

Univerzita Karlova

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Ekologie a ochrana prostředí

Studijní obor: Ochrana životního prostředí



Matěj Novotný

Je možné zvýšit efektivitu tříděného sběru odpadu pro dosažení potřebného snížení výhřevnosti a zvýšení biologické stability směsného komunálního odpadu?

Is it possible to increase the efficiency of sorted waste collection to achieve the necessary reduction in calorific value and increase the biological stability of mixed municipal waste?

Bakalářská práce

Vedoucí práce: RNDr. Petra Innemanová, Ph.D.
Praha, 2022

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu.

Tato práce, ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu. Tištěná verze práce je shodná s elektronickou verzí vloženou v SIS.

V Praze, 15.8.2022

Podpis:

Poděkování:

Děkuji své školitelce RNDr. Petře Innemanové Ph.D. za vstřícný přístup a cenné rady při psaní této práce.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá tématem zpracování směsného komunálního odpadu v ČR a možnostmi odklonu biologicky rozložitelných odpadů tak, aby došlo ke zvýšení biologické stability odpadu ukládaného na skládky komunálního odpadu a byly naplněny cíle na omezení skládkování komunálních odpadů tak, jak to stanovuje nový odpadový zákon. Zároveň se zabývá přístupy sousedních zemí, které řeší také nutnost snížit objem skládkovaných komunálních odpadů do roku 2030 podle požadavků Evropské unie. V praktické části je následně analyzováno pět vzorků směsného komunálního odpadu a jsou zde diskutovány možnosti odklonu jednotlivých složek.

Klíčová slova: odpad, biologicky rozložitelný odpad, skládkování, složení odpadu

Abstract

The bachelor's thesis deals with the topic of processing mixed municipal waste in the Czech Republic and the possibilities of diverting biodegradable waste in such a way as to increase the biological stability of the waste deposited in municipal waste landfills and to fulfill the goals of limiting the landfilling of municipal waste as stipulated by the new waste law. At the same time, it deals with the approaches of neighboring countries, which also address the need to reduce the volume of landfilled municipal waste by 2030 in accordance with the requirements of the European Union. In the practical part, five samples of mixed municipal waste are subsequently analyzed and the possibilities of diverting individual components are discussed here.

Key words: waste, biodegradable waste, landfilling, waste composition

Obsah

1. Seznam použitých zkratk	6
2. Úvod	7
3. Legislativa	8
3.1. Definice odpadu dle zákona	8
3.2. Právní úprava nakládání s odpadem	8
3.3. Právní úprava nakládání s BRKO	9
4. Současná situace v ČR	10
4.1. Typy odpadů	10
4.1.1. Biologicky rozložitelné odpady	10
4.1.2. Biologicky rozložitelné komunální odpady	10
4.2. Způsoby zpracování SKO	11
4.2.1. Skládkování	11
4.3. Možnosti využití BRKO	11
4.3.1. Energetické využití v ZEVO	12
4.3.2. Mechanicko- biologická úprava SKO	13
4.3.3. Oddělený sběr u zdroje	14
4.3.4. Domovní a komunitní kompostování	16
4.3.5. Výroba bioplynu	17
5. Zkušenosti se sběrem BRKO a jeho využití v zahraničí	18
5.1. Německo	18
5.2. Polsko	19
5.3. Slovensko	20
5.4. Rakousko	21
6. Praktická část	22
6.1. Metodika	22
6.2. Kategorie třídění	23
6.3. Výsledky	24
7. Diskuze	29
8. Závěr	32
9. Seznam literatury	33

1. Seznam použitých zkratek

BRKO	Biologicky rozložitelný odpad
ČR	Česká republika
EU	Evropská unie
ISOH	Integrovaný systém odpadového hospodářství
KO	Komunální odpad
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
OPŽP	Operační program životního prostředí
POH	Plán odpadového hospodářství
SKO	Směsný komunální odpad
ZEVO	Zařízení energetického využití odpadů

2. Úvod

Dne 1. 1. 2021 vešel v platnost nový zákon o odpadech č. 541/2020 Sb. Ten zapracovává do našeho právního řádu příslušné předpisy Evropské unie (EU), věnující se omezení skládkování jakožto způsobu odstranění odpadu, zvláště pak směrnici 2018/850 ze dne 30. 5. 2018. Nový odpadový zákon má za cíl omezit do roku 2030 skládkování komunálního odpadu na 10% jeho původní hmotnosti. Veškerý směsný komunální odpad (SKO) by tak měl být zpracován jinými způsoby - recyklací, energetickým využitím či jinak. (541/2020 Sb. Zákon o Odpadech)

V ČR bylo jen za rok 2020 vyprodukováno 38,5 mil. tun odpadů a z toho bylo 5,7 mil. tun odpadů komunálních. Z tohoto množství bylo celých 48% komunálních odpadů uloženo na skládky, 39% využito materiálově, 12% využito energeticky v zařízeních pro energetické využití odpadu neboli ZEVO a 1% bylo odstraněno jiným způsobem. (ISOH, MŽP, 2021)

To znamená, že aktuálně se u nás každý rok skládkuje přes 2,7 mil. tun odpadů. Tato práce si klade za cíl zmapovat aktuální nakládání s biologicky rozložitelnými odpady (BRKO) a zjistit možnosti jejich odklonu tak, aby byly splňovány požadavky zákona č. 541/2020 Sb. BRKO tvoří aktuálně významnou složku skládkovaných komunálních odpadů a má negativní vliv na své okolí. Práce si též klade za cíl zmapovat situaci nakládání s BRKO v okolních zemích EU, které se snaží dosáhnout stejných cílů a zaměřit se na jejich způsoby, kterými se snaží dosáhnout odklonu BRKO mimo SKO.

3. Legislativa

3.1 Definice odpadu dle zákona

Dle zákona o odpadech č. 541/2020 Sb., který vešel v platnost 1. 1. 2021 a který má za cíl zajistit vysokou úroveň ochrany životního prostředí, zdraví lidí a trvale udržitelné využívání přírodních zdrojů předcházením vzniku odpadů a nakládáním s nimi, se jako odpad bere každá movitá věc, které se osoba zbavuje či má úmysl nebo povinnost se jí zbavit. (Zákon č. 541/2020 Sb.)

Tento zákon rovněž zapracovává příslušné předpisy EU věnující se omezení skládkování, zvláště pak směrnici EU 2018/850 ze dne 30. 5. 2018. Tato směrnice má za cíl omezit do roku 2030 omezit skládkování veškerého komunálního odpadu, který je vhodný k recyklaci, materiálovému či energetickému využití. Podle této směrnice má být nově skládkováno maximálně 10 hmotnostních procent z původního množství odpadu. Kromě omezení skládkování odpadů, podléhajícím tříděnému sběru jako jsou plasty, sklo, papír a kovy, se směrnice zvláště zaměřuje na biologicky rozložitelný odpad, tzv. BRKO. Ten má zvláště negativní účinky na životní prostředí z hlediska tvorby emisí skleníkových plynů a znečištění povrchových vod, podzemních vod, půdy a ovzduší. (Směrnice EU 2018/850)

Snížení množství skládkovaného BRKO již řeší směrnice EU č. 1999/31/ES, ta se však zabývá zákazem skládkování již odděleně sebraných biologicky rozložitelných odpadů, které se sbírají za účelem recyklace či jiného využití. (Směrnice EU 1999/31/ES)

3.2 Právní úprava nakládání s odpadem

Dle hierarchie odpadového hospodářství, která je stanovena zákonem č. 541/2020 Sb., je prioritou odpadového hospodářství předcházení vzniku odpadu a nelze-li vzniku odpadu předejít, pak je v následujícím pořadí příprava k opětovnému použití, recyklace, jiné využití včetně toho energetického a není-li to možné, tak odstranění odpadu např. jeho uložením na skládku. (§ 3, Zákon č. 541/2020 Sb.)

Od této hierarchie způsobů nakládání s odpadem je možné se odchýlit pouze v případě odpadů, u kterých je to při zohlednění celkových dopadů životního cyklu výrobků a materiálů, zahrnujícího vznik odpadu a nakládání s ním, vhodné s ohledem na nejlepší

výsledek z hlediska ochrany životního prostředí a zdraví lidí. Při uplatňování této hierarchie se zohledňuje celý životní cyklus výrobků a materiálů, technická proveditelnost, hospodářská udržitelnost a sociální dopady. (Zákon č. 541/2020 Sb.)

Rozdělení jednotlivých druhů odpadů do jasně definovaných kategorií je upraveno vyhláškou č. 8/2021 Sb. o katalogu odpadů a posuzování vlastností odpadů, účinné od 27. 1. 2021. Ta upravuje zařazení odpadů, hodnocení nebezpečných vlastností odpadů a způsob postupu pro hodnocení vlastností jednotlivých druhů odpadů. Odpady, které naplňují definici komunálního odpadu dle zákona, se zařazují do skupiny začínající dvojcíslím 20. Do této skupiny nesmí být zařazeny žádné jiné odpady, krom těch komunálních. Spadají sem i biologicky rozložitelné odpady.

