Čerpadlo s kladívkovým šrotovníkem 10 kW	77
Příloha 8: Hygienizační boxy	78
Příloha 9: Dálkově ovládané čerpadlo	79
Příloha 10: Vymyté barely se zaměstnanci (M. Herout zcela vpravo)	79
Příloha 11: Mycí linka	80
Příloha 12: Bioplynová stanice Jarošovice	80
Příloha 13: Nádrž se vstupním materiálem do BPS	81
Příloha 14: Kogenerační jednotka MWM Caterpillar	81
Příloha 15: Řídící místnost BPS	82
Příloha 16: Ovládací dotykový panel BPS	82
Příloha 17: Nová kompostovací plocha (cca 10 000 m ²)	83
Příloha 18: Odpadní odřezky z kůže	83
Příloha 19: Provozní řád drtiče potravinových odpadů	84

Číslo odpadu	Název odpadu
02 00 00	Odpady z prvovýroby v zemědělství, zahradnictví, myslivosti, rybářství a z výroby a zpracování potravin
02 01 00	<i>Odpady ze zemědělství, zahradnictví, lesnictví, myslivosti, rybářství</i>
◊ 02 01 01	Kaly z praní a z čištění
◊ 02 01 02	Odpad živočišných tkání
02 01 03	Odpad rostlinných pletiv - posekaná tráva, trávník, seno, květiny, obilí, zbytky ze sklizně, sláma, vinná réva, zkažená nemořená osiva, vodní rostliny (např. řasy)
◊ 02 01 06	Zvířecí trus, moč a hnůj (včetně znečištěné slámy), kapalné odpady, soustředované odděleně a zpracovávané mimo místo vzniku - kapalné a tuhé zvířecí výměšky
02 01 07	Odpady z lesnictví - listí, kůra, posekané křoviny, ořezané části stromů, drobný odpad ze zpracování dřeva, dřevo (v celku nebo štěpka)
02 02 00	<i>Odpady z výroby a zpracování masa, ryb a jiných potravin živočišného původu</i>
◊ 02 02 01	Kaly z praní a z čištění

◇	02 02 02	Odpady živočišných tkání
◇	02 02 03	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování - zkažené potraviny živočišného původu, kousky rohů, zvířecí srst, peří
◇	02 02 04	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku
	02 03 00	<i>Odpady z výroby a ze zpracování ovoce, zeleniny, obilovin, jedlých olejů, kaka, kávy a tabáku; odpady z konzervářského a tabákového průmyslu, z výroby droždí a kvasničného extraktu, z přípravy a kvašení melasy</i>
	02 03 01	Kaly z praní, čištění, loupání, odstředování a separace - nekontaminované kaly nebo zbytky z filtračních lisů ze separovaného zachycování odpadní vody z procesů potravinářského průmyslu, výroby pochutin a krmiv
	02 03 04	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování - spadané ovoce, odpady ze zeleniny a ovoce, obilí, droždí, tabákové odpady
	02 03 05	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku - nekontaminované kaly nebo zbytky z filtračních lisů ze separovaného zachycování odpadní vody z procesů potravinářského průmyslu, výroby pochutin a krmiv
	02 04 00	<i>Odpady z výroby cukru</i>
	02 04 01	Zemina z čištění a praní řepy
	02 04 02	Odpad uhličitanu vápenatého
	02 04 03	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku - nekontaminované kaly nebo zbytky z filtračních lisů ze separovaného zachycování odpadní vody z procesů potravinářského průmyslu, výroby pochutin a krmiv
	02 05 00	<i>Odpady z mlékárenského průmyslu</i>
◇	02 05 01	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování - droždí
◇	02 05 02	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku - nekontaminované kaly nebo zbytky z filtračních lisů ze separovaného zachycování odpadní vody z procesů potravinářského průmyslu, výroby pochutin a krmiv
	02 06 00	<i>Odpady z pekáren a výroby cukrovinek</i>
	02 06 01	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování - droždí
	02 06 03	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku - nekontaminované kaly nebo zbytky z filtračních lisů ze separovaného zachycování odpadní vody z procesů potravinářského průmyslu, výroby pochutin a krmiv
	02 07 00	<i>Odpady z výroby alkoholických a nealkoholických nápojů (s výjimkou kávy, čaje a kaka)</i>
	02 07 01	Odpady z praní, čištění a mechanického zpracování surovin
	02 07 02	Odpady z destilace lihovin
	02 07 04	Suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování
	02 07 05	Kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku - nekontaminované kaly nebo zbytky z filtračních lisů ze separovaného zachycování odpadní vody z procesů potravinářského průmyslu, výroby pochutin a krmiv
	03 00 00	Odpady ze zpracování dřeva a výroby desek, nábytku, celulózy, papíru a lepenky

