

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní

Analýza možností zpracování a využití komunálního odpadu v podmínkách ČR

Kamila Rybová

Bakalářská práce

2018

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Kamila Rybová**
Osobní číslo: **E15179**
Studijní program: **B6202 Hospodářská politika a správa**
Studijní obor: **Veřejná ekonomika a správa: Ekonomika pro kriminalisty a celníky**
Název tématu: **Analýza možností zpracování a využití komunálního odpadu v podmínkách ČR.**
Zadávací katedra: **Ústav správních a sociálních věd**

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je analyzovat vývoj složení komunálního odpadu se zaměřením na biologicky rozložitelnou složku (BRKO) v podmínkách ČR, kvantifikovat potenciál pro její možné využití a na základě získaných dat zhodnotit možnosti aplikace vybraných dotačních programů. Práce bude zahrnovat komparativní analýzu vybraných indikátorů, včetně environmentálních, jejich zhodnocení a případná doporučení.

Osnova:

- Vymezení problematiky složení komunálního odpadu s ohledem na podíl biologické složky
- Analýza podílu biologicky rozložitelné složky komunálního odpadu ve vybraném místě
- Hodnocení dostupných variant zavedení třídění BRKO a doporučení

Rozsah grafických prací: -
Rozsah pracovní zprávy: cca 35 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

ALTMAN, V., VACULÍK, P. MIMRA, M. Technika pro zpracování komunálního odpadu: vědecká monografie. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2010. 120 s. ISBN 978-80-213-2022-2.
ČAMROVÁ, L., ed. Ekonomie a životní prostředí: nepřátelé, či spojenci?. 1. vyd. Praha: Liberální institut., Ekonomie studium, 2007, 399s. ISBN 978-80-86851-69-3.
KRAMER, M., URBANIEC, M., RITSCHELOVÁ, I. Mezinárodní management životního prostředí III. 1. vyd. Praha: C.H. Beck, 2005, 550 s. ISBN 80-7179-921-1.
ŠEFLOVÁ, J. Odborné kapitoly k nakládání s biologicky rozložitelnými komunálními odpady a příklad Moravskoslezského kraje. 1. vyd. Praha: IREAS, 2010, 114 s. ISBN 978-80-86684-60-4.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Robert Baťa, Ph.D.
Ústav správních a sociálních věd




Datum zadání bakalářské práce: 30. června 2017
Termín odevzdání bakalářské práce: 30. dubna 2018



doc. Ing. Rozana Provanzková, Ph.D.
děkanka

L.S.



doc. Ing. Jolana Volejníková, Ph.D.
vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 1. září 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 12.12.

Kamila Rybová

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych velice ráda poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Robertu Baťovi, Ph.D za jeho odborné a trpělivé vedení bakalářské práce a za cennou zpětnou vazbu, které mi pomohly k vypracování této práce. Dále bych ráda poděkovala panu starostovi Ing. Marcelu Lesákovi za spolupráci a poskytnutí potřebných podkladů pro zpracování analýzy. Závěrem je potřeba zmínit, že tato bakalářská práce by nevznikla bez podpory rodiny a přátel, kterým bych moc ráda poděkovala za jejich motivaci, podporu a cenné připomínky.

Anotace

Bakalářská práce se zabývá analýzou složení komunálního odpadu se zaměřením na biologicky rozložitelnou složku v podmínkách České republiky a kvantifikování potenciálu pro její možné využití pomocí softwarového prostředí Umberto. Na základě získaných dat jsou zhodnoceny možnosti aplikace vybraných dotačních programů pro využití biologicky rozložitelného komunálního odpadu v městě Ronov nad Doubravou.

Klíčová slova

odpad, komunální odpad, bioodpad, kompostování, bioplynová stanice

Title

Analysis of the possibilities of processing and utilization of municipal waste in the Czech Republic

Annotation

The bachelor thesis pursued the analysis of the composition of municipal waste with a focus on biodegradable component in the conditions of the Czech Republic and the quantification of the potential for its possible utilization by Umberto software environment. On the basis of gained data obtained, the possibilities of using selected grant programs for the waste utilization of biodegradable municipal waste in Ronov nad Doubravou are evaluated.

Keywords

waste, municipal waste, biowaste, composting, biogas power plant

Obsah

Seznam tabulek	9
Seznam obrázků	9
Seznam zkratk	10
Úvod.....	11
1 Odpady a legislativa	12
1.1 Druhy odpadů	12
1.1.1 Komunální odpad	12
1.1.2 Směsný komunální odpad (SKO).....	13
1.1.3 Biologicky rozložitelné odpady (BRO).....	13
1.1.4 Biologicky rozložitelné komunální odpady (BRKO).....	13
1.2 Další pojmy	13
1.2.1 Odpadové hospodářství	13
1.2.2 Původce odpadu.....	14
1.2.3 Nakládání s odpady	14
1.3 Hierarchie nakládání s odpadem	14
1.4 Cíle oběhového hospodářství	15
1.5 Strategické cíle	16
2 Komunální odpad	17
2.1 Produkce komunálních odpadů v Evropě	17
2.2 Produkce komunálního odpadu v ČR	17
2.3 Složení SKO.....	19
3 Nakládání s bioodpadem	21
3.1 Třídění bioodpadu	21
3.1.1 Možnosti sběru a zpracování	22
3.2 Ekonomická analýza nakládání s BRKO	23
3.3 Nakládání s bioodpady	24
4 Vybrané způsoby nakládání s bioodpadem a jejich využití	25
4.1 Kompostování	25
4.1.1 Domácí kompostování	26
4.1.2 Vermikompostování	27
4.1.3 Elektrické kompostování	27
4.1.4 Komunitní kompostování	28

4. 1. 5	Centrální kompostování.....	28
4. 2	Model kompostárny	28
4. 2. 1	Finanční zhodnocení kompostování	30
4. 3	Technologie anaerobní digesce (BPS)	30
4. 4	Model bioplynové stanice s kogenerační jednotkou	32
4. 4. 1	Finanční zhodnocení modelu bioplynové stanice s kogenerační jednotkou	34
5	Analýza ve vybraném místě	36
5. 1	Popis místa	36
5. 2	Nakládání s odpady	36
5. 2. 1	Nakládání se směsným komunálním odpadem	38
5. 2. 2	Nakládání s biologickým odpadem	39
5. 3	Financování odpadového hospodářství	39
5. 3. 1	Náklady na směsný komunální odpad	40
5. 3. 2	Příjmy obce.....	42
6	Diskuze a doporučení	43
	Závěr	48
	Seznam použitých informačních zdrojů	50

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Výhody a nevýhody kompostování:	26
Tabulka č. 2: Finanční zhodnocení kompostování	30
Tabulka č. 3: Výhody a nevýhody BPS	31
Tabulka č. 4: Finanční zhodnocení:	35
Tabulka č. 5: Nádoby na veřejném prostranství	37
Tabulka č. 6: Jednotkové náklady na směsný komunální odpad	41
Tabulka č. 7: Příjmy obce z popl. za odvoz komunálního odpadu od občanů a podnikatelů..	42

Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Hierarchie nakládání s odpady	15
Obrázek č. 2: Vývoj produkce komunálního odpadu	18
Obrázek č. 3: Vývoj jednotkových nákladů na SKO, přepočteno na obyvatele.....	19
Obrázek č. 4: Složení směsného komunálního odpadu	20
Obrázek č. 5: Model low-tech kompostování	29
Obrázek č. 6: Model bioplynové stanice s kogenerační jednotkou	32
Obrázek č. 7: Množství odpadu v tunách	37
Obrázek č. 8: Náklady dle velikostních skupin	40
Obrázek č. 9: Náklady na SKO v Kč/t podle krajů.....	41
Obrázek č. 10: Porovnání průměrných produkcí směsného odpadu	43
Obrázek č. 11: Posuzování výnosů jednotlivých variant	45

Seznam zkratek

BPS	bioplynová stanice
BRKO	biologicky rozložitelný komunální odpad
BRO	biologicky rozložitelný odpad
ČR	Česká republika
OH	odpadové hospodářství
KO	komunální odpad
MBÚ	mechanicko-biologická úprava
POH ČR	plán odpadového hospodářství ČR
SKO	směsný komunální odpad

Úvod

V dnešní společnosti dochází k nadměrné spotřebě zdrojů. Lidé nakupují potraviny v jednorázových obalech, kupují výrobky na jedno použití a své věci často vyměňují za nové. Tento způsob života se ukazuje pro životní prostředí jako dlouhodobě neudržitelný z důvodu přečerpávání neobnovitelných a vzácných zdrojů, vysoké spotřeby energie, odklonu od využívání lokálních zdrojů a zvýšené produkci odpadů.

V době, kdy udržitelnost je velkým světovým tématem, dochází ke vzniku nových iniciativ a cílů na mezinárodní úrovni týkajících se nakládání s odpady, ať už se jedná o omezení skládkování komunálních odpadů na 10 % do roku 2035 či zákaz jednorázových plastových obalů.

Dle hierarchie nakládání s odpady by prvotně mělo docházet k předcházení vzniku odpadů. Pokud odpad ale již vznikne, je možné s ním nakládat jako se zdrojem, namísto pouhého uložení na skládku. Odpad je lepší opakovaně použít, recyklovat či energeticky využít v ZEVO (zařízení na energetické využití odpadu). Myšlenka odpadu využitelného jako zdroje, je podporována i v rámci cirkulární ekonomiky.

Cílem práce je analyzovat vývoj složení komunálního odpadu se zaměřením na biologicky rozložitelnou složku v podmínkách České republiky, kvantifikovat potenciál pro její možné využití a na základě získaných dat zhodnotit možnosti aplikace vybraných dotačních programů. Práce bude zahrnovat komparativní analýzu vybraných indikátorů, včetně environmentálních, jejich zhodnocení a případná doporučení.

Bakalářská práce má šest kapitol. První kapitola se zabývá teoretickými východisky. Druhá kapitola zpracovává výsledky Českého statistického úřadu o produkci komunálního odpadu. Následující dvě kapitoly se věnují bioodpadu a způsobům a kvantifikování jeho využití. Pátá kapitola analyzuje město Ronov nad Doubravou, jehož výsledky a možná doporučení jsou uvedeny v poslední kapitole.

1 Odpady a legislativa

Zákon č. 185/2001 Sb., definuje odpad jako každou movitou věc, které se člověk zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit a náleží do skupiny odpadů dle přílohy č. 1 tohoto zákona. Osoba je povinna zbavit se movité věci, jestliže ji nepoužívá k původnímu účelu a věc ohrožuje životní prostředí nebo byla vyčleněna na základě zvláštního právního předpisu, např. zákona o ochraně spotřebitele (Zákon o odpadech 185/2001 Sb.).

1.1 Druhy odpadů

Dle Vyhlášky č. 93/2016 Sb., Katalog odpadů lze odpad klasifikovat do 20 skupin. Číslo odpadu se skládá ze tří dvoučíslí. Nejprve je zaznačena skupina odpadů (např. komunální odpady), poté podskupina (např. odpady ze zahrad a parků) a poslední specifikací je druh (např. biologicky rozložitelný odpad). Obce při nakládání s odpady a při vedení evidence jsou povinny odpad zařadit dle katalogu odpadů, kde je zahrnuto více než 800 druhů odpadů. Katalog odpadů rozděluje odpady na dvě základní kategorie, na nebezpečný („N“) a na ostatní („O“) odpad (Vyhláška 93/2016 Sb.).

Odpady lze dělit dále jinak než oficiálním členěním Katalogu odpadů, a to podle skupenství hmoty na pevné, kapalné a plynné (CZ Biom, © 2001-2018).

Nelze opomenout rozlišení dle původu odpadu. V tomto případě jsou řazeny odpady na odpady z výrobní činnosti (např. odpady z výroby vznikající při zpracování surovin na výrobky) či odpady ze spotřeby, např. komunální odpad (Kuraš, 2014).

1.1.1 Komunální odpad

Komunální odpad je dle platného zákona o odpadech veškerý odpad, jenž vzniká na území obce při činnosti fyzických osob a je uvedený jako komunální odpad v katalogu odpadů pod číslem 20. Do této definice nespadá odpad, který vzniká u právnických či fyzickým osob oprávněných k podnikání (Zákon o odpadech 185/2001 Sb.).

Rozlišování komunálního odpadu dle katalogu odpadů:

- 20 Komunální odpady (odpady z domácností a podobné živnostenské, odpady z úřadů a průmyslové odpady), vč. složek z odděleného sběru

- 20 01 Složky z odděleného sběru kromě odpadů uvedených v podskupině 15 01 (např. papír a lepenka, sklo, plasty, kovy, nápojové kartóny, textilní materiály)
- 20 02 Odpady ze zahrad a parků, jmenovitě biologicky rozložitelný odpad, zemina a kameny, jiný biologicky nerozložitelný odpad (včetně hřbitovního odpadu)
- 20 03 Ostatní komunální odpady, do kterých se řadí mimo jiného i směsný komunální odpad (Příloha k vyhlášce 93/2016 Sb.).

1. 1. 2 Směsný komunální odpad (SKO)

Směsný komunální odpad, nazýván též jako zbytkový komunální odpad, je součástí komunálního odpadu. Do SKO by měl být zařazen pouze odpad, který již nelze dále separovat, respektive jsou z něj odděleny využitelné složky a nebezpečné složky z komunálních odpadů.

1. 1. 3 Biologicky rozložitelné odpady (BRO)

Tímto pojmem lze označit každý odpad podléhající aerobnímu nebo anaerobnímu rozkladu (Zákon o odpadech 185/2001 Sb.). Jedná se o bioodpady vznikající převážně ze zemědělství či výroby a začleňují se podle Katalogu odpadů.

1. 1. 4 Biologicky rozložitelné komunální odpady (BRKO)

Obce a města mají povinnost řešit nakládání s biologicky rozložitelnými komunálními odpady (BRKO) od občanů jako původci tohoto odpadu. Jedná se o BRO, které jsou součástí komunálních odpadů a řadí pod číslem 20 v Katalogu odpadů. Na rozdíl od BRO je obec povinna poskytnout občanům možnost sběru tohoto odpadu. Existuje také možnost předcházení vzniku odpadu, např. pomocí systémů domácího kompostování (CZ Biom, © 2001-2018).

1. 2 Další pojmy

1. 2. 1 Odpadové hospodářství

Odpadové hospodářství dle zákona o odpadech lze označit jako aktivitu zaměřenou na předcházení vzniku odpadů, na nakládání s odpady a na následnou péči o místo, kde jsou odpady trvale uloženy a jako kontrolu těchto činností (Zákon o odpadech 185/2001 Sb.).

1. 2. 2 Původce odpadu

Za původce odpadů můžeme označit každého, při jehož činnosti odpad vzniká. Dle zákona o odpadech je původcem odpadu každá právnická nebo fyzická osoba oprávněná k podnikání, u které dochází ke vzniku odpadu při provádění činnosti či úpravě odpadů. Původcem odpadů je také obec, a to od momentu, kdy fyzická osoba, jež nepodniká, odloží odpad na místě k tomu určeném. Obec je současně původcem a vlastníkem tohoto odpadu (Zákon o odpadech 185/2001 Sb.).

1. 2. 3 Nakládání s odpady

Dle zákona je nakládání s odpady definováno jako uskutečňování obchodu s odpady a jeho shromažďování, sběr, výkup, přeprava, doprava, skladování, úprava, využití a odstranění (Zákon o odpadech 185/2001 Sb.).

