

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Ekonomická fakulta

Studijní program: N6208 Ekonomika a management

Studijní obor: Strukturální politika EU a rozvoj venkova

Katedra: Strukturální politika EU a rozvoj venkova

Vedoucí katedry: doc. Ing. Eva Cudlínová, CSc.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Energetické využití biologicky rozložitelného komunálního odpadu Statutárního města České Budějovice

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Eva Cudlínová, CSc.

Konzultant diplomové práce: Ing. Aleš Mikšátko

Autor: Bc. Žaneta Sýkorová

České Budějovice, srpen 2013

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta ekonomická

Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Žaneta SÝKOROVÁ**

Osobní číslo: **E09616**

Studijní program: **B6208 Ekonomika a management**

Studijní obor: **Strukturální politika EU a rozvoj venkova**

Název tématu: **Energetické využití biologicky rozložitelného komunálního odpadu Statutárního města České Budějovice**

Zadávací katedra: **Katedra strukturální politiky EU a rozvoje venkova**

Zásady pro vypracování:

Cíl práce:

Hlavním cílem diplomové práce je navrhnout přijatelné technické a ekonomické řešení využití biologicky rozložitelné složky komunálního odpadu (BRKO) v konkrétních podmínkách města České Budějovice. Dílčím cílem je porovnat ekonomickou výhodnost jednotlivých forem zneškodňování biologicky rozložitelné složky komunálního odpadu.

Hypotéza: Zpracování BRKO ve speciální bioplynové stanici na bázi suché fermentace bude výhodnější a ekonomicky racionálnější způsob likvidace BRKO než jeho prosté skládkování. Jinými slovy, že využití biologicky rozložitelného odpadu za účelem výroby bioplynu a tepla je efektivnější než ukládání tohoto odpadu na skládku.

Metodika práce:

1. Studium odborné literatury se zaměřením na biologicky rozložitelný komunální odpad
2. Popis současné situace hospodaření s odpady ve Statutárním městě České Budějovice
3. Navržení konkrétní technologie výroby bioplynu za účelem snížení množství komunálního odpadu
4. Ekonomické zhodnocení efektivnosti investice
5. Diskuse a vyhodnocení

Rámcová osnova:

1. Úvod, 2. Cíl, metodika a hypotéza, 3. Literární rešerše, 4. Energetické využití BRKO, 5. Hospodaření s odpady ve Statutárním městě České Budějovice, 6. Návrh bioplynové stanice

na zpracování BRKO a ekonomické zhodnocení investice, 7. Diskuse, 8. Závěr, 9. Summary, 10. Přehled použité literatury, 11. Přílohy

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**

Rozsah průvodní zprávy: **70 – 90 stran**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

ALTMAN, Vlastimil. Odpadové hospodářství. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 1996, 89 s. ISBN 80-707-8372-9.

FILIP, Jiří. Odpadové hospodářství. 1. vyd. Brno: MZLU, 2002, 116 s. ISBN 80-715-7608-5..

KOLÁŘ, Ladislav a Stanislav KUŽEL. Odpadové hospodářství. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2000, 193 s. ISBN 80-704-0449-3.

KURAS, Mečislav. Odpady, jejich využití a znečišťování. 1. vyd. Praha: Český ekologický ústav, 1994, 241 s. ISBN 80-850-8732-4.

MAREČEK, Jan. Legislativa odpadového hospodářství. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003, 134 s. ISBN 80-715-7656-5.

VÁŇA, Jaroslav, Jiří BALÍK a Pavel TLUSTOŠ. Pevné odpady (2005). Vyd. 2., přeprac. Praha: Česká zemědělská univerzita, Katedra agrochemie a výživy rostlin, 2005, 177 s. ISBN 80-213-1097-9.

VOŠTOVÁ, Věra. Zpracování pevných odpadů II. Vyd. 1. V Praze: Nakladatelství ČVUT, 2006, 95 s. ISBN 80-010-3488-7.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Eva Cudlínová, CSc.**

Katedra strukturální politiky EU a rozvoje venkova

Datum zadání diplomové práce: 23.3.2010

Termín odevzdání diplomové práce: 30.4.2013


doc. Ing. Ladislav Rolínek, Ph.D.

Děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
EKONOMICKÁ FAKULTA
Studentská 13 (26)
370 05 České Budějovice


doc. Ing. Eva Cudlínová, CSc.

Vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 15.4. 2013

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracovala samostatně, pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s §47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 30. července 2013

.....

Bc. Žaneta Sýkorová

Děkuji své vedoucí diplomové práce doc. Ing. Evě Cudlínové, CSc. a Ing. Aleši Mikšátkovi za konzultace, potřebné informace a pomoc. Za cenné informace z oblasti obnovitelných zdrojů a bioplynových stanic děkuji Vladimíru Matajsovi z firmy SOLARENVI a.s., Třeboň. Dále děkuji svým rodinným příslušníkům a přátelům za kontrolní a poradenskou činnost, za technickou pomoc a za psychickou podporu při psaní této diplomové práce.

Obsah

1.	ÚVOD.....	10
2.	ODPADOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ, VZNIK ODPADŮ A DRUHY ODPADŮ.....	15
2.1	Odpadové hospodářství.....	15
2.2	Legislativa odpadového hospodářství.....	15
2.3	Definice odpadu, členění odpadů do druhů a kategorií	16
2.3.1	Odpady z průmyslu.....	17
2.3.2	Odpady z těžby, dopravy, zpracování a využití ropy	19
2.3.3	Radioaktivní odpady	20
2.3.4	Odpady ze zemědělství a z lesnictví.....	21
2.3.5	Odpady ze stavební činnosti	23
2.3.6	Komunální odpad	23
3.	ZNEŠKODŇOVÁNÍ A VYUŽÍVÁNÍ ODPADŮ	27
3.1	Způsoby zneškodňování odpadů	27
3.1.1	Skládkování odpadů.....	27
3.1.2	Tepelné zpracování odpadů.....	29
3.1.3	Fyzikální a chemické způsoby zpracování odpadů	30
3.1.4	Biologické zpracování odpadů	31
3.2	Způsoby využívání odpadů	32
3.2.1	Využívání odpadů z průmyslu, stavebnictví a zemědělství.....	33
3.2.2	Využívání komunálního odpadu	35
3.2.3	Využití biologicky rozložitelné složky komunálního odpadu	36
4.	ENERGETICKÉ VYUŽITÍ BRKO	38
4.1	Základní skupiny BRKO	39
4.1.1	Odpady ze zahrad a z údržby veřejné zeleně.....	39
4.1.2	Kuchyňské odpady	39
4.2	Oddělený sběr BRKO.....	40
4.3	Nejzávažnější problémy při sběru bioodpadu.....	41
4.4	Oddělený sběr do biodegradabilních sáčků	42
4.5	Výroba bioplynu získaného anaerobní digestí BRKO	42
4.6	Nejzávažnější problémy při výrobě bioplynu z BRKO	45
4.7	Bioplynová stanice na bázi mokré fermentace.....	46
4.8	Bioplynová stanice na bázi suché fermentace	47

4.9	Materiálový potenciál BRKO	50
4.10	Materiálový potenciál BRKO na příkladu města České Budějovice	52
5.	HOSPODAŘENÍ S ODPADY VE STATUTÁRNÍM MĚSTĚ ČESKÉ BUDĚJOVICE ..	54
6.	PRAKTICKÝ PŘÍKLAD – BIOPLYNOVÁ STANICE NA ZPRACOVÁNÍ BRKO	57
6.1	Náklad – výstavba realizace a provoz bioplynové stanice BEKON	57
6.2	Náklad – zřízení a zavedení odděleného sběru biologického odpadu	60
6.3	Výnos – prodej vyrobené elektrické a tepelné energie	62
6.4	Úspora – snížení nákladů na skládkování BRKO.....	64
6.5	Ekonomické zhodnocení investice do bioplynové stanice.....	65
6.5.1	Zhodnocení investice do komunální bioplynové stanice – varianta 1	65
6.5.2	Zhodnocení investice do komunální bioplynové stanice – varianta 2	66
6.6	Kritické zhodnocení výsledků.....	67
7.	DISKUSE	70
8.	ZÁVĚR.....	72
9.	SUMMARY	74
10.	PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY	76
11.	PŘEHLED POUŽITÝCH ZKRATEK	80
12.	SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ	81
13.	SEZNAM PŘÍLOH.....	82
14.	PŘÍLOHY	83

1. Úvod

Veškeré lidské výrobní i nevýrobní činnosti vyžadují materiálové a energetické vstupy a na druhé straně lidé při těchto činnostech produkují odpady. Nakládání s odpady je činnost stejně stará jako sám lidský druh. Již pračlověk (*Homo sapiens*) se před desítkami tisíc let zbavoval nepotřebných věcí tak, že vytvářel odpadní jámy, kam házel nepotřebné předměty a zbytky potravy. Tehdy však odpad nebyl pro člověka takový problém, jako je tomu dnes - odpad v té době představoval pro přírodu minimální ekologickou zátěž. Počet lidí na Zemi a technologický pokrok však dospěly do takového stavu, že se vztah k přírodě a jejím zdrojům stal pro člověka ústředním tématem, ne-li otázkou dalšího přežití.

Člověk, stejně jako jiné živočišné druhy, potřebuje pro své přežití využívat přírodní zdroje - energii, materiály, potraviny a vodu. Po dlouhou dobu svojí existence spotřebovával člověk pouze nepatrnou část přírodního bohatství, rozvoj lidské společnosti a zvyšování životní úrovně je však synonymem pro masivní využívání přírodních zdrojů. Osvojení využívání těchto zdrojů umožnilo lidskému pokolení stát se dominantním tvorem na planetě Zemi.

Část přírodních zdrojů je vzácná a jejich využitelné množství je omezené, jedná se o tzv. neobnovitelné zdroje. Týká se to především fosilních energetických zdrojů jako uhlí nebo ropa. Bouřlivý technologický a společenský pokrok posledních 150 let byl možný pouze díky těmto zdrojům energie. Lidstvo však nezvratně dospělo do situace, kdy další zvyšování využívání těchto zdrojů není možné. Poptávka po přírodních zdrojích však díky rostoucí populaci lidí neklesá, ba naopak.

Ještě před několika málo lety bylo snahou společnosti výhradně minimalizovat negativní dopady produkce odpadů na životní prostředí. S příchodem ropných šoků (1973, 1979, 1990, 2004, 2005), tedy náhlých a nečekaných skokových zvýšení světové ceny ropy o řádově desítky procent se však začalo na odpady pohlížet z poněkud jiného úhlu. Kromě snahy o minimalizaci samotné tvorby odpadů v lidské činnosti a energetickému zefektivnění lidských činností se pozornost společnosti obrací také směrem k opětovnému využití odpadu pro další účely.

Odpad tedy již není vnímán pouze jako něco, co nemá žádnou hodnotu a co již nechceme. Odpad je vnímán jako surovina, zdroj energie a jako zboží, které má

svoji ekonomickou hodnotu. Hodnota odpadu jakožto alternativního zdroje surovin a energie je logicky tím vyšší, čím vyšší jsou ceny těch „konvenčních“, vzácných přírodních zdrojů.

V první části své diplomové práce uvádím teoretickou bázi problematiky odpadů a nakládání s odpady. Definuji pojem odpadu, příčiny jeho vzniku a uvádím související legislativní normy týkající se odpadů. Dále se zabývám rozdělením odpadů na druhy podle různých kritérií a popisuji jejich specifika a způsoby a nakládání s různými druhy odpadů.

Ve druhé části mé práce se zabývám různými způsoby zneškodňování a přepracování odpadů a popisuji jednotlivé technologické postupy. V této části také zmiňuji nové přístupy k odpadům, především snahu o preferování využívání odpadů před jejich zneškodňováním.

Třetí část mé diplomové práce se věnuje především tématu energetického využití jedné ze složek komunálního odpadu, konkrétně jeho biologicky rozložitelné části. Tato kapitola je shrnutím důležitých faktů a čísel před praktickým příkladem, kterým se zabývám v poslední části mé práce.

Praktická část je návrhem nasazení konkrétní technologie výroby bioplynu za účelem snížení množství komunálního odpadu, který je dosud bez užitku a za vysokých nákladů ukládán na skládce. Příklad je zasazen do podmínek odpadového hospodářství Statutárního města České Budějovice, v závěru této části je uvedeno i ekonomické zhodnocení tohoto investičního záměru ve dvou variantách.

Má diplomová práce není svým uspořádáním rozdělena na samostatnou teoretickou a praktickou část, ale snažím se od legislativy a učebnicových definic plynule přejít k praktickým technickým řešením a v závěru diplomové práce zhodnotit tuto oblast z pohledu ekonomického.

Cíl

Hlavním cílem této diplomové práce je navrhnout přijatelné technické a ekonomické řešení využití biologicky rozložitelné složky komunálního odpadu (BRKO) v konkrétních podmínkách města České Budějovice. Dílčím cílem je porovnat ekonomickou výhodnost jednotlivých forem zneškodňování biologicky rozložitelné složky komunálního odpadu.

Hypotéza

Zpracování BRKO ve speciální bioplynové stanici na bázi suché fermentace bude výhodnější a ekonomicky racionálnější způsob likvidace BRKO než jeho prosté skládkování. Jinými slovy, že využití biologicky rozložitelného odpadu za účelem výroby bioplynu a tepla je efektivnější než ukládání tohoto odpadu na skládku.

Metodika

V části diplomové práce s názvem „Energetické využití BRKO“ se zaměřuji na jednu z forem využití bioodpadů. Definuji základní skupiny biologicky rozložitelné složky komunálního odpadu, popisuji možné konkrétní formy provádění sběru tohoto typu odpadu a dále kapitola pokračuje popisem energetického využití BRKO za účelem výroby bioplynu. V této části se diplomová práce zaměřuje na technické provedení sběru a výroby bioplynu z BRKO a zároveň zmiňuje v těchto oblastech rizika a problémy, které je nutno v dané oblasti řešit. V této kapitole navrhuji konkrétní řešení pomocí nasazení technologie tzv. „výroby bioplynu pomocí suché fermentace BRKO“. Závěr této kapitoly se zaměřuje na stanovení množství potenciálů obsahu biologicky rozložitelné složky v celkovém objemu komunálního odpadu. V této části diplomové práce vycházím z dostupných internetových odkazů, odborných tištěných materiálů a technických listů konkrétních dodavatelů jednotlivých fermentačních technologií a provádím literární rešerši.

Část s názvem „5. Hospodaření s odpady ve Statutárním městě České Budějovice“ obsahuje výčet statistických dat získaných od Ing. Aleše Mikšátka z odboru Správy veřejných statků Magistrátu města České Budějovice a dále obsahuje citaci z Plánu odpadového hospodářství města České Budějovice.

Část s názvem „6. Praktický příklad“ obsahuje návrh nasazení konkrétní technologie a přístupů v podmínkách souč

asného odpadového hospodářství Statutárního města České Budějovice a obsahuje komplexní ekonomické zhodnocení tohoto řešení. Zhodnocení navrhovaného řešení a jeho ekonomických a ekologických efektů pak shrnuji v závěru mé práce. Tato část diplomové práce je založena na technických a ekonomických ukazatelích uvedených v tištěných propagačních materiálech

německé firmy BEKON, která se zabývá dodávkami technologie a výstavbou bioplynových stanic na bázi suché fermentace. Data firmy BEKON byla konfrontována s údaji uvedenými v obdobných materiálech firem, které dodávají bioplynové stanice na bázi mokré fermentace a údaje jsem konzultovala s odborníky na technologii bioplynových stanic a obnovitelných zdrojů obecně. Některé výpočty vycházejí z kvalifikovaných odhadů.

Pro hodnocení ekonomické efektivity investice do bioplynové stanice jsem použila výpočet doby návratnosti a ukazatel čisté současné hodnoty hotovostních toků.

Doba návratnosti investice (D) se vypočítá podle vzorce

$$D = \frac{I}{P_r - N_{pr}} \quad (\text{roky})$$

kde

I – náklady na pořízení investice (Kč),

P_r – průměrné roční přínosy (Kč),

N_{pr} – roční provozní náklady (Kč)

Pro přesnější výpočet budoucích přínosů z provozu bioplynové stanice použijeme vztah, který vyjadřuje tzv. čistou současnou hodnotu hotovostních toků (net present value) NPV. Hotovostní, peněžní tok (cash flow) CF_t je v každém t-tém roce dán rozdílem očekávaných přínosů a výdajů na realizaci. Hodnota odůročitele pro každý rok udává budoucí částku příjmů z provozu bioplynové stanice přepočtenou (diskontovanou) k prvnímu roku, tj. k okamžiku našeho rozhodování. Vzhledem ke snadno predikovatelným vstupům – dotovaná výkupní cena elektřiny, nulové náklady na vstupní suroviny vzhledem k tomu, že stanice zpracovává odpad, je metoda hodnocení pomocí čisté současné hodnoty relevantní metodou poskytující dostatečně přesné výstupy.

Čistá současná hodnota investice (NPV) se vypočítá podle vzorce

$$NPV = \sum_{t=1}^{T_z} CF_t \cdot (1+r)^{-t} - IN \quad (\text{Kč})$$

kde

IN – celkové investiční náklady (Kč),

T_z – doba životnosti zařízení (roky),

(1+r)⁻¹ – odúročitel.

Ve výpočtech návratnosti investice a čisté současné hodnoty investice budeme pro zjednodušení zanedbávat vliv inflace a na druhé straně zanedbáme každoroční valorizace výkupních cen elektřiny z OZE, které vyhláshuje ERÚ. Nepočítáme s jakoukoliv změnou v zákonných poplatcích za skládkování, ačkoliv lze předpokládat jejich průběžné navyšování.

Odúročitel jsem pro účely výpočtu čisté současné hodnotě stanovila na 6 % s přihlédnutím ke stávajícím bankovním sazbám a k délce investice. Dobu životnosti investice jsem stanovila na 20 let s přihlédnutím k minimální délce garantovaných výkupních cen z bioplynových stanic.

Problematika odpadů a odpadového hospodářství je mnohem širší, než jak byla popsána v této diplomové práci. Tato práce se některých témat dotýká pouze okrajově a některá témata zcela pomíjí. Snažila jsem se v teoretické linii obsáhlé problematiky odpadového hospodářství zmínit vše důležité pro to, aby tyto teoretické základy byly dostatečné pro pochopení mých praktických závěrů ve druhé polovině diplomové práce.

Smyslem praktické části je ukázat jiný, alternativní přístup v odpadovém hospodářství města Českých Budějovic při nakládání se směsným komunálním odpadem. Cílem navrhovaného opatření je dosáhnout pozitivních ekonomických a ekologických efektů.

2. Odpadové hospodářství, vznik odpadů a druhy odpadů

2.1 Odpadové hospodářství

Odpadové hospodářství (anglicky Waste management, německy Abfallwirtschaft) definuje Jiří Filip (2002) jako „mladé odvětví, které je spojeno se všemi stupni výroby (tzv. výrobní odpady i se spotřebou (tzv. spotřební odpady), tedy od těžby surovin přes výrobu, dopravu a spotřebu až po případné opětovné využití nebo zneškodnění výrobků, které se po uplynutí jejich životnosti staly odpady. Základním úkolem odpadového hospodářství je předcházet a omezovat vznik odpadů, zejména nebezpečných, a pokud již odpady vzniknou, tak je především využívat (považovat je za druhotné suroviny) a teprve potom řešit jejich odstraňování“.