3.3. Právní úprava nakládání s BRKO

Nový odpadový zákon stanovuje obcím povinnost převzít veškerý komunální odpad, vznikající na jejich území. Zároveň stanovuje povinnost obce určit místo pro oddělené soustředění BRKO tak, aby se tento odpad již nedostával na skládku SKO. Stanovuje též nutnost zpracovat takový odpad přednostně. (§ 63, Zákon č. 541/2020 Sb.)

Od 1. 1. 2030 by již také neměl provozovatel ukládat na skládku odpady, jejichž výhřevnost je vyšší než 6,5 MJ/kg či které překračují limitní hodnotu parametru biologické stability AT₄, což je hodnota respirační aktivity odpadu v průběhu 4 dní a je stanovená na 10 mg O₂/g sušiny. (Zákon č. 541/2020 Sb.)

Zařazení BRKO do katalogu odpadů je vymezeno vyhláškou č. 8/2021. Ta stanovuje metody pro zařazení odpadu podle jeho vlastností. Tato vyhláška také upravuje hodnocení nebezpečných vlastností odpadů a způsob jejich zkoušení pro ověření bezpečnosti. Hodnocení nebezpečných vlastností odpadů může dle této vyhlášky provádět pouze osoba s příslušným oprávněním a vzděláním v daném směru. Do skupiny BRKO patří všechny odpady, které jsou schopné biologického rozkladu. Kromě bioodpadu sem tak patří i papír, textil či dřevo. (Vyhláška č. 8/2021 Sb.)

Mezi BRKO naopak nepatří odpady vedlejší živočišné produkce, neboli VŽP. Do této skupiny patří např. maso, vejce, mléčné výrobky či kosti. Tyto odpady nespádají pod odpadový zákon, ale pod zákon veterinární. (Zákon č. 166/1999 Sb.)

4. Současná situace v ČR

4.1. Typy odpadů

4.1.1. Biologicky rozložitelné odpady

Odpady jsou nežádoucím materiálem, který vzniká lidskou činností. Biologicky rozložitelný odpad pak patří mezi jeden ze zdrojů znečišťujících životní prostředí. Vzhledem k nárůstu populace roste i množství celosvětově produkovaného odpadu. S tím se pojí potřeba tohoto odpadu se zbavit. (Zagorskis et al., 2012)

Biologicky rozložitelný odpad je pak jakýkoliv odpad, který je schopen anaerobního či aerobního rozkladu. (Generowicz, 2020) Jedná se o odpady vznikající v průmyslu, zemědělství, čistírnách odpadních vod a ostatní výrobě. (POH ČR, MŽP, 2021)

4.1.2. Biologicky rozložitelné komunální odpady

Biologicky rozložitelné komunální odpady produkují občané, resp. obce. Ty se stávají zodpovědnými za odpad ve chvíli, kdy ho fyzická osoba odevzdá na místě k tomu určeném. Tento typ odpadu je obvykle samostatně neškodnou směsí rozložitelných látek, nicméně při jeho smíchání s ostatními druhy odpadů může docházet ke škodlivým a nekontrolovaným reakcím na skládkách a v zařízeních pro energetické využití odpadu. (Bendere et al., 2014)

V roce 2018 tvořil bioodpad ve skladbě SKO u nás přes 25% hmotnosti komunálního odpadu. (EKO-KOM, 2020) Takové množství bioodpadu se projevuje při skládkování negativně nejen tvorbou skládkových plynů, které nekontrolovatelně unikají do ovzduší, ale i postupným sesedáním tělesa skládky vlivem rozkladu a s tím spojené narušování její struktury. To může způsobit narušení spodní části skládky a tím dojít k úniku toxických látek do podzemní vody a okolního prostředí. Pro ZEVO pak přítomnost vysokého procenta BRKO znamená zhoršenou kvalitu hoření vlivem vysoké vlhkosti odpadu. (Barekova et al., 2013)

4.2. Způsoby zpracování SKO

Pro zpracování SKO se u nás používá několik postupů. Tím nejčastějším způsobem odstranění SKO je jeho uložení na skládku. Každý rok je u nás takto uloženo přibližně 48% všech vyprodukovaných komunálních odpadů. Mezi další způsoby pak patří materiálové využití, např. recyklace či energetické využití v jednom ze 4 k tomu určených zařízení. (ISOH, MŽP, 2021)

4.2.1. Skládkování

V celé EU se ročně vyprodukuje asi 90 milionů tun BRKO a více než 40% z tohoto množství se likviduje ukládáním na skládky. (Jukić & Šišić, 2019) Pokud dojde k uložení organického odpadu na skládku KO, začne docházet k postupnému rozkladu tohoto odpadu v anaerobních podmínkách. Tím dochází ke vzniku skládkového plynu, jehož hlavní složkou je metan (CH_4). Ten přispívá ke skleníkovému efektu asi 21x více než oxid uhličitý, který vzniká při aerobním rozkladu biologického odpadu. (Bendere et al., 2014)

Kromě negativního vlivu na ovzduší je skládkování BRKO též ohrožením pro okolní půdu a podzemní vodu. Dle výzkumu, provedeného v Pákistánu na skládce SKO u města Karáčí, na které je BRKO zastoupen až z 71%, je okolní půda a podzemní voda ohrožena převážně výluhem z tělesa skládky. Tento výluh dle výzkumu obsahoval zvýšenou koncentraci těžkých kovů, převážně olova. Díky tomu došlo ke změně fyzikálně- chemických parametrů okolí. (Jilani & Rashid, 2020)

Dalším negativem skládkování odpadu s podílem BRKO je zahřívání odpadu, díky kterému může dojít k požáru v tělese skládky a s tím spojenému úniku zplodin do ovzduší.

4.3. Možnosti využití BRKO

Snížit podíl BRKO v SKO lze za využití těchto metod:

- Energetickým využitím v ZEVO
- Mechanicko- biologickou úpravou
- Odděleným sběrem BRKO u zdroje
- Domovním a komunitním kompostováním
- Výrobou bioplynu

4.3.1. Energetické využití v ZEVO

Za energetické využití BRKO se považuje jeho odstranění spaláním v zařízeních k tomu určených, tj. zařízeních pro energetické využití odpadu neboli ZEVO. Díky nárůstu populace, technologickému rozvoji a industrializaci dochází ke zvyšování energetických potřeb obyvatel. (Bilen et al., 2021) Společně s nárůstem počtu obyvatel dochází zároveň i k nárůstu produkce odpadů. Řešením obou těchto problémů by mohlo být spalování odpadů za přesně definovaných podmínek, jako je například teplota. Tímto procesem by zároveň mohla být vyráběna elektrická energie či vytápěny nemovitosti. Spalování odpadů by rovněž velmi pomohlo dosáhnout cílů EU na snížení emisí skleníkových plynů, jelikož by došlo ke snížení objemu odpadu ukládaného na skládky SKO. Odpad, použitý jako palivo by mohl rovněž nahradit jiné fosilní zdroje, které se aktuálně k výrobě energie využívají a na kterých jsme závislí. (Münster & Meibom, 2011)

Dle studie provedené v Turecku, při které se detailně zkoumal energetický zisk jednotlivých způsobů zpracování odpadů jako je spalování, skládkování, anaerobní digesce a zplyňování, je spálení odpadu s ohledem na energetickou výtečnost, ekonomický potenciál a dopady na ŽP tím nejlepším možným řešením. (Bilen et al., 2021)

K tomuto výsledku dochází i studie autorů provedená v Řecku, která hodnotí kladně především ekonomický potenciál spalování odpadu oproti jiným metodám a energetickou ziskovost tohoto způsobu. (Tolis et al., 2010)

K výsledku, že je spalování odpadu nejčistší a energeticky nejefektivnější formou likvidace odpadu došla též studie provedená v roce 2020 v Brazílii. (Silva et al., 2020) Tato studie však posuzuje i jednotlivé vlastnosti spalovaného odpadu a zaměřuje se na jeho složení. Je zde prokázáno, že odpad s vyšším poměrem obsahu BRKO hoří díky vyšší vlhkosti hůře, má menší výhřevnost a vyšší produkci spalin než odpad bez příměsi BRKO.