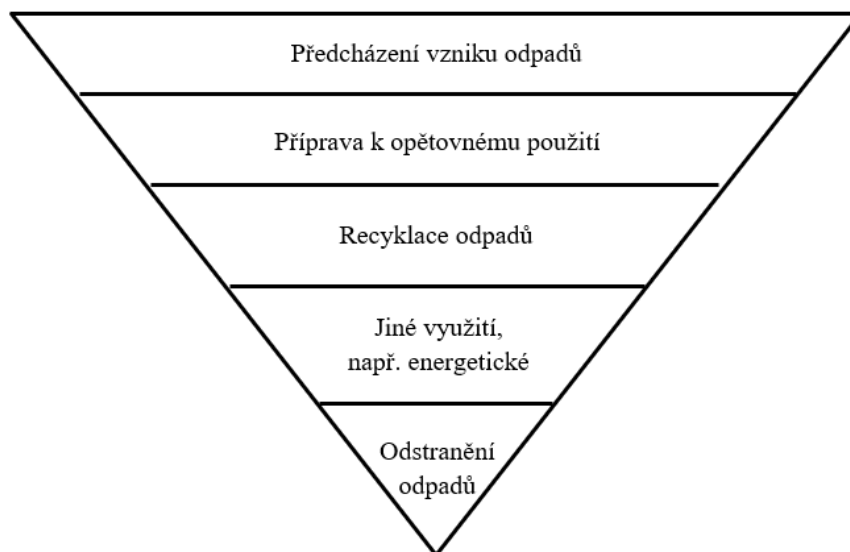
Každá skupina odpadů, na základě svých specifických vlastností a různému riziku pro životní prostředí, vyžaduje specifické nakládání. Zákon o odpadech stanovuje základní pravidla pro nakládání a hierarchii nakládání s odpady.

Plán odpadového hospodářství České republiky (POH ČR) ve formě nařízení vlády pro roky 2015 - 2024 stanovuje cíle pro nakládání s odpady a opatření pro jejich dosažení. Plánem odpadového hospodářství ČR se musí řídit plán odpadového hospodářství krajů a plány odpadového hospodářství obcí v ČR. Naplňování plánu je vyhodnocováno tzv. hodnotícími zprávami (MŽP, © 2008-2018).

1. 3 Hierarchie nakládání s odpadem

Nadměrná spotřeba, produkce odpadů, značné využívání neobnovitelných zdrojů a s nimi spojená produkce emisí se na Zemi znatelně projevuje. Toto uvědomění se odrazilo do směrnice č. 98/2008, ve které poprvé byla definována závazná hierarchie nakládání s odpady (Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) o odpadech 98/2008).

Dle zákona o odpadech při nakládání s odpady a plánu odpadového hospodářství ČR musí být dodržována hierarchie nakládání s odpady, podle které má být prvotně předcházeno vzniku odpadu. Dle hierarchie, odstranění odpadu má být poslední volbou, bohužel v praxi se toto řešení ukazuje jako nejčastější (Český statistický úřad, 2018).



Obrázek č. 1: Hierarchie nakládání s odpady Zdroj: Autorka s využitím Plánu odpadového hospodářství ČR pro období 2015 – 2024

Od této hierarchie je možné se odchýlit v případě lepšího konečného výsledku pro ochranu životního prostředí a to na základě posouzení celkových dopadů životního cyklu odpadů (Zákon o odpadech 185/2001 Sb.).

1.4 Cíle oběhového hospodářství

V roce 2015 Evropská Komise představila akční plán k oběhovému hospodářství a navrhla úpravy všech odpadových směrnic proto, aby množství odpadů a využívání nových zdrojů, bylo minimalizováno (Manhart, 2018a). Změny této legislativy byly publikovány v Oficiálním věstníku Evropské unie 14. června 2018 (European Commission, © 2018).

Tyto cíle podle novelizovaných směrnic pro ČR se týkají recyklace komunálních odpadů, skládkování a recyklace obalových odpadů. Recyklace komunálních odpadů má být navýšena na 55 % do roku 2025, na 60 % v roce 2030 a na 65 % v roce 2035 (Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) o odpadech 2018/851). Skládkování komunálního odpadu má být do roku 2035 omezeno na nejvýše 10 % veškeré hmotnosti odpadů (Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/850, kterou se mění směrnice 1999/31/ES o skládkách odpadů). Do roku 2025 je nutné navýšit recyklaci odpadů na 65 % a do roku 2035 jí zvýšit na 70 % (Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/852, kterou se mění směrnice 94/62/ES o obalech a obalových odpadech).

1.5 Strategické cíle

Strategické cíle odpadového hospodářství České republiky jsou závaznou částí Plánu odpadového hospodářství ČR a zároveň zavazujícím podkladem pro zpracování plánů odpadového hospodářství krajů a pro rozhodovací a jiné činnosti příslušných obcí, krajů a správních úřadů v oblasti odpadového hospodářství. Závazná část POH ČR je založena na principu postupování dle hierarchie nakládání s odpady (Plán odpadového hospodářství ČR, 2014).

Strategie a priority budoucího rozvoje jsou určeny rámcově politikou životního prostředí ČR, evropskými požadavky, závazky ČR a reálnými potřebami, jenž vyplývají ze stávajícího stavu OH v ČR a snahou přiblížit se evropské recyklační společnosti. Snaha EU o přiblížení se „recyklační společnosti“ má být vykonána prostřednictvím usilování o předcházení vzniku odpadů a využívání odpadu jako zdroje (Plán odpadového hospodářství ČR, 2014). To mimo jiné znamená, že členské státy EU by měly podporovat používání recyklovatelného materiálu a pokud je to možné, neměly by podporovat skládkování nebo spalování těchto recyklovatelných materiálů (Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) o odpadech 98/2008). Recyklace je totiž již po staletí podstatnou a výdělečnou součástí tržního systému, díky které jsou šetřeny suroviny (Liberální institut, 2007).

Strategické cíle OH ČR pro období 2015-2024 jsou tyto činnosti:

1. Předcházet vzniku odpadů a snižovat měrnou produkci odpadů.
2. Minimalizovat nepříznivých účinků vzniku odpadů a nakládat s nimi s ohledem na lidské zdraví a životní prostředí.
3. Přiblížit se k evropské „recyklační společnosti“ spolu s udržitelným rozvojem společnosti.
4. Maximálně využívat odpady jako náhrady primárních zdrojů a přejít na oběhové hospodářství.

(Plán odpadového hospodářství ČR, 2014).

Legislativní vymezení pojmů, hierarchii nakládání s odpady, cíle oběhového hospodářství či strategické cíle - to vše jsou nástroje, které mají za cíl optimalizovat oběhové hospodářství a snížit produkci komunálního odpadu. Množství produkce komunálního odpadu má rostoucí trend nejen v České republice, ale i v dalších zemích světa a z hlediska dlouhodobé udržitelnosti je nutné tuto produkci snižovat. O tom, jaké množství a složení je produkováno v ČR pojednává další kapitola.

2 Komunální odpad

Komunální odpad je směsice různých typů odpadů, jež pocházejí z činností producentů odpadů na území obce. Tyto činnosti souvisí se spotřebou domácnosti, odpadů z výrobních činností a službami, které obec zajišťuje pro své občany.

Dle rozhodnutí Komise č. 753/2011/EU se za komunální odpad považuje odpad z domácností a podobný odpad, jež je svým složením srovnatelným s odpadem z domácností s výjimkou odpadu z výroby a odpadu ze zemědělství a lesnictví. Do komunálního odpadu se zahrnuje veškerý odpad, který vzniká na území obce při činnosti fyzických osob (ve skupině 20), odpady vyprodukované subjekty zapojenými do obecního systému sběru odpadů, např. úřady, školy nebo drobní živnostníci včetně odděleně sbíraného komunálního obalového odpadu řazeného do skupiny 1501 Katalogu odpadů (Český statistický úřad, 2018).

Majoritní část komunálního odpadu tvoří domovní odpad. Jeho podíl se výrazně liší v případě vesnice (70-80 %) a města (40-50 %) a dle způsobu vytápění. V případě rodinného domu vytápěného tuhými palivy je hodnota množství odpadů kg/obyvatel/den až třikrát vyšší v porovnání s bytovým domem dálkově vytápěným a až dvakrát vyšší oproti rodinnému domu vytápěným plynem či tekutými palivy (Dočkal, 2016).

2.1 Produkce komunálních odpadů v Evropě

Při srovnání produkce komunálních odpadů v roce 2016 mezi evropskými státy lze zjistit, že jejich výsledky se zřetelně liší. Pohybují se od 261 kg/obyvatel/rok do 777 kg/obyvatel/rok. V roce 2016 bylo nejvíce komunálního odpadu vyprodukováno v Dánsku, zatímco nejméně KO vyprodukovalo Rumunsko. Průměrem pro země evropské unie byla produkce 483 kg/obyv. ČR se svými 339 kg/obyvatele řadí mezi ty země, jež produkují méně odpadu, než je evropským průměrem (Český statistický úřad, 2018).

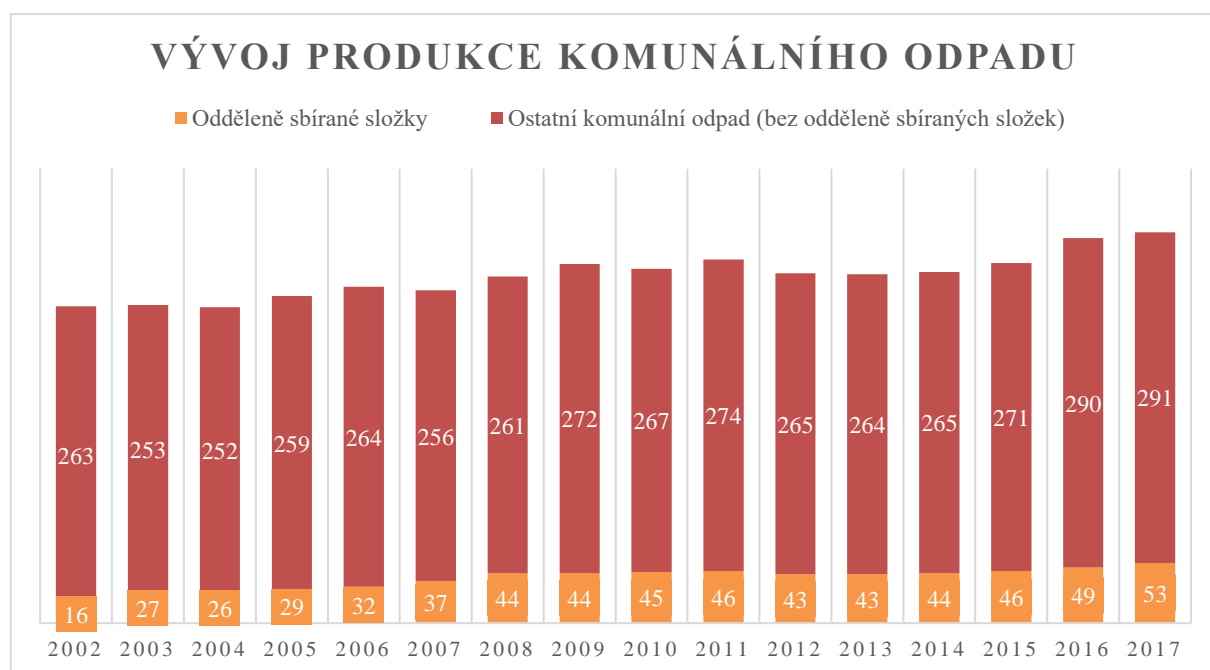
2.2 Produkce komunálního odpadu v ČR

Produkce směsného komunálního odpadu se liší v různých lokalitách a závisí na celkové životní úrovni obyvatelstva, nastavené úrovni systému separovaného sběru, ochotě původců třídit materiálově využitelné složky (Slavík, 2018).

Za rok 2017 Česká republika dosáhla 24,9 milion tun celkové produkce odpadů. Tato produkce v sobě zahrnuje odpady z podniků a komunální odpad vznikající na území obcí.

Jedná se o pokles o 3,2 % oproti roku 2016, kdy celková produkce odpadů činila 25,8 milionů tun. Produkce komunálních odpadů z domácností v roce 2017 činila 3,6 mil. tun. Toto číslo představuje nejvyšší zaznamenanou produkci KO mezi lety 2002-2017, kdy byl zaznamenán pozvolný rostoucí trend, přičemž až do roku 2015 se KO drželo okolo 3 mil tun (Český statistický úřad, 2018).

V roce 2017 na obyvatele připadá 344 kg odpadu. Z toho je 53 kg odděleně sbíraných složek a 291 kg ostatního komunálního odpadu, který v sobě zahrnuje i směsný komunální odpad (Český statistický úřad, 2018). Největší část byla tvořena z 57 % běžným svozem (odpad z popelnic, z kontejnerů, či svozových pytlů), 15 % představoval tříděný odpad (sklo, papír, plasty a kovy), 10 % objemný odpad (např. nábytek, koberce), 2 % ostatně odděleně sbírané složky a zbývajících 16 % připadá do kategorie ostatní (tedy do jiné než výše zmíněné kategorie).

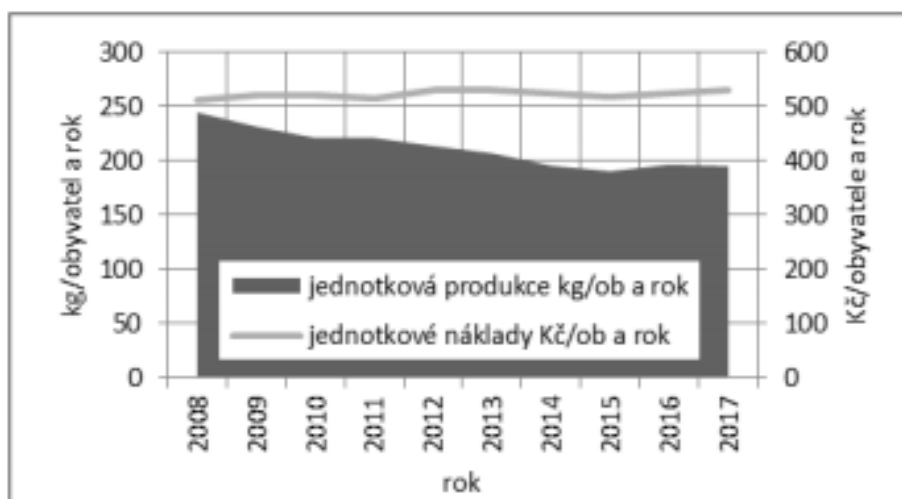


Obrázek č. 2: Vývoj produkce komunálního odpadu Zdroj: Autorka s využitím ČSÚ, 2018

Z obrázku č. 2. lze vyčíst, že množství odděleně sbíraných složek a jejich podíl na celkové produkci komunálního odpadu roste, kdy např. v roce 2002 bylo vytríděno o téměř 70 % méně odpadu než v roce 2017. Mezi sledované kategorie odděleně sbíraných složek patří papír, plast, sklo a kovy a ostatní odděleně sbírané složky (Český statistický úřad, 2018).