Odpadové hospodářství spočívá především v předcházení a omezování jeho vzniku. Nakládání s odpadem obsahuje:

- shromažďování odpadů, sběr a výkup
- předprava odpadů
- dočasné skladování odpadů
- třídění a úprava odpadů
- využívání odpadů, především jejich recyklace a zhodnocování
- odstraňování odpadů

Odstraňování odpadů v rámci odpadového hospodářství může probíhat buď termicky, biologicky, fyzikálně-chemicky nebo skládkováním.

2.2 Legislativa odpadového hospodářství

Obor odpadového hospodářství a nakládání s odpady se řídí zákonnými normami, které uvádím v příloze číslo 1 této práce (ČIŽP, 2012).

2.3 Definice odpadu, členění odpadů do druhů a kategorií

Odpadem je podle Zákona o odpadech (č. 185/2001 Sb.) „každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit a přísluší do některé ze skupin odpadů uvedených v příloze č. 1 k tomuto zákonu“. Zákon rozděluje odpady dle jejich původu do 16 skupin označených Q1 až Q16. Rozdělení odpadů však závisí na kritériích, která zvolíme a na účelu, ke kterému má rozdělení odpadů sloužit. Pro kategorizaci odpadů se kromě skupin definovaných výše zmíněným zákonem dále používají katalogy, pro specifické účely lze odpady dále dělit například podle následujících kritérií:

- dle vlivu na člověka a na životní prostředí
- dle základních fyzikálních vlastností (plynné, kapalné, tuhé a směsné)
- dle oborů lidské činnosti (výrobní, spotřební)
- dle možnosti dalšího využití odpadů (využitelné, nevyužitelné)
- dle hospodářské činnosti (z průmyslu, ze stavebnictví, ze zemědělství atp.)

V příloze 2 zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech jsou definovány nebezpečné vlastnosti odpadů, mezi které patří výbušnost, hořlavost (zápalnost), dráždivost, toxicita, karcinogenita, žíravost (korozivita), infekčnost, teratogenita, mutagenita a radioaktivita.

Odpad se dle svojí nebezpečnosti pro člověka a pro životní prostředí dělí do třech základních skupin:

- ostatní odpad
- zvláštní odpad
- zvláštní nebezpečný odpad

Dle možnosti dalšího využití odpadu jakožto druhotné suroviny rozlišujeme:

- odpad vhodný pro materiálové využití (recyklace, kompostování)
- odpad vhodný pro energetické využití (spalování, výroba bioplynu)

Dle původu odpadu a typu hospodářské činnosti člověka, která je jeho zdrojem můžeme odpady rozdělit do následujících skupin:

- odpady z průmyslu
- odpady z těžby, dopravy, zpracování a využití ropy
- radioaktivní odpady
- odpady ze zemědělství a lesnictví
- odpady ze stavební činnosti
- komunální odpady

2.3.1 Odpady z průmyslu

Průmyslové odpady jsou charakteristické tím, že jejich převážná část se dá zařadit do skupiny zvláštních odpadů nebo zvláštních nebezpečných odpadů. Jejich nebezpečnost může být okamžitá (přítomnost toxických, hořlavých či jiných látek) nebo mohou být tzv. potenciálně nebezpečné, například možností budoucího nekontrolovatelného průběhu chemických reakcí. Problémem průmyslového odpadu je tedy fakt, že veškeré nakládání s ním je také potenciálním zdrojem rizika a je tudíž problém s průmyslovým odpadem bezpečně nakládat. Toto zvýšené riziko pak znamená zvýšené náklady na jednotlivé operace při nakládání s průmyslovým odpadem z důvodu zvýšených bezpečnostních nároků.

Jedno z možných rozdělení průmyslových odpadů je na primární a sekundární, např. Mečislav Kuraš (1994) uvádí: „Primární průmyslové odpady vznikají v souvislosti s technologickým procesem výroby, sekundární odpady vznikají při souvisejících operacích jako je čištění, údržba, doprava, příjem surovin, balení apod. Koncentrace jednotlivých složek je zpravidla nižší u sekundárních odpadů, na druhou stranu zpracování látek v malé koncentraci je problematické a neekonomické. Naopak z primárních odpadů lze téměř vždy získat druhotné suroviny.“

Dle nebezpečnosti produkovaných odpadů lze jednotlivá průmyslová odvětví rozdělit do 3 základních skupin:

1. Silně **zátěžová** odvětví (těžební a energetický průmysl, výroba paliv, chemický průmysl, metalurgie, strojírenský průmysl)
2. Středně zátěžová odvětví (výroba stavebních hmot, textilní a kožedělný průmysl, sklářský a keramický průmysl, potravinářství)
3. Mírně zátěžová odvětví (dřevozpracující průmysl, polygrafický průmysl)

Největším producentem velmi nebezpečných odpadů je chemický průmysl, kde při jednotlivých chemických reakcích vznikají produkty vedlejší a i zdrojové suroviny pro chemický průmysl obsahují různé odpadní příměsi. Tuhé nebezpečné odpady znamenají z hlediska ochrany životního prostředí nižší riziko, než odpady kapalné a plynné.

U některých průmyslových odpadů je významný potenciál pro recyklaci a výroby z druhotných surovin. Nejvyšších podílů přepracování odpadů představuje papírenský průmysl (cca 30 %) a ocelářský průmysl (podíl přepracování odpadů cca 50 % - 60 % celkové výroby).

V následující tabulce je uvedena spotřeba energie (v kWh.t⁻¹) pro výrobu 1 t různých kovů z rudy a při přepracování odpadu.

Tabulka 1: Spotřeba energie pro výrobu 1 t kovu z rudy a odpadu

kov	výroba z rudy	výroba z odpadu	úspora energie
Al	65 000	2 000	97 %
Cu	13 500	1 700	87 %
Pb	9 500	500	95 %
Zn	10 000	500	95 %

Zdroj: KURASŠ, 1994

2.3.2 Odpady z těžby, dopravy, zpracování a využití ropy

V dopravě má ropa a ropné produkty nezastupitelnou roli a na této skutečnosti se pravděpodobně ještě několik desítek let nic významného nezmění. Do budoucna lze však předpokládat, že podíl využití ropy pro dopravu bude klesat a ropa bude využívána více jako zdroj uhlíku pro chemický průmysl.

Veškeré operace s ropnými produkty – těžba, přeprava, zpracování a spotřeba jsou spojeny s vznikem odpadů. **Nakládání s ropnými produkty obnáší tato hlavní ekologická rizika:**

- znečištění podzemních vod
- průsaky do půdy
- znečištění povrchových vod
- úniky plynů, par a spalin do atmosféry

Problematika vzniku odpadů při těžbě ropy je v ČR aktuální především v oblasti Hodonínska. Mezi hlavní metody zpracování kapalných odpadů vznikajících při těžbě ropy je jejich zpětné vtláčení zpět do vrtů, čímž se dosahuje zvýšení tlaku v ložisku, který podporuje samotnou těžbu. Dalším problémem těžby ropy je kontaminace zeminy v okolí těžebních vrtů. Tato zemina je společně s dalšími chemickými odpady nejčastěji skládkována na nepropustných úložištích.

V našich podmínkách je nejčastějším způsobem přeprava ropy silniční a železniční dopravou, kde je zvýšené riziko kontaminace povrchových a podzemních vod. Posledním trendem v oblasti řešení ropných zátěží je kromě různých mechanických způsobů jejich mikrobiologické odbourávání.

V průmyslových provozech na zpracování ropy jsou vedlejším odpadním produktem především ropné a olejové kaly a emise uhlovodíkových plynů z rafinérských provozů, chemická činidla, katalyzátory a odpadní voda užitá pro chlazení.

Odpady z chemického průmyslu jsou zneškodňovány buďto skládkováním nebo dokonalým spalováním, které je z přibližně 30 % využito i pro energetické účely. Část ropných produktů je možné vracet zpět do rafinace, kde dochází k jejich

čištění a obnově jejich žádoucích vlastností – to se týká především mazacích olejů a organických rozpouštědel.

Ropný průmysl je také charakteristický tím, že zde při technologických procesech dochází ke značným objemovým ztrátám chemických látek jejich přirozeným odparem do atmosféry. U organických rozpouštědel může tato technologická ztráta činit až 40 % objemu.

2.3.3 Radioaktivní odpady

Radioaktivní odpady se od ostatních druhů odpadů liší především tím, že produkují ionizující záření, které může negativně ovlivňovat životní prostředí v okolí zdroje tohoto záření. **Cílem při nakládání s radioaktivními odpady je zabránit vnějšímu ozáření organismů a toho je možné dosáhnout těmito způsoby:**

- dodržení dostatečné vzdálenosti
- stínění ionizujícího záření
- omezení doby expozice ionizujícímu záření

Dále se nakládání s radioaktivními odpady soustředí na zamezení pronikání radionuklidů do životního prostředí. Hlavním problémem při zneškodňování radioaktivních odpadů jsou především nízké koncentrace radionuklidů v odpadních látkách, což velmi komplikuje jejich následné zpracování a čištění. U odpadů s vyšší mírou ionizujícího záření komplikuje jeho likvidaci fakt, že toto záření může způsobovat chemické změny i v inertních materiálech. V souvislosti s relativně dlouhou dobou, po kterou je radioaktivní odpad schopen vyzařovat je tedy potřeba dbát na volbu dostatečně odolných materiálů pro uložení vysoce radioaktivních odpadů.

Zdrojem radioaktivních odpadů jsou především provozování jaderných elektráren, těžba a zpracování uranových rud, aplikace radionuklidů ve zdravotnictví, teplárenství a provozování uhelných elektráren. V uhlí jsou obsaženy radioaktivní prvky a tudíž odpady ze spalování uhlí (popílek, škvára) jsou považovány za radioaktivní odpad se všemi z toho plynoucími souvislostmi při jejich zneškodňování.

Česká republika je zemí, která provozuje jaderné reaktory pro energetické účely, a proto jsme nuceni řešit zneškodňování vysoce radioaktivních odpadů z těchto provozů. Jedná se především o kapalně radioaktivní látky vznikající při chemických procesech v hlavní zóně jaderných reaktorů a dále o radioaktivní látky obsažené v odebíraném roztoku při redukci bóru v chladících okruzích reaktorů a dekontaminační roztoky a sorbenty používané při údržbě a opravách. Dalším druhem radioaktivního odpadu produkovaného jadernými elektrárnami je vyhořelé palivo, pro které zatím nemáme vyřešeno jeho trvalé uložení. Vyhořelé palivo je po vyjmutí z technologického procesu elektrárny dochlazováno a poté uloženo na dočasné úložiště tak, aby dostatečně poklesla jeho radioaktivita a byla možná další manipulace s tímto materiálem.

Pro vyhořelé palivo z jaderných elektráren se počítá s jeho recyklací pomocí budoucích technologií a nových generací reaktorů. Dnešní zužitkování štěpného potenciálu v elektrárně je cca 2 %, většina potenciálu tak zůstává obsažena ve „vyhořelém“ palivu. V současnosti nemá Česká republika vyřešeno trvalé úložiště pro vysoce radioaktivní odpad, ani nedisponujeme technologiemi pro přepracování vyhořelého paliva z jaderných elektráren. Nevyhnutelným zdrojem radioaktivního odpadu je likvidace jaderné elektrárny po skončení její životnosti.

2.3.4 Odpady ze zemědělství a z lesnictví

Tato kategorie odpadů je charakteristická vysokým obsahem biologicky rozložitelných látek a vesměs se dají označovat jako bioodpad. Značnou část bioodpadů lze ekologicky zužitkovat v dalších procesech, pro zemědělství je dále specifické i to, že dokáže zužitkovat i odpady z jiných odvětví, například z potravinářského průmyslu, lesnictví nebo těžby hornin. Vzhledem k tomu, že v zemědělství je většina odpadů a druhotných surovin zneškodňována na půdě, je třeba bránit znečištění půdy a snížení půdní úrodnosti.

Odpady ze zemědělství lze rozdělit následovně:

- odpady z rostlinné výroby (sláma, bramborová nat', řepný chrást, silážní šťávy apod.)
- odpady ze živočišné výroby (chlévková mrva, močůvka, hnojůvka, kejda)

Odpady ze zemědělství jsou vesměs využívány pro obohacování půdních živin (zaorávání do půdy), ke stlaní, k silážování a skrmování a ke kompostování. Část zemědělských odpadů je považována za potenciálně toxické – to se týká hlavně silážních šťav, jejichž vlastností je vysoký koeficient biochemické spotřeby kyslíku rozpuštěného ve vodě. Odpady z živočišné výroby jsou využívány téměř výhradně jako zdroj živin pro zaorání do půdy a k výrobě substrátů. Dalším možným využitím biologických odpadů ze zemědělství je výroba bioplynu pro energetické účely.

Odpady z lesnictví rozdělujeme následovně:

- listí lesních dřevin
- jehličí
- drcený klest
- kůra
- piliny

Dřevní hmota je využívána v papírnictví, výrobu vlákniny a buničiny. Odpadní dřevní hmota má však využití převážně jako palivo pro domácí topeniště. Kůra stromů může být zdrojem terpenů a je vhodná pro kompostování nebo pro mulčování, stejně jako listí.

Dřevní odpad z lesnictví a z dřevovýroby v posledních letech nabývá na významu při jeho energetickém využití. Podpora výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů, mimo jiné i podpora výroby elektřiny spalováním biomasy vytvořila z dřevního odpadu lukrativní komoditu, která se dnes spaluje v podobě dřevní štěpky i ve velkých energetických zdrojích – teplárny a tepelné elektrárny.

Piliny jsou využívány jako surovina pro výrobu lisovaných desek a pro výrobu nábytku. V posledních několika letech významně vzrostla obliba domácího topení pomocí dřevních peletek, které se vyrábějí lisováním pilin.

Zpracování biologicky rozložitelného odpadu z lesa se mnohdy v žádné z výše uvedených možností nevyplatí (výhodnost zpracování odpadu závisí na poloze, terénu a transportní vzdálenosti) a proto se tento odpad zpracovává přímo na místě svého vzniku spalováním.

2.3.5 Odpady ze stavební činnosti

Odpady ve stavebnictví vznikají při výrobě stavebních hmot a materiálů a při realizaci a demolici staveb. Ve stavebních odpadech převažují zeminy a výkopové materiály, stavební suti, silniční demoliční materiály, stavební odpady ze staveníšť a obalové materiály. Stavebnictví se vyznačuje vysokou mírou recyklace a přepracování odpadů a nízkou mírou nebezpečnosti produkováných odpadů, protože neobsahují zdraví škodlivé nebo toxické látky. Velkou nevýhodou stavebních odpadů je fakt, že jsou zpravidla produkovány ve velkých objemech, avšak díky snaze o recyklaci stavebních odpadů (vlivem rostoucích cen vstupních materiálů) končí na skládce pouze asi 10 % celkového vyprodukovaného objemu stavebního odpadu.

Zneškodňování stavebních odpadů probíhá zejména jejich skládkováním, vyjma materiálů kontaminovaných azbestem nebo dehtem – ty jsou považovány za zvláštní nebo nebezpečný odpad.

Svojí skladbou je stavební odpad velmi rozmanitý, obsahuje beton, ocel, sklo, dřevo, plasty, keramiku, kamenivo, zeminu, asfalt, materiály na bázi hydraulických pojiv.

2.3.6 Komunální odpad

Tuhý komunální odpad vzniká zejména v souvislosti s lidskými sídly, Vlastimil Altman (1996) jej definuje následovně: „Jedná se o směsný tuhý odpad vznikající v oblasti bydlení, občanské a technické vybavenosti, služeb, sídelní zeleně, rekreace, dopravy apod. Za podstatnou část tohoto odpadu, který byl doplněn ještě přívlastkem tuhý, lze považovat veškerý odpad vznikající na území měst a obcí, podléhající pravidelnému organizovanému svozu. Z tohoto odpadu největší význam mají odpady shromažďované v normalizovaných odpadních nádobách, pravidelně odvážené organizacemi vybavenými speciálními technickými prostředky“.

Z celkového vyprodukovaného množství komunálního odpadu v ČR okolo 4 milionů tun, připadá 80 % na domovní komunální odpad. Zbytek tvoří směsný odpad ze služeb a obchodů, veřejných úřadů a institucí, drobných řemeslných

provozoven. Do kategorie komunální odpad by naopak neměly spadat ostatní odpady obcí – z komunálního hospodářství, z veřejné dopravy, ze staveb a demolic, produkty spaloven odpadu, tepláren, topenišť a odpadů ze sběrných surovin.

Komunální odpad je svým složením velmi diverzifikovaný a v menších množstvích může obsahovat i nevytříděné nebezpečné odpady. Komunální odpad se skládá z papíru, lepenky, plastů, kůže, pryže, textilií, kuchyňských odpadů, zemědělských odpadů, dřeva, skla, kovů, keramiky a kamene. Nebezpečné odpady tvoří zejména použité galvanické články, zářivky a výbojky, rtuťové teploměry, obaly od čistících prostředků a mazadel, zbytky syntetických barev, olejové filtry, nemrznoucí kapaliny, Pb akumulátory, zbytky léků, nepotřebná spotřební elektronika.

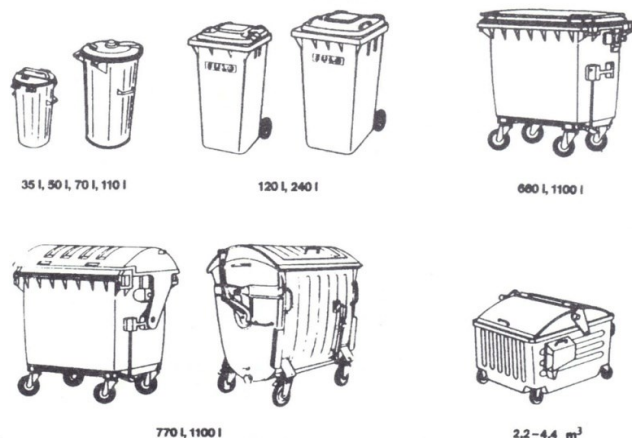
Téměř 75 % hmotnosti komunálního odpadu bylo v roce 2006 odstraňováno skládkováním. Využívání komunálního odpadu v roce 2006 představovalo 20 %. Materiálově bylo využíváno přibližně 11 %, energeticky pak 9 %. Odděleně sebrané využitelné složky představují téměř 53 kg na obyvatele a rok, nebezpečné složky komunálního odpadu pak 2,1 kg na obyvatele a rok (PF UK Praha, 2009).

Komunální odpad je poměrně heterogenní materiál s časově proměnným množstvím i skladbou. Činnosti v oblasti nakládání s komunálním odpadem lze rozdělit do těchto základních skupin:

- shromažďování odpadu
- odvoz odpadu
- zneškodňování odpadu

Shromažďování a dočasné přechovávání odpadu do doby odvozu probíhá zpravidla v přesypných standardizovaných nádobách v objemovém rozmezí 35 litrů do 1100 litrů.

Obrázek 1: Základní typy odpadkových nádob



Alternativou k odpadkovým nádobám mohou být pytle na odpady nebo potrubní pneumatické a podtlakové systémy, které však nejsou příliš rozšířené. V posledních letech se značně rozšířily specializované odpadkové nádoby na tříděný odpad, které jsou podle druhu odpadu barevně odlišeny. Tyto specializované nádoby jsou nejčastěji v objemech 240 litrů a 770 litrů.