03 01 00	Odpady ze zpracování dřeva a výroby desek a nábytku
03 01 01	Odpadní kůra a korek - kůra
03 01 05	Piliny, hobliny odřezky, dřevo, dřevotřískové desky a dýhy, neuvedené pod 03 01 04 - drobný odpad ze zpracování dřeva, piliny, dřevěná moučky (chem. neošetřené dřevo)
03 03 00	Odpad z výroby a zpracování celulózy, papíru a lepenky
03 03 01	Odpadní kůra a dřevo
03 03 02	Kaly zeleného louhu (ze zpracování černého louhu)
03 03 05	Kaly z odstraňování tiskařské černi při recyklaci papíru
03 03 07	Mechanicky oddělený výmět z rozvláknování odpadního papíru a lepenky
03 03 08	Odpady ze třídění papíru a lepenky určené k recyklaci
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 neuvedeného pod č.. 03 03 10
04 00 00	Odpady z kožedělného, kožešnického a textilního průmyslu
04 01 00	Odpady z kožedělného a kožešnického průmyslu
04 01 01	Odpadní klišovka a štípenka
04 01 06	Kaly obsahující chrom, zejména kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku
04 01 07	Kaly neobsahující chrom, zejména kaly z čištění odpad. vod v místě jejich vzniku
04 02 00	Odpady z textilního průmyslu
04 02 10	Organické hmoty z přírodních produktů (např. tuk, vosk)
04 02 20	Jiné kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku neuvedené pod č. 04 02 19
◇ 04 02 21	Odpady z nezpracovaných textilních vláken
◇ 04 02 22	Odpady ze zpracovaných textilních vláken
10 00 00	Odpady z tepelných procesů
10 01 00	Odpady z elektráren a jiných spalovacích zařízení
10 01 03	Popílek ze spalování rašeliny a neošetřeného dřeva
10 13 00	Odpady z výroby cementu, vápna a sádry a předmětů a výrobků z nich vyráběných
10 13 04	Odpady z kalnice a hašení vápna
10 13 06	Úlet a prach (kromě odpadů uvedených pod čísly 10 13 12 a 10 13 13)
15 00 00	Odpadní obaly; absorpční činidla, čistící tkaniny, filtrační materiály a ochranné oděvy jinak neurčené
15 01 00	Obaly (včetně odděleně sbíraného komunální obalového odpadu) - chem. nezměněné obalové materiály a zbytky výrobků výhradně přírodního původu z obnovitelných zdrojů

15 01 01	Papírové a lepenkové obaly
15 01 03	Dřevěné obaly
16 00 00	Odpady v tomto katalogu jinak neurčené
17 00 00	Stavební a demoliční odpady (včetně vytěžené zeminy z kontaminovaných míst)
17 02 00	Dřevo, sklo a plasty
17 02 01	Dřevo - dřevo (v celku nebo štěpka)
19 00 00	Odpady ze zařízení na zpracování (využívání a odstraňování) odpadu z čistíren odpadních vod pro čištění těchto vod mimo místo jejich vzniku a z výroby vody pro spotřebu lidí a vody pro spotřebu lidí a vody pro průmyslové účely
19 05 00	Odpady z aerobního zpracování pevných odpadů
19 05 03	Kompost nevyhovující jakosti
19 06 00	Odpady z anaerobního zpracování odpadu
19 06 04	Produkty vyhnívání z anaerobního zpracování komunálního odpadu
◊ 19 06 05	Extrakty z anaerobního zpracování odpadu živočišného a rostlinného původu - voda z vyhnívání nebo vyhnílý kal
◊ 19 06 06	Produkty vyhnívání z anaerobního zpracování živočišného a rostlinného odpadu
19 08 00	Odpady z čistíren odpadních vod jinde neuvedené
19 08 05	Kaly z čištění komunálních odpadních vod
19 08 12	Kaly z biologického čištění průmyslových odpadních vod neuvedené pod č. 19 08 11 - voda z vyhnívání nebo vyhnílý kal
19 08 14	Kaly z jiných způsobů čištění průmyslových odpad. vod neuvedené pod č. 19 08 13
19 09 00	Odpady z výroby vody pro spotřebu lidí nebo vody pro průmyslové účely
19 09 01	Pevné odpady z primárního čištění (z česlí a filtrů)
19 09 02	Kaly z čiření vody
19 09 03	Kaly z dekarbonizace
19 12 00	Odpady z úpravy odpadů jinde neuvedené (např. třídění, drcení lisování peletizace)
19 12 01	Papír a lepenka
19 12 07	Dřevo neuvedené pod č. 19 12 06