V období posledních 10 let došlo ke snížení produkce SKO z 245 kg/obyvatele za rok na 195 kg/obyvatele v roce 2017 (Balner a Urban, 2018). Snížení SKO je jevem pozitivním,

kdy se zpravidla vyznačuje snížením nákladů na nakládání s SKO. Bohužel trend vývoje jednotlivých nákladů na SKO v Kč na obyvatele/rok ukazuje opačný efekt (Balner a Urban, 2018). Tento vývoj je možné vysvětlit tím, že na konečných nákladech na SKO se nepodílí jen jeho konečná hmotnost, ale také např. četnost svozu odpadu, velikost sběrných nádob, použitý způsob sběru, způsob zneškodnění (spalování/skládkování) a s ním spojená výše poplatku (Odpady online, 2010),



Obrázek č. 3: Vývoj jednotkových nákladů na SKO, přepočteno na obyvatele

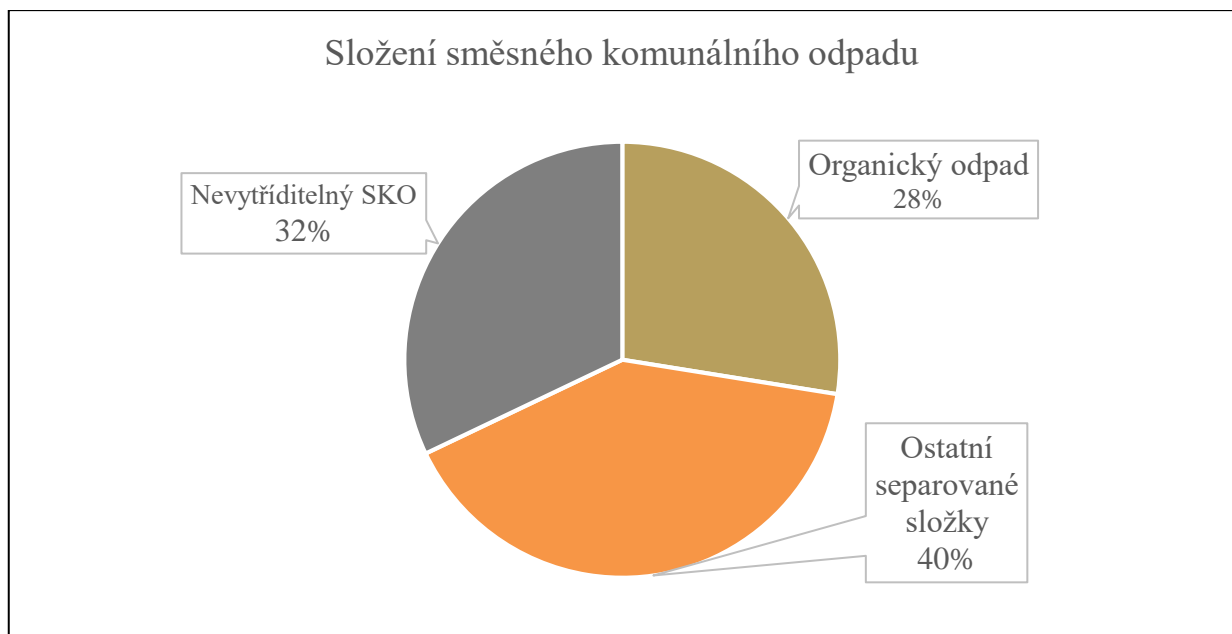
Zdroj: Konference Odpady a obce, 2018

2.3 Složení SKO

V roce 2017 dle provedených fyzických analýz a rozborů nevládní neziskové organizace INCIEN (Institut cirkulární ekonomiky) se směsný komunální odpad skládal z více než 67 % složek, které lze vytrídít a z necelých 32 % zbytkového komunálního odpadu.

Téměř 68 % směsného odpadu lze vytrídít, největší částí se podílí organický odpad (27,53 %), dále to je plast (12,53 %), papír (6,97 %), textil a obuv (5,50 %), sklo (5,21 %), stavební odpad (4,34 %), kov (3,09 %) a ostatní odpady (2,75 %).

Při správném třídění by bylo možné snížit obsah směsného komunálního odpadu na třetinu současného stavu, což může mít za výsledek značnou finanční úlevu pro samosprávy a nárůst získaných finančních odměn od autorizované obalové společnosti EKO-KOM. Jeden ze způsobů, jak značně snížit hmotnost směsného komunálního odpadu, spočívá se zefektivněním nakládání s bioodpadem. Nakládání s bioodpady popisuje následující kapitola č. 3.



Obrázek č. 4: Složení směsného komunálního odpadu

Zdroj: Autorka s využitím *Složení směsného komunálního odpadu*. Institut cirkulární ekonomiky Praha, 2018.

3 Nakládání s bioodpadem

Kapitola zjednodušeně vymezuje pojem bioodpad a především se věnuje jeho třídění a různým způsobům využití. Vybrané způsoby využití jsou zpracovány pomocí modelu, na jehož základě je vyhodnocen vhodný způsob využití bioodpadů pro vybranou obec.

Pojem bioodpad neboli tzv. kompostovatelné odpady si lze vyložit jako vše, co má původ v přírodě a schopnost se v ní samovolně rozložit. Bioodpady lze rozlišit na dva základní druhy a to biologicky rozložitelné odpady (BRO) a biologicky rozložitelné komunální odpady. Do bioodpadu patří odpady z domácností – kuchyně (např. zbytky jídel, slupky z ovoce a zeleniny) a odpady z údržby zeleně (např. zbytky rostlin, posekaná tráva, opadané listy). (Ekodomov – Kompostuj.cz, © 2009-2018; EKO-KOM, © 2011-2018).

Biologický odpad se liší kvalitou, která je ovlivněna mnoha faktory, především místem vzniku neboli jeho původcem; technologií třídění, způsobem sběru, sklizní a úpravou. V případě recyklace biologicky rozložitelného odpadu má být výsledkem kvalitní a uplatnitelný výstup. Biologický odpad lze zpracovat aerobním či anaerobním procesem (MŽP, © 2008-2018). Tyto procesy se odlišují tím, zda se bioodpad rozkládá za přístupu vzduchu či nikoliv. K anaerobnímu rozkladu čili hnití dochází bez přístupu kyslíku za působení anaerobních bakterií. Během hnití a jeho hnilobných procesech vzniká kromě organické hmoty také metan. V opačném případě, v podmínkách za přístupu kyslíku dochází k aerobnímu rozkladu, tedy k tlení. U aerobního procesu je kompostována organická hmota, která je rozkládána živými organismy. V průběhu chemických reakcí a dalších rozkládacích procesů dochází k zahřívání kompostovaného materiálu a do ovzduší se dostává oxid uhličitý, který je v celkové bilanci téměř neutrální (MŽP, © 2008-2018).

3.1 Třídění bioodpadu

Existuje mnoho důvodů, proč třídit bioodpad, ať už se jedná o snížení jeho vysokého zastoupení ve směsném komunálním odpadu, environmentální důvody, šetření nákladů na nakládání s komunálním odpadem či i samostatné splnění povinné legislativy.

Jak ukazuje analýza složení směsného komunálního odpadu, BRKO tvoří 22,57 % směsného komunálního odpadu (viz kapitola č. 2) přestože do něj nepatří, takový BRKO zbytečně končí na skládkách a nedochází k jeho možnému využití. Přesto je hlavním motivem pro navýšení třídění a využívání BRO restrikce ukládání tohoto odpadu na skládky, kdy cílem

společnosti je minimalizovat produkci odpadu a efektivní využití odpadů v rámci udržitelných cílů. (Šeflová, 2010).

BRO a způsob jakým se s ním nakládá, může pozitivně či negativně ovlivňovat životní prostředí. Bioodpad je sám o sobě neškodná látka. Na rozdíl od toho například BRKO obsažené v SKO, které skončí na skládce, se podílí na zvýšení škodlivých a nekontrolovatelných reakcí na skládkách. Biologický odpad se v takovém případě rozkládá na skládkách za anaerobních podmínek, při kterých vzniká skládkový plyn. Pro skládkový plyn je typický velký obsah metanu (CH₄), který je jednou z hlavních příčin vzniku skleníkového efektu (Šeflová, 2010).

V oblasti legislativy bioodpadu byl proveden zásadní krok, kdy od roku 2015 je ze zákona povinný sběr bioodpadu pro každou obec. Od 1. ledna 2027 je navíc možné biologický odpad vstupující do anaerobního či aerobního zpracování započítat jako recyklovaný odpad pouze v případě, že byl sebrán odděleně nebo vytříděn u zdroje a je v souladu s článkem 22 (Manhart, 2018b). To znamená, že pokud obec chce zvýšit svoji míru recyklace na úroveň v souladu s oběhovým balíčkem (viz kapitola 1.4) je nutné zefektivnit oddělený sběr bioodpadu, naopak např. domácí kompostování jako předcházení vzniku odpadu míru recyklace nezvyšuje.

Způsob nakládání s biologicky rozložitelným odpadem a jeho odstraňování může mít mimo jiné negativní dopad pro hospodaření obce. Kompostováním BRO na místě či v blízkosti vzniku lze za určitých okolností snížit náklady na odvoz těchto odpadů až o polovinu. Další výhodou je možnost ušetření finančních prostředků za nákup hnojiv či pěstebního substrátu na práce v obci, na pěstování v zahradě či v domácnosti (Šeflová, 2010). Výsledky, které s sebou přináší efektivní třídění bioodpadu v podobě sběru do hnědých nádob, je ilustrován na konkrétní obci v páté kapitole této práce.

3.1.1 Možnosti sběru a zpracování

Než budou uvedeny jednotlivé způsoby možnosti sběru a zpracování bioodpadu, bude analyzováno, jaké složky bioodpadu lze třídit.

Do bioodpadu patří zbytky ovoce a zeleniny, čajové sáčky a kávový lógr, ovadlé květiny, části rostlin, štěpka, popel z dřevěného uhlí, roličky od toaletního papíru, skořápky od vajec a ořechů, zbytky pečiva a obilovin a jiné. Do bioodpadu nepatří maso a živočišný odpad, cigarety a nedopalky, exkrementy zvířat, rostliny napadené škůdci (Nazeleno, © 2018).

Existuje mnoho způsobů, jak sbírat a zpracovávat bioodpad. Po řadu let v České republice byla vysoká tradice kompostování, v dnešní době je tento způsob využíván v různých formách, např. kompostování v kompostéru či na volné hromadě.

Možnostmi pro sběr a zpracování bioodpadu, jsou např.:

- do hnědých nádob určených na bioodpad
- do velkoobjemových kontejnerů
- třídění bioodpadu na sběrných dvorech
- kompostárny (řada obcí vybudovala i dotace na vlastní kompostárny, kde bioodpady přijímají a rovnou je tam i zpracovávají) (EKO-KOM, ©2011-2018).

3.2 Ekonomická analýza nakládání s BRKO

Při nakládání s bioodpady lze uvažovat o nákladech na sběr, logistiku a využití (respektive odstranění BRKO).

Fáze sběru BRKO od občanů zahrnuje náklady na samostatný systém sběru, vozový park, personál a administrativu. Samostatný systém sběru je prvotně závislý od struktury území a počtu obyvatel. Tyto náklady jsou dále ovlivněny objemem sběrných nádob, či použitím a danou velikostí sběrných pytlů nebo dle velkoobjemových kontejnerů. V praxi bývá často použita kombinace. U vozového parku jsou náklady ovlivněny typem vozidla (dvounápravové či třinápravové) či druhem nakladače. Ani u sběru biologicky rozložitelného odpadu nesmí chybět personál, který se stará o obsluhu vozidel (např. řidič, obsluha nakládání). Pro systém sběru je nutná určitá forma administrativy, a to ve formě plánování výkonu sběru, v případě, že lze tyto náklady sledovat samostatně.

Nelze opomenout další důležitý faktor pro celkové náklady, a to logistiku. Tyto náklady jsou ovlivněny zejména strukturou osídlení, podílem občanů zapojených do systému sběru BRKO, frekvencí svozu odpadu, výkonem a časovou náročností. Struktura osídlení se na různých místech liší a je závislá dle typu zástavby, která může být sídlištní, zástavba rodinných domů či kombinovaná zástavba. Frekvence svozu odpadu je důležitým faktorem pro konečné náklady, na které má vliv nejen četnost svozu BRKO, ale také směsného komunálního odpadu. Např. v případech, kdy je směsný komunální odpad svážen 1x týdně, občan nemá tak velkou motivaci BRKO třídít, jako když je směsný komunální odpad svážen 1x za tři týdny. V takovém případě je občan nucen více přemýšlet o třídění tohoto odpadu. Pod pojmem výkon se v tomto kontextu skrývá množství sběrných nádob a množství odpadu, které

za den vozidlo odveze). Časová náročnost je určena časem potřebným na přepravu do místa sběru a následně k zařízení na překládání odpadu. Posledním bodem u těchto druhů nákladů je vzdálenost oblasti svozu od zařízení na využití odpadů.

Spolu s těmito faktory na nakládání s BRKO jsou významné technické parametry v oblasti využívaných zařízení, např. velikost využívaného zařízení (roční kapacita), poměr kapacity zařízení a jejího využití, prostředek pro nakládání s odpady (zařízení na využití odpadu, zařízení na mechanicko-biologickou úpravu pro odpad z domácností, kompostování, zplyňování bioodpadu), charakter strojního vybavení. Dále vznikají náklady na správu, jmenovitě na vymáhání závazků (např. poplatků), práci s veřejností, plánování tras svozu.

Monitorování těchto nákladů je problematické, protože ve většině případů nelze vnímat tyto náklady odděleně od ostatních položek. Cílem nakládání s BRKO je využívat systém, který je finančně udržitelný. Toho lze dosáhnout v případě, kdy systém nakládání s BRKO je samofinancovatelný. V takovém případě je výše nákladů systému ovlivněna odbytem finálních produktů (např. kompost či energie). Náklady na sběr a nakládání s BRKO by měly být pokryty ziskem z prodeje finálních produktů (Šeflová, 2010).

3.3 Nakládání s bioodpady

Bioodpad obsahuje organické látky, rostlinné živiny (především dusík, fosfor, draslík) a je vhodné je uvádět zpět do přírodního koloběhu ve formě organického hnojiva (kompost, digestát) nebo různých substrátů pro pěstování rostlin (zahradnický, rekultivační, lesnický) nebo pro úpravu terénu. Dalšími možnostmi látkového využití BRO je ve výrobě stavebních a izolačních hmot, kompozitních materiálů, jež nahrazují dřevo. Tímto výčtem možnosti nekončí, dále lze využít BRO k výrobě alternativních uhlovodíkových paliv (např. bionafta vyráběná z použitých fritovacích olejů) nebo alkoholových paliv (např. biolíh z dřevního odpadu). Pomocí anaerobní digesce je možné vznikající bioplyn použít na výrobu elektřiny. Na bázi bioplynu lze připravovat i motorová paliva. Existují pilotní projekty, které zpracovávají BRO technikami rychlé pyrolýzy, která produkuje alternativní motorová paliva. V současné době je zpracování BRO rychlou pyrolýzou orientováno na rostlinný odpad, existují i možnosti zpracování BRKO. Obtíží při využívání termického zplyňování domovního BRO je jejich zvýšená vlhkost, jež způsobuje sníženou kvalitu vyrobeného plynu. Při dalším využití plynu vzniká teplo při výrobě elektřiny v kogeneračních jednotkách, kterým by bylo možné vlhkost BRO snížit (Šeflová, 2010).