Odpad se ze stanovišť u sídel sváží v pravidelných intervalech specializovanými nákladními vozy na skládku nebo do zařízení, které je určené pro jiné způsoby zneškodňování odpadu (třídírna, spalovna). Pro optimalizaci využití nosnosti svozového automobilu je odpad uvnitř vozu zhutňován a stlačován.

Ve větších městech je občanům umožněn tzv. přinášečí způsob zneškodňování komunálních odpadů, nebo odpadů, které nelze považovat za komunální – odpad mohou občané zdarma uložit na tzv. sběrném dvoře.

Zužitkování komunálního odpadu probíhá pomocí třídění na hodnotné složky (PET, papír, sklo, kovy) a tím se snižuje objem odpadu, který skončí na skládce. Separace jednotlivých složek odpadu probíhá nejčastěji tzv. předtříděním v místě výskytu, tzn. samotné třídění odpadu provede původce odpadu tím, že jednotlivé složky rozdělí do specializovaných kontejnerů nebo vícekomorových nádob, jejichž obsah je potom svážen zvlášť. Další, méně obvyklou variantou jsou průmyslové třídící linky nebo kompostárny. Za účelem eliminace nebezpečné složky komunálního odpadu jsou pro tyto účely rozmisťovány speciální kontejnery určené například výhradně pro elektroodpad a baterie.

Přibližně 5 % komunálního odpadu je zneškodňováno tepelně (pyrolýzou nebo spalováním) ve spalovnách, a to buď s dalším využitím vyprodukovaného tepla, nebo bez využití tepla.

V České republice zatím není běžné ani povinné třídít biologicky rozložitelné složky komunálního odpadu, ale tato jeho část je jako nevytříditelná ukládána na skládkách.

3. Zneškodňování a využívání odpadů

Intenzifikace průmyslové výroby, vzrůstající životní úroveň občanů, rozšiřování spotřebního sortimentu znamenají v cyklu výroba – spotřeba neustále se zvyšující výskyt odpadního materiálu, který svou podstatou musí být považován za zdroj užitkových surovin, a to ve všech odvětvích lidské činnosti. Netypický stav a složení těchto materiálů (odpadů, respektive druhotných surovin) klade pro využití jejich cenných složek vysoké technické nároky na jejich úpravu. Vzhledem k rozmanitosti druhů těchto surovin se rozsah úpravnických postupů stále rozšiřuje, modifikuje a tím specializuje. Úpravnictví pro tuto specifickou oblast surovin by mělo být neoddelitelnou součástí moderních výrobních postupů, aby se přepracováním odpadů vznikajících přímo ve výrobě dospělo k bezodpadovým technologiím (Voštová a kol., 2009).

3.1 Způsoby zneškodňování odpadů

Pro každý druh odpadu je vhodný jiný způsob zneškodňování, klíčová je správná volba takového způsobu s ohledem na jeho přednosti a nedostatky. Volba způsobu zneškodnění může mít vliv na životní prostředí, a to buď ihned, nebo až s určitým časovým odstupem. Přednostně by měl být zvolen takový způsob zneškodnění odpadu, který by umožnil další využití odpadu zcela nebo alespoň z části.

3.1.1 Skládání odpadů

V minulosti bylo a stále je skládání odpadů nejčastějším způsobem jejich odstraňování. V současnosti je vhodnější uplatňovat recyklaci a využití odpadů. Na skládky je třeba ukládat odpady stabilizované, mineralizované (popel ze spaloven, odpad z mechanicko-biologické úpravy odpadů). Je potřeba omezit skládání bioodpadů z důvodu produkce škodlivých výluhů a produkce skleníkových plynů (Váňa a kol., 2005).

Skládáním odpadu se rozumí jeho zneškodňování trvalým uložením na skládkách, úložišťích, složišťích, odkališťích, odvalech a výsypkách.

Podle vyhlášky č. 594/2005 Sb. (§ 3, odst. 2) se skládky odpadů dělí podle technického zabezpečení na 3 skupiny:

- a) Skupina S – inertní odpad – málo technicky zabezpečené skládky pro odpady s nepatrným obsahem škodlivých látek, které jsou chemicky neaktivní a neprobíhají zde tedy žádné chemické reakce. Jedná se především o stavební suti
- b) Skupina S – ostatní odpad – tato skupina se dále rozděluje na 3 podskupiny podle podílu obsahu biologických složek a azbestu. Do této skupiny patří komunální odpad a směsný stavební a demoliční odpad, u této skupiny odpadů se hodnotí obsah sledovaných látek ve výluhu
- c) Skupina S – nebezpečný odpad – skládky pro nebezpečné odpady. Vodný výluh nesmí překročit nejvyšší přípustné koncentrace ukazatelů pro výluhovou třídu III, nesmí sem být přijímány ani odpady s vyšší ztrátou žiháním než 10 % sušiny

Ve vztahu k úrovni terénu rozlišujeme skládky:

- podúrovňové
- nadúrovňové
- kombinované
- podzemní

Podle stavebního provedení skládky rozlišujeme:

- netěsněné skládky, například na nepropustném podloží
- těsněné přírodním materiálem (jíl, bentonit)
- těsněné syntetickým materiálem (PVC, asfalt)

Druhy odpadů, které lze skládkovat, závisí především na stupni zajištění skládky. Na speciálně zajištěné skládky lze ukládat prakticky libovolné nebezpečné odpady. Kromě komunálních odpadů možno bezpečně ukládat na běžné řízené skládky rovněž četné druhy průmyslových odpadů, včetně kalů. Na skládky však nelze ukládat takové materiály, které mohou vyvolávat dlouhodobé ekologické

problémy nebo znehodnocovat půdu. Proto je z nich nutno vyloučit toxické a hořlavé látky. Odpady s vysokou toxicitou mohou zpomalit nebo úplně znemožnit normální biologický rozklad na skládkách nebo zvýšit nebezpečí ohrožení vod (Voštová a kol., 2009).

Pro ukládání odpadů jsou z hlediska ekologických požadavků vhodné pouze řízené skládky, což je technické zařízení určené ke skládkování pouze některých druhů odpadů a musí splňovat dané technické požadavky a jejich vliv na životní prostředí musí být pravidelně kontrolován. Projekt řízené skládky musí zahrnovat rovněž podmínky a způsoby její rekultivace po skončení životnosti skládky.

Velkorozměrové skládky jsou ekonomicky nejvýhodnější, protože vysoké investiční náklady na zřízení skládky se mohou rozpočítat do velkého objemu uloženého odpadu.

3.1.2 Tepelné zpracování odpadů

Tepelným zpracováním odpadů je myšleno především jejich spalování, pyrolýza, zplyňování, zkapalňování a dále oxidace mokrou cestou. Z chemického hlediska je spalování soustavou reakcí, při nichž jsou organické látky v předem stanoveném časovém rozmezí zplyňovány a oxidovány uměle přiváděným vzdušným kyslíkem. Tepelné zpracování odpadů je hygienický způsob zneškodňování, spojený s výrazným snížením jejich objemu a snížení váhového množství. Spalováním je možno získat další tzv. alternativní energie, i když získávání energie není hlavním důvodem pro spalování odpadu. Prosté spálení odpadu představuje jeho zneškodnění, avšak další využití tepla, které vznikne při spalování odpadu, povyšuje tento proces na tzv. „využití odpadu“. Termický způsob zneškodňování je vhodný především v hustě obydlených oblastech, kde je nedostatek vhodných ploch pro skládkování neupravených odpadů. Pro spalování se hodí především kapalné a plynné odpady, které představují především méně hodnotná a problematická paliva, spalovat však lze i pevné odpady.

Mezi hlavní nevýhody termického zpracování odpadů patří vysoké investiční náklady na technologii spalovny, nákladná jsou rovněž technická opatření pro

neutralizaci škodlivých emisí. Provozování spaloven nemotivuje k třídění a k dalšímu využití jednotlivých složek odpadů (plasty, papír, bioložka).

Spalování, jako metoda nakládání s odpady, je v České republice v porovnání se skládkováním finančně náročnější. Z tohoto důvodu je spalováno pouze malé procento odpadů z celkové produkce. Spalují se především odpady kapalné (odpadní oleje) a odpady s vysokým energetickým obsahem. Kromě spalování odpadů ve speciálních spalovnách se odpady v roce 2001 spalovaly i ve čtyřech cementárnách. Přetrvávajícím problémem bylo nekontrolované spalování odpadních olejů v malých kotlích především u původců těchto odpadů. Tento problém je do budoucna vyřešen zákonem o ochraně ovzduší č. 86/2002 Sb., který toto spalování k 1.6. 2004 zakazuje (Váňa a kol., 2005). V současné době jsou v ČR v provozu 3 spalovny komunálního odpadu, v Brně s kapacitou 224 tisíc tun odpadu ročně, spalovna v Praze – Malešicích s projektovanou kapacitou 310 tisíc tun ročně a spalovna v Liberci s kapacitou 112 tisíc tun odpadů ročně.

3.1.3 Fyzikální a chemické způsoby zpracování odpadů

Fyzikální, chemické a fyzikálně-chemické metody úprav jsou aplikovány pro široké spektrum, zejména průmyslových odpadů, obsahujících jednu či více nebezpečných složek. Zpravidla nevedou k navrácení použitých látek do přírodních koloběhů. Jsou spíše orientovány na zvýšení celkové využitelnosti použitých materiálových vstupů a tím na snížení spotřeby zdrojů. Ekonomická výhodnost může být i velmi vysoká (například u drahých kovů a jejich sloučenin) (Filip, 2002).

Cílem fyzikálních a chemických postupů může být:

- a) regenerace surovin
- b) získání druhotných surovin nebo energie
- c) odstranění nebo snížení toxicity nebo jiné nebezpečné vlastnosti odpadů
- d) zmenšení objemu odpadů

Mezi fyzikální metody odstraňování odpadů patří např. dělení směsí účinkem silového pole, adsorbce, absorpce, destilace, membránová separace, extrakce rozpouštědly, filtrace atp.

Mezi chemické způsoby odstraňování odpadů patří např. neutralizace, oxidačně redukční reakce, hydrolýza, srážení, elektrolýza, dehalogenace atp.

Mezi fyzikálně-chemické způsoby odstraňování odpadů patří např. solidifikace, vitrifikace, briketace, enkapsulace atp.

3.1.4 Biologické zpracování odpadů

Biologické zpracování odpadů se provádí kompostováním, anaerobním vyhníváním (digescí) s tvorbou bioplynu a biologickou detoxikací nebezpečných odpadů (Kolář, Kužel, 2000).

Kompostování je biologický rozkladný proces, který probíhá za přístupu vzduchu. Účelem kompostování je odbourání organických látek v odpadu a jejich převedení na stabilní humusové látky. Během kompostování dochází ke zhodnocení organických látek pomocí aerobních mikroorganismů za přístupu kyslíku. Kyslík v této přeměně funguje jako živina a zdroj energie, uhlík z biologických zbytků je částečně vázán a částečně uvolňován od ovzduší v podobě oxidu uhličitého. Bílkoviny, sacharidy a tuky procházejí hydrolytickým procesem a rozpadají se na aminokyseliny, monosacharidy a alkoholy, které se v exotermické reakci přeměňují na organické kyseliny a oxid uhličitý.

Mezi hlavní přínosy hromadného kompostování patří především fakt, že odpad je přeměněn na hnojivo a je tedy dále využitelný. Další jeho výhodou je, že se jedná o technologicky jednoduchý a investičně nenáročný proces. Díky kompostování se daří snížit objem odpadu, který by za jiných okolností skončil na skládce, kde může způsobovat průsaky a produkci skleníkových plynů. Hlavní nevýhodou kompostování je riziko přilákání a líhnutí obtížného hmyzu a hlodavců a produkce nepříjemného zápachu. Kompostování navíc vyžaduje pečlivé monitorování výsledného produktu (hnojiva) kvůli kontaminujícím látkám.

Biodegradace (digesce) je oproti kompostování procesem anaerobním – při jeho průběhu je zabráněno přístupu vzduchu a je proto prováděn v uzavřených

kontejnerech. V procesu biodegradace je možné využít i jiné druhy odpadů, nikoliv pouze kuchyňský odpad, například kanalizační kaly, slámu, hnůj a jiné zemědělské nebo průmyslové bioodpady. Vhodná je i kombinace různých druhů bioodpadů pro zabezpečení správného obsahu vody. Digesci je možné provádět v termofilním nebo v mezofilním (studeném) prostředí, přičemž termofilní prostředí urychluje biodegradační procesy a snižuje dobu zpracování odpadu. Termofilní prostředí navíc zabezpečí produkci hygienického hnojiva.

Produktem anaerobní digesce je hnojivo a bioplyn, který je využíván na výrobu elektrické energie a kogenerační výrobu elektřiny a tepla. Dále může být bioplyn po vyčištění vtlačován do rozvodů zemního plynu a využíván v domácnostech na vytápění a vaření.

K dalším způsobům biologického zpracování odpadů je jejich detoxikace pomocí biodegradace, zpracování do půdy (landfarming) nebo rozklad odpadu v enzymatických systémech, kdy se působením enzymů rozkládají nebezpečné odpady na netoxické produkty.

3.2 Způsoby využívání odpadů

Využitím odpadu se dle Zákona o odpadech rozumí činnost, jejímž výsledkem je, že odpad slouží užitečnému účelu tím, že nahradí materiály používané ke konkrétnímu účelu, a to i v zařízení neurčeném k využití odpadů, nebo že je k tomuto konkrétnímu účelu upraven (Zákon č. 185/2001 Sb.).

Využíváním odpadu je získávání druhotných surovin a energie z odpadu, recyklace je opětovné využití odpadu ve výrobním procesu a regenerací odpadů je myšlena obnova užitečných vlastností odpadů nebo odpadních látek například jejich vyčištěním. V příloze číslo 2 této diplomové práce je uveden příkladný výčet způsobů využití odpadů.

Pro účely této práce jsem způsoby využívání odpadů rozdělila podle jejich původu a zvlášť shrnu způsoby využívání z průmyslu, těžby, stavebnictví, zemědělství a lesnictví a zvlášť způsoby využívání komunálního odpadu.

3.2.1 Využívání odpadů z průmyslu, stavebnictví a zemědělství

V chemickém průmyslu vzniká mnoho odpadů, které jsou nebezpečné pro životní prostředí a pro zdraví člověka. Mezi hlavní odpadní látky z chemického průmyslu patří anorganické látky – kyseliny a hydroxidy, chlór, amoniak a technické roztoky obsahující soli nebo rtuť. Organické výroby produkují velké množství meziproduktů s širokou škálou odpadních surovin, přičemž největším problémem při výrobě organických látek jsou kapalné odpady.

V chemickém průmyslu převažují tyto způsoby využití odpadů:

- tepelná degradace a spalování – pyrolýza, hydrolýza
- recyklace a regenerace pryže a kaučuku
- recyklace odpadních plastů

Z odpadních polyvinylchloridových lahví se vyrábějí kanalizační trubky, vytlačované profily a desky. Odpady z PVC koženek se využívají jako modifikátory PVC směsí určených ke zpracování válcováním, vstřikováním, vytlačováním a lisováním. Zvyšují rozměrovou stálost výrobků a jejich odolnost vůči otěru. Podobně se zpracovává polyuretanový odpad jako přísada do směsí z termoplastických polyuretanů. Smíšené odpady PVC a polyolefinů se zpracovávají na palety a dílce pro podlahy průmyslových zařízení.

Netříděné plastové odpady ve směsích s dalšími materiály (prach, dřevo, hliník, papír, lepenka) se zpracovávají na přepážky, cívky, laťky na ploty, meliorační trubky apod.

Hlavní podíl odpadní pryže představují opotřebované pneumatiky, kterých se ročně v celosvětovém měřítku vyřazuje kolem 10 mil. tun. Přitom tyto pneumatiky jsou významným zdrojem druhotných surovin. Při jejich zneškodnění drcením se získá ocel (10 %), polyamidové kordy (34 %), pryžová drť (56 %) (Kolář, Kužel, 2000).

Ropné kaly z chemického průmyslu a z dopravy se po úpravě (oddělením vody) využívají především jako palivo. Část odpadů z chemického průmyslu a ropných produktů je možné čistit a regenerovat na původní látky o shodných chemických a fyzikálních vlastnostech (ředidla, oleje a katalyzátory).

Kovové odpady z průmyslu jsou hodnotnou druhotnou surovinou, protože umožňují získání čistých kovů s podstatně menšími energetickými nároky než jejich výrobou z primárních surovin. Kovové odpady se navíc vyznačují vysokým procentem úrovně recyklace, kdy se až 60 % oceli vyrábí pomocí přepracování odpadů.

Odpady z potravinářského průmyslu se nejčastěji využívají jako krmivo nebo jako hnojivo, energetické využití potravinářských odpadů je nákladné a proto méně časté.

Čistírenské kaly je před dalším využitím potřeba nejprve stabilizovat tak, aby dále nepodléhaly biologickému rozkladu. Při anaerobní biologické stabilizaci vzniká jako vedlejší produkt bioplyn, který se velmi často energeticky využívá pro kogenerační výrobu elektřiny a tepla. Elektřina je využívána pro pokrytí spotřeby technologických procesů samotné čističky a teplo je vraceno do procesu biologického rozkladu kalu – teplota podporuje rychlost rozkladu, vyšší teploty nad 55°C přispívají k likvidaci patogenních mikroorganismů obsažených v kalu. Výhodný způsob zužitkování stabilizovaných (vyhnilých) kalů je jejich kompostování s jinými materiály, které mají nasávací schopnost. Vyhnilé kaly zapravené do půdy působí příznivě na její vlastnosti, zvyšují pórovitost, snižují její objemovou hmotnost a pomáhají udržovat vyšší hodnotu půdní vlhkosti.

Odpadní oleje ze strojírenského průmyslu jsou zpracovány na standardní topné oleje pro kogenerační výrobu elektřiny a tepla. Elektroizolační odpadní oleje slouží k výrobě emulzí pro třískové obrábění, odpadní oleje s vyšší viskozitou jsou používány pro mazání. Znečištěné odpadní oleje mohou být regenerovány vyčištěním.

Z textilních odpadů lze vyrábět plošné útvary vhodné pro zvukovou a tepelnou izolaci a pro výrobu geotextilií využitelných ve stavebnictví. V minulosti se sběrný textil využíval pro výrobu papíru pro bankovky.

Energetika produkuje především strusku, popel, popílek a škváru. Tyto odpady je možné využít pro výrobu stavebních materiálů (asfaltové směsi, cihly, cement). Odpady z energetiky přímo souvisejí s procesem spalování nebo s procesem čištění kouřových plynů (energósádovec).

Mezi stavební odpady patří především cihelná suť, betonová suť, asfalty, živice, kamenivo, směsný stavební odpad a výkopové zeminy. I když je recyklovatelnost stavebních odpadů až 90 %, většina stavebních odpadů se zneškodňuje skládkováním. Stavební odpad je možno recyklovat na třídících a drtících linkách zpět do stavebních materiálů (plnivo do betonu, výplňové zdivo).

Odpady ze zemědělství pochází z rostlinné výroby, z živočišné výroby, z provozu a údržby zemědělské techniky a zbytky agrochemikálií. Většina zemědělských biologických odpadů je využitelná jako stelivo, krmivo nebo hnojivo. Část zemědělských odpadů je možné využít energeticky a to buďto spalováním (sláma, seno) nebo anaerobní digestí pro výrobu bioplynu. Produkt anaerobní digesce je možné dále zpracovat na kvalitní organické hnojivo.