Pro ideální podmínky při spalování SKO je tak nutné, aby jeho výhřevnost nebyla snížena příliš velkým množstvím BRKO. Pokud BRKO není dostatečně

odseparováno z odpadu odděleným sběrem či jiným způsobem, má to vliv na ekonomickou i energetickou část spalování odpadu. (Albores et al., 2016)

V ČR je energeticky využito 12% SKO. (ISOH, MŽP, 2021) Na energetickém využití odpadu se u nás podílejí čtyři zařízení ZEVO, která jsou umístěna v Praze, Brně, Liberci a Plzni. Tato zařízení zvládnou každý rok spálením odstranit dohromady asi 768 tis. tun odpadu. Zároveň vyrobí elektrickou energii o celkovém objemu 175 tis. MWh a teplo o celkové hodnotě 2 651 383 GJ. Část odpadů, převážně pneumatiky a paliva vyrobená z vytríditelných odpadů se rovněž spalují v cementárnách a vápenkách, kde jsou žádaná pro svou energetickou výtěžnost. Zvláště spalování odpadu v cementárnách je výhodné, neboť nedochází ke vzniku popela, který by se musel ukládat na skládku. V těchto zařízeních je každý rok spálením odstraněno asi 400 tis. tun odpadů. V ČR je dále celkem 22 spaloven průmyslových a nemocničních odpadů.

Provoz alternativních zařízení pro spalování odpadu, jako je např. elektrárna Dětmanovice, je zatím pouze na bázi zkoušek a s aktivním zapojením tohoto a podobných zařízení do nakládání s odpadem se aktuálně nepočítá. (VISOH, 2021)

4.3.2. Mechanicko- biologická úprava BRKO

Tuto metodu je vhodné využít převážně pro zbytkový komunální odpad, tj. odpad, ze kterého jsou již vytríděné využitelné materiály. Smyslem této metody je stabilizace a snížení objemu odpadu tím, že se část složek oddělí od sebe na lince s rotačním sítem a tyto složky se opětovně využijí. (Fei et al., 2018)

Tím, že odpad projde fází mechanicko biologické úpravy (MBÚ), se sníží obsah jeho biologicky rozložitelné hmoty s cílem minimalizovat dopady na ŽP (zápach, samoohřev, samozapalování, produkce bioplynu, výluh a růst patogenů). (Barrena et al., 2009)

Na lince pro MBÚ se z odpadu nejdříve magneticky odstraní kovy a následně se od sebe pomocí rotačního síta oddělí lehká frakce, těžká frakce a bioodpad. (Fei et al., 2018)

Z lehké frakce, která obvykle tvoří přibližně 40% ze vstupního množství a skládá se z plastu, papíru a dalších odpadů, je možné následně vyrobit palivo s výhřevností až 18 MJ/kg. (Bayard et al., 2010)

Těžkou frakci, která tvoří obvykle přibližně 15% ze vstupního množství většinou není možné dále využít a musí být uložena na skládku KO. Je složená převážně ze skla, minerálního odpadu a keramiky. (Bayard et al., 2010)

Bioodpad, který tvoří až 40% ze vstupního množství, se vlivem otáčení síta dostane ven jako podsítná frakce menší než 40 mm. Následně dochází k jeho biologické stabilizaci kompostováním. Tento materiál se vzhledem k obsahu těžkých kovů a jiných nečistot nehodí jako náhrada kompostu, lze ho však použít jako rekultivační substrát například pro rekultivaci skládek KO. (Bayard et al., 2010)

Postup MBÚ je tedy vhodný převážně pro dotřídění SKO. V Evropě bylo jen mezi lety 1990- 2010 instalováno 180 zařízení MBÚ. (Fei et al., 2018)

Nevýhodou použití této metody však zůstávají vysoké pořizovací náklady na stavbu těchto linek a finančně nákladná separace většího množství odpadu. (Guziana et al., 2014)

4.3.3. Oddělený sběr BRKO u zdroje

Od 1.4.2019 vešla v ČR v platnost novela č. 210/2018 o rozsahu a způsobu zajištění odděleného soustředování složek komunálních odpadů upravující vyhlášku č. 321/2014 Sb. Ta ukládá obcím povinnost zajistit na svém území systém celoročního sběru bioodpadu a sběr jedlých olejů a tuků.

Tato novela dává obcím zároveň možnost, aby v období od 1. listopadu do 31. března přizpůsobily četnost svozu klimatickým podmínkám a množství produkovaných odpadů. (Havelka, 2018)

Obce mohou sběr provádět prostřednictvím:

- Sběrných dvorů
- Kompostovacích zařízení
- Velkoobjemových kontejnerů
- Sběrných nádob
- Pytlového způsobu sběru
- Systému komunitního kompostování

Smyslem tohoto nařízení je, aby bioodpad nekončil ve skladbě SKO, kde je za jeho likvidaci třeba platit, ale aby byl odpad jako surovina znovu využit například ve formě kompostu, který může sloužit jako kvalitní organická hmota navracející půdě důležité živiny. To lze využít jako opatření např. proti erozi půdy. (Slejška & Váňa, 2004)

Je pouze na rozhodnutí jednotlivých obcí, kterou z uvedených metod či jejich kombinaci zvolí. To dává obcím značné možnosti v přístupu ke sběru bioodpadu. Velká část měst řeší sběr pomocí velkoobjemového kontejneru umístěného v prostředí sběrného dvora. Je to především kvůli sníženému množství bioodpadu, který lidé ze sídlišť a hustěji obydlených oblastí vyprodukují. Při umístění kontejneru na bioodpad do soustavy sběrných nádob na tříděný sběr pak často dochází ke zvýšené kontaminaci tohoto odpadu cizím odpadem. Se zvyšující se vzdáleností ke sběrnému místu však často klesá ochota obyvatel bioodpad třídit. (Žák, 2008)

Část obcí pak na základě zájmu svých občanů pořizuje domácí kompostéry, na které lze žádat dotaci od ministerstva (OPŽP), či zapůjčuje speciální hnědé nádoby na bioodpad, u kterých zajišťuje svoz. (Havelka, 2018)

Záleží však jen na jednotlivých obcích a jejich samosprávách, jak moc jsou ochotny občanům usnadnit třídění a separaci bioodpadu ve svém správním území. Dle statistik je aktuální vzdálenost sběrných nádob pro tříděný sběr průměrně 90 m od domu. (EKO-KOM, 2020) Kontejnery pro tříděný sběr bioodpadu však nejsou běžnou součástí tříděného sběru.

Bioodpad vybraný do kontejnerů od městského obyvatelstva má také často vyšší míru kontaminace cizím odpadem a nižší míru kompostovatelného kuchyňského odpadu ve srovnání s obyvateli vesnic či vilových čtvrtí. (Báreková et al., 2020)

4.3.4. Domovní a komunitní kompostování bioodpadu

Komunitní kompostování je definováno jako „kompostování biodegradabilního odpadu skupinou lidí s cílem využít svých vlastních biodegradabilních odpadů, jakožto i biodegradabilních odpadů od dalších lidí, co možná nejbližší místu vzniku“.
(Pokorná, 2016)

Jedná se tedy o využití vlastních bioodpadů například skupinou sousedů, což přináší kromě výhod spojených se využitím vlastního odpadu například i výhody sociálního kontaktu.

Domovní kompostování je pak způsob využití pouze vlastních bioodpadů na vlastní zahradě či třeba na balkóně. Kompostování probíhá v nádobě či ohradě vyrobené ze dřeva, plastu či jiných vhodných materiálů opatřených otvory pro přístup kyslíku, který je nezbytnou podmínkou pro průběh kompostovacích procesů. Možnou alternativou k běžnému způsobu kompostování pak může být vermikompostér, což je nádoba, ve které je kompost neustále provzdušňován díky přítomnosti žížal. (Vázquez et al., 2015)

Komunitní a domovní kompostování je velmi výhodné pro obce, které tak nemusí zajišťovat a platit svoz a zpracování bioodpadu. Pro obyvatele má pak vlastní kompostování kromě výhod finančních i klady v podobě zisku kompostu pro vlastní spotřebu.

V případě vesnic či domovní zástavby, kde se nevyplatí vzhledem k malé produkci bioodpadu hromadný svoz, může obec svým obyvatelům pomoci se zpracováním bioodpadu vybudováním komunitních kompostovacích center. Při použití komunitních kompostáren na sídlištích a místech s větší koncentrací obyvatel je však třeba zajistit dohled na vlhkost, teplotu a dostatečné provzdušnění kompostu. Také je potřeba dohlédnout na to, aby nedocházelo ke kontaminaci kompostu nevhodným typem odpadů. (Slejška, 2007)

Řešením kompostování v městech může být například zřízení komunitních kompostovacích center u škol, úřadů či v sídlech velkých firem. Tato metoda se úspěšně osvědčila v zahraničí a lze díky ní ušetřit až 37% nákladů na zpracování bioodpadu. (Adhikari et al., 2010)

4.3.5. Výroba bioplynu z BRKO

Vyseparovaný BRKO lze kromě výše zmíněných možností využít pro výrobu plynu. Při uložení SKO na skládku má v prvních 15 letech největší vliv na emise plynů hnilobná frakce odpadu, neboli BRKO. (Donovan et al., 2011) Tím, jak se odpad postupně rozkládá a zahřívá, dochází k uvolnění skládkových plynů, z nichž má největší podíl zastoupení metan, který tvoří asi 25-30% skládkových plynů v závislosti na skladbě odpadu. (Misevièius & Baltrenas, 2011) V důsledku anaerobního rozkladu BRKO na skládkách pak uniká do ovzduší každý rok až 15% celkové antropogenní produkce metanu. (Farrokhzadeh et al., 2017) Zachycením a využitím plynů produkovaných BRKO lze tak nejen vyrábět energii, ale i eliminovat škodlivé emise skleníkových plynů do atmosféry.