4 Vybrané způsoby nakládání s bioodpadem a jejich využití

Hlavním cílem této kapitoly a této práce je zhodnocení využití biologicky rozložitelného komunálního odpadu. Pro naplnění tohoto cíle bylo nutné kvantifikovat potenciál pro možné využití BRKO. Pro dosažení tohoto cíle, bylo nejprve zapotřebí navrhnout model, poté vybrat vhodný nástroj a následně ho zasadit do vhodného softwarového prostředí. V této práci je kvantifikován potenciál využití bioodpadu pro město Ronov nad Doubravou, a to v případě využití BRKO na kompostárně nebo bioplynové stanice. Pro tyto možnosti využití byly vytvořeny speciální modely. Vyčíslení tohoto potenciálu je porovnáno v šesté kapitole: Diskuze a doporučení.

Pro zjištění výsledků využití BRKO, byl nejprve navržen „modelovací nástroj“ pro modelování látkových a energetických toků - Petriho sítě pro zpracování modelu kompostárny a bioplynové stanice. Následně v softwarovém prostředí Umberto (ver. 5.5) byl model vyjádřený pomocí této Petriho sítě implementován. Po vytvoření modelu bylo nutné zadat do softwaru Umberto (ver. 5.5) přepočítaná data a údaje o hmotnosti biologicky rozložitelného komunálního odpadu z vybrané obce. Tento software umožňuje vyčíslení výstupu dle hodnot zadaných dat na vstupu. Vstup představuje bioodpad a sledovaným výstupem je množství kompostu a elektrické energie v případě kompostování. U bioplynové stanice je sledovanými výstupy elektrická energie, teplo a digestát. Tyto výstupy lze dále finančně vyčíslit, a tedy zhodnotit možný užitek pro vybranou obec.

4.1 Kompostování

Kompostování je zákonem stanoveno jako proces, při kterém se činností mikroorganismů a makroorganismů za přístupu vzduchu přeměňuje využitelný bioodpad na stabilizovaný výstup, jímž je kompost (Vyhláška 341/2008 Sb., příloha 1). V půdním prostředí při přeměně organického materiálu dochází ke zvyšování teploty neboli samoohřevu (biotermické reakci), a to až na 60 – 70 °C. Při této teplotě se mění skladba mikroorganismů a dochází k dezinfekci materiálu (Kudelová, 1999).

Kompostování v České republice má téměř nejstarší tradici v Evropě, jelikož na našem území byla první kompostárna s řízenou technologií zavedena již v r. 1912. Od toho roku až do roku 1987 byl rozvoj kompostování nepřetržitý, kdy se na území ČR vyrobilo téměř 2,5 mil. tun kompostu za rok, převážně z komunálních a průmyslových bioodpadů a čistírenských kalů. Po této době kompostování ztratilo dotační podporu a výroba kompostu se snížila až o 92 %

na 200 – 400 tis. tun za rok. V minulosti bylo kompostování pokládáno za důležité z důvodu udržení úrodnosti zemědělské půdy s cílem dosažení soběstačnosti státu ve výrobě potravin. (Slivka aj., 2006).

Výhody a nevýhody kompostování:

Tabulka č. 1: Výhody a nevýhody kompostování:

Výhody	Nevýhody
<ul style="list-style-type: none"> • 100 % dusíku je organicky vázáno a nemůže se již ztratit. • Tvorba cenných humusových látek, které oživují půdu. • Zničení hnilobných a jedovatých látek. • Spolehlivé zničení původců chorob. • Usmrcení semen plevelů. • Tvorba přírodních antibiotik, které zčásti přijímají přímo rostliny a zvyšují svoji odolnost proti škůdcům. • Kompost působí příznivě na životní prostředí, protože živiny (zejména dusičnany) se nevyplavují do podzemní vody. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vysoká pracnost. • Přídavky ke kompostování jsou drahé. • Ztráty některých živin, například uhlíku jako oxidu uhličitého (30%).

Zdroj: Kalina M. 2004. Kompostování a péče o půdu. 2 vyd. Praha: Grada. 116 s.

Základní formy kompostování:

- domácí kompostování (v rodinných zahradách)
- komunitní kompostování (u škol, na sídlištích, v zahrádkářských koloniích)
- centrální kompostování (zemědělské a průmyslové kompostování)

(Kotoulová a Váňa, 2001).

4.1.1 Domácí kompostování

Domácí kompostování nebo též domovní kompostování, je nejlevnější a nejjednodušší zpracování bioodpadu z domácností. Z hlediska legislativy a hierarchie nakládání s odpady se jedná o předcházení vzniku odpadu. Domovní kompostování je prostředek, díky kterému si domácnost může z bioodpadů produkovaných v domácnosti a na zahradě vyrobit kompost (Hřebíček aj., 2011).

Domácí kompostování lze realizovat v kompostových zakládkách, v boxech nebo v kompostérech či jako zemědělské nebo průmyslové kompostování (Kotoulová, Váňa, 2001).

Obvykle jsou využívány malé kompostéry o objemu 1 m³, které z pravidla bývají vyrobeny ze dřeva, z pletiva nebo z plastu. Jedná se o tradiční způsob, při němž se odpad zpracovává přímo u zdroje a není nutná další manipulace (Hřebíček aj., 2011).

Kuchyňský odpad rostlinného původu a odpad z údržby domácí okrasné zeleně je vhodné zpracovat v uzavřeném kompostéru. Pomocí uzavřeného kompostéru lze dosáhnout kvalitní hygienizace a navíc je kompost chráněn. Na druhou stranu je nutné zajistit dostatečnou vlhkost a provzdušnost materiálu v kompostu. Provzdušňování je zajištěno hlavně přírodními fyzikálními procesy, a to difuzí a konvekcí. Mimo to je doporučeno vykonat také manuální překopávání pomocí vidlí nebo lopaty minimálně jedenkrát za půl roku (Hřebíček aj., 2011).

Optimálních podmínek pro kompostování lze dosáhnout za použití kuchyňského odpadu, který z pravidla má ideální složení (Hřebíček aj., 2011).

4. 1. 2 Vermikompostování

Kompostování pomocí žížal neboli vermikompostování je posuzováno jako jedna z finančně nejdostupnějších variant kompostování v bytě. Tento způsob je vhodný pro osoby, jež chtějí předcházet vzniku odpadu a jsou ochotni tomu věnovat potřebný čas. Výsledkem vermikompostování je vysoce kvalitní substrát, jež lze využít např. pro pěstování na balkonech. (Jonášová, 2017).

4. 1. 3 Elektrické kompostování

Způsob, jak zpracovat všechny kuchyňské odpady z domácností či a stravovacích zařízeních včetně těch živočišného původu představuje technologii hygienizační jednotky neboli elektrického kompostéru. Podmínkami pro jeho využití je umístění ve vnitřních prostorech a připojení k elektrické energii. Proces přeměny kuchyňského odpadu na hygienizovaný substrát (organické hnojivo) probíhá za vysokých teplot, za přístupu vzduchu, při pravidelném automatickém promíchávání a za činnosti termofilních mikroorganismů. Díky těmto optimálním podmínkám a odparu přebytečné vody dochází k redukci objemu odpadu o 90 % a přeměně na hygienizovaný substrát již za 24 hodin (Aulický, 2018).

4. 1. 4 Komunitní kompostování

Komunitní kompostování neboli společné kompostování je založeno na spolupráci občanů, jež přinášejí vytríděný bioodpad na kompostoviště, které je společným zařízením dané komunity (Váňa aj., 2009). Lze ho označit jako mezistupeň mezi domácím a komunálním kompostováním (Hřebíček aj., 2011). Toto řešení je např. vhodné pro sídliště, ve kterých se nacházejí zelené plochy nebo společná zahrada. Komunitní kompostování lze dále využít v zahrádkářských koloniích nebo společném kompostování vícero majitelů zahrad (Váňa aj., 2009).

V závislosti na zvoleném umístění se jedná o levný a jednoduchý způsob zpracování biologického odpadu. Komunitní kompostování lze stejně jako domácí kompostování provést na volných hromadách, v boxech či v kompostérech.

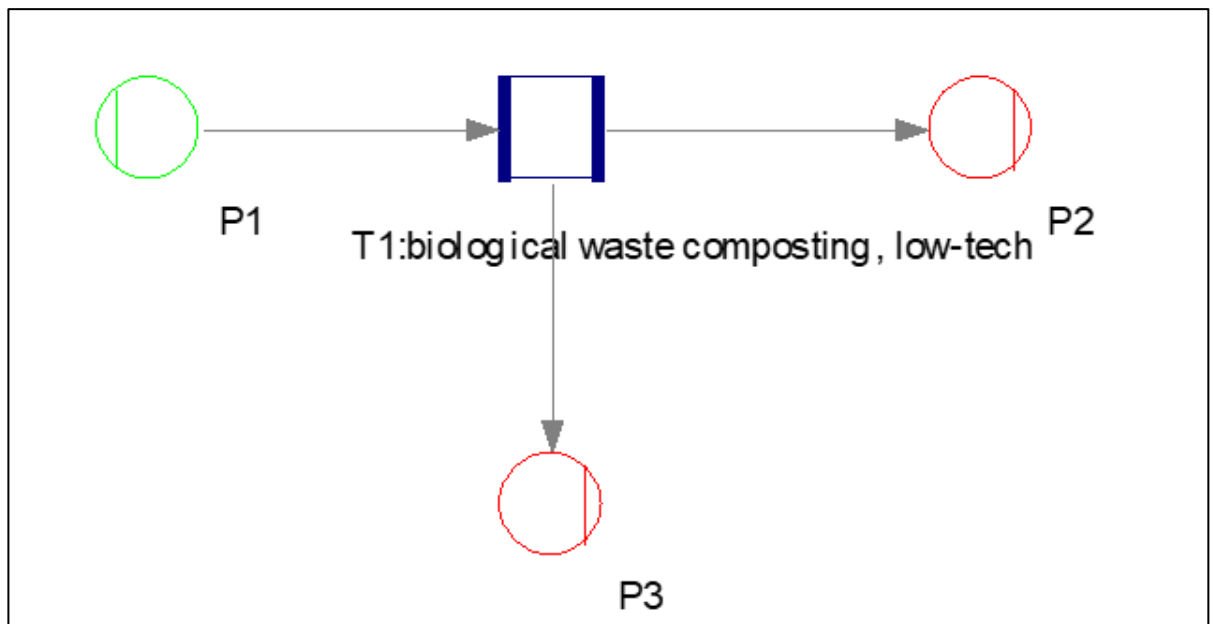
4. 1. 5 Centrální kompostování

Centrální kompostování je činnost, kterou provozují nejčastěji soukromé podnikatelské subjekty, obce či technické služby obce. Průmyslové kompostování je náročnou činností, jež musí být v souladu s legislativou odpadů a musí vyhovovat řadě předpisů, např. hygienickým a vodohospodářským. Pokud navíc kompostárna prodává vzniklý kompost, musí dodržovat další specifické požadavky (CZ Biom, © 2001-2018).

V ČR se nachází celkem 262 kompostáren, jejichž projektovaná kapacita je 2 489 660 t/rok. V současné době, je využita jejich kapacita pouze z 60 %, což znamená, že je možné zúžitkovat dalších 995 846 t/rok (Kazda, 2018).

4. 2 Model kompostárny

Model kompostárny je realizován s využitím modelu za pomoci Petriho sítě, která byla použita jako nástroj na zpracování dat z knihovny softwarového prostředí Umberto (ver. 5.5) do modelu low-tech kompostování. V této části byl vyčíslen potenciál využití BRKO. Pomocí softwarového nástroje byl vytvořen model kompostárny, která uvažuje i výrobu elektrické energie ze vzniklého metanu.



Obrázek č. 5: Model low-tech kompostování

Zdroj: Autorka s využitím dat ze softwarového prostředí Umberto

Samotný model se skládá ze 4 částí, jež označují:

- P1 vstup (BRKO),
- P2 výstup (kompost, elektrická energie, tepelná energie, chlorovodík),
- P3 vzniklé vedlejší materiály (např. amonium, měď),
- T1 proces změny vstupu na výstup (kompostování).

V modelu bylo upraveno množství vstupu (P1) na 299 370 kg BRKO, jež vzniklo v roce 2017 ve sledované obci Ronov nad Doubravou. **Výstupem (P2) tohoto množství je:**

- Zralý kompost 126 085 kg = 126,085 tun
- Elektrická energie 326 161 kJ = 90,6 kWh
- Tepelná energie 294 kJ
- Chlorovodík 3 kg

Při procesu kompostování dochází ke vzniku velkého množství vedlejších materiálů. Tento model vyčísluje více než 90 vedlejších produktů, mezi ně, patří např.:

- uhlík

- měď
- odpadní vody

4.2.1 Finanční zhodnocení kompostování

Cena kompostu závisí na složení a kvalitě a na trhu je průměrná cena 500,- Kč za tunu kompostu (Pelhřimov, © 2018; Technické služby Humpolec © 2018; AZ Park, © 2018). Při této ceně a vstupním množství BRKO 299 370 kg by zisk z prodeje kompostu byl 63 042,5 Kč. Množství vyrobené elektrické energie by při množství 90,6 kWh a s průměrnou prodejní cenou elektrické energie 3,79 Kč/kWh v roce 2017 přineslo pouhých 343,4 Kč (Energie123, © 2011-2018).

Pomocné výpočty:

zralý kompost (t) × prodejní cena (Kč/t) = příjem z prodeje kompostu (Kč)

$$126,09 \times 500,00 = 63\,045,00 \text{ Kč}$$

el. energie (kWh) × prodejní cena (Kč/kWh) = příjem z prodeje el. e. (Kč)

$$90,60 \times 3,79 = 343,37 \text{ Kč}$$

Porovnání jednotlivých variant zobrazuje tabulka č. 2.

Tabulka č. 2: Finanční zhodnocení kompostování

Varianta	Výše příjmů
Varianta č. 1: Prodej kompostu	63 045,00 Kč
Varianta č. 2: Prodej kompostu a elektrické energie	63 388,37 Kč

Zdroj: Autorka

4.3 Technologie anaerobní digesce (BPS)

Anaerobní digesce (je označována též jako anaerobní vyhnívání, anaerobní fermentace, metanogenní kvašení) je technologie výroby bioplynu z biologických odpadů, kdy bioplyn vzniká biologickým procesem (Hlavatá, 2006).

Řízená anaerobní fermentace je efektivní způsob ekologického využití biologicky rozložitelných odpadů či cíleně pěstované biomasy (El-Bassam, 2003), kdy dochází

k vícestupňovému přírodnímu procesu rozkladu organických látek některými skupinami mikroorganismů bez přístupu kyslíku (Altmann, 2010).

Anaerobní vyhnívání může zabezpečit environmentálně příznivé palivo pro výrobu elektrické energie, tepla i provoz mobilních zařízení. Pomocí anaerobní fermentace lze substituovat neobnovitelné zdroje a tím omezovat antropogenní růst skleníkového efektu. Po výrobě bioplynu lze využít kompostovaný odpad, který zabezpečí efektivní sekvestraci uhlíku ve formě humusových látek v půdě (Ust'ak aj., 2004).

Výhody a nevýhody BPS zobrazuje tabulka č. 3

Tabulka č. 3: Výhody a nevýhody BPS

Výhody	Nevýhody
<ul style="list-style-type: none"> • Snížení emisí skleníkových plynů. • Snížení tvorby a šíření zápachů. • Snížení znečištění životního prostředí. • Recyklace základních živin pro výživu rostlin. • Zvýšení efektivity nakládání s odpady. • Ekonomické výhody plynoucí z možnosti substituce energie a minerálních hnojiv. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vysoké investiční a provozní náklady. • Potenciální možnost výskytu nebezpečných emisí. • Hluk (při produkci a využití bioplynu). • Vzhled (zásah do vzhledu krajiny).