Odpady z lesnictví a zahradnictví představují především odpadní dřevní hmotu, listí, jehličí a kůru. Část lesnické a zahradní fytomasy je nejvýhodnější pro kompostování (listí), dřevní hmota je využívána v energetice (dřevní štěpka, pelety). Kůru lze využít v zahradnictví (snižování zaplevelení, snižování výparu vody, okrasné účely). Jehličí lze po úpravách využít pro krmné účely. Odpad z lesnictví je využitelný v chemickém průmyslu jako zdroj celulózy a ligninu, případně lze dřevní štěpku využít i jako pomocný materiál při kompostování kalů a anaerobní digesti travní hmoty.

3.2.2 Využívání komunálního odpadu

Komunální odpad obsahuje využitelné složky, které jsou získávány tříděním nebo odděleným sběrem komunálního odpadu a mohou být přímo nebo po dalších technologických úpravách využity jako zdroj druhotných surovin nebo zdroj energie. Využitelnost komunálního odpadu může být zvýšena tím, že se v něm minimalizuje obsah nebezpečných látek.

Využívání komunálního odpadu má za cíl minimalizovat objem odpadu, který je zneškodněn uložením na skládku. Pomocí třídící technologie jsou odděleny recyklovatelné složky jako papír, plasty, kovy a sklo. V průmyslových třídících linkách je odpad nejprve rozdrčen, prosíván, fyzikálně separován (například magnetická separace kovových částí, vibrační odprašování, sedimentace v proudě

vzduchu, odstředování), ručně tříděn a výsledný produkt může být lisován pro snížení objemu vytříděné suroviny. Po vytřídění využitelných druhotných surovin je zbytek prosíván tak, aby byla oddělena biologická část odpadu, spalitelná složka a nevytříditelný odpad, který bude uložen na skládce.

Pomocí separovaného sběru komunálního odpadu se minimalizuje obsah nebezpečných látek v něm a zvyšuje se jeho další využitelnost. Cílem separovaného sběru odpadů je získání maximálního množství jednotlivých komodit v co nejlepší kvalitě a za ekologicky přijatelných podmínek. Nutným předpokladem k nasazení systému separovaného sběru komunálního odpadu je aktivní spolupráce většiny občanů a s tím spojená motivace nebo administrativní opatření.

Využitelnými složkami komunálního odpadu jsou obvykle papír a lepenka, sklo, plasty, železný šrot, odpad barevných kovů a jejich slitin, textil a odpad biologického původu. Využitelnou složkou může být i nebezpečný odpad (např. použité minerální oleje, Pb akumulátory). Příslušný orgán správy obce může obecně závaznou vyhláškou určit, které složky budou fyzickými osobami odděleně shromažďovány a odkládány na určitá místa. Touto vyhláškou rovněž může určit způsob a další podmínky odděleného shromažďování, sběru a svozu (Mrázek a kol., 1998).

3.2.3 Využití biologicky rozložitelné složky komunálního odpadu

Biologicky rozložitelnou složku komunálního odpadu je nutné sbírat separovaně od ostatních složek komunálního odpadu, protože biologicky rozložitelný produkt z třídění byl kontaminován vysokým obsahem nebezpečných látek, zvláště těžkých kovů a výsledný produkt (digestát, kompost) nebyl použitelný ke hnojení. Využitím BRKO se předchází jeho ukládání na skládky, kde tato složka odpadu působí jako zdroj skleníkových plynů a nebezpečných výluhů. Metan je jedním z nejškodlivějších skleníkových plynů.

Zdroje výskytu BRKO představují

- odpad ze zeleně
- bioodpad z domácností

- odpad z papíru
- specifické bioodpady

V České republice je v současné době biologický odpad využíván pouze v několika málo obcích. Využívání bioodpadů se liší mírou i způsoby, převažuje však oddělený sběr bioodpadů do samostatných sběrných nádob a jeho následné kompostování. Sběr a využití biologicky rozložitelné části komunálního odpadu je v současné době ve fázi několika málo pilotních projektů, systematické využití BRKO za účelem výroby bioplynu v ČR je realizováno pouze v jediném případě – PBS Příbyšice. Jejich budoucí vznik závisí především na vývoji v sektoru odpadového hospodářství, podpoře výroby elektrické energie a dotační politice MŽP.

4. Energetické využití BRKO

Odpady biologického původu jsou v komunálním odpadu kvantitativně významnou skupinou odpadů a způsob nakládání s nimi může pozitivně nebo negativně ovlivnit základní složky životního prostředí. Převážná část těchto je předurčena k látkovému nebo materiálovému využití. Obsahují rostlinné živiny a organické látky, které je možno stabilizovat a výhodně uvádět do přírodního koloběhu jako organické hnojivo - kompost. Bioodpady se mohou také zpracovávat technologií anaerobní digesce, při které kromě organického hnojiva - digestátu vzniká další produkt - bioplyn, který je vhodný k výrobě elektrické energie, tepla a motorového paliva (Váňa a kol., 2005).

Biologicky rozložitelný komunální odpad je třeba separovaně sbírat, látkově nebo energeticky využívat a omezovat jejich ukládání na skládky, kde jsou zdrojem skleníkového plynu methanu a výluhů v průsakových vodách (MŽP, 2008).

Biologicky rozložitelný komunální odpad je mikroorganismy aerobně nebo anaerobně rozložitelná část komunálního odpadu. Spadají sem odpady z papíru a lepenky, biologický odpad z kuchyní a stravoven, části oděvů a textilních materiálů, dřevo a odpad ze zahrad a parků a odpady z tržišť. Současný objem produkovaného BRKO činí v ČR cca 1,8 mil. tun za rok. Do tohoto objemu nespádají odpady plynoucí z údržby veřejné zeleně, protože tyto odpady jsou zpracovány v zahradnických firmách formou kompostování a do režimu odpadů se vůbec nedostávají. Do biologicky rozložitelného komunálního odpadu se započítávají i složky z odděleného sběru, kromě odpadů uvedených v podskupině 1501 (obaly). Oddělený sběr a zpracování BRKO z domácností je v současnosti pouze ve fázi ověřovacích nebo pilotních projektů, kompostování vlastního domácího odpadu je hojně rozšířeno převážně na venkově.

4.1 Základní skupiny BRKO

Biologicky rozložitelný komunální odpad rozdělíme na dvě hlavní skupiny:

1. odpady ze zahrad a z údržby veřejné zeleně
2. kuchyňské odpady

Obě tyto složky mají rozdílné fyzikální a chemické vlastnosti. Tyto odlišnosti mají vliv na sběr obou skupin odpadů, frekvenci jejich svozu, nutnost úprav před dalším zpracováním a na samotný způsob jejich zpracování.

4.1.1 Odpady ze zahrad a z údržby veřejné zeleně

Zahradní odpad má větší objem a proto vyžaduje svoz na velkoobjemových dopravních prostředcích. Tento druh odpadu je vhodné před svozem stlačit tak, aby měl odpad co nejmenší objem. Materiálově jde o různě strukturovanou hmotu, která se vyznačuje pomalejší fermentací. Frekvence sběru zahradního odpadu je delší, postačuje svoz v jednoměsíčních intervalech. Tento druh odpadu je vhodný jak pro kompostování, tak pro využití při výrobě bioplynu.

4.1.2 Kuchyňské odpady

Kuchyňský odpad má vysoký obsah soli a vysoký podíl vody. Produkce kuchyňských odpadů je nízkoobjemová, ale tento druh odpadu velmi rychle fermentuje, a proto je potřeba jej svážet častěji, minimálně jedenkrát za týden (na frekvenci svozu kuchyňského odpadu může mít vliv aktuální roční období). Kuchyňský odpad není možné při svozu stlačovat, ale vzhledem k nižšímu objemu je možné tento druh odpadu svážet pomocí menších dopravních prostředků. Sběr kuchyňských odpadů je možné provádět v menších nádobách (6 až 8 litrů) nebo v igelitových pytlích, které umožňují ruční sběr, případně do větších nádob (120 až 240 litrů), které umožňují hermetické uzavření víka. Tento druh odpadu je obtížné kompostovat, protože při tomto procesu se z kuchyňského odpadu uvolňuje velké množství nežádoucího zápachu.

4.2 Oddělený sběr BRKO

Organizace a způsob sběru BRKO ovlivňují množství a kvalitu získaného materiálu a zároveň mají vliv na další procesy úpravy suroviny před dalším zpracováním a na potřebné technické vybavení.

Systémy odděleného sběru BRKO je možné rozdělit podle několika hledisek:

1. Dle sbíraného bioodpadu:

- pouze zahradní odpad
- pouze veřejná zeleň
- pouze kuchyňský odpad
- zahradní + kuchyňský odpad
- zahradní odpad + veřejná zeleň
- zahradní odpad + veřejná zeleň + kuchyňský odpad

2. Dle technického zabezpečení

- prostřednictvím sběrných dvorů
- velkoobjemovými kontejnery
- sběrnými nádobami na odpad (objem 120 l, 240 l)
- sběrovými nádobami upravenými pro sběr bioodpadu (obj. 120 l až 240 l)
- pytlovým způsobem sběru
- beznádobovým způsobem

3. Dle organizačního hlediska

- donáškovým způsobem
- odvozovým způsobem

4. Dle frekvence svozu

- intenzivním (> 1x týdně)
- standardním (1x až 2x za 14 dní)
- extenzivním (< 1x za 14 dní)

Pro sběr bioodpadu z domácností jsou většinou využívány nádoby o objemu 80 litrů až 240 litrů. Alternativou nádobového sběru je sběr pytlový. Pytle na odpad mohou být vyrobeny z tzv. biodegradabilního plastu na bázi amylázy škrobu. Tyto sáčky si zachovávají přibližně 14 dní své mechanické vlastnosti a celková ekologická degradace materiálu by měla nastat nejpozději do 3 měsíců od naplnění sáčku. Pytlový sběr předpokládá oddělení sběru odpadů ze zahrad a z údržby veřejné zeleně od sběru kuchyňského odpadu.

4.3 Nejzávažnější problémy při sběru bioodpadu

Za nejzávažnější problémy při sběru bioodpadu z domácností lze považovat:

- namáhavost při nakládání sběrných nádob
- zápach v okolí nádob při nakládání
- rozptyl vody a jemných částí bioodpadu při nakládání
- rozptyl vody kondenzované na stanovišti

Některé uvedené nedostatky je možno eliminovat užíváním sběrných nádob speciálně upravených pro sběr bioodpadů. Nádoby současně plní funkci kompostéru, který umožňuje prodloužit dobu mezi jednotlivými svozy bioodpadu. Pořizovací náklady jsou ale vyšší (Voštová a kol., 2009).

Varianta pytlového sběru je oproti kontejnerovému sběru z ekonomického hlediska náročnější z toho důvodu, že je potřeba neustálé pořizování nových vhodných pytlů na odpad. S odpadem v pytlích se také hůře manipuluje, problémem může být i estetická stránka samotných pytlů, problémy se zápachem z pytlů a problém s protržením pytlů toulavou zvěří, například kočkami.

Oddělený sběr bioodpadu automaticky vynucuje související náklady u subjektů, které oddělený sběr bioodpadu provádějí. Jedná se například o úpravu a vybavení domácnosti samostatnou nádobou pro oddělené skladování biologicky rozložitelného odpadu. Tyto náklady jsou značně individuální.

4.4 Oddělený sběr do biodegradabilních sáčků

Biodegradabilní pytle na odpad mají největší přínos v tom, že jsou vyrobeny z materiálu, který se v kompostu nebo v půdě plně rozloží během 3 týdnů až 2 měsíců. Rychlost a kvalitu rozkladu definuje norma EN13432, rychlost degradace materiálu závisí především na prostředí, kde se materiál rozkládá – na teplotě a vlhkosti. Rychlost rozkladu pytlů dále závisí na tloušťce materiálu, ze kterého jsou vyrobeny. Sáčky nesmí být vyrobeny z příliš silného materiálu, protože by byly dražší a také jejich rozpad by se tak prodloužil. Příliš tenký materiál sáčků by naopak mohl způsobit rozpad pytlů již při plnění a to je nežádoucí. Parametry biodegradabilních sáčků se dimenzují individuálně dle potřeby, měly by být navrženy tak, aby byly schopné uchovat bioodpad po dobu minimálně 14 dní.

Biodegradabilní pytle mohou být vyrobeny například z materiálů na bázi kukuřičného škrobu v kombinaci s dalšími aditivami pro dosažení požadovaných mechanických vlastností výsledného produktu. Výrobní postup biodegradabilních fólií je shodný s výrobou klasických polyetylenových plastických hmot, liší se pouze vstupní granulát, ze kterého se pak fólie vyrábí na totožných linkách určených pro produkci PE fólií.

Granulát pro výrobu biodegradabilních sáčků již 10 let dodává například italská firma Novamont, látka má název Mater-Bi. Biodegradabilní sáčky jsou přibližně 2,5x dražší oproti pytlům z klasických PE fólií. Investice se však vyplatí vzhledem k tomu, že biologicky rozložitelný odpad sbíraný v těchto pytlích se po zpracování v kompostárně nebo v bioplynové stanici nemusí čistit od zbytků klasických plastových pytlů.

4.5 Výroba bioplynu získaného anaerobní digestí BRKO

Anaerobní digesce biologicky rozložitelných odpadů je mimo skládkování další z možností nakládání s odpadem, zároveň je při tomto procesu produkován energetický zdroj – bioplyn. Z 1 tuny separovaného bioodpadu lze vyrobit až 100 m³ bioplynu se 65% obsahem metanu o energetickém obsahu 6 kWh/m³.

Bioplyn je produktem anaerobní digesce, jedná se o směs metanu (CH_4), oxidu uhličitého (CO_2) a vodních par. Bioplyn může obsahovat zbytkové množství vodíku a dalších plynů, například dusíku, sirovodíku, kyslíku nebo čpavku. Bioplyn může být využíván k výrobě elektřiny, tepla a k pohonu dopravních prostředků. Nejčastějším využitím bioplynu je současná výroba elektřiny a tepla (kogenerace) v tzv. kogeneračních jednotkách. Kogenerační jednotky mohou být na bázi spalovacích motorů, mikroturbín nebo palivových článků.

Obrázek 2: Příklad bioplynové stanice na bázi mokré fermentace



Zdroj: Bekon, 2013

Za účelem produkce bioplynu jsou stavěny speciální zařízení, tzv. bioplynové stanice. Bioplynová stanice obsahuje technické prostředky pro kompletní zpracování doručeního bioodpadu pomocí anaerobní digesce. Bioodpad se zde skladuje a případně upravuje pro další procesy. Po nadávkování do reaktorů probíhá samotná digesce, jejímž konečným produktem je bioplyn a inertní digestát. Bioplynové stanice zpravidla obsahují i kogenerační jednotku pro výrobu elektřiny a tepla. Část tepla a elektřiny se vrací zpět do provozu bioplynové stanice jakožto technologická vlastní spotřeba. Fermentační proces je termofilní reakce, reaktory je potřeba zahřívat na určitou teplotu tak, aby reakce probíhaly v požadované kvalitě a rychlosti. Rovněž část elektřiny se spotřebovává v samotném provozu bioplynové stanice, například na míchání obsahu reaktorů, na provoz oběhových čerpadel atp. Vyrobena elektřina je dodávána do distribuční sítě a vyprodukované teplo může zůstat nevyužito, efektivnější je však teplo komerčně využít například pro provoz

nějakého průmyslového provozu (např. sušárny), případně pro vytápění sousedních průmyslových nebo obytných budov.

Bioplyn vyrobený v bioplynové stanici může být dále čištěn a upravován tak, aby byl vhodný i pro další způsoby využití. Bioplyn může být sušen, tedy zbavován obsahu vodních par tak, aby při jeho spalování v kogenerační jednotce nedocházelo ke korozi kovových částí zařízení. Bioplyn může být čištěn, tedy odsiřován a zbavován obsahu oxidu uhličitého a dalších plynů, které jsou pozůstatkem procesů digesce. Vyčištěný bioplyn s vysokým obsahem metanu pak může být vtlačěn do klasických plynových rozvodů. Tento způsob bezztrátového transportu plynu umožňuje jeho efektivní využití například v domácnostech nebo v průmyslových provozech, které jsou od bioplynové stanice vzdálené i několik kilometrů. Vyčištěný bioplyn může být stlačen a stlačený využíván pro pohon k tomuto účelu upravených dopravních prostředků jako CNG (Compressed Natural Gas – stlačený zemní plyn, metan). Využití bioplynu jakožto pohonného média pro dopravní prostředky však kromě technologie na čištění bioplynu vyžaduje i speciální infrastrukturu na tankování plynu do dopravních prostředků a i tyto dopravní prostředky, zpravidla automobily, musí být upraveny pro využití CNG.

Obrázek 3: Příklad kogenerační jednotky od české firmy TEDOM



Zdroj: Tedom a.s., 2013

Energetická bilance bioplynové stanice je pozitivní, z jedné tuny bioodpadu lze vyprodukovat cca 200 kWh elektrické energie a 350 kWh tepelné energie. Samotný technologický proces výroby bioplynu vyžaduje energetické vstupy, přibližně jedna čtvrtina energie se proto vrací zpět a tři čtvrtiny vyrobené elektřiny a tepla jsou dále technologicky a komerčně využitelné. Čistý energetický zisk výroby bioplynu anaerobní digestcí je 150 kWh elektřiny a 300 kWh tepla.

4.6 Nejzávažnější problémy při výrobě bioplynu z BRKO

Za nejzávažnější problémy při výrobě bioplynu z BRKO lze považovat:

- šíření zápachu do okolí při skladování odpadu před jeho zpracováním
- kontaminace odpadu – znehodnocení digestátu pro další ekologické využití
- obsah mechanických nečistot znemožňujících další zpracování

Šíření zápachu do okolí bioplynové stanice z mezideponie biologických odpadů lze minimalizovat nastavením příjmu bioodpadu v režimu just-in-time. Minimalizace šíření zápachu tedy spočívá v minimalizaci doby, po kterou je odpad uložen na mezideponii, zpracování odpadu je vhodné provádět v samostatné příjmové hale vybavené vzduchotechnikou a biofiltrem. Šíření zápachu lze minimalizovat i volbou formy sběru bioodpadů, například volbou pytlového sběru. Sběr v pytlích však vynucuje technologickou předpřípravu bioodpadu před jeho zpracováním v bioplynové stanici – odpad v pytlích musí být před vložením do reaktoru bioplynové stanice mechanicky rozdrčen a rozvolněn tak, aby pytle nebránily rovnoměrné fermentaci odpadu. Největší nevýhodou výroby bioplynu z BRKO je fakt, že odpad může obsahovat například zbytky igelitových obalů, motouzů nebo pevných částí, které téměř znemožňují zpracování takového odpadu formou mokré fermentace, kdy je odpad upraven do formy vodního roztoku a tento roztok je nepřetržitě mechanicky promícháván. Pokud však odpad obsahuje takové části, které mají tendenci se na míchadla namotávat, pak je celý proces značně poruchový a může vést ke značným energetickým a finančním ztrátám. Proto je jediným vhodným řešením pro energetické zpracování BRKO bioplynová stanice

na bázi tzv. suché fermentace, kde není nutné odpad nepřetržitě promíchávat a riziko poruch míchacího zařízení je tak minimalizováno.