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

Příloha 1: Seznam biologicky rozložitelných odpadů dle Katalogu odpadů (ALTMANN 2010)



Příloha 2: Znehodnocené mléko jako vstupní materiál do BPS



Příloha 3: Několik tun plesnivého sýru Gouda



Příloha 4: Vyklápění gastroodpadu do shromažďovací nádrže



Příloha 5: Prázdňá shromažďovací nádrž



Příloha 6: Kontrolní pás



Příloha 7: Čerpadlo s kladívkovým šrotovníkem 10 kW



Příloha 8: Hygienizační boxy



Příloha 9: Dálkově ovládané čerpadlo



Příloha 10: Vymyté barely se zaměstnanci (M. Herout zcela vpravo)



Příloha 11: Mycí linka



Příloha 12: Bioplynová stanice Jarošovice



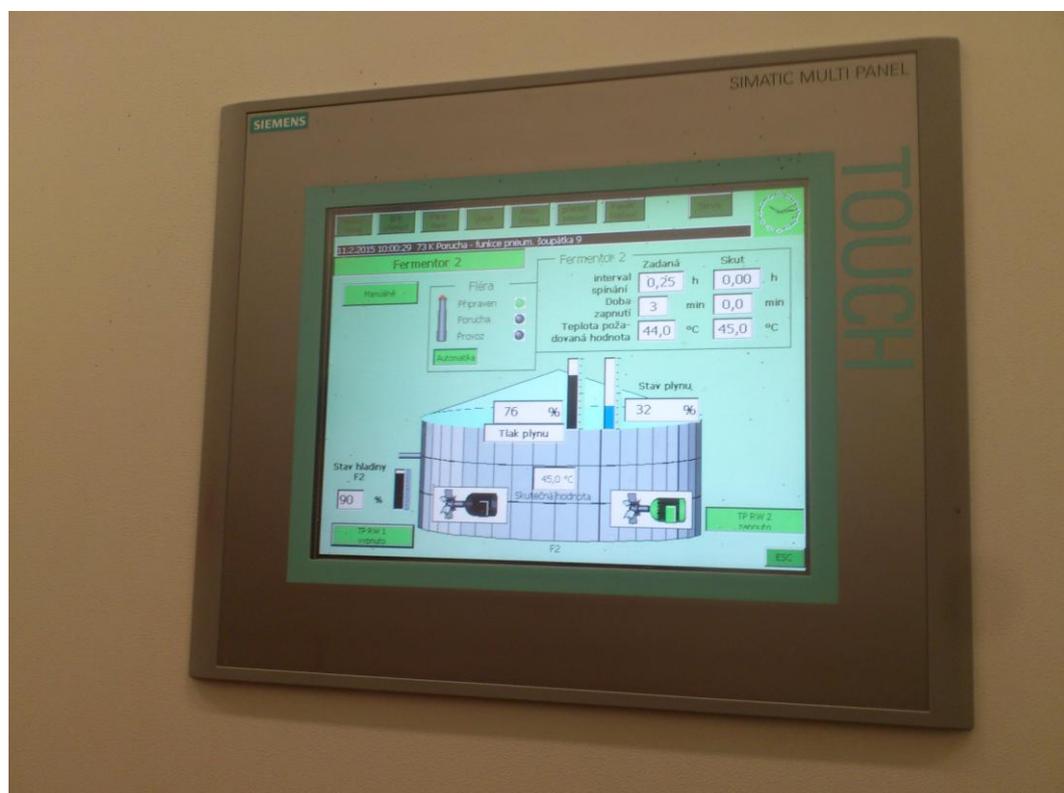
Příloha 13: Nádrž se vstupním materiálem do BPS