Zdroj: Autorka s využitím: Ust'ak aj., 2004

Výsledkem metanogenního kvašení jsou 3 hlavní produkty:

- bioplyn (jedná se o směs metanu, oxidu uhličitého, dusíku, vodíku a dalších látek, jež umožňuje hoření a využití pro produkci tepla a elektřiny; bioplyn je využíván jako energeticky bohaté palivo),
- digestát (je vyhnílý kal neboli tuhá, nerozložená frakce organických látek, lze využít jako organické hnojivo, které je před aplikací na půdu z pravidla upravováno na kompost),
- perkolát (za perkolát lze označit procesní tekutinu čili kalovou vodu, která obsahuje základní živiny v dostupné formě pro rostliny, přebytky lze použít v zemědělství jako tekuté hnojivo) (Ust'ak aj., 2004).

Hlavní způsoby využití bioplynu

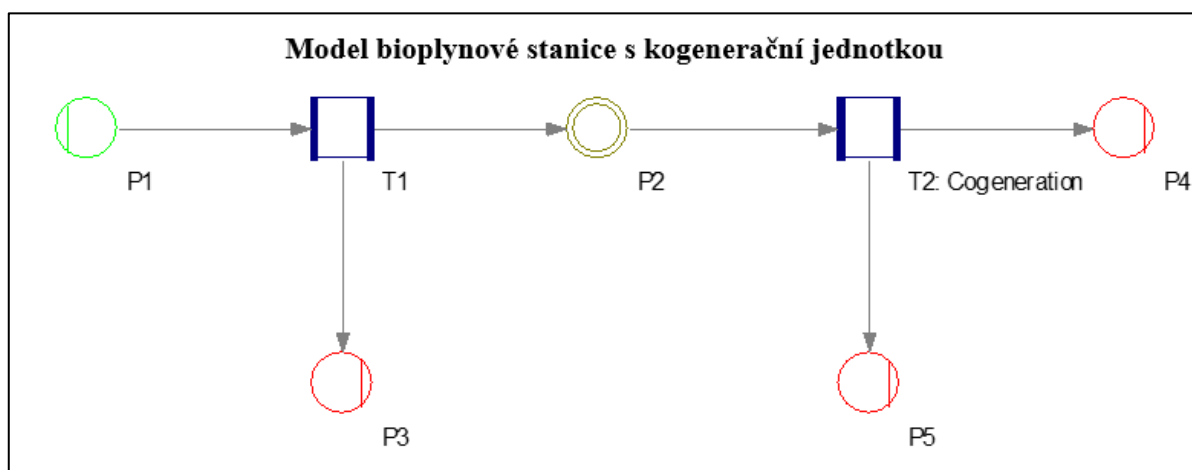
Bioplyn lze využívat všude, kde se používají i jiná plynná paliva. Pro jeho využití je nutné přizpůsobení spotřebiče.

Hlavní způsoby využití bioplynu jsou:

- přímé spalování (např. pro vaření, svícení, topení, chlazení, ohřev užitkové vody, ...),
- výroba elektrické energie a ohřev teplotnosného média (označuje se jako kogenerace),
- výroba elektrické energie, tepla a chladu (nazývá se trigenerace),
- pohon spalovacích motorů či turbín pro získání mechanické energie,
- v palivových článcích (Kára, 2007),
- neenergetické využití (neboli chemická výroba sekundárních produktů z bioplynu) (Hlavatá, 2006).

4.4 Model bioplynové stanice s kogenerační jednotkou

Pro kvantifikaci potenciálu využití BRKO v technologii anaerobní digesce byl pro tuto práci využit model bioplynové stanice s kogenerační jednotkou. Model je realizován s využitím Petriho sítě, která byla doplněna o data z knihovny procesů softwarového prostředí Umberto (ver. 5.5). Byl přepracován již existující model bioplynové stanice. V této části vyčíslen potenciál využití BRKO.



Obrázek č. 6: Model bioplynové stanice s kogenerační jednotkou

Zdroj: Autorka s využitím dat ze softwarového prostředí Umberto

Samotný model se skládá ze 7 částí, které představují:

- P1 vstup, tedy biomasu (BRKO)
- P2 bioplyn
- P3 digestát
- P4 výstup (elektrická energie a teplo)
- P5 odpadní látky (např. emise, odpadní teplo)
- T1 fermentor, zde dochází k procesu, které vytváří ze vstupu bioplyn a digestát
- T2 kogenerační jednotku, ve které dochází ke spalování bioplynu na elektrickou energii a teplo

Po vypracování modelu bylo nejprve potřeba upravit vstup P1. Z výzkumu zabývajícím se technologickým přehledem výroby bioplynu z biologického odpadu, je známo, že z jedné tuny biologicky rozložitelného komunálního odpadu vzniká 110 m³ bioplynu (Achinas, 2017). Zatímco tyto údaje jsou uvedeny v m³, samotný model pracuje v jednotkách kilogramů. Proto bylo nutné toto číslo vynásobit hustotou. (Jelínek a kol. 2001) uvádí základní vlastnosti bioplynu a jeho jednotlivých složek, kdy na objemový podíl na 100% bioplyn připadá měrná hustota bioplynu 1,2 kg.m⁻³ (Jelínek, 2001).

Pomocné výpočty:

$$\text{objem bioplynu (m3)} \times \text{hustota bioplynu (kg. m}^{-3}\text{)} = \text{bioplyn (kg)}$$

$$110 \times 1,2 = 132 \text{ kg}$$

Po přepočtu vstupu 1000 kg (P1), je známo, že vzniká 132 kg bioplynu (P2) a rozdíl mezi P1 a P2 je tvořen 868 kg digestátu, které je znázorněno pod P3. Následovalo zadání dat do modelu o množství vyprodukovaném BRKO ve vybrané obci Ronov nad Doubravou. Z Hlášení o produkci a nakládání s odpady za rok 2017 lze zjistit, že toto skutečné množství bioodpadu činí 299 370 kilogramu. Autorka po zadání této hodnoty do modelu musela pro správné zobrazení výsledků model resetovat. Z 299 370 kg vstupní biomasy vzniká 259 853,16 kg digestátu, jež lze využít a prodat jako organické hnojivo, zatímco bioplyn pro další využití je zpracován v kogenerační jednotce a dochází ke vzniku elektrické energie a tepla. Následně

díky sestavenému modelu lze zjistit, kolik elektrické energie a tepla (P4) lze z tohoto množství vyrobit. Bioplyn je v kogenerační jednotce přetvořen na teplo a elektrickou energii.

Z modelu lze zjistit, že z takového množství vstupu bioplynu vzniká:

- Elektrický proud 238 244 614 kJ = 66 179,06 kWh
- Teplo 221 091 102 kJ = 221,09 GJ

Příklady vznikajících škodlivin:

- oxid siřičitý (SO₂)
- oxid dusíku (NO_x)
- polétavý prach
- oxid uhelnatý (CO)
- těkavé organické sloučeniny (VOC)

4. 4. 1 Finanční zhodnocení modelu bioplynové stanice s kogenerační jednotkou

Při provozování bioplynové stanice s kogenerační jednotkou lze využít a následně prodat elektrickou energii, teplo a digestát. V praxi často nedochází k využití a prodeji vzniklého tepla, jelikož bioplynové stanice bývají podporované a zisky z prodeje elektrické energie jsou dostačující (Brož, 2015). Na což Česká Republika reagovala zavedením provozní podpory ve výši 830 Kč/GJ pro bioplynové stanice, které vyrábějí a prodávají teplo (Šotnar a Petrucha, 2018).

Model představuje výrobu 66 179,06 kWh, jež lze zhodnotit 3,79 Kč/kWh, to znamená 250 818,64 Kč (Energie123, © 2011-2018). Výroba tepla může přinést 127 232,2 Kč při 221,09 GJ tepla a ceně 580 Kč/GJ (tzbinfo, © 2001-2018).

Provozní podpora pro výrobu tepla může navíc přinést 183 504,7 Kč. Neposledně zhodnocením digestátu při ceně 50 Kč/tuna je výsledek 12 992,66 Kč (Nesňal, 2013).

Pomocné výpočty:

el. energie (kWh) × prodejní cena (Kč/kWh) = příjem z prodeje el. e. (Kč)

$$66179,06 \times 3,79 = 250\,818,64 \text{ Kč}$$

teplo (GJ) × prodejní cena (Kč/GJ) = příjem z prodeje tepla (Kč)

$$221,09 \times 580 = 127\,232,2 \text{ Kč}$$

teplo (GJ) × provozní podpora pro výrobu tepla (Kč/GJ)

= příjem z pr. podpory (Kč)

$$221,09 \times 830 = 183\,504,7 \text{ Kč}$$

digestát (t) × prodejní cena (Kč/t) = příjem z prodeje digestátu

$$259,85 \times 50 = 12\,992,50 \text{ Kč}$$

Porovnání variant zobrazje tabulka č. 4

Tabulka č. 4: Finanční zhodnocení:

Varianta	Výše příjmů
Varianta č. 1: Prodej elektrické energie	250 818,64 Kč
Varianta č. 2: Prodej elektrické energie a tepla (vč. provozní podpory)	561 555,54 Kč
Varianta č. 3: Prodej elektrické energie, tepla (vč. provozní podpory) a digestátu	574 548,04 Kč

Zdroj: Autorka

:

5 Analýza ve vybraném místě

Pro zpracování analýzy bylo vybráno město Ronov nad Doubravou, kde současné nakládání s odpady je finančně velice nákladné a je zde zároveň velký potenciál pro jeho zefektivnění. Tato analýza se zaměřuje především na nakládání se směsným komunálním odpadem a biologickým odpadem. Analýza pracuje s daty z roku 2017, ale zároveň bere v potaz i stav v roce 2018. Informace o množství odpadu v tunách jsou zpracovány z dokumentu „hlášení o produkci a nakládání s odpady“. Data vztahující se k nákladům za jednotlivé odpady vycházejí z dotazníku od autorizované společnosti EKO-KOM. Tyto dokumenty zároveň musí být v souladu s obecně závaznou vyhláškou města Ronov nad Doubravou č. 1/2016. Jako doplňující podklady pro tuto práci slouží také smlouvy (Smlouva na svoz a likvidace komunálního odpadu pro město Ronov nad Doubravou a dodatek k této smlouvě, Smlouva a odběru a zpracování bioodpadu a dodatek k této smlouvě, Příloha k avízu k fakturaci od firmy ASEKOL.

5.1 Popis místa

Město Ronov nad Doubravou sčítající 1 689 obyvatel k 1. lednu 2018 (Český statistický úřad, 2018) se nachází v Pardubickém kraji v okrese Chrudim. Součástí města Ronov nad Doubravou jsou obce Mladotice a Moravany (RISY, © 2012-2016). Spolu s dalšími deseti obcemi patří do mikroregionu Železné hory, jenž spolu s dalšími obcemi jsou součástí Místní akční skupiny Železnohorský region, v rámci které se realizovalo mnoho společných projektů (MAS Železnohorský region, © 2018).

V roce 2018 významnou událostí byla velká příprava a následné zahájení stavebních prací kanalizace dne 30. října 2018 Oficiální stránky města Ronov nad Doubravou, © 2018).

5.2 Nakládání s odpady

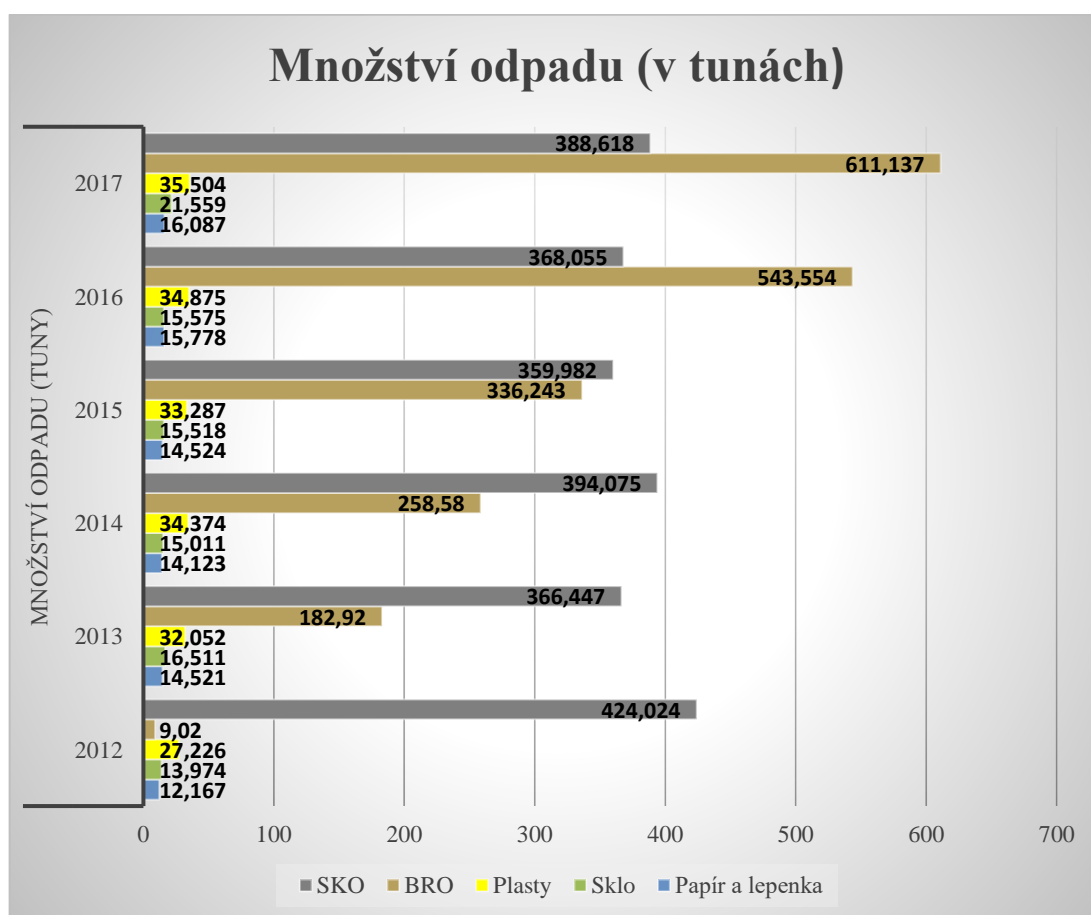
Město využívá jak systému sběrné sítě, tak také individuálního sběru v podobě sběru do nádob a pytlů pro domácnosti. Veřejná sběrná síť na tříděný sběr a SKO je tvořena nádobami na papír, plast směsný, sklo směsné, textil a SKO v celkové sumě 58 (konkrétní počty viz tabulka č. 5). Tato sběrná síť funguje v podobě 9 sběrných hnízd na veřejném prostranství.

Tabulka č. 5: Nádoby na veřejném prostranství

Sbíraná komodita	Počet nádob
Papír	16
Plast směsný	26
Sklo směsný	13
Textil (prevence, charita)	1
Směsný komunální odpad	2

Zdroj: Autorka s využitím Dodatku č. 1 ke Smlouvě na svoz odpadu

Dále probíhá individuální nádobový sběr pro směsný komunální odpad a biologický odpad. Je zde rovněž zaveden pytlový sběr pro plasty a nápojové kartony pro zefektivnění sběru současného systému.