Kontaminace BRKO cizorodými předměty by měla být řešena na výstupu z bioplynové stanice, kde by měl být digestát kontrolován a veškeré biologicky nerozložitelné předměty (např. plastové obaly) by měly být od digestátu odseparovány tak, aby byl digestát dále využitelný například jako kompost. Chemická kontaminace bioodpadu například těžkými kovy by měla být vyřešena tím, že bude sběr BRKO probíhat odděleně od ostatních složek komunálního odpadu v samostatných sběrných nádobách nebo v pytlích. Kvalitu vstupního materiálu lze také zabezpečit informační kampaní, která bude zúčastněné subjekty vzdělávat v tom, co do zvláštních nádob patří a co nikoliv, tedy jak mají biologický odpad správně separovat, případně motivovat informacemi o tom, jaké pozitivní efekty správná separace bioodpadů přináší místní komunitě.

4.7 Bioplynová stanice na bázi mokré fermentace

Bioplynové stanice jsou technologicky většinou zastoupeny výrobou bioplynu pomocí tzv. mokré fermentace. Mokrú fermentace spočívá ve vytvoření vodního roztoku zpracovávaného materiálu - zkapalnění a tento roztok se v průběhu fermentace nepřetržitě promíchává tak, aby byl zabezpečen hladký a rovnoměrný průběh anaerobní digesce. Obsah sušiny v roztoku se pohybuje okolo 10 %. Fermentace probíhá ve velkých vyhřívaných míchacích nádržích – fermentorech. Teplota obsahu se pohybuje mezi 35°C až 55°C. Po skončení fermentačního cyklu je výsledný produkt bioplynové stanice (digestát) průběžně odčerpáván a zbavován vody - separován.

Technologie mokré fermentace je rozšířenější, mají uplatnění především mezi bioplynovými stanicemi, které zpracovávají zemědělské produkty nebo odpady ze zemědělství, které mají nižší podíl sušiny a vyšší podíl vody. Tento typ výroby bioplynu je technologicky prověřený, vyšší nároky na technologické vybavení (míchače, čerpadla, separátory) však zvyšují provozní náklady této technologie.

4.8 Bioplynová stanice na bázi suché fermentace

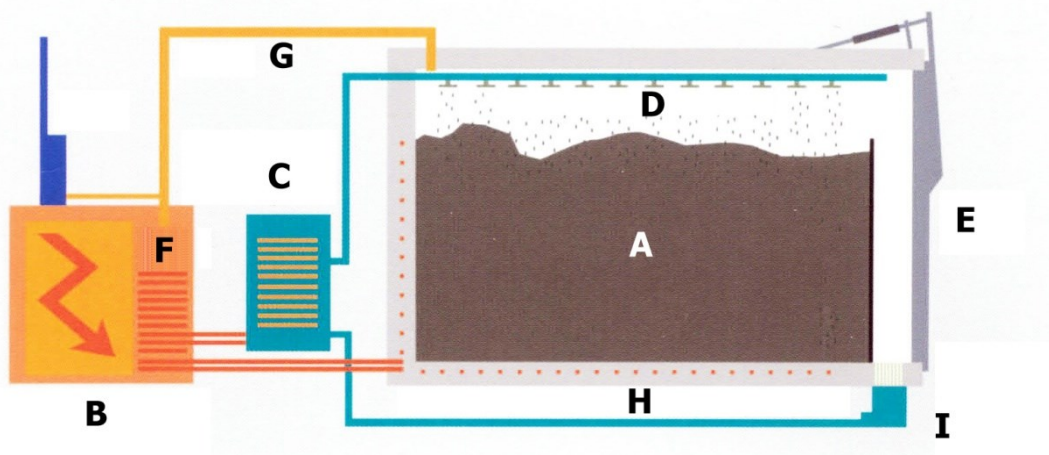
Zpracovatelnost zdrojových materiálů s vysokým podílem suché složky v bioplynových stanicích na bázi mokré fermentace je omezená. To se týká především biologicky rozložitelné složky komunálních odpadů. Především je velmi technicky a ekonomicky náročně převést takový materiál na vodní roztok, který je možné plynule přečerpávat a míchat. BRKO navíc může obsahovat části, které značně komplikují proces mokré fermentace například tím, že mají tendenci se namotávat na míchací zařízení umístěné v hermeticky uzavřených reaktorech. Oprava těchto zařízení je náročná a způsobené výpadky a poruchy mohou působit značné ekonomické ztráty.

Proces suché fermentace nevyžaduje převod na vodní roztok a materiál v reaktoru není nutné promíchávat. Čerstvý materiál se nejprve promíchá s částí již zfermentovaného odpadu a touto směsí se naplní vzduchotěsný reaktor, který je poté „sprchován“ perkolační tekutinou obsahující bakterie, které podporují proces anaerobní digesce. Reaktor při suché fermentaci musí být zahříván podobně, jako je tomu u mokré fermentace (34°C až 43°C). Vodní roztok je však nahrazen perkolační tekutinou, která se po průchodu reaktorem vrací zpět do zásobníku. Reaktor není podobný velkému hrnci, ale připomíná spíše velkou vyhřívanou místnost, kam se zdrojový materiál nakladačem navrší a poté je po celou dobu fermentace z horní části sprchován perkolačním roztokem. Tato místnost je hermeticky uzavřena vzduchotěsnými obřími vraty.

Vzhledem k tomu, že v průběhu suché fermentace není nutné materiál promíchávat nebo přečerpávat, dochází zde ke značným energetickým úsporám a dále je v tomto procesu výrazně snížena spotřeba užitkové vody.

Bioplynovou stanicí na bázi suché fermentace dodává například firma BEKON Energy Technologies GmbH & Co. KG, Feringastrasse 9, 85774 Munich, Unterfohring z Německa. Schéma jejich patentované technologie je uvedeno na následujícím obrázku.

Obrázek 4: Schéma bioplynové stanice na bázi suché fermentace od firmy BEKON



Zdroj: Bekon, 2013

A – reaktor, zásobník biomasy

B – kogenerační jednotka

C – zásobník perkolačního roztoku

D – distribuce perkolačního roztoku do zásobníku

E – hermeticky uzavíratelná vrata

F – vytápěcí systém

G – rozvod bioplynu

H – betonový reaktor s rozvody vytápěcího systému

I – svody pro perkolační roztok

Výše uvedená technologie suché fermentace je zpravidla dodávána jako vícekomorový systém, kde v každé komoře nezávisle probíhá vždy jiná fáze fermentačního procesu. Celý systém je modulární a kapacitně rozšiřitelný přistavěním dalších reaktorových komor. Fermentace probíhá za mírného přetlaku (20 hPa) a tím se předchází potenciálnímu riziku výbuchu vodíku při vniknutí atmosférického vzduchu do reaktoru.

Bioplynová stanice na bázi suché fermentace nemá žádné pohyblivé části v reaktoru a tím je sníženo riziko poruch a výpadků a tím i provozních nákladů a nákladů na údržbu zařízení. Plnění a vyprazdňování jednotlivých komor je prováděno kolovými nakladači.

Po skončení fermentačního cyklu je digestát vyvezen nakladačem mimo reaktor. Vzhledem k tomu, že zfermentovaný materiál nemá podobu vodního roztoku, není při vyprazdňování reaktoru nutná separace vody od digestátu. Digestát je možné separovat od nečistot a po hygienizaci použít například jako kompost.

Obrázek 5: Plnění reaktoru bioplynové stanice na bázi suché fermentace



Zdroj: Bekon, 2013

Bioplynová stanice na bázi suché fermentace dokáže na 1 kWe zpracovat cca 35 až 40 tun biologicky rozložitelného odpadu ročně – bioplynová stanice o nominálním elektrickém výkonu 500 kWe je schopna ročně zpracovat minimálně 20 000 tun BRKO.

Provoz bioplynové stanice je nepřetržitý, stanice musí být schopna vyprodukovat dostatek bioplynu na provoz 365 dní v roce a po celou dobu pracovat na svém nominálním výkonu. Údržba a opravy na kogenerační jednotce (výměna oleje a spotřebního materiálu) by neměla přesáhnout 5 hodin ročně. Bioplynová stanice o nominálním elektrickém výkonu tedy musí být schopna ročně vyprodukovat minimálně 4 377 MWh elektrické energie brutto.

Mezi referenční instalace zrealizované v minulosti pomocí technologie suché fermentace od firmy BEKON jsou v následující tabulce:

Tabulka 2: Referenční instalace pomocí technologie suché fermentace

Město	Elektrický výkon	Množství BRKO
Mnichov (DE)	570 kW	25000 t/rok
Saalfeld – Gemes (DE)	1050 kW	20000 t/rok
Kusel (DE)	330 kW	7500 t/rok
Rendsburg (DE)	1050 kW	30000 t/rok
Vechta (DE)	330 kW	10000 t/rok
Melzingen (DE)	526 kW	13000 t/rok
Rimini (IT)	1000 kW	35000 t/rok
Modena (IT)	1000 kW	40000 t/rok
Baar (CH)	526 kW	18000 t/rok
Thun (CH)	950 kW	20000 t/rok

Zdroj: Bekon, 2013

4.9 Materiálový potenciál BRKO

Ukládání bioodpadů na skládky je zakázáno vyhláškou č. 294/2005 Sb., kde je v příloze číslo 5 řečeno: „Biologicky rozložitelné odpady je možné ukládat na skládky pouze, jedná-li se o biologicky rozložitelné složky obsažené v komunálním odpadu (skupiny 20 Katalogu odpadů), pro něž je harmonogram postupného omezování jejich ukládání na skládky stanoven v bodě 7 přílohy č. 4 k této vyhlášce“.

Harmonogram snižování objemu biologicky rozložitelné složky obsažené v komunálním odpadu je pak podle přílohy č. 4 vyhlášky stanoven takto: „Biologicky rozložitelný podíl komunálního odpadu ukládaný na skládky musí být postupně omezován v souladu s harmonogramem stanoveným v Plánu odpadového hospodářství ČR a krajů, tj. snížit tento podíl do roku 2010 na 75 %, do roku 2013 na 50 % a do roku 2020 na 35 % celkového množství (hmotnosti) biologicky rozložitelného komunálního odpadu vzniklého v roce 1995“.

Skupina 20 Katalogu odpadů obsahuje odpady komunální a jim podobné odpady ze živností, úřadů a z průmyslu, včetně odděleně sbíraných složek odpadů.

Hlavní skupiny jsou:

20 01 00 – Odpad získaný odděleným sběrem

20 02 00 – Odpady z údržby zeleně v zahradách a parcích (včetně hřbitovů)

20 03 00 – Ostatní odpad z obcí

Za biologicky rozložitelné komunální odpady (BRKO) se považují následující druhy odpadů ve skupině 20 nebo v nich obsažené podíly biologicky rozložitelné složky:

20 01 01– Papír a lepenka

20 01 08– Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven

20 01 10– Oděvy

20 01 11– Textilní materiály

20 01 38– Dřevo neuvedené pod číslem 20 01 37

20 02 01– Kompostovatelný odpad (bioodpad ze zahrad a parků)

20 03 01– Směsný komunální odpad

20 03 02– Odpad z tržišť

20 03 07– Objemný odpad

Mezi biologicky rozložitelné odpady využitelné pro výrobu bioplynu pak patří výhradně skupiny 20 01 08 (odpad z kuchyní a stravoven), 20 02 01 (kompostovatelný odpad) a odděleně získaný bioodpad z tržišť, číslo skupiny 20 03 02.

Dle výše uvedeného vyhláškou předepsaného harmonogramu pro snižování objemu bioodpadu, který končí na skládkách a vzhledem k obdobným trendům v rámci EU lze předpokládat, že objem využitelné biologicky rozložitelné složky komunálního odpadu bude narůstat, zvláště pak bioodpad získaný odděleným sběrem tak, aby byl cíleně snižován objem směsného komunálního odpadu, který je především odstraňován skládkováním.

4.10 Materiálový potenciál BRKO na příkladu města České Budějovice

Jako výchozí informaci pro zvážení materiálového potenciálu BRKO v případě statutárního města uvádím přehledy evidence odpadů v letech 2010, 2011 a 2012, tyto přehledy jsou v příloze číslo 3 této práce. Z uvedených tabulek plyne, že jak celkový objem odpadů, tak objem směsného komunálního odpadu má stagnující nebo mírně rostoucí trend.

Pro účely energetického využití na výrobu bioplynu jsou z uvedených přehledů vhodné pouze 02 01 03 – odpady rostlinných pletiv (1591 tun v roce 2012), 20 01 25 - jedlý olej a tuk (0,35 tuny v roce 2012) a objemově nejvýznamnější, 20 03 01 – směsný komunální odpad (17 825 tun v roce 2012), přičemž předpokládaný podíl biologicky rozložitelné složky směsného komunálního odpadu není v tabulkách sledován.

Z rozličných dostupných veřejných zdrojů plyne, že obsah biologicky rozložitelné složky ve směsném komunálním odpadu se pohybuje od 45 % do 72 % v závislosti na typu zástavby, kde byly vzorky odebrány a dále na způsobu vytápění objektu a na období odběru vzorků (den, týden, roční období). Zkoumané vzorky se dle typu zástavby dělí následovně:

- C - sídliště s centrálním zásobováním teplem
- S - starší zástavba se smíšeným vytápěním ušlechtilými palivy a individuálním vytápěním pevnými palivy
- V - zástavba tvořená rodinnými domky s lokálním vytápěním pevnými i ušlechtilými palivy – vilová
- P - vesnická a příměstská zástavba s vytápěním převážně pevnými palivy - příměstská

V poslední době dochází k vyrovnání složení mezi skupinami vilové zástavby a starší zástavbou se smíšeným vytápěním a zahrnují se obě skupiny pod smíšenou zástavbu. Uvažují se tedy typy obytné zástavby smíšená, sídlištní a venkovská (příměstská).

Většina dostupných zdrojů zjednodušuje podíl biologicky rozložitelné složky ve směsném komunálním odpadu na 50 % pro všechny sledované typy zástavby.

Měrné množství je množství (hmotnost nebo objem) TKO, vzniklé za uvažovanou jednotku času, připadající na zvolenou sledovanou jednotku. Obvyklými jednotkami jsou $\text{kg.obyv.}^{-1}.\text{r}^{-1}$, nebo $\text{m}^3.\text{obyv.}^{-1}.\text{r}^{-1}$ (roční měrné množství). Objemová hmotnost je hmotnost odpadu počítaná na 1m^3 . U kontejnerů nepřevyšuje 250 kg.m^{-3} , u svozových vozů do 500 kg.m^{-3} podle stupně hutnění (Janků, 2002).

Z výše uvedených údajů a tabulek v souvislosti s aktuálním počtem obyvatel Statutárního města České Budějovice (93 883 obyv.) plyne měrné množství směsného komunálního odpadu 190 kg/obytel/rok , vyjádřeno objemově činí množství směsného komunálního odpadu na osobu $0,76\text{ m}^3$ (760 litrů). Předpokládané množství biologicky rozložitelné složky ve směsném komunálním odpadu tedy činí **95 kg/obytel/rok** při předpokládaném 50% podílu BRKO ve směsném komunálním odpadu. Celkové množství (materiálový potenciál) BRKO pro město České Budějovice tedy činí cca 10 500 tun ročně, do tohoto množství počítáme i odpad z rostlinných pletiv. Materiálový potenciál BRKO je součinem počtu obyvatel a předpokládaného množství biologicky rozložitelné složky v komunálním odpadu připadajícího na jednoho obyvatele (8 919 tun) a připočtením vykázaného množství odpadu rostlinných pletiv, které bylo v daném roce sebráno na městských sběrných dvorech (1 591 tun).

5. Hospodaření s odpady ve Statutárním městě České Budějovice

Nakládání s komunálním odpadem města Českých Budějovic je zajišťováno společností A.S. A. České Budějovice.

Současný poplatek za komunální odpad činí 680 Kč na osobu za rok (za osoby tvořící domácnost může poplatek platit jedna osoba). Do roku 2012 občané města Českých Budějovic platili 500 Kč za osobu na rok. Celkem se na poplatcích ročně vybere cca 45 milionů korun, celkové náklady města na likvidaci odpadů činí 75 milionů ročně. Za svoz a skládkování komunálního odpadu město v roce 2012 zaplatilo cca 53 milionů Kč, za provoz sběrných dvorů zaplatilo cca 21,5 milionu Kč. Likvidace černých skládek stála město 1,5 milionu Kč.

V systému je 95 112 registrovaných občanů, z toho v roce 2012 bylo 5,4 % neplatičů – poplatek 500 Kč zaplatilo 90 002 občanů. Od roku 2013 se vzhledem k navýšení poplatku očekává růst příjmů na úroveň cca 61,2 milionu Kč ročně.

Celková produkce smíšeného komunálního odpadů se v letech 2010 – 2012 pohybovala na úrovni 17 800 tun ročně. Detailní roční evidence odpadů pro Statutární město České Budějovice v letech 2010 – 2012 je uvedena v Příloze č. 3. V Českých Budějovicích se celkem 13 600 tun vyprodukovaných odpadů separuje na jednotlivé kategorie odpadů, z celkového množství 32 000 tun odpadu, separované množství činí 42,5%. Město získává příspěvek od systému EKO-KOM a.s., který zajišťuje sdružené plnění povinností zpětného odběru a využití odpadů z obalů prostřednictvím systémů tříděného sběru v obcích, tento příspěvek v roce 2011 činil 6 732 120 Kč/rok.

V Českých Budějovicích se nachází dohromady 433 stanovišť s kontejnery na tříděný odpad (stav k 31. 12. 2012). Separovaný odpad je shromažďován ve speciálních nádobách o objemu 1,5 m³ a 2,5 m³.

Celkový počet nádob na separovaný odpad v Českých Budějovicích (SmČB, 2012):

- 281 ks nádob 1,5 m³ na barevné sklo
- 69 ks nádob 1,5 m³ na bílé sklo
- 20 ks nádob 1,5 m³ na plasty
- 359 ks nádob 2,5 m³ na plasty
- 250 ks nádob 1,5 m³ na papír
- 185 ks nádob 2,5 m³ na papír
- 2 ks nádob 1,5 m³ na kov

Obyvatelé v centru města mohou také zažádat o žluté plastové pytle, které jsou sváženy pravidelně každý týden. Dále mají občané Českých Budějovic k dispozici sběrné dvory, kde mohou odložit objemné nebo nebezpečné komunální odpady. Tyto stabilní sběrné dvory provozuje společnost A.S.A ve třech lokalitách (ulice Dolní 1, Plynářská v Suchém Vrbném a Švábův Hrádek – areál bývalé skládky). Tento systém je doplněn mobilním svozem nebezpečných složek komunálního odpadu a objemného odpadu. Mobilní sběrné dvory jsou instalovány na různých místech města Českých Budějovic přibližně 20 krát do roka. Občané města jsou vždy s dostatečným předstihem informováni o harmonogramu provozu a stanovištích sběru.

Separované složky komunálního odpadu jsou předávány k materiálovému využití a směsný komunální a objemný odpad je odvážen na skládku Lišov, vzdálenou od Českých Budějovic cca 18 km se skládkovací kapacitou 450 000 m³ nebo na skládku Růžov (POH ČB, 2005).

Biologicky rozložitelný odpad je ukládán přímo na sběrné dvory (jsou to především odpady z údržby zeleně). Biologicky rozložitelná složka komunálního odpadu (BRKO) není odděleně sbírána a není energeticky využívána. **BRKO se skládkuje společně s ostatním směsným komunálním odpadem.**

Komunální odpad není energeticky využíván pomocí spalování, i když o možnosti postavit spalovnu tuhého komunálního odpadu město od roku 2009 uvažuje. Spalovna měla být umístěna v průmyslovém areálu v Novém Vráte. Nakonec město tento záměr odložilo z důvodu silných protestů občanů i

občanských sdružení. Kapacita spalovny měla činit 100 000 t odpadů ročně. Město České Budějovice v té době vyprodukovalo zhruba 17 800 t směsného komunálního odpadu a celý Jihočeský kraj zhruba 170 000 tun. Jedním z důvodů proti postavení spalovny je fakt, že spalování nemotivuje nebo dokonce brání efektivnímu snižování odpadů a jeho třídění. Otázka postavení spalovny byla v médiích znovu otevřena v roce 2013.