Bioplyn je možné z BRKO vyrábět v bioplynových stanicích, kde dochází k rozkladu organické hmoty anaerobním způsobem, tj. bez přístupu kyslíku. Rozklad je prováděn za přítomnosti bakterií, kvasinek či hub. (Czapiewski et al., 2022) K výrobě bioplynu z BRKO dochází fermentací, kdy se odpad zahřívá na 42°C a je stále promícháván. Tím jsou vytvořeny podmínky pro podporu rozkladných procesů, ze kterých vzniká bioplyn. Ten je následně odváděn do plynojemu, kde dochází k dalším úpravám jako je odstranění vlhkosti a čištění. (Farrokhzadeh et al., 2017)

Tento plyn je tak připraven pro další využití. Tím nejčastějším je jeho spálení v kogenerační jednotce, která pohání generátor vyrábějící elektrický proud. Při spalování dochází také ke vzniku odpadního tepla, které je možné využít například pro vytápění budov. (Tsiliyannis, 2019)

Pokud nebyl BRKO na vstupu příliš znečištěn příměsí cizích odpadů, lze ho navíc po skončení procesu získávání bioplynu využít v zemědělství jako organické hnojivo a nedochází tak ke vzniku žádného odpadu, který by bylo třeba skládkovat či jinak zpracovávat. (Misevièius & Baltrenas, 2011)

Výhodou této metody je možnost energetické a tepelné soběstačnosti využitím odpadu, nevýhodou pak může být požadavek na čistotu BRKO a vyšší vstupní náklady na vybudování zařízení pro výrobu a využití bioplynu.

5. Zkušenosti se sběrem BRKO a jeho využití v zahraničí

Implementaci směrnice 2018/850 EU o omezení skládkování SKO do roku 2030 neřešíme jen my, ale celá Evropská unie. Lze se tak inspirovat z úspěchů a chyb při snaze o snížení produkce BRKO přímo u jednotlivých států.

5.1. Německo

BRKO tvoří v Německu přibližně 30-40% skladby komunálních odpadů. Vzhledem k situaci na přelomu 80. a 90. let minulého století, kdy množství produkovaného odpadu neustále rostlo, bylo potřeba najít řešení. Kapacita stávajících skládek SKO přestávala stačit a záměr na zřízení nových vyvolával odpor obyvatel. To mělo za následek přehodnocení systému odpadového hospodářství a zvýšený důraz na likvidaci odpadů jiným způsobem než skládkováním, převážně v ZEVO. (Schüch et al., 2017)

Oddělený sběr bioodpadu po celý rok je ve všech Německých správních celcích uzákoněn od 1. 1. 2015. Díky tomu se množství BRKO, které se vyskytuje v SKO snížil přibližně na třetinu. (Schüch et al., 2017)

Systém odpadového hospodářství zde probíhá v tzv. „duálním režimu“, což znamená, že zatímco o sběr a likvidaci ostatních frakcí SKO se starají soukromé odpadové společnosti, tak sběr BRKO je zde plně v kompetencích veřejné samosprávy. Aktuálně se zde využívají 2 způsoby sběru BRKO:

- a) Systém sběru u chodníku, kdy domácnosti oddělují recyklovatelné materiály od SKO do speciálních nádob či pytlů na BRKO ke krajnici k pravidelnému sběru.
- b) Přinášecí sběr, při kterém jsou sběrná místa či recyklační vysokokapacitní kontejnery přístupné na dobře dostupných místech, např. u obchodních center

Dle průzkumu využívá sběrných nádob na bioodpad asi 52% všech obyvatel. Toto číslo se zvětšuje v oblastech směrem na západ. Zde dosahuje až 65% občanů, kteří aktivně využívají možnosti vytrídít svůj odpad do sběrných nádob. (Krause & Oetjen-Dehne, 2014)

Ročně je v Německu sesbíráno za použití zmiňovaných metod v průměru 184 kg bioodpadu na obyvatele. Tento odpad se dále využívá pro výrobu bioplynu či velmi kvalitního kompostu, který není znečištěn ostatními druhy odpadů. Díky vyseparování BRKO od ostatního odpadu je navíc zefektivněno zužitkování SKO v ZEVO, neboť klesá vlhkost odpadu. (Schüch et al., 2017)

5.2. Polsko

Situace ohledně odpadového hospodářství byla v Polsku, stejně jako v dalších zemích bývalého socialistického bloku, po roce 1989 značně neuspokojivá. Téměř veškerý SKO končil na skládkách a další možné způsoby využití či zpracování byly mimo zájem občanů i úřadů. To se změnilo až po roce 2004, kdy došlo ke vstupu Polska do EU. Vstupem totiž vznikla povinnost implementovat unijní nařízení ohledně sběru a využití SKO. (Sulewski et al., 2021)

Jen za rok 2018 bylo v Polsku vyprodukováno přibližně 12 485 mil. tun SKO, což znamená asi 325 kg odpadu na obyvatele. Množství vyprodukovaného odpadu však není na celém území stejné a je ovlivněno převážně ekonomickou situací obyvatel. (Jakubus & Stejskal, 2020) V systému nakládání s odpadem v Polsku převažuje skládkování, které je využíváno pro odstranění 42% odpadů. Recyklací prochází 26% odpadů, energetickým využitím v ZEVO 24% a kompostováno je 8% veškerých odpadů. (Sulewski et al., 2021) Zde je nutné zmínit, že ještě v roce 2016 bylo v Polsku v provozu pouze 1 zařízení ZEVO ve Varšavě, avšak v posledních letech bylo postaveno několik dalších zařízení. Podařilo se to převážně díky finanční podpoře EU, u které si Polsko vyjednalo až 80% dotaci na stavbu těchto zařízení. (Przydatek, 2020)

Podíl BRKO ve skladbě SKO je v porovnání s ostatními zeměmi EU relativně malý a tvoří asi 38% odpadů. (Sulewski et al., 2021) Bioodpad je sbírán do kompostovacích nádob, které jsou umístěny společně s ostatními kontejnery pro separovaný sběr na dobře přístupných místech. Takto vybraný BRKO se následně využívá pro výrobu bioplynu a kvalitního kompostu. (Jakubus & Stejskal, 2020)

Snížené množství BRKO ve skladbě SKO je pravděpodobně výsledkem snahy o propagaci domácího způsobu kompostování. V mnoha obcích funguje pro obyvatele možnost získat kompostér zdarma (na náklady obce), pokud se zaváže přestat odkládat bioodpad do veřejného systému odpadového hospodářství. To má, společně s osvětou

ze strany obcí ohledně výhod kompostování, kladný vliv na množství bioodpadu v SKO. (Sulewski et al., 2021)

5.3. Slovensko

System odpadového hospodářství na Slovensku se musel, stejně jako v případě ostatních zemí EU, přizpůsobit po vstupu do EU nárokům unijní legislativy. Tak, jako ostatní země EU se i Slovensko aktuálně snaží dosáhnout omezení skládkování SKO a přesměřovat své odpadové hospodářství na jiné způsoby nakládání s odpadem. Nejvýrazněji zastoupeným odpadem ve skladbě SKO je i zde BRKO, který tvoří asi 46% odpadu SKO. (Matošková et al., 2016)

Vzhledem k závazku Slovenska, zvýšit do roku 2035 množství recyklovaného KO na 65% bylo nutné změnit legislativu, protože bez zajištění efektivního sběru BRKO nelze daných cílů dosáhnout. V zájmu snížení množství bioodpadu byla zavedena zákonem č.79/2015 o odpadech povinnost obcí umožnit svým občanům třídít bioodpad. To znamená pro obce nutnost zabezpečit, aby mohla každá domácnost kompostovat svůj bioodpad přímo sama či měla možnost odevzdat ho ke zpracování do k tomu určených zařízení. (Masničková & Moňok , 2021)