Obrázek č. 7: Množství odpadu v tunách

Zdroj: Autorka s využitím Hlášení o produkci a nakládání s odpady za rok: 2012-2017

Město nevlastní sběrný dvůr, pro účely sběru elektroodpadu používá sběrné místo ve dvoře městského úřadu Ronova nad Doubravou. Součástí služeb je rovněž pravidelný sběr a svoz nebezpečného odpadu, objemného odpadu a pneumatik minimálně 2x ročně z předem vyhlášených přechodných stanovišť.

Svoz a likvidaci komunálního odpadu pro město Ronov nad Doubravou zajišťuje svozová společnost AVE CZ odpadové hospodářství s.r.o. pro směsný komunální odpad, biologicky rozložitelný odpad, svoz ze sběrných hnízd (plast, papír, sklo), pytlový sběr, nebezpečný odpad, pneumatiky. Část biologického rozložitelného odpadu, jež se nachází ve velkoobjemovém kontejneru na území obce, je odebírána a zpracována na kompostárně zpracovatele Jana Vašíčka. Zpětný odběr elektrozařízení zajišťuje společnost ASEKOL a.s.

5. 2. 1 Nakládání se směsným komunálním odpadem

Směsný komunální odpad je řešen pomocí 2 ks 1 100 l nádob a 1 150 ks 120 l nádob, rekreantům je SKO svážen pytlovým sběrem. SKO je převážně odvážen od jednotlivých domácností, dva kusy 1 100 l nádob se nacházejí na veřejném prostranství. Tento odpad se podílí v Ronově nad Doubravou na tvorbě odpadu ve většinovém množství svezeneho odpadu za rok a současně tvoří největší položku v nákladech na odpadové hospodaření obce. Tento odpad se odváží jednou za 14 dní, tedy celková četnost svozu je dvacet šestkrát v kalendářním roce. Jeho celkový objem činí 388,618 t a obec na něj vynaložila v roce 2017 celkovou sumu 1 182 490 Kč, což je více než polovina celkových nákladů na odpadové hospodářství obce.

Nakládání s SKO je vysoce nákladné, a to především z důvodu nutnosti odstranění tohoto odpadu na skládce nebo energetického využití. Za každou tunu je nutné navíc nutně zaplatit odstranění na skládce z každé tuny odpadu včetně rekultivačního a skládkovacího poplatku, nebo je povinnost zaplatit za energetické využití jedné tuny odpadu ve spalovně komunálních odpadů. V případě Ronova nad Doubravou svezeneý odpad dále končí na skládce. Odstranění SKO je v tomto případě ceněno na 1 250 Kč. V této ceně je zahrnut skládkovací poplatek 500 Kč za uložení 1 tuny komunálního odpadu a dále rekultivační poplatek ve výši 100 Kč, zbývající část připadá na náklady vznikající se sběrem a odvozem tohoto odpadu, vč. zisku pro svozovou společnost. Skládkovací poplatek 500 Kč je výnosem pro danou obec, na kterém se skládka nachází.

5. 2. 2 Nakládání s biologickým odpadem

Druhou významnou veličinou v oblasti hmotnosti a nákladů jsou biologické odpady. Biologické odpady jsou obce povinny řešit od roku 2015. Způsob řešení těchto odpadů má podstatný vliv nejen v oblasti nákladů, dopadů na životní prostředí, možného využití, ale také na celkové množství směsného komunálního odpadu, kde BRKO tvoří z hlediska obsahu nejvýznamnější složku.

V případě Ronova nad Doubravou lze vidět markantní posun při zavedení biologických nádob do jednotlivých domácností v roce 2013. Dle hlášení o produkci a nakládání s odpady (viz tabulka č. 6) lze zaznamenat, jaký vliv pořízení těchto nádob na množství BRO a SKO mělo. BRO se meziročně zvýšilo z 9,02 tuny na 182,92 tun, to znamená nárůst o cca. 2 028 %. Tento krok zároveň měl vliv ve snížení SKO o 57,577 tun, snížení o 13,58 %. Možným důvodem, proč byl zaznamenán takovýto růst BRO a přitom neúměrné snížení SKO, je častý jev, že se zavedením nádob na biologických odpad mnoho biologického odpadu, který si lidé předtím byli zvyklí kompostovat na svém pozemku, začnou takto zpracovávat odpadu méně, přitom do hnědé nádoby patří především kuchyňský odpad. V letech 2014-2017 množství BRO mělo rostoucí trend. Zatímco u SKO je trend převážně střídavý, přestože jeho nejznačnější pokles byl zaznamenán v roce 2013, množství SKO je stále nižší v období 2013-2017 v porovnání s obdobími před zavedením těchto nádob.

Náklady na nakládání s tímto odpadem činily 474 490,- Kč v roce 2017. Vývoz tohoto odpadu probíhá ve frekvenci 1x 14 dní v období od 1. dubna do 30. listopadu. Město poskytuje svoz hnědých nádob v podobě tzv. door to door a dále dle Smlouvy o odběru a zpracování bioodpadu je svážen objemný kontejner, jež je umístěn na předem dohodnutém místě a zpracovatel tento BRO odváží do kompostárny k dalšímu zpracování. Dle záznamů z hlášení o produkci a nakládání s odpady v roce 2017, bylo vyprodukováno celkem 611 tun BRO. Z toho 312 tun bylo svezeno z objemného kontejneru, jakožto odpad z údržby obecní zeleně a 299 tun odpadu ze zahrad bylo svezeno z hnědých nádob na biologický odpad.

5. 3 Financování odpadového hospodářství

Opadové hospodářství je financováno z obecního rozpočtu. V případě Ronova nad Doubravou výdaje výrazně převyšují příjmy. Poplatek za odpady od občanů zdaleka nepokrývá náklady.

5.3.1 Náklady na směsný komunální odpad

V posledních 10 letech náklady na SKO připadají v rozmezí 511 až 530 Kč v průměru na obyvatele za rok. Průměrný náklad na SKO na jednoho obyvatele činí 523 Kč (Balner a Urban, 2018).

U Ronova nad Doubravou činil náklad na SKO na 1 obyvatele 700 Kč. Tato částka se odvíjí od produkce SKO na obyvatele/rok, kdy u Ronova tato produkce představuje 230 kg/obyvatele za rok 2017. Je zřejmé, proč u Ronova náklad na produkci SKO na obyvatele je takto vysoký, když v ČR připadá v průměru 195 kg SKO na obyvatele. 1 tuna SKO Ronov nad Doubravou v přepočtu přišla na 3 043 Kč.

Pomocné výpočty:

náklady na SKO celkem (Kč) ÷ počet (obyvatel) = náklady na SKO (Kč/ob.)

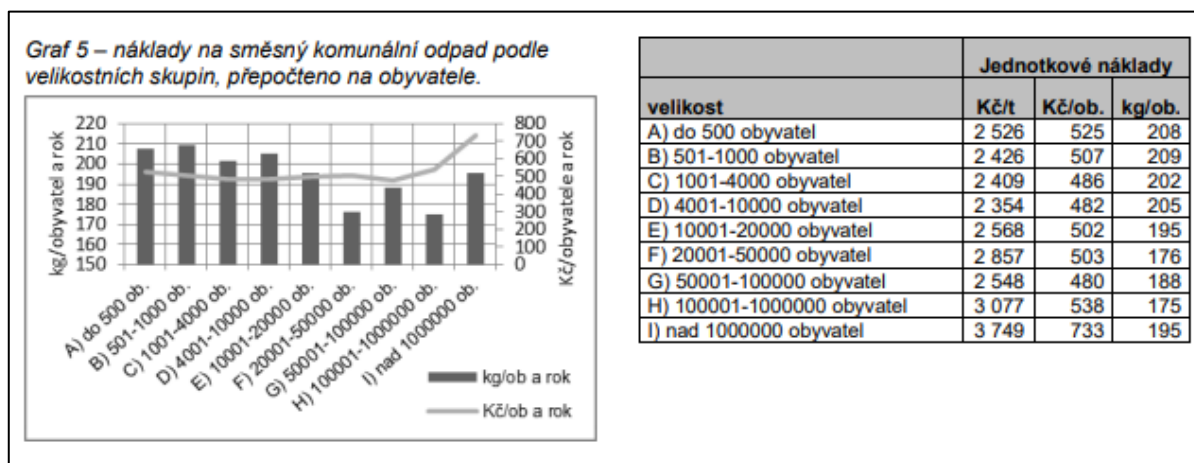
$1\,182\,490 \div 1\,689 = 700,11 \text{ Kč/ob.}$

roční produkce SKO (kg) ÷ počet (obyvatel) = produkce SKO (kg/ob.)

$388\,618 \div 1\,689 = 230,09 \text{ kg/ob.}$

náklady na SKO celkem (Kč) ÷ roční produkce SKO (t) = náklady na SKO (Kč/t)

$1\,182\,490 \div 388,618 = 3\,042,8 \text{ Kč/t}$

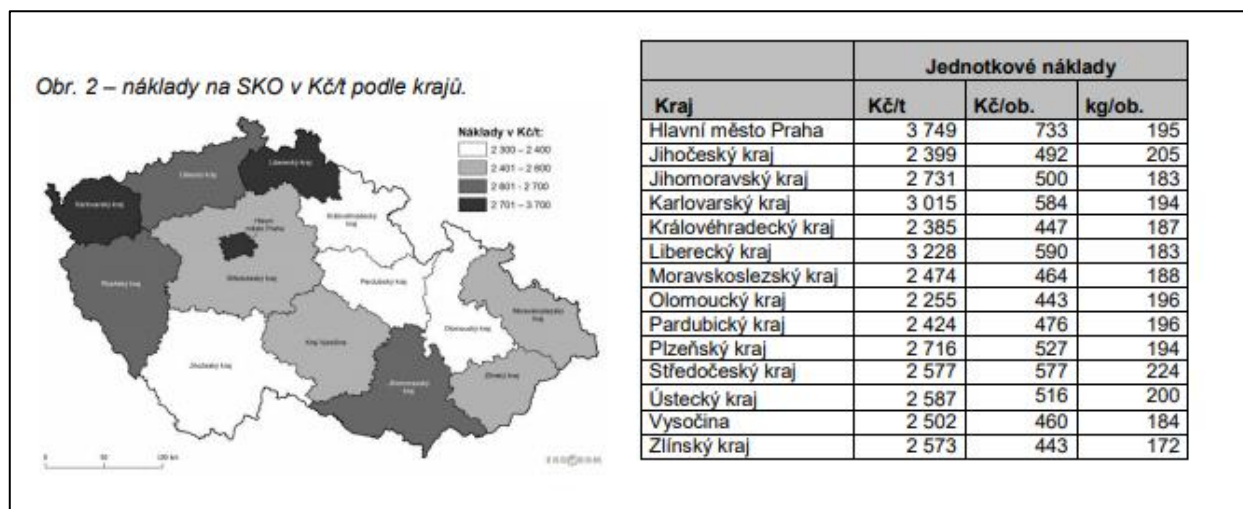


Obrázek č. 8: Náklady dle velikostních skupin

Zdroj: (Balner a Urban, 2018)

Při srovnání finanční náročnosti na SKO je nutné vzít v potaz mnohé faktory, a to v jakém intervalu počtu obyvatel se nachází a kraj ve kterém je město situováno. Srovnání těchto údajů viz obrázek č. 9. U SKO Pardubický kraj vykazuje nadprůměrných hodnot, kdy

jednotkové náklady připadající na tunu SKO, se kterým se v obcích nakládalo, činily 2 739 Kč/t (viz obr. 9 – náklady na SKO v Kč/t podle krajů).



Obrázek č. 9: Náklady na SKO v Kč/t podle krajů

Zdroj: (Balner a Urban, 2018)

Při zprůměrování nákladů (viz tab. č. 6) jednoduchým aritmetickým průměrem jsou zjištěnými hodnotami 2 416,5 Kč/t, 481 Kč/ob a 199 kg/obyvatel (viz vlastní tabulka). Mezi tímto průměrem a daty pro Ronov nad Doubravou je vytvořen rozdíl. Tento rozdíl poukazuje na to, že tato obce v rámci své velikosti a příslušnosti kraje produkuje nadměrné množství SKO na obyvatele, platí za tento druh odpadu nadměrné náklady v měrné jednotce Kč/t i Kč/obyvatel.

Tabulka č. 6: Jednotkové náklady na směsný komunální odpad

Řádek	Skupina	Jednotkové náklady		
		Kč/t	Kč/ob.	Kg/ob
A	Velikost obce v int. 1 001-4 000 ob.	2 409,0	486,0	202,0
B	Pardubický kraj	2 424,0	476,0	196,0
C	Průměr (řádek A a B)	2 416,5	481,0	199,0
D	Ronov nad Doubravou	3 042,8	695,6	228,6
E	Rozdíl (řádek C a D)	626,3	214,6	29,6

Zdroj: Autorka s využitím (Balner a Urban, 2018; Hlášení o produkci a nakládání s odpady za rok 2017)

5.3.2 Příjmy obce

Souhrnu příjmů obce uvažuje pouze příjmy z poplatků za odvoz komunálního odpadu od občanů a podnikatelů dle dotazníku EKO-KOM. Tento souhrn nezahrnuje příjmy od společnosti EKO-KOM a to z důvodu, že tato práce je zaměřena především na nakládání s bioodpadem a se směsným komunálním odpadem.

Nejvyšší podíl příjmů tvoří poplatek za komunální odpad od občanů nebo místní poplatek nebo platba občanů dle smlouvy (celkem) 686 336,- Kč, dále poplatek za odpady od rekreantů/za rekreační objekt (celkem) 80 160,- Kč. Další možné příjmy viz tabulka č. 7.

V roce 2017 místní poplatek činí 480,- Kč, povinnost k úhradě mají osoby s trvalým pobytem a rekreanti. Pro určité skupiny lze získat slevu na poplatku a to konkrétně pro rodiny s dětmi, studenty a fyzické osoby od 70 let ve výši 50,- Kč.

Tabulka č. 7: Příjmy obce z poplatků za odvoz komunálního odpadu od občanů a podnikatelů

Položka	Příjmy (v Kč celkem)
Poplatek za KO od občanů nebo místní poplatek nebo platba občanů od smlouvy (celkem)	686 336
Poplatek za odpady od rekreantů / za rekreační objekt (celkem)	80 160
Poplatek od ostatních původců za využívání systému obce (celkem)	0
Výnosy z prodeje druhotných surovin (celkem)*	65 728
Výnosy ze sběru textilu	0
Platby za zpětný odběr elektrozařízení (od kolektivních systémů celkem)	5 400
Příjmy od ostatních obcí (např. za sdílení sběrného dvora)	0
Výnos ze skládkovacího poplatku (pokud je obec příjemcem)	0

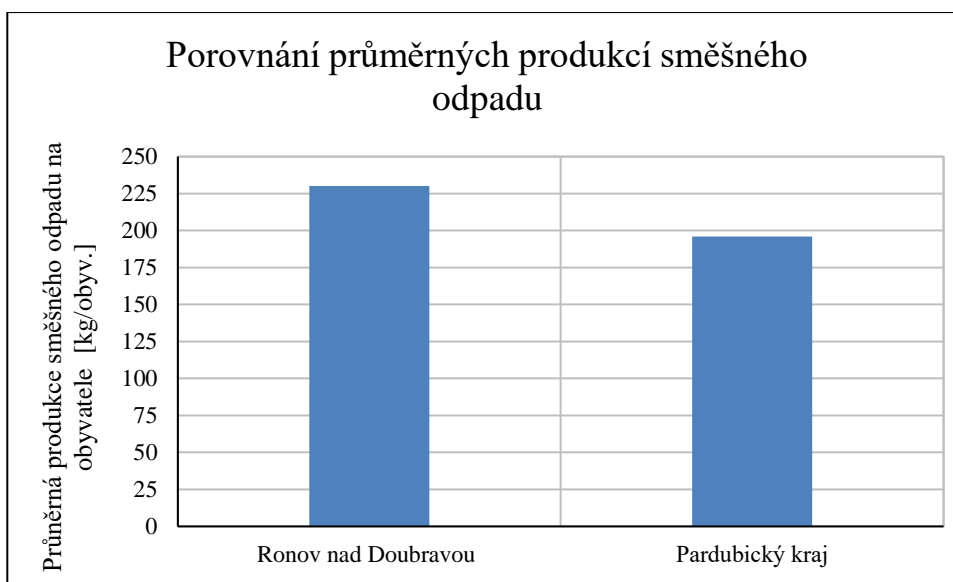
* do příjmů nezahrnuje příjmy od společnosti EKO-KOM, a.s.