6. Praktický příklad – bioplynová stanice na zpracování BRKO

V praktické části zhodnotím ekonomiku výstavby komunální bioplynové stanice na bázi suché fermentace za účelem snížení množství směsného komunálního odpadu, který se doposud v Českých Budějovicích odstraňuje pomocí skládkování. V předchozích kapitolách jsem stanovila kvalifikovaný odhad podílu biologicky rozložitelné složky komunálního odpadu, který má potenciál pro energetické využití za předpokladu, kdy bude tento typ odpadu sbírán odděleně. Podíl BRKO pro energetické využití bylo nutné stanovit odhadem z toho důvodu, protože se dostupná data z jednotlivých zdrojů značně rozcházejí. Energetické využití bioodpadu by mohlo být ekonomicky přínosné hned ve dvou rovinách:

1. Získání dodatečných výnosů z výroby a prodeje vyrobené energie
2. Úspora nákladů za skládkování bioodpadů

Realizace záměru bude znamenat vynakládání finančních prostředků na tyto činnosti:

1. Výstavba a realizace bioplynové stanice
2. Zavedení odděleného sběru biologicky rozložitelné části KO

Cílem této části práce je porovnat předpokládané náklady a výnosy projektu a zjistit základní ekonomické ukazatele pro zhodnocení investice vedoucí k jednoznačnému doporučení nebo zamítnutí realizace záměru.

6.1 Náklad – výstavba realizace a provoz bioplynové stanice BEKON

Výpočet nákladů je počítán pro patentovanou technologii německé firmy BEKON Energy Technologies GmbH & Co. KG. Jedná se o výrobu bioplynu z bioodpadů pomocí procesu tzv. suché fermentace a firma BEKON Energy je průkopníkem v oblasti suché fermentace. Jde o ojedinělou technologii s velkým potenciálem právě v oblasti zpracování BRKO. Tento typ bioplynové stanice je náročnější na přípravu zdrojového materiálu, bioodpad se musí před vložením do

reaktoru rozvolnit v drtiči a tím zbavit pytlů, v nichž probíhá oddělený sběr. Na druhou stranu tato technologie výroby bioplynu nevyžaduje zkapalňování bioodpadu do vodního roztoku a další úspory jsou dosahovány v nákladech na údržbu, protože samotný postup výroby bioplynu nevyžaduje žádné poruchové pohyblivé části (míchadla atp.).

Měrný investiční náklad na jednotku výkonu činí u bioplynové stanice firmy BEKON cca **180 000 Kč/kWe**. Tato cena zahrnuje veškeré nezbytné technologické části, včetně přípravný (drtiče) pytlovaného odpadu a dostatečně zabezpečených ploch pro skladování jak nezpracovaného bioodpadu čekajícího na vložení do reaktoru, tak pro skladování výstupního produktu bioplynové stanice – digestátu. Náklady na separaci vody z digestátu odpadají, stejně jako náklady na odsíření vyprodukovaného bioplynu.

Materiálová kapacita použitelného bioodpadu, který bude sbírán odděleně, činí cca 10 500 tun/rok. Toto množství umožňuje vybudovat bioplynovou stanici o nominálním výkonu **250 kWe**. V případě nedostatku kvalitního materiálu z BRKO je možné chybějící kapacitu doplnit například ze zemědělských odpadů.

Vybudování kompletní bioplynové stanice na bázi suché fermentace představuje investici **45 000 000 Kč bez DPH** (180 000 Kč/kWe x 250 kWe). Do investičních nákladů bioplynové stanice nejsou započítány náklady na nákup vhodných pozemků, dá se však předpokládat, že město České Budějovice bude při případné realizaci disponovat vhodnými parcelami, případně bude schopno vhodné pozemky směnít. V investičních nákladech jsou zahrnuty veškeré administrativní náklady a náklady na připojení výrobní elektrické energie na distribuční síť.

Provozní náklady bioplynové stanice jsou následující:

- 360 000 Kč/rok - personální náklady na obsluhu bioplynky, jedná se o jednu osobu provádějící obsluhu a monitoring bioplynové stanice s hrubou mzdou 20.000 Kč + pojistné + variabilní složka mzdy
- 120 000 Kč/rok – pohonné hmoty a další náklady na manipulaci s materiálem v areálu bioplynové stanice, jedná se především o naftu do kolových nakladačů

- 600 000 Kč/rok – údržba kogenerační jednotky a rezerva na generální opravu
- 200 000 Kč/rok – náklady na administrativu, pojištění a monitoring provozu ze strany státních orgánů. Administrativa bude řešena externí účetní firmou

Celková výše provozních nákladů navrhované bioplynové stanice činí 1 280 000 Kč/rok. Do provozních nákladů nejsou zahrnuty případné náklady na komerční uplatnění digestátu, které mohou záviset na aktuální situaci na trhu a dalších faktorech. Pro digestát je třeba získat certifikaci Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským v Brně, která je ve smyslu vyhlášky č. 341/2008 Sb., o podmínkách nakládání s bioodpady, nezbytná k tomu, aby mohl být digestát využíván na rekultivace nebo na přihnojování městské zeleně. Komerční uplatnění digestátu jakožto hnojiva podléhá registraci ve smyslu zákona č. 156/1998 Sb. o hnojivech. Náklady na získání certifikace digestátu nebo registrace jakožto hnojiva zanedbáváme.

Pro zjednodušení výpočtu nepočítám s pořízením stanice na úvěr, součástí provozních nákladů tedy nejsou úroky.

Výše ročních odpisů je třeba rozdělit na dvě samostatné části – na odpisy stavební části a na odpisy technologie. Pro zjednodušený výpočet se počítá s tím, že 40 % ceny zařízení je investice do technického vybavení a 60 % ceny zařízení je investice do stavební části bioplynové stanice. Strojní vybavení se odpisuje 10 let, budovy budou odpisovány 30 let. Výše odpisů z investice ve výši 45 000 000 Kč tedy činí 2 700 000 Kč/rok.

Celková výše ročních nákladů včetně odpisů tedy činí **3 980 000 Kč/rok**. Celková výše provozních nákladů bez započtení odpisů činí **1 280 000 Kč/rok**.

Tabulka 3: Provozní náklady bioplynové stanice na bázi suché fermentace

Náklad	Hodnota (Kč/rok)
Personální náklady (1 osoba)	360 000
Pohonné hmoty	120 000
Údržba a revize kogenerační jednotky	600 000
Administrativní náklady	200 000
CELKEM bez odpisů	1 280 000
Odpisy stavební části (60 % investičních nákladů, 30 let)	900 000
Odpisy technologické části (40 % investičních nákladů, 10 let)	1 800 000
CELKEM včetně odpisů	3 980 000

Zdroj: vlastní

6.2 Náklad – zřízení a zavedení odděleného sběru biologického odpadu

Pro oddělený sběr biologicky rozložitelné složky komunálního odpadu předpokládám využití stávajícího systému svozu odpadu – stávajících sběrných nádob i svozových dopravních prostředků. Sběrné nádoby by bylo nezbytné vizuálně odlišit od nádob na klasický směsný odpad. Do těchto kontejnerů by občané a firmy z Českých Budějovic vkládali bioodpad ve speciálních biodegradabilních pytlích. Celkové množství sbíraného odpadu by se nezměnilo, pouze by se stávající objem komunálního odpadu rozdělil na BRKO a směsný komunální odpad. Tímto způsobem by nebylo nutné zřizovat nová místa pro nové speciální kontejnery, ale vzhledem k tomu, že se celkový objem komunálního odpadu nezmění, stačilo by využít stávajících prostředků. Před vyčleněním sběrných nádob a přepravních prostředků bude třeba provést jejich vymytí tak, aby nedošlo ke kontaminaci biologicky rozložitelného odpadu nečistotami. Ke svozu odděleně sbíraného BRKO by bylo možné využít stejný typ vozů jako ke sběru směsného komunálního odpadu, pouze by se z dostupných vozů vyčlenily ty, které

by byly určeny výhradně pro svoz BRKO tak, aby svážený bioodpad nebyl kontaminován nebezpečnými odpady, které může obsahovat směsný komunální odpad.

Biodegradabilní pytle na BRKO by si město nechávalo vyrobit na zakázku. K těmto účelům je možné použít standardní výrobní linku na pytle z polyetylénu, je však nutné použít speciální granulát na bázi kukuřičného škrobu – například Mater-Bi od italské firmy Novamont.

Pytle z biologicky rozložitelného materiálu umožní úsporu nákladů na čištění digestátu a zamezí se jeho případnému znehodnocení. Na druhé straně se pochopitelně zvýší náklady na oddělený sběr BRKO, protože biodegradabilní pytle jsou až 2,5 násobně dražší oproti srovnatelným pytlům z PE fólie.

Měrný náklad na biodegradabilní pytle činí 0,25 Kč/kg. Celková výše nákladů na tyto pytle tedy činí 2 250 000 Kč/rok.

Náklady na distribuci pytlů do českobudějovických domácností a firem prostřednictvím České pošty předpokládám ve výši 700 000 Kč/rok. Tento údaj vychází z kvalifikovaného odhadu na základě konzultace s experty a vychází například z nákladů na distribuci telefonních seznamů.

Náklady na průběžnou motivační informační kampaň zdůrazňující pozitivní efekty, které přináší oddělený sběr bioodpadů, předpokládám ve výši 500 000 Kč/rok. Vedení informační kampaně je zdůrazňováno ve všech metodikách pro zavádění systémů odděleného sběru odpadu, konečná výše těchto nákladů tedy může být i vyšší, než jakou jsem pro účely praktického příkladu stanovila. Dále se dá předpokládat, že s postupným zavedením systému odděleného sběru BRKO do praxe se výše nákladů na informační kampaň může snižovat. Odhad nákladů na informační kampaň vychází z nákladů na obdobné informační kampaně vedené Statutárním městem České Budějovice v minulosti na téma třídění a recyklace odpadů.

Dále je nutné počítat se zvýšenými administrativními náklady na straně investora (Statutární město České Budějovice), v tuto chvíli je však výše těchto nákladů nejasná a proto tyto náklady pro účely praktického příkladu zanedbáme.

Celkové provozní náklady na zřízení a zavedení odděleného sběru biologicky rozložitelné složky komunálního odpadu předpokládám ve výši **3 450 000 Kč/rok**.

Tabulka 4: Provozní náklady na zřízení a zavedení odděleného sběru BRKO

Náklad	Hodnota (Kč/rok)
Biodegradabilní pytle á 0,25 Kč/kg	2 250 000
Náklady na distribuci pytlů	700 000
Informační kampaň	500 000
CELKEM	3 450 000

Zdroj: vlastní

6.3 Výnos – prodej vyrobené elektrické a tepelné energie

Využití bioplynu v kogeneračních jednotkách dosahuje vysoké účinnosti přeměny energie z bioplynu na elektrickou a tepelnou energii (80-90 %). Zhruba lze počítat, že cca 30 % energie bioplynu se transformuje na elektrickou energii, 60 % na energii tepelnou a zbytek jsou tepelné ztráty. Na výrobu 1kWh elektrické energie (kWh_e) je potřeba spálit v kogenerační jednotce cca 0,6-0,7m³ bioplynu s obsahem kolem 60 % CH₄. Na výrobu 1kWh_e a 1,27kWh_t tedy bude potřeba cca 5kg biologicky rozložitelných komunálních odpadů (Mužík, Abrham, 2006).

Navrhovaná bioplynová stanice pro město České Budějovice by tedy vyrobila 2 100 000 kWh elektrické energie a 2 667 000 kWh tepelné energie po odečtení času nutného na údržbu a opravy bioplynové stanice. Výkupní ceny elektřiny z bioplynových stanic uvažujeme podle základní sazby, bez splnění podmínky efektivního využití tepelné energie a ve výkonnostní třídě do 550 kWh_e, tedy ve výši 3 550 Kč/MWh. Výkupní cena je stanovena Cenovým rozhodnutím Energetického regulačního úřadu č. 4/2012 ze dne 26. listopadu 2012, jeho předmětné znění je součástí přílohy číslo 4 této práce. Výkupní ceny jsou stanoveny na dobu 20 let od uvedení do provozu.

Navrhovaná komunální bioplynová stanice tedy po odečtení vlastní technologické spotřeby **do dá do sítě cca 1 700 000 kWh elektrické energie v celkové hodnotě 6 035 000 Kč bez DPH** – dle aktuálních výkupních cen

elektřiny z bioplynových stanic stanovených ERÚ pro rok 2013. Technologická vlastní spotřeba činí v případě tepla 52% vyrobené energie a v případě elektrické energie 19% - více než 50% tepla a téměř 20% vyrobené elektřiny se musí vrátit zpět do technologického procesu pro zahřívání fermentorů (zásobníků) a pro ohřev a přečerpávání perkolačního roztoku, který je potřebný pro rozklad biologických látek..

Dále máme k dispozici cca 1 270 000 kWh využitelné tepelné energie v celkové hodnotě cca 1 905 000 Kč bez DPH – při předpokládané ceně tepelné energie 1,50 Kč/kWh, resp. při ceně 416 Kč/GJ, což je cena pod celostátním průměrem (průměrná cena 2012 činila 572 Kč/GJ dle společnosti ENERGOSTAT). Využití tepelné energie je však podmíněno buďto nějakou vhodnou vlastní spotřebou v rámci areálu bioplynové stanice, nebo v jejím bezprostředním okolí. Jakékoliv jiné využití tepla je již otázkou značných investičních nákladů, mohlo by se jednat například o výstavbu sušárny biomasy, výstavbu výměňkové stanice pro ohřev teplé užitkové vody pro okolní zástavbu nebo přímo výstavbu rozvodů tepla. Komerční využití tepelné energie pro naše účely z důvodu zjednodušení pomineme, využití tepelné energie a jeho ekonomika by byly klíčové v případě, kdy by byla zrušena podpora elektřiny z bioplynových stanic.

Teplotní spád zdroje tepla odpovídá teplotnímu spádu získanému na výměňnicích kogenerační jednotky (obvykle 90/70 °C). Jedná se především o vytápění a přípravu teplé vody v administrativních budovách, halách pro chov zvířat, dílenských provozech, skladech apod.

Tabulka 5: Energetický a finanční výnos z prodeje tepla a elektřiny

Energetický výnos - teplo	Cena energie	Finanční výnos
1 270 000 kWh	á 1,50 Kč/kWh	1 905 000 Kč
4 572 GJ	á 416 Kč/GJ	
Energetický výno - elektřina	Výkupní cena ERÚ	Finanční výnos
1 700 000 kWh	á 3,55 Kč/kWh	6 035 000 Kč

Zdroj: vlastní

6.4 Úspora – snížení nákladů na skládkování BRKO

Cílem investice do komunální bioplynové stanice je snížení celkového množství smíšeného komunálního odpadu, který je odstraňován ukládáním na skládku. Toto skládkování je pochopitelně nákladem v celém procesu odpadového hospodářství v Českých Budějovicích, a pokud se podaří tyto náklady snížit pomocí přeměrování části komunálního odpadu do bioplynové stanice, pak lze tyto úspory jednoznačně přičíst k dobru této investice.

Společnost ASA by prováděla svoz obou složek komunálního odpadu (TKO i BRKO). Současné náklady na skládkování komunálního odpadu dnes podle ceníku společnosti ASA činí:

- 590 Kč/t za uložení komunálního odpadu
- 100 Kč/t na rezervu na rekultivaci skládky
- 500 Kč/t státní poplatek za skládkování, který připadá obci, na jejímž katastru se skládka nachází

Celková úspora množství skládkovaného komunálního odpadu díky využití BRKO v bioplynové stanici může dosáhnout až 8 900 tun ročně, což ve finančním vyjádření činí 10 591 000 Kč ročně.

Tato suma úspor za skládkování významně převyšuje veškeré příjmy z prodeje vyrobené elektřiny a tepla z bioplynové stanice – úspora nákladů za skládkování je tedy hlavním ekonomickým přínosem bioplynové stanice. Navíc je velmi pravděpodobné, že ve velmi krátkém čase se tyto náklady velmi výrazně zvýší tak, aby byla snížena současná „výhodnost“ ukládání odpadů na skládky a tím se zvýšila motivace řešit alternativní způsoby odstraňování komunálního odpadu na úrovni komunální politiky.

Další potenciální úspora nákladů může následovat v případě, pokud komunální bioplynová stanice bude blíže zdroji komunálního odpadu, než je skládka. V současné době se komunální odpad z Českých Budějovic skládá v Lišově. Pokud bude bioplynová stanice blíže než skládka, pak je možné počítat s dalšími úsporami. Pro potřeby našeho příkladu však tyto úspory zanedbáme.

6.5 Ekonomické zhodnocení investice do bioplynové stanice

Investice bude hodnocena ve dvou variantách, první varianta počítá s tím, že komunální odpad je skládkován na katastru jiné obce. V takovém případě bude do nákladů skládkování SKO započítán i poplatek dané obci. Tento případ odpovídá stávající praxi, kdy je odpad z Českých Budějovic skládkován v katastru obce Lišov.

Druhá varianta počítá s tím, že odpad je skládkování odpadu prováděno v katastru stejné obce, ze které je svážen. V tomto případě se od platby základního poplatku za skládkování SKO upouští, protože by tento poplatek prakticky platila obec sama sobě. Tato varianta má ukázat výhodnost stejné investice za změněných podmínek, tedy například tehdy, pokud by například Statutární město České Budějovice vybuodovalo skládku na svém katastrálním území a tím ušetřilo za skládkování odpadu na katastru jiné obce. Tato varianta má také sloužit jako porovnání výhodnosti investice do komunální bioplynové stanice pro podobné případy v jiných městech, která mají skládku vybudovanou na svém katastru.

Pro hodnocení ekonomické efektivnosti investice do bioplynové stanice využijeme výpočet doby návratnosti a ukazatel čisté současné hodnoty hotovostních toků. Pro bioplynové stanice platí, že doba návratnosti investice do 5 let je velmi dobrá a do 10 let přijatelná. Investice do bioplynové stanice představuje pro investora nižší riziko díky garantovaným dotovaným výkupním cenám.

Doba návratnosti investice (D) a čistá současná hodnota investice (NPV) se vypočítá podle vzorce uvedeného v části metodika.

6.5.1 Zhodnocení investice do komunální bioplynové stanice – varianta 1

Investiční varianta číslo 1 počítá s tím, že město České Budějovice nemá skládku komunálních odpadů na svém katastru a proto musí skládkovat komunální odpad v katastru jiné obce. S tím se pojí i placení zákonných poplatků, které jsou zdrojem příjmů obce, na jejímž katastru se skládka nachází. Výše těchto zákonných státních poplatků činí 500 Kč/tuna, celkový náklad na 1 tunu SKO uloženou na

skládce tedy činí 1 190 Kč. Pro Statutární město České Budějovice, které v posledních letech produkuje cca 17 800 tun komunálního odpadu to představuje náklad 21 182 000 Kč ročně.