Největší nárok při sběru BRKO je kladen na komfort sběru. To znamená zejména donáškovou vzdálenost a četnost vývozu nádob pro sběr BRKO. Pro co nejmenší donáškovou vzdálenost se zavádí povinnost umístění nádob na bioodpad co nejbližší domovním dveřím tak, aby byly blíže, než nádoby na SKO a ostatní třídíitelné frakce odpadu. Zvláštní důraz je také kladen na omezení zápachu bioodpadu, který je eliminován použitím speciálních kontejnerů vybavených spodní mřížkou a bočními ventilačními otvory tak, aby nedocházelo k přílišnému zahřívání odpadu. Tyto kontejnery by měly být umístovány na stinná místa, aby byl co nejvíce omezen ohřev odpadu a s tím spojené hnilobné procesy. Zároveň jsou v letních měsících vyváženy alespoň dvakrát týdně. Obcím se také doporučuje dodávat svým občanům speciální kompostovací rozložitelné tašky, ve kterých má být odpad ukládán tak, aby nedocházelo k přílišnému znečištění nádob a s tím spojeným zápachem. (Masničková & Moňok , 2021)

Dalším opatřením pro snižování BRKO v SKO je budování komunitních kompostérů v obcích a domovních zástavbách. Ty jsou budovány obvykle na pozemku obce a

financovány z obecního rozpočtu. Obce také zajišťují pro případné zájemce semináře o prospěšnosti kompostování a výhodách vlastního kompostu. (Masníčková & Moňok, 2021)

5.4. Rakousko

Rakouský zákon o odpadech ustanovuje jako hlavní zásady odpadového hospodářství udržitelnost, ochranu lidí a životního prostředí a zachování přírodních zdrojů. Zároveň stanovuje jako nejvýznamnější prioritu předcházení vzniku odpadů. (Zákon č.102/2002)

Dle vyhlášky z roku 2004 se musí veškerý SKO před uložením na skládku upravit. Nelze tak skládkovat SKO přímo jako např. v ČR. Nejčastějším způsobem úpravy je energetické využití v ZEVO, kde je využito asi 54% SKO. Přibližně 21% odpadů je upraveno na linkách MBÚ a zbylé odpady jsou vytríděny. Celkově Rakousko využívá ve svém odpadovém hospodářství 9 zařízení ZEVO a 16 zařízení MBÚ. (*Interministerielle Koordinierungsstelle, 2022*)

Systém platby za svoz a zpracování SKO je pro občany nastaven tak, aby nejvíc platili občané, kteří nejméně třídí. Cena za svoz závisí na velikosti sběrné nádoby a požadované frekvenci jejího vývozu, což musí být z důvodu hygienických podmínek minimálně jednou do týdne. (General Information on Waste Prevention and Sorting (SDG), 2022) Občané jsou tak motivováni třídít většinu svých odpadů do kontejnerů pro separovaný sběr, které jsou bezplatné a hojně dostupné. Celkově je tak 58% odpadů zrecyklováno či kompostováno a ušetří se velké množství nákladů na zpracování odpadů. (EU, 2021)

Bioodpad se pak schromažďuje rovněž v kontejnerech a je využíván pro výrobu bioplynu či kompostu. Zkompostovaný bioodpad se pak rozdává volně zájemcům jako úrodný kompost a případné přebytky se prodávají výrobcům substrátu. (*Interministerielle Koordinierungsstelle, 2022*)

6. Praktická část

V rámci praktické části bylo analyzováno materiálové složení pěti vzorků SKO s cílem zjistit procentuální a hmotnostní zastoupení jednotlivých frakcí odpadu. Tyto rozborů proběhly v roce 2020 a 2021. Osobně jsem se jich nezúčastnil ale data jsem získal s povolením uveřejnění od společnosti EKO-KOM, která v ČR provozuje systém sběru a recyklace obalových materiálů. Rozborů složení vzorků odpadů pro tuto firmu aktuálně provádím a níže popsanou metodiku v praxi běžně využívám. (K dispozici jsou rovněž aktuální data z vlastních rozborů, pro jejich publikaci v této práci ale nebylo prozatím uděleno povolení). Dva analyzované vzorky jsou venkovského a tři sídlištního původu.

6.1. Metodika

Metoda analýzy vzorků byla prováděna podle interní metodiky společnosti EKO-KOM, která vychází především z výzkumného projektu „Výzkum vlastností komunálních odpadů a optimalizace jejich využívání“. (Benešová et al., 2008)

Analyzovaný vzorek je odebírán z hlavního vzorku, který odpovídá obsahu svozového vozu při jedné sběrné jízdě. Z tohoto vzorku je následně náhodně odebráno minimálně 200 kg, které jsou pak tříděny na jednotlivé frakce. Třídění se provádí ručně na kovovém sítu s velikostí ok 40x40 mm. Díky této velikosti ok, která odpovídá velikosti ok roštů podávajících odpad v ZEVO, je oddělena nadsítná frakce větší než čtyři centimetry. Ta je následně rozdělena do látkových skupin. Sítem propadne na zem podsítná frakce, která se již dále nezkoumá. Obrázek 1 zachycuje zařízení připravené pro analýzu vzorku.



Obrázek 1 Připravené sito pro rozbor

6.2. Kategorie třídění

Nadsítná frakce je roztříděna do následujících kategorií:

- Papír
- Plast
- Sklo
- Kovy
- Biologický odpad- kompostovatelný
- Biologický odpad- nekompostovatelný
- Nápojový karton
- Spalitelný odpad
- Minerální odpad
- Nebezpečný odpad
- Textil
- Elektro

Plast, papír, sklo a kovy jsou následně dotřídovány do dalších látkových skupin dle svých vlastností. Obrázek 2 ilustruje obsah jednoho svozového vozu po uložení na skládce SKO.



Obrázek 2 Vzorek SKO na skládce

6.3. Výsledky

Výsledky každého ze zmiňovaných pěti rozborů jsou zaznamenány v Tabulce 1 a 2. Na získané výsledky je nutné nahlížet pouze jako na orientační příklad- pro stanovení přesné skladby odpadu je na dané lokalitě nutné provádět stejný rozbor pravidelně po dobu několika let v každém ročním období. Skladba odpadu se totiž neustále mění v závislosti na roční době např. podle topné sezóny, kdy především ve venkovské zástavbě roste podíl podsítné frakce díky velkému množství popela. Účelem provedených rozborů tak není poskytnout přesný popis skladby SKO pro celou ČR, ale pouze poukázat na míru zastoupení jednotlivých druhů odpadů, které by se daly využít jinak.

Tabulka 1 skladba SKO na 3 lokalitách, 2020

ROK 2020		Vzorek 1: duben-červen 2020, venkov		Vzorek 2: leden-březen 2020, sídliště		Vzorek 3: říjen-prosinec 2020, sídliště	
Látková skupina		Podíl [% hm.]	Podíl [% obj.]	Podíl [% hm.]	Podíl [% obj.]	Podíl [% hm.]	Podíl [% obj.]
Plasty		13,2%	42,5%	10,1%	39,8%	6,6%	35,5%
Papír/lepenka		7,7%	18,6%	4,3%	16,6%	6,6%	17,6%
Sklo		5,7%	2,8%	1,8%	0,1%	2,7%	0,4%
Kovy		5,1%	4,5%	2,7%	3,6%	4,3%	5,4%
Bioodpad		19,1%	5,8%	14,2%	5,2%	24,1%	11,5%
	Kompostovatelný	17,7%	5,3%	14,0%	3,8%	20,2%	7,7%
	Nekompostovatelný	1,4%	0,6%	0,2%	1,4%	3,9%	3,8%
Elektroodpad		1,2%	0,2%	0,0%	0,0%	2,6%	0,8%
Minerální odpad		0,7%	0,2%	1,6%	1,4%	3,1%	0,4%
Nápojové kartony		0,6%	1,1%	0,7%	1,4%	0,4%	0,8%
Nebezpečný odpad		0,5%	0,6%	0,2%	0,0%	1,5%	0,8%
Textil		2,4%	2,6%	2,9%	4,3%	2,2%	3,8%
Spalitelný odpad		37,1%	17,7%	26,2%	16,1%	29,4%	15,3%
Frakce < 40 mm		6,6%	3,4%	35,0%	11,4%	16,4%	7,7%
Součet		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabulka 2 skladba SKO na 2 lokalitách, 2021

ROK 2021		Vzorek 4: leden-březen 2021, venkov		Vzorek 5: červenec-září 2021, sídliště	
Látková skupina		Podíl [% hm.]	Podíl [% obj.]	Podíl [% hm.]	Podíl [% obj.]
Plasty		5,6%	25,7%	7,5%	37,8%
Papír/lepenka		5,2%	19,4%	8,8%	19,1%
Sklo		5,3%	2,4%	4,3%	2,2%
Kovy		1,7%	4,6%	2,4%	4,1%
Bioodpad		18,8%	15,9%	23,6%	9,0%
	Kompostovatelný	13,2%	12,9%	17,9%	6,4%
	Nekompostovatelný	5,7%	3,0%	5,8%	2,6%
Elektroodpad		1,7%	0,8%	0,5%	0,2%
Minerální odpad		0,1%	0,0%	0,6%	0,3%
Nápojové kartony		0,4%	1,5%	0,8%	2,6%
Nebezpečný odpad		0,8%	1,5%	0,3%	0,6%
Textil		0,5%	0,2%	0,3%	0,4%
Spalitelný odpad		22,5%	16,7%	38,8%	20,2%
Frakce < 40 mm		37,4%	11,4%	11,9%	3,4%
Součet		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Papír:

Objemové procento zastoupení papíru se drží ve všech vzorcích na hodnotách kolem 18%. V závislosti na lokalitě se však mění jeho složení. Zatímco pro sídlištní zástavbu je typická spíše převaha kancelářského papíru, letáků a tiskovin tak na venkově převládá převážně vlnitá lepenka. To může být způsobeno jejím nesnadným spalováním a vyšším množstvím popela než u ostatních druhů papíru. Papír z SKO je

navíc často silně znečištěn a jeho použití pro recyklaci, po separaci přímo z SKO, tak není často možné. Množství papíru ve skladbě odpadu by bylo možné snížit omezením množství letáků obchodních domů či jeho sběrem např. v rámci obce či školy tak, aby se zvýšila motivace vytrídít ho.