Zdroj: Dotazník EKO-KOM za rok 2017

6 Diskuze a doporučení

Autorka práce na základě poskytnutých podkladů od města Ronov nad Doubravou provedla analýzu odpadového hospodářství obce, při které zjistila, že nakládání s odpady a využití odpadu je ekonomicky neudržitelné.

Autorka provedla srovnání nákladů na směsný komunální odpad, které porovnala s Pardubickým krajem a velikostní skupinou 1 001-4 000 obyvatel. Na Pardubický kraj připadá v průměru 196,00 kg/ob. směsného komunálního, zatímco město Ronov nad Doubravou vykazuje 230,09 kg/ob. (viz obrázek č. 10), což má za následek, že se tento odpad pro obec stává dražší, kdy připadá na jednoho obyvatele o 241,6 Kč více než na obyvatele Pardubického kraje.



Obrázek č. 10: Porovnání průměrných produkcí směšného odpadu

Autorka s využitím (Balner a Urban, 2018; Hlášení o produkci a nakládání s odpady za rok 2017)

Tento rozdíl je způsoben vícero důvody. Jedním z hlavních důvodů je to, že značná část obyvatel obce produkuje popel, protože v případě rodinného domu vytápěného tuhými palivy je hodnota množství odpadů kg/obyvatele/den až třikrát vyšší v porovnání s bytovým domem dálkově vytápěným a až dvakrát vyšší oproti rodinnému domu vytápěným plynem či tekutými palivy (Dočkal, 2016).

Dalším důvodem je nízká míra třídění. Dle fyzických analýz provedených Institutem cirkulární ekonomiky je směsný komunální odpad v ČR průměrně tvořen 69,72 % odpadu, jež

lze dále vytřídit, to znamená, že množství směsného komunálního odpadu lze snížit téměř na třetinu. Snížení produkce směsného komunálního odpadu lze dosáhnout pomocí zvýšené míry třídění., kdy je z praxe ukázáno, že vyšší míru třídění vykazují ty obce, jež zavedli tzv. systém adresného třídění. Tento systém funguje na principu, kdy občané mají jako doplněk současného systému, možnost třídít odpad přímo u jejich domácnosti, ať už do barevných pytlů či barevných nádob. Neboli každá domácnost získá k černé a hnědé nádobě navíc modrou či žlutou nádobu, či pytle, jež budou pravidelně sváženy. K takovému řešení lze následně přidat evidenční systém, jehož přínosem je přehled o produkovaných odpadech až na úroveň jednotlivých domácností. Pouze efektivní evidenční, sběrné a třídící systémy zajišťující cílené zpětné získávání využitelných látek v rámci optimalizované logistiky nakládání s odpady (Kramer aj., 2005).

Nádoby na tříděný odpad je možné financovat z Operačního programu životního prostředí (OPŽP), který umožňuje až 85% podporu.

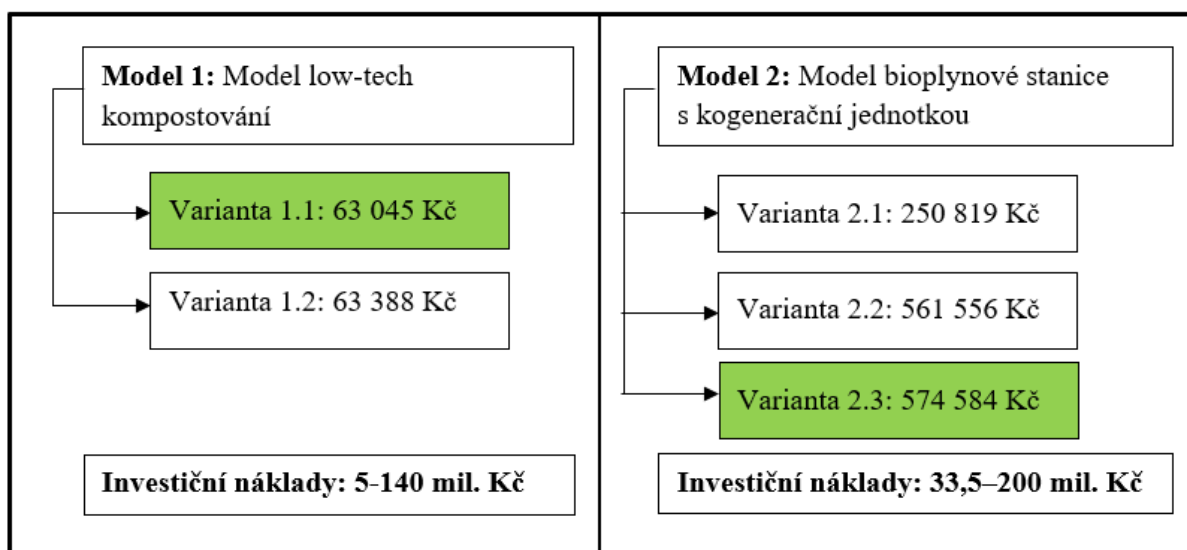
Dále autorka práce analyzovala možnosti využití biologicky rozložitelného komunálního odpadu formou kompostování a bioplynové stanice. Před provedením samotné analýzy je potřebné vědět, jakým způsobem město Ronov nad Doubravou tento odpad sbírá. Město třídí bioodpad do hnědých nádob a do velkoobjemových kontejnerů. Hnědé nádoby na sběr biologického rozložitelného komunálního odpadu mají obyvatelé přímo u jejich domácnosti, zatímco velkoobjemové kontejnery slouží pro sběr biologicky rozložitelného odpadu, tedy odpadu, jež vyprodukuje obec na veřejných prostranstvích. BRKO je sváženo společností AVE, zatímco BRO dále zpracovává nedaleká kompostárna. Dostupnou variantu třídění BRKO lze hodnotit jako účinnou, protože tohoto odpadu připadá 177,25 kg na obyvatele (Hlášení o produkci a nakládání s odpady za rok 2017). Přesto je však možné tento systém dále podpořit, protože z analýz z roku 2017 vyplývá, že ve směsném komunálním odpadu se nachází až 27,53 % organického odpadu, a to i přesto, že oddělený sběr bioodpadů je povinný již od roku 2015. Jednou z možností, jak tento systém podpořit je např. pořízením domácích kompostérů, které bylo v roce 2017 možné financovat pomocí dotace ze OPŽP (maximální možná výše podpory 85 %).

Město vynakládá značné množství finančních prostředků na nakládání s bioodpadem a to především na ten, jež je svážen z hnědých nádob. Díky domácím kompostérům by obyvatelé měli možnost část odpadů zpracovat v kompostéru a nadbývajících

část uložit do hnědé nádoby. Tím by mohlo dojít ke snížení množství tun odváženého BRKO ať už v hnědé či černé nádobě.

Město Ronov nad Doubravou v roce 2017 zaplatilo celkem 474 490,00 Kč za nakládání s bioodpadem. Pokud by obec tento odpad využila, ušetřila by část financí na nakládání s odpady a navíc by získala finanční prostředky z prodeje využitého BRKO. Bioodpad je totiž jedním z odpadů, který je zdrojem pro další zpracování a jeho následné využití. Analyzované město v roce 2017 vyprodukovalo 312 t BRO a 299 t BRKO. Pomocí výpočtů ve čtvrté kapitole autorka práce zjistila, jaké finanční zdroje by využití BRKO přineslo.

V rámci kalkulace tržeb došlo k posuzování dvou variant řešení pro obec. Kdy první je kompostování a druhá možnost je zpracování BRKO v bioplynové stanici. U obou variant byla zpracována cenová kalkulace. Obrázek č. 11 uvádí, kolik je možné na jednotlivých variantách vydělat. Maximální výše investičních nákladů je určena maximální výší dotační podpory, a to z toho důvodu, že bez dotační podpory se zpravidla takovéto investice neobejdou.



Obrázek č. 11: Posuzování výnosů jednotlivých variant

Zdroj: Autorka

U prvního modelu jsou posuzovány dvě varianty. V případě využití BRKO na kompostárně vznikne při 299 tun biologicky rozložitelného komunálního odpadu 126 kg zralého kompostu. Ten lze následně prodat i spolu se vzniklou elektrickou energií. Při tomto množství je množství elektrické energie tak nízké, že finanční přínos činí pouze 343,4 Kč za prodej elektrické energie (varianta 1.2). Z tohoto důvodu autorka pro srovnání modelů uvažuje první variantu (varianta 1.1), jejíž přínos je 63 045 Kč pouze z prodeje zralého kompostu.

U druhého modelu jsou posuzovány tři varianty. Při využití BRKO na bioplynové stanici dochází k přeměně BRKO na výstupy ve formě elektrické energie, tepla a digestátu. Tyto výstupy je možné následně prodat, u tepla je navíc možné získat provozní podporu. První varianta (varianta 2.1) uvažuje pouze prodej elektrické energie, který sám o sobě není z důvodů vysokých provozních nákladů výhodný. Druhá varianta (varianta 2.2) počítá navíc s teplem (vč. provozní podpory) a poslední varianta (varianta 2.3) představuje prodej elektrické energie, tepla (vč. provozní podpory) a digestátu. Vhodnou možností se jeví varianta 2.3, která přináší nejvyšší finanční prostředky.

Z propočtů autorky vyplývá, že každá tuna vstupního BRKO do modelové kompostárny znamená tržbu ve výši 210,60 Kč. Zatímco v případě modelové bioplynové stanice každá tuna vstupního BRKO má za důsledek tržbu ve výši 1 919,30 Kč.

Je však nutné dále uvažovat investiční a provozní náklady. Investiční náklady na výstavbu kompostárny při uvážení využití dotačního titulu se pohybují od 5 mil. Kč (Habart aj., 2009), zatímco náklady na výstavbu BPS se pohybují v desítkách milionů korun a nejnižší částka na jejich výstavbu představuje 33,5 milionů korun (Ušťak aj., 2004), jež v současné době bývají mnohonásobně vyšší, dle odborných zkušeností se pohybují průměrně ve výši 120 milionů korun. Nutno dodat, že provozní náklady na kompostování jsou mnohonásobně nižší než provozní náklady bioplynové stanice.

Za určitých podmínek lze jak na vybudování kompostárny, tak na vybudování bioplynové stanice získat dotaci. V případě kompostárny jsou možnosti značně limitovány, kdy je možné získat dotaci na jen takové kompostárny, které spolu s jiným odpadem zpracovávají i čistírenské kaly. Na takovou kompostárnu lze získat až 85 %. Na bioplynové stanice lze získat až 85 % z dotace OPŽP. Před samotným zahájením výstavby je však nutné zvážit, zda budou výnosy převyšovat provozní náklady. Je nutné dodat, že v ČR není příliš zkušeností a chybí studie proveditelnosti se zpracováváním BRKO v bioplynových stanicích. Na druhou stranu v ČR je v provozu více než 260 kompostáren.

Výše zmíněné dotace, s výjimkou dotace na domácí kompostování, jsou dotace, které lze získat ze 114. výzvy Operačního programu Životní prostředí 2014 - 2020 se specifickým cíl 3.2. Specifický cíl 3.2 zní: „Zvýšit podíl materiálového a energetického využití odpadů“. (OPŽP ČR, 2018). U dotací na kompostárny lze získat finanční prostředky do maximální výše 140 milionů korun (Agentura ValFia, 2018). U bioplynových stanic lze získat maximální finanční podporu ve výši 200 milionů korun (Česká bioplynová asociace, © 2018).

Závěr

Cílem práce je analyzovat vývoj složení komunálního odpadu se zaměřením na biologicky rozložitelnou složku (BRKO) v podmínkách České republiky, kvantifikovat potenciál pro její možné využití a na základě získaných dat zhodnotit možnosti aplikace vybraných dotačních programů. Práce bude zahrnovat komparativní analýzu vybraných indikátorů, jejich zhodnocení a případná doporučení.

Při porovnání dat z Evropy dospěla autorka k závěru, že si Česká republika vede nadprůměrně dobře v oblasti produkce odpadu, oproti ostatním státům Evropské unie. V čem má ČR však rezervy je složení směsného odpadu, kdy se ukázalo, že průměrně 67,92 % odpadu nemusí vůbec skončit ve směsném komunálním odpadu, ale že je možné jej vytrídít (z toho je podstatná část tvořena z 27,53 % biologicky rozložitelným komunálním odpadem).

Autorka práce využila softwarového nástroje Umberto (ver. 5.5), který jí umožnil vytvoření modelu kompostování a modelu bioplynové stanice s kogenerační jednotkou. Do modelu dále autorka dosadila potřebné údaje o hustotě a množství vyprodukovaného BRKO v analyzované obci Ronov nad Doubravou. Zjistila, že město může tento odpad zpracovat v kompostárně a následně využít ve formě kompostu. Druhou porovnávanou variantou je zpracování BRKO v bioplynové stanice s kogenerační jednotkou (BPS) a jeho využití ve formě energetické energie, tepla a digestátu. Z hlediska možných tržeb využití odpadu se ukazuje jako výhodnější řešení BPS. Autorka současně porovнала 5 variant možnosti řešení a následně obci doporučila 2 varianty, které je vhodné realizovat (jednu pro kompostárnu a jednu pro bioplynovou stanici).

Autorka dále zhodnotila možnosti aplikace vybraných dotačních titulů. Zjistila, že pro obě dvě řešení lze za určitých podmínek využít dotační program, z nichž se jako komplikovanější ukazuje získání dotačního titulu na kompostárnu. Důvodem je nutnost vybudování kompostárny primárně určené na zpracování čistírenských kalů, ve které je následně možné zpracovat i jiné druhy odpadů. Při hodnocení možností financování pomocí dotačních titulů Operačního programu životního prostředí autorka dospěla k závěru, že pro takto malou obec, jako je Ronov nad Doubravou, jsou právě dotační tituly cestou, jak dosáhnout realizace vybraných variant, bez toho, aby investice zatížily rozpočet obce na několik desítek let. OPŽP umožňuje až 85% podporu těchto investičních záměrů.

Z hlediska možných tržeb a možnosti aplikace dotačních programů se ukazuje jako výhodnějším řešením pro město Ronov nad Doubravou zpracování BRKO v bioplynové stanici s kogenerační jednotkou. Je potřeba však zmínit, že investiční náklady do provozu bioplynové stanice jsou několikanásobně vyšší než do zmiňované kompostárny.