Tabulka 6: Ekonomické zhodnocení investice do bioplynové stanice – varianta 1

Náklady na pořízení investice	45 000 000 Kč
Průměrné roční přínosy investice	6 035 000 Kč (prodej energie) 10 591 000 Kč (úspora za skládkování)
Roční provozní náklady investice	1 280 000 Kč (provoz bioplynky) 3 450 000 Kč (sběr BRKO)
Cash flow v daném roce	11 896 000 Kč
Odúročitel	6 %
Doba životnosti investice	20 let

Zdroj: vlastní

Návratnost investice ve variantě číslo 1 činí **3,78 roku**, což je hodnota velmi příznivá. Čistá současná hodnota 20-leté investice ve variantě číslo 1 činí

91 446 183 Kč. Hodnocení investice ve variantě číslo 1 je tedy jednoznačně pozitivní a **doporučení by znělo tuto investici realizovat**.

6.5.2 Zhodnocení investice do komunální bioplynové stanice – varianta 2

Investiční varianta číslo 2 počítá s tím, že město České Budějovice má vybudovanou skládku komunálních odpadů na svém katastru. Z tohoto důvodu je osvobozeno od placení státního poplatku za skládkování komunálního odpadu a celkový náklad na tunu SKO činí 690 Kč.

Tabulka 7: Ekonomické zhodnocení investice do bioplynové stanice – varianta 2

Náklady na pořízení investice	45 000 000 Kč
Průměrné roční přínosy investice	6 035 000 Kč (prodej energie) 6 141 000 Kč (úspora za skládkování)
Roční provozní náklady investice	1 280 000 Kč (provoz bioplynky) 3 450 000 Kč (sběr BRKO)
Cash flow v daném roce	7 446 000 Kč
Odúročitel	6 %
Doba životnosti investice	20 let

Zdroj: vlastní

Návratnost investice ve variantě číslo 1 činí **6,04 roku**, což je hodnota přijatelná, velmi hluboko pod celkovou dobou životnosti investice. Čistá současná hodnota 20-leté investice ve variantě číslo 1 činí **40 405 033 Kč**. Hodnocení investice ve variantě číslo 2 je tedy pozitivní a **doporučení by znělo tuto investici realizovat**.

Varianta číslo 2 je z pochopitelných důvodů méně výhodná než varianta číslo 1.

Cílem odpadového hospodářství města by mělo být, aby odpady pokud možno vůbec nevznikaly. Pokud již nějaký odpad vzniká, mělo by být cílem jeho využití a až v poslední instanci může být zváženo jeho odstranění skládkováním.

6.6 Kritické zhodnocení výsledků

I přes nesporné zjednodušení popisované reality v praktickém příkladu jsou výsledky mé práce použitelné jako základ při praktickém rozhodování o změně současné praxe, kdy se biologicky rozložitelný odpad bez užitku ukládá na skládkách. Lze se domnívat, že skládkování BRKO bude díky zvyšování státních poplatků pro města čím dál méně výhodné a do budoucna se objeví snaha skládkování biologicky rozložitelných odpadů legislativně zcela zakázat tak, jako je tomu například v Německu. Tento tlak lze očekávat především ze strany Evropské unie.

Některá témata se již do této diplomové práce nevešla a svojí komplexností mohou být obsahem pro samostatnou diplomovou práci. Jedná se především o problematiku komerčního využití digestátu jakožto registrovaného hnojiva a další velké téma je komerční využití tepelné energie produkované při kogenerační výrobě elektrické energie ve formě odpadního tepla. Obě výše uvedená témata byla v práci zmíněna pouze okrajově a ekonomické aspekty obou problematik jsem v práci pominula. Rovněž nebyl v této práci podrobněji rozebrán nebo vyčíslen ekologický přínos přeměrování BRKO ze skládky do bioplynové stanice, například prodloužení životnosti v současnosti používaných skládek komunálního odpadu.

Mnou navrhované technické řešení vyvolává další otázky, například jakým způsobem co nejefektivněji zavést ve městě oddělené třídění biologicky rozložitelné složky komunálního odpadu. Jakým způsobem tuto novinku občanům a lokálním firmám prezentovat a jak vést informační kampaň. Jak všem zúčastněným subjektům distribuovat biologicky rozložitelné pytle na BRKO a jakým způsobem z externích zdrojů vykryt postupný nájezd systému odděleného sběru bioodpadů do té doby, než si na něj občané a firmy města zvyknou a systém bude bezchybně fungovat, tedy bude využívána plná kapacita komunální bioplynové stanice pouze ze zdrojů odděleného sběru BRKO.

V průběhu dokončování této práce došlo k zásadní změně podmínek a předpokladů, ze kterých jsem při svých ekonomických propočtech vycházela. Poslanecká sněmovna Parlamentu ČR projednala návrh novely Zákona o podporovaných zdrojích energie (č. 165/2012 Sb.), který nadále nepočítá s podporou výkupních cen elektřiny vyrobené v bioplynových stanicích, naopak počítá s podporou spalování komunálního odpadu v centralizovaných spalovnách. Faktické zrušení výkupních cen elektřiny pro bioplynové stanice by v případě schválení novely vešlo v platnost od 1. 1. 2014. Příprava a výstavba bioplynové stanice je natolik časově náročný projekt, že by jeho případná praktická realizace jistě proběhla až po datu účinnosti této novely. Projekt bioplynové stanice by tedy nemohl počítat s prodejem elektřiny za dotované výkupní ceny a ekonomika projektu by se díky této skutečnosti významně zhoršila. Elektrická energie vyrobená v nové bioplynové stanici by přišla o dotovanou výkupní cenu ve výši 3,55 Kč/kWh, jedinou možností ekonomického zhodnocení elektřiny by byl její prodej

za tržní cenu silové elektřiny ve výši cca 1,00 Kč/kWh. Výnosy z prodeje elektřiny by se tak snížily z předpokládaných 6 035 000 Kč na 1 700 000 Kč. Parametry doby návratnosti investice a čisté současné hodnoty hotovostních toků by se zhoršily.

7. Diskuse

Praktické kroky v odpadové politice Statutárního města České Budějovice by se měly řídit Plánem odpadového hospodářství. Tento dokument ale nedoznal žádné aktualizace od roku 2006 a realizace nabízených řešení pravděpodobně velmi stagnuje. Vyhodnocení střednědobých cílů stanovených plánem v roce 2005 mělo proběhnout v roce 2010, měly být stanoveny nové střednědobé cíle a nový plán na další pětileté období, k tomu však nedošlo. Plán odpadového hospodářství Jihočeského kraje byl vyhodnocen v roce 2012 a pro snižování objemu skládkovaného komunálního odpadu doporučuje podporovat oddělený sběr separovatelných složek komunálních odpadů se zaměřením na oddělený sběr bioodpadu. Krajský plán odpadového hospodářství nestanovuje žádné praktické kroky, avšak zavazuje se podporovat výstavbu kompostáren a bioplynových stanic, na kterých budou tyto odpady využity.

Statutární město České Budějovice si v Plánu odpadového hospodářství stanovuje 3 možné cesty (strategie):

Strategie A: Separace, včetně bioodpadů (všechny možnosti separace včetně intenzivní separace bioodpadu v obytné zástavbě a podpory domácího kompostování). Strategie je založena na maximálním využití opatření k separaci a předcházení vzniku odpadů. Zahrnuje zvýšení osazení nádob na separaci na úroveň 150 litrů na osobu a čtvrtletí a zvýšení separace skla, papíru a plastů na úroveň výtěžnosti 80 %, 55 %, 27 % (přibližně v souladu se směrnými čísly zákona o obalech), což zajistí dotažení optimálních příjmů od společnosti EKO-KOM, a. s. Dále zahrnuje podporu domácího kompostování u přibližně čtvrtiny domácností (rodinné domky) a intenzivní oddělený sběr bioodpadů u přibližně poloviny domácností (v sídlištní zástavbě). Součástí je i výstavba kompostárny a linky na dotřídňování separovaného sběru papíru a plastů.

Strategie B: Mechanizované dotřídňování směsných KO na 3 frakce (na tuhé alternativní palivo, pro bioúpravu, na skládku). Strategie je založena na zvýšení separace skla, papíru a plastů obdobným jako u varianty A. Nebude se však rozšiřovat oddělený sběr bioodpadů (kromě služeb sběrných dvorů) a zbytkový směsný KO bude předáván ke zpracování do třídícího a zpracovatelského zařízení.

Zpracovatelské zařízení bude produkovat tuhé alternativní palivo, biologicky stabilizovaný substrát (s výrobou methanu) a vyříděný zbytkový odpad ke skládkování nebo případně energetickému využití.

Strategie C: Energetické využití (po vyřídění využitelných složek je zbytkový odpad předáván k energetickému využití). Strategie je založena na zvýšení separace skla, papíru a plastů obdobně jako u varianty A. Nebude se však rozšiřovat oddělený sběr bioodpadů (kromě služeb sběrných dvorů) a zbytkový směsný KO bude předáván ke zpracování do zpracovatelského zařízení s energetickým využitím odpadů.

Aktivity Statutárního města České Budějovice na poli odpadového hospodářství směrem k minimalizaci skládkování odpadů byly doposud poněkud vlažné. Politická reprezentace města si bude muset jednu z výše uvedených strategií vybrat a touto cestou se vydat. Čas pro toto rozhodnutí se blíží. Každá z nabízených strategií nabízí výzvy a příležitosti, každá z těchto strategií také obnáší svá rizika. Aktuální legislativní kroky okolo podporovaných zdrojů energie, konec podpory bioplynu a zvýhodnění energie vznikající spalováním komunálního odpadu společně s mediálními prohlášeními politické reprezentace možná ukazují na to, že budoucí vývoj půjde spíše cestou velkospaloven.

Podle vyjádření z médií je v polovině roku 2013 aktuální spíše strategie C, i když se dá říci, že město si doposud žádnou ze strategií nevybralo a žádnou z výše uvedených strategií detailněji nerozpracovalo. Město v současné době neuvažuje o možnosti separace BRKO a jeho energetickém využití pomocí bioplynové stanice. Cestě energetického zpracování BRKO v bioplynové stanici plně odpovídá výše uvedená strategie A.

8. Závěr

Ve své diplomové práci jsem splnila hlavní i dílčí cíl – popsala jsem možné přístupy ve využívání komunálního odpadu a navrhla jsem jednu konkrétní technologii zpracování biologicky rozložitelného komunálního odpadu, která je vhodná pro nasazení na komunální úrovni.

Provedené kalkulace a výpočty pro město České Budějovice prokázaly, že nasazení této technologie je účelné a ekonomicky racionální. Potvrdila jsem tak hypotézu, že **navrhované řešení využití BRKO v komunální bioplynové stanici by představovalo pro Statutární město České Budějovice ekonomicky výhodnější variantu, než stávající způsob odstraňování veškerého komunálního odpadu skládkováním, a to pro obě zkoumané varianty** (se skládkou komunálního odpadu na katastru města a na jiném území).

Investice do bioplynové stanice zpracovávající komunální odpad by představovala investici 45 000 000 Kč do výstavby budov a do pořízení strojního vybavení. Financování investice by bylo možné kofinancovat z dotačních zdrojů, například z Operačního programu Životní prostředí, které může dosáhnout výše 30% až 60 % z výše investičních nákladů.

Celková úspora množství skládkovaného komunálního odpadu díky využití BRKO v bioplynové stanici může dosáhnout až 8 900 tun ročně, což ve finančním vyjádření činí 10 591 000 Kč ročně ušetřených nákladů na jeho skládkování. Ušetřit tímto způsobem by bylo možné až 50 % objemu směsného komunálního odpadu, který končí bez užitku na skládkách.

Bioplynová stanice na zpracování BRKO by byla schopna dodat do distribuční sítě 1 700 000 kWh elektrické energie v hodnotě 6 035 000 Kč bez DPH. Dále bioplynová stanice vyprodukuje 1 270 000 kWh tepelné energie, která by v případě efektivního využití (např. sušička dřeva) mohla představovat další finanční přínos ve výši cca 1 905 000 Kč bez DPH.

Město v současné době neuvažuje o možnosti separace BRKO a jeho energetickém využití pomocí bioplynové stanice. Avšak lze očekávat, že tlaky ze strany Evropské unie budou směřovat k jednoznačnému znevýhodnění skládkování

například pomocí zvýšení poplatků nebo závazných kvót a sankcí. Představitelé města tedy budou tlačeni buďto k nepopulárním řešením – zvýšení poplatků za svoz komunálního odpadu nebo k řešením systémovým – investicím do dostupných technologií třídění anebo investicím do technologií energetického využití odpadů.

9. Summary

The main goal of my thesis was to design a suitable technical and economic solution to utilize the biodegradable component of municipal waste ("Biodegradable Component") in the specific conditions of the city of České Budějovice. A secondary goal was to compare the costs of various types of disposal of the Biodegradable Component.

In my thesis I met both goals: I described possible approaches to the utilization of municipal waste, and I proposed one specific technology for processing the Biodegradable Component which is suitable for application at a municipal level.

The calculations made for the city of České Budějovice proved that the application of this technology would be efficient and financially sound. This confirmed my hypothesis that **the proposed solution for disposing of the Biodegradable Component in a municipal biogas plant presents an economically better alternative for the city of České Budějovice than the existing system, where all municipal waste is dumped in a landfill. This applies to both examined alternatives** (landfill within the city limits as well as outside of the city).

A biogas plant for processing municipal waste would require an investment of CZK 45 million, including all buildings and equipment. This could be co-funded from grants such as the Operational Programme "Environment", which could cover 30 % to 60 % of investment costs.

Utilization of the Biodegradable Component could lead to a decrease of the total amount of municipal waste dumped in landfills by as much as 8,900 tons per year, which amounts to financial savings of CZK 10,591,000 per year. As much as 50% of the total volume of mixed municipal waste could be saved this way instead of being dumped without any use.

A biogas plant processing the Biodegradable Component would be capable of supplying 1,700,000 kWh of electricity per year to the grid, with a value of CZK 6,035,000 excluding VAT. Moreover, the biogas plant would also produce

1,270,000 kWh of heat energy, which if effectively used (for example for a lumber dryer) could yield approximately CZK 1,905,000 per year excluding VAT.

The city council is not currently considering the possibility of separating the Biodegradable Component and utilizing it to produce energy in a biogas plant. However, it can be expected that pressure from the EU will lead to disposal in landfills being clearly disadvantaged – either by means of increased fees or binding quotas and sanctions. The city representatives will be forced either towards an unpopular solution (increased fees for municipal waste disposal) or towards a system solution (investment into technology enabling waste separation and utilization for energy production).

10. Přehled použité literatury

ALTMAN, Vlastimil. *Odpadové hospodářství*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 1996, 89 s. ISBN 80-707-8372-9.

Anaerobní technologie. *Bioprofit s.r.o.* [online]. ©2007 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: http://www.bioplyn.cz/at_popis.htm

Biodegradabilní tašky, eko-igelitky. VAN GILLERN S.R.O. *Reklamní igelitové tašky a plastové obaly s potiskem* [online]. © 2009 [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: <http://www.vangillern.cz/tema/3-bio-tasky.html>

Biologicky rozložitelné odpady. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. © 2008 - 2012 [cit. 2013-04-03]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/biologicky_rozlozitelne_odpady

Bioplynová stanice. XBIZON, s.r.o. *Nazeleno.cz – úspory energie, izolace, zdravý životní styl, biopotraviny, ekologie* [online]. Brno, © 2008 [cit. 2013-04-25]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/bioplynova-stanice.dic>

DVOŘÁČEK, Tomáš. *Ekonomika bioplynových stanic pro zpracování BRO. Biom.cz* [online]. 19.7. 2010 [cit. 2013-08-05]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/ekonomika-bioplynovych-stanic-pro-zpracovani-bro>

Ekonomické nástroje. In: *Enviwiki* [online]. 2011 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: http://www.enviwiki.cz/wiki/Ekonomick%C3%A9_n%C3%A1stroje

Ekonomika provozu bioplynové stanice. ENVITON. *Bioplynové stanice v širších souvislostech* [online]. © 2008 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.bioplynovestanice.cz/ekonomika/>

FILIP, Jiří. *Odpadové hospodářství*. 1. vyd. Brno: MZLU, 2002, 116 s. ISBN 80-715-7608-5.

HABART, Jan. *Mater-Bi, biodegradabilní plast nejen na výrobu sáčků pro sběr BRKO. Biom.cz* [online]. 25.6. 2003, 12.1. 2004 [cit. 2013-04-10]. Dostupné z:

<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/mater-bi-biodegradabilni-plast-nejen-na-vyrobu-sacku-pro-sber-brko>

HODEK, Tomáš. Kompostovatelné plasty v systému separace biologicky rozložitelných odpadů. *Biom.cz* [online]. 16.2.2004 [cit. 2013-05-10]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kompostovateln-plasty-v-systemu-separace-biologicky-rozlozitelnych-odpadu>

HŘEBÍČEK, Jiří. Prognóza nakládání s biodegradabilním odpadem v ČR do roku 2020. *Biom.cz* [online]. 13.5. 2009 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/prognoza-nakladani-s-biodegradabilnim-odpadem-v-cr-do-roku-2020>

JIRÁSKOVÁ, Ivana. *Zákon o odpadech s vysvětlivkami a prováděcími předpisy*. Praha: Linde, 2002, 458 s. ISBN 80-720-1317-3.

JURNIK, Alois. *Ekologické skládky domovního a průmyslového odpadu: výstavba, provoz, bezpečnost*. 1. vyd. Olomouc: ALDA, 1994, 179 s. ISBN 80-856-0032-3.

KOLÁŘ, Ladislav a Stanislav KUŽEL. *Odpadové hospodářství*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2000, 193 s. ISBN 80-704-0449-3.

KURAŠ, Mečislav. *Odpady, jejich využití a znečišťování*. 1. vyd. Praha: Český ekologický ústav, 1994, 241 s. ISBN 80-850-8732-4.

KUŽEL, Stanislav, Ladislav KOLÁŘ, Jiří PETERKA a Jiřina HŘEBEČKOVÁ. Jak efektivně využít digestát?. *Energie 21*. 2010, roč. 10, č. 3. Dostupné z: http://www.energie21.cz/archiv-novinek/Jak-efektivne-vyuzit-digestat__s303x46878.html

Legislativa. EKODOMOV. *KOMPOSTUJ.CZ: Bioodpad a kompostování* [online]. © 2005 - 2011 [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: <http://www.kompostuj.cz/vime-jak/legislativa/>

MAREČEK, Jan. *Legislativa odpadového hospodářství*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003, 134 s. ISBN 80-715-7656-5.

MAREK, Miroslav. *Odpady a druhotné suroviny v zemědělsko-potravinářském komplexu*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 1996, 125 s. ISBN 80-707-8382-6.

Materiálové a energetické využití odpadů: sborník referátů z odborné konference, Praha [4.12.] 2001. Vyd. 1. Editor Sergej Ust'ak. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2001, 95 s. ISBN 80-86555-05-4.

Minimalizace odpadu. Překlad Karolína Drbalová. Praha: Fortuna, 1999, 20, [4] s. Místní orgány státní správy, životní prostředí a zdraví. ISBN 80-707-1127-2.

MRÁZEK, Pavel, Bohumil ČERNÍK a Zdenka KOTOULOVÁ. *Systém nakládání s odpady v obci*. Praha: EKO-KOM, 1998, 66 s. ISBN 80-721-2051-4.