Příloha 14: Kogenerační jednotka MWM Caterpillar



Příloha 15: Řídící místnost BPS



Příloha 16: Ovládací dotykový panel BPS



Příloha 17: Nová kompostovací plocha (cca 10 000 m²)



Příloha 18: Odpadní odřezky z kůže

PROVOZNÍ ŘÁD DRTIČE POTRAVINOVÝCH ODPADŮ

Postup při drcení:

- připravte si potravinový odpad
- pusťte studenou vodu
- zapněte drtič
- **postupně vhaďte odpad** do drtiče (drtičí efekt se zlepší, pokud budou drceny najednou různorodé materiály)
- po ukončení drcení nechte téct vodu 25s a vypněte drtič

Upozornění:

- drtič smí být v provozu **pouze se spuštěnou vodou** (minimálně 8 litrů/min.) zbytky nesmí být vkládány **neúměrně rychle**, aby nedošlo k přeplnění drtičí komory (to zpomaluje drcení, přetěžuje motor a vede k vypnutí tepelnou pojistkou)
- drtič **smí jet nepřetržitě max. 15 min** a pak musí následovat **15 min. přestávka** a opakované drcení potravinových odpadů **SLOUŽÍ k likvidaci pouze potravinových odpadů.**
- **Nesmí se pokračovat maximálními jednorázovými přísunovými odpadů i tekutin (5 litrů).** Tedy např. kbelik polévky vyliť do drtiče nadvakrát.
- **DO DRTIČE SE NESMÍ LÍT LOUH NEBO JINÁ ROZPOUŠTĚDLA USAZENIN V POTRUBÍ !!!**
- **DRTIČ NESLOUŽÍ JAKO ČERPADLO PŘI VYPOUŠTĚNÍ VODY Z DŘEZU!** Nadměrné množství vody drtič přetěžuje a drtič se tím ničí!

Do drtiče nepatří kovy, sklo, plasty a igelity, vše co není organického původu např.:

- **NEDRTÍME** mycí houby, hadičky, drátěnky
- **NEDRTÍME** těžké plastové i přístroje kovové
- **NEDRTÍME** skleničky, plastové kelímky, tácky, porcelánové střepy
- **NEDRTÍME** igelitové sáčky a cokoliv z igelitu a alobalu

Spodní část drtiče:

- není odolná nárazu, nesmí se do ní narážet hmcí, vozíky aj.
- nesmí být pod vodou, ani vystavován stálému stříkání nebo potékání vodou, hrozí nebezpečí úrazu elektrickým proudem a poškození drtiče.

KAZDODENNÍ KONTROLA STAVU DRTIČE

- kontrola těsnosti instalace drtiče pod dřezem:
Zkontrolujte, že drtič není potěčený vodou od dna dřezu nebo od netěsnosti potrubí odpadu a že neteče potrubí/z drtiče do odpadu

- kontrola mechanických částí drtiče:
Zkontrolujte, zda v drtiči nejsou předměty, které drtič blokují nebo překážejí provozu drtiče a zda lze talířem v komoře bez většího odporu otáčet a jeho lopatky se volně kývou.

Postup při odstraňování závad (vždy při vypnutém drtiči):

Drtič hlučí nebo se netočí

1. vyjměte blokující předmět z drtiče
2. rozhybejte zablokovaný talíř i lopatky v drtičí komoře pomocí varlečky nebo šroubováku tak aby se talíř volně otáčel (viz. obr. č.1)
3. nechejte drtič úplně vychladnout (trvá to 1-2 hodiny !!)
4. zatláčte pojistku v dolní části drtiče (viz. obr. č.2)

Netěsnosti drtiče
sociálnímu materiálu pod dřezem, popř. šrouby příruby u kolínka
TYTO ZÁVADY JE TŘEBA OKAMŽITĚ NAHLÁSIT POVĚŘENÉMU ÚDRŽBAŘI.
UPOZORNĚNÍ: pokud obstaru zřítel jakýkoli neopravený **chod drtiče nebo vypnutí pojistky, musí závadu nahlásit pověřené osobě a drtič dále nepoužívat!**

Drtič lze uvést do provozu teprve PO ODSTRANĚNÍ ZÁVAD !!

č.1



č.2



Příloha 19: Provozní řád drtiče potravinových odpadů