Seznam použitých informačních zdrojů

Agentura ValFia. *Dotace na kompostování čistírenských kalů* [online]. In: 2018. [cit. 2018-11-13]. Dostupné z: http://valfia.cz/wp-content/uploads/2017/02/Kompostovani_114.-v%C3%BDzva.pdf

ACHINAS, Spyridon, Vasileios ACHINAS, Gerrit Jan Willem EUVERINK. *A Technological Overview of Biogas Production of Biowaste*. Souhrnná výzkumná zpráva. Nizozemsko: Univerzita v Groningenu v Nizozemsku, Svaz zemědělských družstev Monofatsi, 2017, 9 stran.

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

ASEKOL. *Příloha k avízu k fakturaci*. 2017. [2018-11-01]

AULICKÝ Tomáš – ústní sdělení (regionální manažer společnosti JRK Česká republika, Bolzanova 1, Praha 1) dne 10.11.2018

AVE CZ: Ing. Aleš Hampl, MBA a Mgr. Jiří Šmíd, MBA. *Dodatek č. 1 ke Smlouvě na svoz odpadu*

AVE CZ: Ing. Radek Doležal a Vít Komberec. *Smlouva na svoz a likvidaci komunálního odpadu pro město Ronov nad Doubravou*. 2017. [2018-11-01]

BAGAROVÁ GRZYWA, Martina. *Cena za svoz a sběr*. Odpady-online.cz [online]. [cit. 2018-10-10]. Dostupné z: <https://odpady-online.cz/cena-za-svoz-a-sber>

BAJER, Aleš et al. *Geobiocenologie a typologie vybraných území a další dílčí výstupy*. Souhrnná výzkumná zpráva. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Ústav geologie a pedologie, 2016, 57 stran

BALNER., Petr a URBAN, Tomáš. *Ekonomika odpadového hospodářství obcí za rok 2017*. In: *Odpady a obce 2018: sborník přednášek z odborné konference konané ve dnech 13. a 14. června 2018 v Hradci Králové*. Praha: EKO-KOM, a.s., s. 106-114. ISSN: 2464-6377

BROŽ, Jan. *Bioplynky plýtvají teplem. Polovina z nich ho nevyužívá*. IDNES [online] [cit. 2018-10-09]. Dostupné z: https://ekonomika.idnes.cz/jen-43-procent-bioplynovych-stanic-ma-zajistenu-spotrebu-vyrobeneho-tepla-15t-/ekonomika.aspx?c=A150106_161512_ekonomika_ozr

Cena 1 kWh. Energie123 [online] © 2011-2018 [cit. 2018-11-06] Dostupné z: <https://www.energie123.cz/elektrina/ceny-elektricke-energie/cena-1-kwh/>

Ceník - prodej zeminy [online]. 2018 [cit. 2018-10-12]. Dostupné z: <http://www.az-park.cz/cenik-prodej-zeminy/>

Ceny tepla budou již čtvrtý rok v řadě převážně stagnovat [online]. 2017 [cit. 2018-11-12]. Dostupné z: <https://energetika.tzb-info.cz/teplarenstvi/16600-ceny-tepla-budou-jiz-ctvrty-rok-v-rade-prevazne-stagnovat>

Co je bioodpad? Kompostuj.cz [online]. 2017 [cit. 2018-11-06]. Dostupné z: <http://www.kompostuj.cz/vime-jak/jak-tridit-kuchynske-zbytky/co-je-bioodpad>

Co je to bioodpad a kam s ním – jak na třídění bioodpadu doma? Nazeleno [online] © 2018 [cit. 2018-11-06]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/co-je-to-bioodpad-a-kam-s-nim-%E2%80%93-jak-na-trideni-bioodpadu-doma/>

ČESKO. Vyhláška č. 93/2016 Sb. o Katalogu odpadů. In: *Sbírka zákonů České republiky*, 2016, částka 38/2016 Sb

ČESKO. Vyhláška č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky 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 o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady). In: *Sbírka zákonů České republiky*, 2008, částka 110/2008 Sb.

ČESKO. Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1999, částka 71/2001 Sb

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. *Komunální odpad dle způsobu svozu v roce 2017*. [online graf]. © 2018 [vid. 2018-10-31]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/61546956/28002018g6.pdf/a29eca44-a4d2-4337-bb83-9ffa7254e9d8?version=1.4>

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. *Počet obyvatel v obcích – k 1.1.2018*. [tabulková část] © 2018. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/pocet-obyvatel-v-obcich-see2a5tx8j>

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. *Produkce komunálních odpadů v Evropě* [online graf]. ©2018 [vid. 2018-10-31]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/61546956/28002018g15.pdf/72804e25-7bb7-4891-b575-1f46677acfe9?version=1.2>

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. *Produkce komunálních odpadů v roce 2017* [tabulka] In: Český statistický úřad [online]. [Praha]: Český statistický úřad. ©2018 [vid. 2018-10-31]

Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/61546956/2800201801.pdf/5d1273c1-bc3a-4ce0-8b90-cfde1dd6605c?version=1.2>

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. Produkce, využití a odstranění odpadů – 2017 In: *Český statistický úřad*. Celá publikace [online]. © 2018. Datum generování: 5.11.2018 09:57:02 [vid. 2018-10-31]. ISBN 978-80-250-2871-1. Dostupné z:

<https://www.czso.cz/csu/czso/produkce-vyuziti-a-odstraneni-odpadu-2017>

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. *Vývoj produkce komunálních odpadů* [online graf]. ©2018 [vid. 2018-10-31]. Dostupné z:

<https://www.czso.cz/documents/10180/61546956/28002018g5.pdf/e14e7f2d-70f9-44a7-8ab3-28c622393302?version=1.2>

DOČKAL, Martin. Odpady a kontaminace: Produkce domovního odpadu [přednáška]. Praha: ČVUT, 2016. In: *Storm.fsv.cvut.cz* [online] [cit. 2018-10-01]. Dostupné z:

http://storm.fsv.cvut.cz/data/files/p%C5%99edm%C4%9Bty/ODKO/Cvi%C4%8Den%C3%A4D/02_CV-PREZ-TDO.pdf

EKO-KOM. *Dotazník o nakládání s komunálním odpadem v obci, se zaměřením na tříděný sběr*. Rok 2012-2017. [2018-11-01]

Ekonomie a životní prostředí: nepřátelé, či spojenci?. *Praha: Liberální institut*, 2007.

Ekonomie studium. 234 s. ISBN 978-80-86851-69-3.

EL. N. BASSAM: *Integrated Renewable Energy Farms for Sustainable Development in Rural Communities*. *OECD Workshop on Biomass and Agriculture*, Vienna, Austria, 2003.

HABART, Jan, Milan HRČKA a Karolína MAREŠOVÁ. *Příprava a výstavba kompostáren: využívajících biologicky rozložitelné odpady z domácností a údržby městské zeleně* [online].

CZ Biom a Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů., 2009 [cit. 2018-11-13]. Dostupné z:

<https://biom.cz/upload/6e01d6d4c4835ec93cda508772f3bf6e/kompostarny.pdf>

HLAVATÁ, Miluše. *Odpadové hospodářství*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2004. 132-134 s. ISBN 80-248-0737-8.

HŘEBÍČEK, Jiří. *Projektování nakládání s bioodpady v obcích*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Ministerstvo životního prostředí České republiky, 2011. 49-50 s. ISBN 978-80-85763-67-6.

Info z kompostárny [online]. 2018 [cit. 2018-10-12]. Dostupné z:

http://www.tshumpolec.cz/4886_Info-z-kompostarny/

- Jak správně naložit s bioodpadem EKO-KOM* [online] © 2011-2018 [cit. 2018-11-04].
Dostupné z: <http://www.ekokom.cz/obce-a-mesta/informace-pro-verejnost/clanky.html>.
- JELÍNEK, Antonín. *Hospodaření a manipulace s odpady ze zemědělství a venkovských sídel*. Agrospoj, 2001.
- KÁRA, Jaroslav. *Výroba a využití bioplynu v zemědělství*. Praha: VÚZT, 2007. 57 s. ISBN 978-80-86884-28-8.
- KAZDA, Milan. *Obce a odpady*. In: *Nakládání s komunálním odpadem po roce 2024: sborník příspěvků z odborné konference, konané dne 22. listopadu 2018 v Praze*. Praha: B.I.D. services s.r.o., s. 10. ISBN: 978-80-88016-74-8.
- Kompostárna Licoměřice: Jan Vašíček. *Smlouva o odběru a zpracování bioodpadu*. 2016 [2018-11-01]
- KOTOULOVÁ, Zdenka a Jaroslav VÁŇA. *Příručka pro nakládání s komunálním bioodpadem*. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR, 2001. Na pomoc praxi v odpadovém biohospodářství. 32 s. ISBN 80-7212-201-0.
- KUDELOVÁ, K., et al. *Odpady*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 1999. 186 s. ISBN 80-244-0046-4.
- KURAŠ, M. *Odpady a jejich zpracování*. Vyd. 1. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 2014. 42-90 s. ISBN 978-80-86832-80-7.
- KRAMER, Matthias, Heinz STREBEL a Jiřina JÍLKOVÁ. *Mezinárodní management životního prostředí*. Praha: C.H. Beck, 2005. Beckova edice ekonomie. ISBN 80-7179-921-1.
- MANHART, Jaromír. *Odpadové hospodářství ČR a nový balíček EU*. In: *Odpady a obce 2018: sborník přednášek z odborné konference konané ve dnech 13. a 14. června 2018 v Hradci Králové*. Praha: EKO-KOM, a.s., s. 71-93. ISSN: 2464-6377 b
- MANHART, J. *Odpadové hospodářství prezentace legislativy a plánovaných změn*. In: *Nakládání s komunálním odpadem po roce 2024: sborník příspěvků z odborné konference, konané dne 22. listopadu 2018 v Praze*. Praha: B.I.D. services s.r.o., s.2. ISBN: 978-80-88016-74-8. a
- Marcel Lesák, Ing.: starosta města. *Obecně závazná vyhláška města Ronov nad Doubravou*. 2016. [2018-11-01]

MAS Železnohorský region: O nás [online]. [cit. 2018-10-13]. Dostupné z:

<http://zeleznohorsky-region.cz/tema/tema.phtml?id=11689>

Oběhové hospodářství: Díky novým pravidlům zaujme EU celosvětové přední místo v oblasti nakládání s odpady a recyklace. European Commission [online]. [cit. 2018-11-04]. Dostupné z:

http://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-3846_cs.htm

Odpady. MŽP [online]. [cit. 2018-12-05]. Dostupné z:

https://www.mzp.cz/cz/odpady_podrubrika

Oficiální stránky města Ronov nad Doubravou: Ronov zahájí výstavbu kanalizace a nové čistírny odpadních vod [online]. [cit. 2018-10-13]. Dostupné z:

<http://www.ronovnd.cz/mesto/informace-kanalizace/zahajeni-vystavby/>

OPŽP 2014-2020: 3.2. Zvýšit podíl materiálového a energetického využití odpadu [online].

[cit. 2018-10-13]. Dostupné z: <https://www.opzp.cz/podporovane-oblasti/3-2-zvysit-podil-materialoveho-a-energetickeho-vyuziti-odpadu?id=19>

Pelhřimovská kompostárna začíná s prodejem kompostu [online]. 2018 [cit. 2018-11-12].

Dostupné z: <http://www.mupe.cz/pelhrimovska-kompostarna-zacina-s-prodejem-kompostu/d-24016>

Plán odpadového hospodářství ČR pro období 2015-2024, 2014. Ministerstvo životního prostředí [online]. Praha: MŽP [cit. 2018-11-10]. Dostupné z:

[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/poh_cr_prislusne_dokumenty/\\$FILE/OODP-POH_CR_2015_2024_schvalena_verze_20150113.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/poh_cr_prislusne_dokumenty/$FILE/OODP-POH_CR_2015_2024_schvalena_verze_20150113.pdf)

Ronov nad Doubravou [online]. 2015 [cit. 2018-11-13]. Dostupné z:

<http://www.risy.cz/cs/vyhledavace/obce/detail?Zuj=572161#samosprava>

SLAVÍK, Jan. Faktory ovlivňující motivaci občanů třídit – vybrané výsledky pro ČR. In:

Odpady a obce 2018: sborník přednášek z odborné konference konané ve dnech 13. a 14. června 2018 v Hradci Králové. Praha: EKO-KOM, a.s., s. 115-118. ISSN: 2464-6377 b

SLIVKA, Vladimír, Vojtech DIRNER a Mečislav KURAŠ. *Odpadové hospodářství I: praktická příručka.* Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2006.122 s.ISBN 80-248-1245-2.

Složení směsného komunálního odpadu. Institut cirkulární ekonomiky Praha, 2018

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic. In: *Úřední věstník.* L 312, 22.11.2008, p. 3–30. Dostupné také z:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2018/851 ze dne 30. května 2018, kterou se mění směrnice 2008/98/ES o odpadech. In: *Úřední věstník*. L 150, 14.6.2018, p. 109–140. Dostupné také z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.150.01.0109.01.CES&toc=OJ:L:2018:150:FULL

Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/850 ze dne 30. května 2018, kterou se mění směrnice 1999/31/ES o skládkách odpadů. In: *Úřední věstník*. L 150, 14.6.2018, p. 100–108. Dostupné také z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.150.01.0100.01.CES&toc=OJ:L:2018:150:FULL

ŠEFLOVÁ, Jitka, ed. *Odborné kapitoly k nakládání s biologicky rozložitelnými komunálními odpady a příklad Moravskoslezského kraje*. Praha: IREAS, Institut pro strukturální politiku, 2010. 10-45 s. ISBN 978-80-86684-60-4.

ŠEJVL, Radovan: *Energie z odpadů I*. Biom.cz [online]. 2013-03-18 [cit. 2018-12-05]. Dostupné z: <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/energie-z-odpadu-I>. ISSN: 1801-2655

Třídění odpadu doma – kam s bioodpadem? Samosebou [online] © 2018 [cit. 2018-11-06]. Dostupné z: <https://www.samosebou.cz/2017/06/08/trideni-odpadu-doma-kam-s-bioodpadem/>

UŠŤAK, Sergej a Jaroslav VÁŇA. *Anaerobní digesce biomasy a komunálního odpadu*. Praha: CZ-Biom, 2004. 7-51 s. ISBN 80-86555-55-0.

VÁŇA, Jaroslav, Aleš HANČ a Jan HABART. *Pevné odpady 2009*. Vydání třetí, přepracované. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2009. 132 s. ISBN 9788021319929.

VÁŇA, Jaroslav: *Kompostování odpadů*. Biom.cz [online]. 2002-01-14 [cit. 2018-11-10]. Dostupné z <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/kompostovani-odpadu>. ISSN: 1801-2655

Vyhlášena čtvrtá výzva programu Obnovitelné zdroje energie [online]. Česká bioplynová asociace, 2018 [cit. 2018-11-14]. Dostupné z: <http://www.czba.cz/aktuality/vyhlasena-ctvrta-vyzva-programu-obnovitelne-zdroje-energie.html>

ZDENĚK, Nesňal. *Určující faktory návratnosti investic do BPS* [online]. 2013 [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: https://www.uzei.cz/data/usr_001_cz_soubory/13_05_23_nesnal.pdf

Způsob sběru brko v obcích dle koncového způsobu využití. MŽP [online] © 2008-2018 [cit. 2018-XX-XX]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/biologicky_rozlozitelny_odpad_sber/\\$FILE/OODP-zpusob_sberu_BRKO_v_obcich-20150320.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/biologicky_rozlozitelny_odpad_sber/$FILE/OODP-zpusob_sberu_BRKO_v_obcich-20150320.pdf)