PEBAL S.R.O. *Pebal Česká republika: fólie, plachty, sáčky, bublinkové a bazénové fólie* [online]. © 2013 [cit. 2013-04-23]. Dostupné z: <http://www.pebal.cz>

Plán odpadového hospodářství ČB. In: <http://www.c-budejovice.cz/SiteCollectionDocuments/PlanodpadovehohospodarstviCB-2206.pdf>. A.S.A., spol s.r.o., 2005.

PRAŽSKÉ SLUŽBY A.S. *Gastro odpad: biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven* [online]. Praha: Pražské služby a.s., © 2013 [cit. 2013-06-05]. Dostupné z: <http://www.psas.cz/index.cfm/o-spolecnosti/nove-projekty/gastro-odpad-kuchyne-stravovny/>

SLAVÍK, Jan. *Poplatkové systémy v obcích - rizika a příležitosti pro odpadové hospodářství*. Vyd. 1. Praha: IREAS, Institut pro strukturální politiku, 2009, 198 s. ISBN 978-80-86684-59-8.

STUPAVSKÝ, Vladimír. *Zelená podpoře tepla pro zdroje na biomasu a bioplyn zajistí nižší náklady spotřebitelů*. *Biom.cz* [online]. 9.1. 2012 [cit. 2013-08-05]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/zelena-podpore-tepla-pro-zdroje-na-biomasu-a-bioplyn-zajisti-nizsi-naklady-spotrebitelu>

ŠAFAŘÍK, Miroslav. *Bioplynové stanice – podmínky a možnosti využití tepla*. *Biom.cz* [online]. 13.3. 2012 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z:

<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biopllynove-stance-podminky-a-moznosti-vyuziti-tepla>

ŠEFLOVÁ, Jitka. Modely produkčních a odbytových bilancí pro vybrané toky odpadů v komparaci s návrhem nástrojového mixu k podpoře prevence vzniku a materiálového využití odpadů. Vyd. 1. Praha: IREAS, Institut pro strukturální politiku, 2006, 360 s. ISBN 80-866-8437-7.

TICHÝ, František. Obalové fólie z biodegradabilních plastů. *Svět balení*. 2009, č. 1, s. 42-43. Dostupné z: <http://odpady.ihned.cz/c1-39423690-obalove-folie-z-biodegradabilnich-plastu>

VÁŇA, Jaroslav, Jiří BALÍK a Pavel TLUSTOŠ. *Pevné odpady (2005)*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Česká zemědělská univerzita, Katedra agrochemie a výživy rostlin, 2005, 177 s. ISBN 80-213-1097-9.

VOŠTOVÁ, Věra. *Logistika odpadového hospodářství*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2009, 349 s. ISBN 978-80-01-04426-1.

VOŠTOVÁ, Věra. *Zpracování pevných odpadů II*. Vyd. 1. V Praze: Nakladatelství ČVUT, 2006, 95 s. ISBN 80-010-3488-7.

Waste to Energy. BEKON. *Home - Bekon* [online]. Bekon, ©2005-2013 [cit. 2013-05-25]. Dostupné z: <http://www.bekon.eu/94.html>

11. Přehled použitých zkratek

BRKO – biologicky rozložitelný komunální odpad

CF – cash flow – peněžní tok

CNG – Compressed Natural Gas – stlačený zemní plyn

ČIŽP – Česká inspekce životního prostředí

ČR – Česká republika

DPH – daň z přidané hodnoty

ERÚ – Energetický regulační úřad

EU – Evropská unie

MŽP - Ministerstvo životního prostředí

NPV – Net Present Value – čistá současná hodnota

OZE – obnovitelné zdroje energie

PET – polyethylentereftalát – plast

POH – plán odpadového hospodářství

PVC - polyvinylchlorid

SKO – směsný komunální odpad

TKO – tuhý komunální odpad

12. Seznam tabulek a obrázků

Seznam tabulek

Tabulka 1 Spotřeba energie pro výrobu 1 t kovu z rudy a odpadu	str. 18
Tabulka 2 Referenční instalace pomocí technologie suché fermentace	str. 50
Tabulka 3 Provozní náklady bioplynové stanice na bázi suché fermentace	str. 60
Tabulka 4 Provozní náklady na zřízení a zavedení odděleného sběru BRKO	str. 62
Tabulka 5 Energetický a finanční výnos z prodeje tepla a elektřiny	str. 63
Tabulka 6 Ekonomické zhodnocení investice do bioplynové stanice – var. 1	str. 66
Tabulka 7 Ekonomické zhodnocení investice do bioplynové stanice – var. 2	str. 67

Seznam obrázků

Obrázek 1 Základní typy odpadkových nádob	str. 35
Obrázek 2 Příklad bioplynové stanice	str. 43
Obrázek 3 Příklad kogenerační jednotky od české firmy TEDOM	str. 44
Obrázek 4 Schéma bioplyn. stanice na bázi suché fermentace od BEKON	str. 48
Obrázek 5 Plnění reaktoru bioplynové stanice na bázi suché fermentace	str. 49

13. Seznam příloh

Příloha č. 1: Legislativa odpadového hospodářství

Příloha č. 2: Způsoby využití odpadů ze zákona č. 185/2001 Sb., odpadech

Příloha č. 3: Evidence odpadů pro Statutární město České Budějovice

Příloha č. 4: Cenové rozhodnutí ERÚ č. 4/2012

14. Přílohy

Příloha č. 1: Legislativa odpadového hospodářství

Obor odpadového hospodářství a nakládání s odpady se řídí následujícími zákonnými normami:

- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění účinném do 31.12.2012
- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, účinný od 1.1.2013
- Zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon), ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů, ve znění účinném do 31.12.2012
- Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů, účinný od 1.1.2013
- Zákon č. 186/2004 Sb., kterým se mění některé zákony v souvislosti s přijetím zákona o Celní správě České republiky, ve znění účinném do 31.8.2012
- Zákon č. 186/2004 Sb., kterým se mění některé zákony v souvislosti s přijetím zákona o Celní správě České republiky, účinný od 1.9.2012
- Zákon č. 120/2002 Sb., o podmínkách uvádění biocidních přípravků a účinných látek na trh a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění účinném do 31.12.2012
- Zákon č. 120/2002 Sb., o podmínkách uvádění biocidních přípravků a účinných látek na trh a o změně některých souvisejících zákonů, účinný od 1.1.2013

- Nařízení vlády č. 111/2002 Sb. , kterým se stanoví výše zálohy pro vybrané druhy vratných zálohovaných obalů, ve znění pozdějších předpisů
- Nařízení vlády č. 197/2003 Sb., o Plánu odpadového hospodářství České republiky, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 116/2002 Sb., o způsobu označování vratných zálohovaných obalů, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 237/2002 Sb., o podrobnostech způsobu provedení zpětného odběru některých výrobků, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady
- Vyhláška č. 304/2002 Sb., kterou se stanoví podrobná specifikace zásad a postup hodnocení biocidních přípravků a účinných látek, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 305/2002 Sb., kterou se stanoví obsah žádosti a podrobná specifikace údajů předkládaných před uvedením biocidního přípravku nebo účinné látky na trh, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 376/2001 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů (Katalog odpadů), ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 382/2001 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů

Příloha č. 2: Způsoby využití odpadů ze zákona č. 185/2001 Sb., odpadech

- R1 Využití odpadu způsobem obdobným jako paliva nebo jiným způsobem k výrobě energie
- R2 Získání/regenerace rozpouštědel
- R3 Získání/regenerace organických látek, které se nepoužívají jako rozpouštědla (včetně kompostování a dalších biologických procesů)
- R4 Recyklace/znovuzískání kovů a kovových sloučenin
- R5 Recyklace/znovuzískání ostatních anorganických materiálů
- R6 Regenerace kyselin nebo zásad
- R7 Obnova látek používaných ke snižování znečištění
- R8 Získání složek katalyzátorů
- R9 Rafinace použitých olejů nebo jiný způsob opětného použití olejů
- R10 Aplikace do půdy, která je přínosem pro zemědělství nebo zlepšuje ekologii
- R11 Využití odpadů, které vznikly aplikací některého z postupů uvedených pod označením R1 až R10
- R12 Úprava odpadů k aplikaci některého z postupů uvedených pod označením R1 až R11
- R13 Skladování materiálů před aplikací některého z postupů uvedených pod označením R1 až R12 (s výjimkou dočasného skladování na místě vzniku před sběrem)

Příloha č. 3: Evidence odpadů pro Statutární město České Budějovice

Evidence odpadů za rok 2010 pro Statutární město České Budějovice

Evidence odpadů za rok 2010 pro Statutární město České Budějovice

Název	kat.	SD I	SD II	SD III	SD III výk.	MSD	ČS	SVOZ	OSTATNI	Celkem
20103 Odpad rostlinných pletiv	O	1048,32	11,09	68,67		31,305				1159,3850
160103 Pneumatiky	O	97,356	35,56	11,048		1,386				145,3500
160214 Vyřazená zařízení neuvedená pod čísly 160	O	0,724								0,7240
160601 Olověné akumulátory	O	0,26								0,2600
170101 Beton	O	3,86								3,8600
170107 Směsi betonu, cihel, tašek	O	57,24		14,12						71,3600
170201 Dřevo	O		0,96							0,9600
170401 Měď, bronz, mosaz	O	0,01			5,7134					5,7234
170402 Hliník	O	2,704			2,0758					4,7798
170403 Olovo	O				0,0904					0,0904
170404 Zinek	O				0,0031					0,0031
170405 Železo a ocel	O	5,236			0,1398					5,3758
170407 Směsné kovy	O	0,4								0,4000
170411 Kabely	O	3,497								3,4970
170504 Zemina a kameny	O	12,76								12,7600
170603 Jiné izolační materiály, které obsahují nebe	N	43,168	20,38	10,24						73,7880
170604 Ostatní izolační materiály	O									0,0000
170605 Stavební materiály obs. azbest	N	114,51	51,18	32,92						198,6100
170904 Smíšené stavební a demoliční odpady	O	2467,88	921,92	523,86						3913,6600
191202 Železné kovy	O	2,44								2,4400
191207 Dřevo - štěpky	O									0,0000
200101 Papír a lepenka	O	119,33	23,67	17,67				1604,3286		1764,9986
200102 Sklo	O	73,8	6,1	5,66		1,84		666,9224		754,3224
200110 Oděvy	O	0,82								0,8200
200111 Textilní materiály	O	65,14	3,1							68,2400
200126 Olej a tuk	N	5,374	2,71			0,29				8,3740
200127 Barvy, tiskářské barvy, lepidla	N	69,334	7,12	4,31		0,565				81,3290
200133 Baterie a akumulátory	N	8,631				0,07				8,7010
200136 Vyřazená zařízení	O	0,69								0,6900
200138 Dřevo	O	728,134	10,65	28,07						766,8540
200139 Plasty	O	171,49	27,08	30,8				489,8480		719,2180
200140 Kovy	O	321,298	73,27	41,77	0,2384	5,18				441,7564
200201 Biologicky rozložitelný odpad	O	17,58								17,5800
200301 Směsný komunální odpad	O	295,74	149,62	91,32		24		17152,6666		17713,3466
200303 Uliční smetky	O								655	655,0000
200307 Objevný odpad	O	1677,42	677,52	142,62		16,1	107,06			2620,7200
		7415,146	2021,93	1023,078	8,2609	80,736	107,06	19913,7656	655	31224,9765

Evidence odpadů za rok 2011 pro Statutární město České Budějovice



Magistrát města České Budějovice
Odpočet na dotaz vznesený s využitím zákona o svobodném přístupu k informacím

Evidence odpadů za rok 2011 pro Statutární město České Budějovice

Název	kat.	SD I	SD II	SD III	SD III výk.	MSD	ČS	SVOZ	OSTATNÍ	Celkem
020103 Odpad rostlinných pleťv	O	1046,945	63,64	60,8		88,985				1260,3700
160103 Pneumatiky	O	76,537	36,26	43,88		1,353	0,52			158,5500
160107 Olejové filtry	N	0,024								0,0240
160214 Výrazná zařízení neuvedená pod čísly 160	O									0,0000
160601 Olověné akumulátory	O									0,0000
170101 Beton	O	23,14								23,1400
170107 Směsi betonu, cihel, tašek	O									0,0000
170201 Dřevo	O									0,0000
170401 Měď, bronz, mosaz	O	0,036		2,6211						2,6571
170402 Hliník	O	1,31		1,707						3,0170
170403 Olovo	O	0,012		0,1034						0,1154
170404 Zinek	O									0,0000
170405 Železo a ocel	O	1,838								1,9053
170407 Směsné kovy	O	0,952								0,9520
170411 Kabely	O	0,866								0,8660
170504 Zemina a kameny	O	22,88								22,8800
170603 Jiné izolační materiály, které obsahují nebe	N	43,498	21,32	21,38						86,1980
170604 Ostatní izolační materiály	O									0,0000
170605 Stavební materiály obs. azbest	N	110,977	51,28	56						218,2570
170904 Smíšené stavební a demoliční odpady	O	2359,77	1148,7	1366,18						4874,6500
191202 Železné kovy	O									0,0000
191207 Dřevo - štěpky	O	105,95	29,27	48,69				1507,2577		1691,1677
200101 Papír a lepenka	O	60,82	24,72	31,24				732,2799		849,0599
200102 Sklo	O									0,0000
200110 Oděvy	O	74,83								74,8300
200111 Textilní materiály	O									0,0000
200125 Jedlý olej a tuk	O	5,74	2,9	2,55		0,129				0,1290
200126 Olej a tuk	N	59,253	7,1248	15,071		0,595				11,7850
200127 Barvy, tiskařské barvy, lepidla	N	8,085				1,85				83,2988
200133 Baterie a akumulátory	N					0,07				8,1550
200136 Výrazná zařízení	O									0,0000
200138 Dřevo	O	893,2	12,61	36,08						941,8900
200139 Plasty	O	205,86	39,532	90,209				502,7492		838,3502
200140 Kovy	O	211,43	103,74	61,68		3,99				380,9274
200201 Biologicky rozložitelný odpad	O									0,0000
200301 Směsný komunální odpad	O	252,71	378,63	201,7		35,62		17096,6339		17965,2939
200303 Uliční smetky	O									659,95
200307 Objemný odpad	O	1266,63	644,27	330,74		2,76	140,8			659,9500
		6833,293	2563,9968	2366,2		135,352	141,32	19838,9207	659,95	2385,2000
					4,5862					32543,6187

(2)
A.S.A.
 A.S.A. České Budějovice
 Na Doini 1. 370 04 České Budějovice
 IČ: 464 74 044
 DIČ: CZ46474044

Evidence odpadů za rok 2012 pro Statutární město České Budějovice

 Magistrát města České Budějovice
 Odpověď na dotaz vznesený s využitím zákona o svobodném přístupu k informacím

Evidence odpadů za rok 2012 pro Statutární město České Budějovice

Název	kat.	SD I	SD II	SD III	MSD	ČS	SVOZ	OSTATNÍ	Celkem
020103 Odpad rostlinných pletiv	O	1028,14	200,8	289,48	57,355		15,6880		1591,4630
160103 Pneumatiky	O	60,42	34,54	37,04	2,815				134,8150
170101 Beton	O	1,56							1,5600
170103 Tašky a keramické výrobky	O	4,76							4,7600
170107 Směsi betonu, cihel, tašek	O	0,64							0,6400
170401 Měď, bronz, mosaz	O			0,2619					0,2619
170402 Hliník	O	1,025		0,1114					1,1364
170403 Olovo	O			0,019					0,0190
170405 Železo a ocel	O	1,219		0,0509					1,2699
170407 Směsné kovy	O	0,211							0,2110
170411 Kabely	O	0,148							0,1480
170603 Jiné izolační materiály, které obsahují nebezpečné látky	N	42,1	25,38	17,81					85,2900
170605 Stavební materiály obs. azbestem	N	110,84	66,58	55,58					233,0000
170904 Smíšené stavební a demoliční odpady	O	2252,4	1195,9	1457,98					4906,2800
200101 Papír a lepenka	O	81,65	38,25	54,86			1485,0566		1669,8166
200102 Sklo	O	48,44	38,98	41,4			740,7332		869,5532
200111 Textilní materiály	O	77,1							77,1000
200114 Kyseliny	N			0,21					0,2100
200125 Jedlý olej a tuk	O							0,354	0,3540
200126 Olej a tuk	N	1	1,825	1,707	0,48				5,0120
200127 Barvy, tiskařské barvy, lepidla	N	46,1977	16,393	21,2185	1,635				85,4442
200133 Baterie a akumulátory	N	3,7244			0,16				3,8844
200138 Dřevo	O	494,115	31,36	29,84					555,3150
200139 Plasty	O	231,737	53,053	106,84			505,8714		897,5014
200140 Kovy	O	143,84	97,91	55,158	0,73				297,6380
200301 Směsný komunální odpad	O	273,48	524,2	252,21	21,52	0,26	16753,8435		17825,5135
200303 Uliční smetky	O							540,72	540,7200
200307 Objemný odpad	O	1119,76	562,3	377,06	7,92	114,72			2181,7600
		6034,5071	2887,4710	2798,8367	92,6150	114,9800	19501,1927	541,0740	31970,6765

96) 
 A.S.A. Česká republika
 Dolní 1, 370 04 České Budějovice
 IČ: 251 71 941, DIČ: CZ25171941
 Tel: +420 387 060 701, Fax: +420 387 060 702



Příloha č. 4: Cenové rozhodnutí ERÚ č. 4/2012

Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 4/2012 ze dne 26. listopadu 2012, kterým se stanovuje podpora pro podporované zdroje energie.

Část (1.8): Výkupní ceny a roční zelené bonusy na elektřinu pro spalování bioplynu, skládkového plynu, kalového plynu a důlního plynu z uzavřených dolů.

ř./sl.	Druh podporovaného zdroje (výroby)	Datum uvedení výroby do provozu		Instalovaný výkon výroby [kW]		Kategorie biomasy a proces využití	Jednotarifní pásmo provozování	
		od (včetně)	do (včetně)	od	do (včetně)		Výkupní ceny [Kč/MWh]	Zelené bonusy [Kč/MWh]
	a	b	c	d	e	i	j	k
300	Spalování důlního plynu z uzavřených dolů	-	31.12.2012	-	-	-	2 632	1 632
301		-	31.12.2003	-	-	-	3 081	2 081
302	Spalování skládkového plynu a kalového plynu z ČOV	1.1.2004	31.12.2005	-	-	-	2 969	1 969
303		1.1.2006	31.12.2012	-	-	-	2 632	1 632
304		1.1.2013	31.12.2013	-	-	-	1 900	900
320	Spalování bioplynu v bioplynových stanicích pro zdroje nesplňující podmínku výroby a efektivního využití vyrobené tepelné energie podle bodu 1.8.3.	1.1.2012	31.12.2012	-	-	AF1	3 550	2 490
321	Spalování bioplynu v bioplynových stanicích pro zdroje splňující podmínku výroby a efektivního využití vyrobené tepelné energie podle bodu 1.8.3.	1.1.2012	31.12.2012	-	-	AF1	4 120	3 060
322	Spalování bioplynu v bioplynových stanicích	-	31.12.2011	-	-	AF1	4 120	3 060
323		-	31.12.2012	-	-	AF2	3 550	2 550
324		1.1.2013	31.12.2013	0	550	AF	3 550	2 490
325		1.1.2013	31.12.2013	550	-	AF	3 040	1 980

* Výkupní cena a roční zelený bonus je pouze informativní a není možné je nárokovat, viz § 12 odst. 2 zákona č. 165/2012 Sb.