Plast:

Jedná se o objemově nejvíce zastoupený typ odpadu. Velké procento jeho zastoupení je pravděpodobně ovlivněno především větší vzdáleností kontejneru pro separovaný sběr než kontejneru pro SKO. Množství plastu ve skladbě SKO by se nejspíše podařilo snížit větší propagací jeho třídění.

Sklo:

Objemově i hmotnostně se jedná o méně zastoupený materiál. Sklo se dále třídí dle barvy na čiré, zelené a hnědé. Ve vzorku SKO se obvykle nachází jako nevratné obaly od nápojů, sklenice od potravin či jako střepy. Jeho zastoupení je obvykle větší ve skladbě odpadů z vesnic. Dle mého názoru zde opět hraje roli vzdálenost nádob pro separovaný sběr, neboť tyto nádoby se obvykle nacházejí např. na návsi, zatímco nádobu na SKO má každý přímo před domem. Pomoci při snížení jeho množství v SKO by mohlo např. rozšíření zálohových obalů.

Kovy:

Třídí se následně podle materiálového složení na železo, hliník a ostatní kovy. Z velké části se jedná o plechovky od nápojů, které jsou v poslední době jako obal stále populárnější. Jejich množství v SKO může být zapříčiněno horší dostupností sběrných kontejnerů na kov. Častá je taky nevědomost občanů o tom, že řada svozových firem umožňuje vyhodit kovový obal do žlutého kontejneru na plast. Omezit množství kovových nápojových obalů by bylo také možné zavedením zálohového systému podobně jako je tomu u skleněných nápojových obalů. Případně zavedením speciální daně na výrobky prodávané v kovových obalech tak, aby nedocházelo k tomu že např. pivo ve vratném skleněném obalu je dražší než v obalu kovovém. Takto získané finance by se následně daly využít na budování linek pro dotřídění SKO.

Biologický odpad- kompostovatelný:

Do této kategorie patří veškeré kompostovatelné odpady jako je tráva, listí, zbytky ovoce a zeleniny z kuchyně, suché pečivo atd. Jedná se o hmotnostně nejvíce zastoupenou frakci po spalitelném odpadu. Jak již bylo v této práci popsáno, tento odpad působí velmi negativně v prostředí skládek SKO, kde dochází k jeho rozkladu, často ve spojení se zahříváním. Jeho odstranění ze skladby SKO by mělo být prioritou.

Biologický odpad- nekompostovatelný:

Do kategorie nekompostovatelného odpadu patří odpady vedlejší živočišné produkce, jejichž kompostování je zakázáno zákonem. Tyto odpady nespádají pod zákon o odpadech ale pod zákon veterinární. Jedná se převážně o potraviny jako jsou mléčné výrobky, namazané pečivo, vejce, maso či výrobky z nich. Tyto odpady mají také negativní dopady na prostředí skládek SKO. Jejich odstranění ze skladby SKO lze dosáhnout několika postupy. Převážně informační kampaní zaměřenou proti plýtvání potravinami či změnou legislativy tak, aby bylo možné alespoň část těchto odpadů kompostovat.

Nápojový karton:

Relativně málo zastoupená položka jak z podílu objemu, tak hmotnosti. Jeho vytrídění by bylo možné zlepšit rozšířením sítě sběrných nádob pro nápojový karton. Často je separován do stejné nádoby jako plast, ale občané o tom nevědí. Zmenšení jeho množství v SKO by tak mohlo být dosaženo pomocí osvěty, např. výrazným označením přímo na sběrné nádobě.

Spalitelný odpad:

Jedná se o hmotnostně nejvíce zastoupenou položku ve vzorku. Do kategorie spalitelného odpadu patří všechny dále nevytríditelné složky. Jsou to například dětské pleny, silně znečištěné odpady, které již není možné oddělit, dřevo, guma atd. Velkou část spalitelných odpadů při vzorkování tvoří právě odpady, které jsou tak znečištěné jinými, že jejich oddělení již není možné. Také zde platí pravidlo „pokud už se daného odpadu nechceš znovu dotknout, dej ho do spalitelného“. Do této kategorie také patří odpady, u kterých je náplň těžší než obal. Snížit množství tohoto odpadu by šlo převážně zlepšením třídění.

Minerální odpad:

Jedná se o velmi málo zastoupený druh odpadu. Patří sem kameny, dlažební kostky či keramika. U tohoto druhu odpadu se pravděpodobně separovaný sběr nevyplatí, přesto je zbytečné, aby např. kameny byly převáženy na skládku. Zde se jedná spíše o zbytečné navyšování environmentálních dopadů ve smyslu větších emisí skleníkových plynů při přepravě apod.

Nebezpečný odpad:

Jedná se také o méně často zastoupený typ odpadů. Patří sem baterie, zářivky, spreje označené jako hořlavina či jinou značkou, chemikálie apod. Do této kategorie byly navíc přidány veškeré předměty související s Covid- 19 jako jednorázové testy či roušky. Množství odpadů této kategorie lze ve vzorku SKO snížit lepší dostupností nádob pro sběr baterií či zářivek.

Textil:

Jedná se o skupinu odpadů, která na skládkách SKO podléhá rozkladu a patří tak mezi BRKO. Snížit jeho množství ve skladbě SKO lze podporováním a rozšiřováním sítě sběrných nádob na textil.

Elektroodpad:

Ve vzorku se vyskytují převážně drobná elektro zařízení. Často v sobě tato zařízení mají akumulátory a jejich odstranění skládkováním či v ZEVO tak může být nebezpečné. Množství elektroodpadu v SKO lze opět snížit rozšířením sítě sběrných nádob na elektroodpad a zlepšením jejich dostupnosti umístěním například k nákupním centrům.

Podsítná frakce:

Do podsítné frakce patří veškerý odpad, který propadne oky síta. Často tvoří velkou část podsítné části bioodpad jako jsou drobné kousky zeleniny a ovoce, zemina či káva. Množství této frakce též závisí na ročním období. Zvláště ve venkovské zástavbě tvoří v zimě podsítná frakce značnou část vzorku díky množství popela z kamen.

7. Diskuze

Z dostupných zdrojů vyplývá, že za současné situace ČR není schopna splnit cíle na omezení skládkování SKO a ukončení skládkování veškerých odpadů BRKO. Aby došlo ke zvýšení biologické stability a došlo ke snížení výhřevnosti odpadů ukládaných na skládky, je potřeba přistoupit k výrazným změnám v systému nakládání s odpadem a našem přístupu k němu. Pro nalezení řešení je možné inspirovat se u okolních zemí, které jsou členy EU a řeší stejný problém s naplněním závazku omezit skládkování BRKO.

Rozbor vzorků SKO prokázal, že odpad, který je určen k odstranění, je až z 80% tvořen vytríditelnými složkami. Proto by bylo vhodné zaměřit se na to, aby se tyto odpady do SKO vůbec nedostaly. Toho lze dosáhnout pouze motivováním občanů k třídění vlastního odpadu a zlepšením podmínek pro tříděný sběr. Tato motivace by měla být na národní úrovni a měla by být převážně pozitivní. Občané by měli být seznámeni s tím, kolik odpadů u nás končí každý rok na skládce a kolik takové uložení stojí vlastně peněz z veřejných rozpočtů měst a obcí. Zároveň by bylo vhodné zaměřit se na rozšíření sítě pro separovaný sběr a začít aktivně vybírat od občanů bioodpad. Příklad pro sběr bioodpadu si můžeme vzít u Slovenska, které zavedlo pro každý dům povinnost mít vlastní kompostér či nádobu pro sběr bioodpadu co nejbližší dveřím domu. (Masníčková & Moňok, 2021) Díky tomu je možné počítat s větší ochotou obyvatel třídit vlastní bioodpad. Pokud by takové nádoby byly zavedeny běžně v ulicích a docházelo by k jejich častému svozu kvůli eliminaci zápachu, lze počítat s omezením množství bioodpadu v SKO. Takto sebraný bioodpad by se následně mohl využívat pro výrobu bioplynu podobně jako v Rakousku. (*Interministerielle Koordinierungsstelle*, 2022) To by mělo zároveň pozitivní vliv na částečnou energetickou soběstačnost ČR.

V místech, kde se svoz bioodpadu finančně nevyplatí je vhodné nabídnout občanům možnost komunitního kompostování. Tyto kompostéry by měly být budovány na pozemcích města či obce tak, aby byly dobře dostupné. Zároveň by obec mohla pro zájemce pořádat kompostovací semináře, aby každý věděl, co do takového kompostéru patří a co ne. Taková akce by se dala využít i jako příležitost sousedského setkání, grilování nebo třeba výměny sazenic rostlin.

Ohledně kompostování u rodinných domů se můžeme inspirovat v Polsku, kde obec nabídne občanům na své náklady pořízené kompostéry zdarma, pokud se tito zaváží neodkládat již kompostovatelný odpad do sběrného systému. (Sulewski et al., 2021)

Bioodpad však není jedinou složkou, kterou je třeba z SKO odklonit. Pokud by se podařilo výrazně vylepšit systém recyklace, vždy bude zůstat část odpadů SKO, jejichž recyklace není možná. Nejlepším způsobem pro odstranění odpadů je energeticky je využít. (Bilen et al., 2021) Takové odstranění odpadů by však mělo být až poslední možností, neboť při něm dochází k nenávratné ztrátě materiálu, který bylo předtím třeba relativně složitě vyrobit.

Na energetickém využití odpadu se v ČR aktuálně podílejí 4 zařízení, která ročně odstraní asi 770 tisíc tun odpadů. Na skládky SKO se však u nás dostane každý rok 2,7 mil. tun odpadů. (ISOH, MŽP, 2021) Pokud by se povedlo skutečně efektivně odklonit alespoň 60% z těchto odpadů, tak by to stále znamenalo odstranit asi tunu odpadu ročně. Z toho důvodu je potřeba postavit další dvě nebo tři zařízení ZEVO tam, kde aktuálně žádné není. Vhodným místem pro stavbu takových zařízení by tak mohla být Ostrava, Olomouc a České Budějovice.

Energie získaná z těchto zařízení likvidací odpadu by pak mohla být použita pro vytápění lidských obydlí místo plynu, který aktuálně využívá většina tepláren a kotelen a od kterého se bude muset EU pravděpodobně v dohledné době odklonit. Finance na stavbu ZEVO by se mohly získat po vzoru Polska z dotačních programů EU. (Przydatek, 2020) Stavba takového rozsahu by měla být financována státem, který by měl zároveň o prospěšnosti takové stavby přesvědčit ty, v jejichž okolí by tato zařízení stála. Jako zajímavá motivace by mohla posloužit snížená cena vytápění.

V lokalitách, kde se stavba ZEVO nevyplácí v důsledku velkých svozových tras by pak bylo řešením snížení objemu odpadu SKO budování linek mechanicko- biologické úpravy. Finanční prostředky pro stavbu těchto zařízení by se mohly opět z části sehnat v rámci dotačních fondů EU. Zbylé náklady na stavbu a provoz by pak měli hradit převážně ti, kteří produkují nejvíce SKO, na jehož odstranění se budou tato zařízení používat. Zde se můžeme inspirovat rakouským modelem, kdy jsou nejvíce zpoplatněni ti, kteří třídí nejméně. To by znamenalo nastavit poplatky za vývoz sběrné nádoby SKO podle její velikosti a četnosti vývozu, minimálně však z hygienických

důvodů alespoň jedenkrát týdně. (SDG, 2022) Tím by došlo k další motivaci občanů k třídění vlastního odpadu a zároveň k sehnání financí pro provoz těchto zařízení.

Dosažení snížené výhřevnosti SKO a zvýšení jeho biologické stability je tedy reálné, je však třeba změnit způsob nakládání s odpadem a náš přístup k němu.

8. Závěr

Práce se zabývá způsoby nakládání s odpadem v ČR a možnostmi využití bioodpadu tak, aby byl splněn požadavek na zvýšení biologické stability a snížení výhřevnosti aktuálně skládkovaného odpadu. Toho lze dosáhnout pouze odklonem vytríditelných složek, které aktuálně zbytečně končí na skládkách SKO.

Pokud dojde ke zlepšení nakládání s bioodpadem tak, aby nekončil ve skladbě SKO můžeme získat cennou surovinu pro výrobu bioplynu či kompostu.

V současné době se ve skladbě SKO nachází velký počet frakcí, které lze využít lépe, než uložit je na skládku. Pokud dojde k jejich uložení na skládku dochází rozkladnými procesy části z nich k tvorbě nekontrolovatelné tvorbě skládkových plynů s negativním vlivem na ovzduší. Zároveň vzniká výluh, který je škodlivý pro okolní prostředí a může ohrožovat podzemní vodu.

Možnost zlepšení našeho přístupu k odpadu je převážně ve sběru bioodpadu od občanů a jeho následné využití. Velká část odpadů se do skladby SKO dostává převážně díky neinformovanosti o nutnosti třídít odpad či z neochoty tento odpad třídít. Mělo by tak dojít ke změně v přístupu k odpadovému hospodářství. Velmi inspirativní by pro nás v tomto ohledu měly být postupy zavedené v okolních zemích, které mnohdy úspěšně vedou ke snížení skládkování SKO.

9. Seznam literatury

- 8/2021 Sb. *Katalog odpadů*. (n.d.). Retrieved August 13, 2022, from <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-8>
- 166/1999 Sb. *Veterinární zákon*. (n.d.). Retrieved August 13, 2022, from <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1999-166>
- 541/2020 Sb. *Zákon o odpadech*. (n.d.). Retrieved August 13, 2022, from <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-541>
- 1999/31/ES - *Směrnice Rady 1999/31/ES ze dne 26. ... | Esipa.cz*. (n.d.). Retrieved August 13, 2022, from <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=31999L0031>
- Adhikari, B. K., Trémier, A., Martinez, J., & Barrington, S. (2010). Home and community composting for on-site treatment of urban organic waste: Perspective for Europe and Canada. *Waste Management and Research*, 28(11), 1039–1053. <https://doi.org/10.1177/0734242X10373801>
- Albores, P., Petridis, K., & Dey, P. K. (2016). Analysing Efficiency of Waste to Energy Systems: Using Data Envelopment Analysis in Municipal Solid Waste Management. *Procedia Environmental Sciences*, 35, 265–278. <https://doi.org/10.1016/J.PROENV.2016.07.007>
- Barekova, A., Halajova, D., Barek, V., & Halaj, P. (2013). REPRESENTATION OF BIODEGRADABLE WASTE IN MUNICIPAL SOLID WASTE IN RURAL LANDSCAPE. *GEOCONFERENCE ON ECOLOGY, ECONOMICS, EDUCATION AND LEGISLATION*, 833–838.
- Báreková, A., Tátošová, L., Kišš, V., & Kováčová, M. (2020). Composition of the Separated Green Waste in Rural and Urban Area. *Journal of Ecological Engineering*, 21(5), 234–239. <https://doi.org/10.12911/22998993/123120>
- Barrena, R., d'Imporzano, G., Ponsá, S., Gea, T., Artola, A., Vázquez, F., Sánchez, A., & Adani, F. (2009). In search of a reliable technique for the determination of the biological stability of the organic matter in the mechanical–biological treated waste. *Journal of Hazardous Materials*, 162(2–3), 1065–1072. <https://doi.org/10.1016/J.JHAZMAT.2008.05.141>
- Bayard, R., de Araújo Morais, J., Ducom, G., Achour, F., Rouez, M., & Gourdon, R. (2010). Assessment of the effectiveness of an industrial unit of mechanical–biological treatment of municipal solid waste. *Journal of Hazardous Materials*, 175(1–3), 23–32. <https://doi.org/10.1016/J.JHAZMAT.2009.10.049>
- Bendere, R., Teibe, I., Arina, D., & Lapsa, J. (2014). Greenhouse gas emission reduction due to improvement of biodegradable waste management system. *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*, 51(6), 26–40. <https://doi.org/10.1515/LPTS-2014-0034>
- Benešová, L., Černík, B., Hnaťuková, P., Kotoulová, Z., & Vrbová, M. (2008). *Univerzita Karlova v Praze “VÝZKUM VLASTNOSTÍ KOMUNÁLNÍCH ODPADŮ A OPTIMALIZACE JEJICH VYUŽÍVÁNÍ.”*
- Bilen, H. F., Canakoglu, E., & Soykan, G. (2021). The Effect of the use of Bio-waste on The Generation of Electrical Energy in Municipal Solid Waste Incineration. *10th IEEE International Conference on Renewable Energy Research and Applications, ICRERA 2021*, 370–375. <https://doi.org/10.1109/ICRERA52334.2021.9598481>
- Czapiewski, K., Asdrubali, F., Szyba, M., & Mikulik, J. (2022). Energy Production from Biodegradable Waste as an Example of the Circular Economy. *Energies* 2022, Vol. 15, Page 1269, 15(4), 1269. <https://doi.org/10.3390/EN15041269>
- Donovan, S. M., Pan, J., Bateson, T., Gronow, J. R., & Voulvoulis, N. (2011). Gas emissions from biodegradable waste in United Kingdom landfills. *Waste*

- Management and Research*, 29(1), 69–76.
<https://doi.org/10.1177/0734242X10389510>
- (EU) 2018/850 - *Směrnice Evropského parlamentu a Rady ... | Esipa.cz.* (n.d.). Retrieved August 13, 2022, from <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=32018L0850>
- Farrokhzadeh, H., Hettiaratchi, J. P. A., Jayasinghe, P., & Kumar, S. (2017). Aerated biofilters with multiple-level air injection configurations to enhance biological treatment of methane emissions. *Bioresource Technology*, 239, 219–225.
<https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2017.05.009>
- Fei, F., Wen, Z., Huang, S., & de Clercq, D. (2018). Mechanical biological treatment of municipal solid waste: Energy efficiency, environmental impact and economic feasibility analysis. *Journal of Cleaner Production*, 178, 731–739.
<https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.01.060>
- General information on waste prevention and sorting (SDG).* (n.d.). Retrieved August 9, 2022, from https://www.oesterreich.gv.at/en/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/abfall/Seite.3790051.html
- GENEROWICZ, A. (2020). Evaluation of the Ecological Effect of Biodegradable Waste Processing in a Comprehensive Municipal Waste Management System. *Architecture, Civil Engineering, Environment*, 13(1), 121–128.
<https://doi.org/10.21307/ACEE-2020-010>
- Guziana, B., Song, H., Thorin, E., Dotzauer, E., & Yan, J. (2014). Policy Based Scenarios for Waste-to-Energy Use: Swedish Perspective. *Waste and Biomass Valorization*, 5(4), 679–688. <https://doi.org/10.1007/S12649-013-9262-7/TABLES/5>
- Havelka, P. (2018). *ČAOH: Nové povinnosti obcí ve sběru BRKO a olejů a tuků | ČAOH - Česká Asociace Odpadového Hospodářství.*
<https://www.caoh.cz/aktuality/caoh-nove-povinnosti-obci-ve-sberu-brko-a-oleju-a-tuku.html>
- Informační systém odpadového hospodářství ISOH | CENIA.* (n.d.). Retrieved August 13, 2022, from <https://www.cenia.cz/odpadove-a-obehove-hospodarstvi/isoh/>
- Interministerielle Koordinierungsstelle.* (2022). https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/abfall/abfallvermeidung/lebensmittel/koordinierung.html
- Jakubus, M., & Stejskal, B. (2020). Municipal solid waste management systems in Poland and the Czech Republic. A comparative study. *Environment Protection Engineering*, 46(3), 61–78. <https://doi.org/10.37190/EPE200304>
- Jilani, S., & Rashid, R. (2020). Municipal solid waste dumping and its impact on soil quality in Karachi. *EQA - International Journal of Environmental Quality*, 36, 9–14. <https://doi.org/10.6092/ISSN.2281-4485/9342>
- Jukić, M., & Šišić, I. (2019). Analysis of the Energy Potential of Organic Bioradable Part of Municipal Waste. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 42, 459–466.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-90893-9_54/COVER
- Krause, P., & Oetjen-Dehne, R. (2014). *Krause: Compulsory implementation of separate collection waste.* https://scholar.google.com/scholar_lookup?hl=cs-CZ&publication_year=2014&author=P.+Krause&author=R.+Oetjen-Dehne&author=I.+Dehne&author=D.+Dehnen&author=H.+Erchinger&title=Compulsory+implementation+of+separate+collection+of+bio-waste
- Masníčková M., & Moňok M. (2021). *Zber biologicky rozložiteľných komunálnych odpadov- metodika pro obce, MŽP SR.*

- Matošková, J., Kučera, F., Crhová, Z., & Danko, L. (2016). *Conference Proceedings DOKBAT 12th Annual International Bata Conference*.
<https://doi.org/10.7441/dokbat.2016>
- Misevičius, A., & Baltrenas, P. (2011). Experimental investigation of biogas production using biodegradable municipal waste. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 19(2), 167–177.
<https://doi.org/10.3846/16486897.2011.576456>
- Münster, M., & Meibom, P. (2011). Optimization of use of waste in the future energy system. *Energy*, 36(3), 1612–1622.
<https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2010.12.070>
- Pokorná, A. (n.d.). *Komunitní kompostování versus malá zařízení | Odpady*. Retrieved August 5, 2022, from <https://odpady-online.cz/komunitni-kompostovani-versus-mala-zarizeni/>
- Przydatek, G. (2020). *Assessment of changes in the municipal waste accumulation in Poland*. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08943-6>
- RIS – Zákon o nakládání s odpady z roku 2002 – Konsolidovaný federální zákon, verze z 8. 12. 2022. (n.d.). Retrieved August 12, 2022, from <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20002086>
- Rozbory skladby směsného komunálního odpadu z obcí v roce 2020 – EKO-KOM. (n.d.). Retrieved August 10, 2022, from <https://www.ekokom.cz/rozbory-skladby-smesneho-komunalniho-odpadu-z-obci-v-roce-2020/>
- Schüch, A., Morscheck, G., Lemke, A., & Nelles, M. (2017). Bio-Waste Recycling in Germany – Further Challenges.
<https://doi.org/10.1080/1065657X.2017.1395716>, 25, S53–S60.
<https://doi.org/10.1080/1065657X.2017.1395716>
- Silva, L. J. de V. B. da, Santos, I. F. S. dos, Mensah, J. H. R., Gonçalves, A. T. T., & Barros, R. M. (2020). Incineration of municipal solid waste in Brazil: An analysis of the economically viable energy potential. *Renewable Energy*, 149, 1386–1394. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2019.10.134>
- Slejška, A. (2007). Komunitní kompostování v obcích podle zákona o odpadech. *Biom. Cz*.
- Slejška, A., & Váňa, J. (2004). Možnosti využití BRKO prostřednictvím kompostování a anaerobní digesce. *Biom. Cz*, 6(1). <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznosti-vyuziti-brko-prostrednictvim-kompostovani-a-anaerobni-digesce>
- Sulewski, P., Kais, K., Goła, M., Rawa, G., Urbánska, K., & di Giacomo, G. (2021). *Home Bio-Waste Composting for the Circular Economy*.
<https://doi.org/10.3390/en14196164>
- Tolis, A., Rentizelas, A., Aravossis, K., & Tatsiopoulos, I. (2010). Electricity and combined heat and power from municipal solid waste; Theoretically optimal investment decision time and emissions trading implications. *Waste Management and Research*, 28(11), 985–995.
<https://doi.org/10.1177/0734242X10371355>
- Tsiliyannis, C. A. (2019). Energy from waste: Plant design and control options for high efficiency and emissions' compliance under waste variability. *Energy*, 176, 34–57. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2019.03.123>
- Vázquez, M. A., Sen, R., & Soto, M. (2015). Physico-chemical and biological characteristics of compost from decentralised composting programmes. *Bioresource Technology*, 198, 520–532.
<https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2015.09.034>

- Výroční zpráva EKO-KOM, 2020.* (2020). https://www.ekokom.cz/wp-content/uploads/2021/09/Ekokom_vyrocní_shrnutí_2020_elektronicke.pdf
- Výtěžnosti tříděného sběru v obecních systémech v letech 2017 – 2021 – EKO-KOM.* (n.d.). Retrieved August 13, 2022, from <https://www.ekokom.cz/vysledky-systemu-eko-kom-za-roky-2017-2021/>
- Waste Management Plan of the Czech Republic for 2015-2024 - Ministerstvo životního prostředí.* (n.d.). Retrieved August 13, 2022, from https://www.mzp.cz/cz/plan_odpadoveho_hospodarstvi_aj
- Zagorskis, A., Baltrėnas, P., Misevičius, A., & Baltrėnaitė, E. (2012). *Environmental Engineering and Management*. 11(4), 849–856.
<http://omicron.ch.tuiasi.ro/EEMJ/>
- Žák, M. (2009). *ÚČETNICTVÍ A REPORTING UDRŽITELNÉHO ROZVOJE (na mikroekonomické a makroekonomické úrovni)* (J. Hřebíček, M. Hájek, & J. Hyršlová, Eds.). Linde.
- Zprávy o životním prostředí | VISOH.* (n.d.). Retrieved August 13, 2022, from <https://isoh.mzp.cz/VISOH/Main/ZpravyZp>