



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV PROCESNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF PROCESS ENGINEERING

ANALÝZA TOKU MATERIÁLOVĚ VYUŽITELNÝCH SLOŽEK VE VYMEZENÉM ÚZEMÍ

MATERIAL FLOW ANALYSIS OF WASTE FOR MATERIAL RECOVERY IN SELECTED AREA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Lenka Pálešová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Martin Pavlas, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav procesního inženýrství
Studentka: **Bc. Lenka Pálešová**
Studijní program: Procesní inženýrství
Studijní obor: bez specializace
Vedoucí práce: **doc. Ing. Martin Pavlas, Ph.D.**
Akademický rok: 2024/25

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Analýza toku materiálů ve využitelných složkách ve vymezeném území

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

V kontextu oběhového hospodářství je materiálové využití odpadů významné téma. Dlouhodobým cílem je zvyšování míry recyklace odpadů vznikajících jak při činnosti občanů, tak ve firemní sféře. Dosažení cílů, vyplývajících z legislativy, bude vyžadovat značné úsilí, změnu obchodních modelů a finančních i nefinančních zdrojů. Klíčovým aspektem v této snaze je umět popsat současnou situaci a modelovat dopady budoucích scénářů. Práce se zaměřuje na vybraný segment problematiky, bude se zabývat zejména analýzou současného stavu v oblasti monitorování toku vybraných komodit. Student se bude aktivně podílet na shromáždění dostupných dat, jejich zpracováním a hlubším rozбором. Přitom bude využívat ojedinělé nástroje, které vznikly na pracovišti Ústavu procesního inženýrství.

Cíle diplomové práce:

- eznámení se s legislativou v oblasti odpadového a oběhového hospodářství
- Seznámení se s vybranými výpočtovými nástroji, které byly na Ústavu procesního inženýrství vytvořeny a mohou být využitelné vzhledem ke splnění cílů diplomové práce (WTP, POPELKA, REVEDATO, TiramisO, apod.) a osvojení si práce s nimi.
- Analýza dostupných dat o produkci a nakládání s vybranými využitelnými složkami na konkrétním území. Analýza bude probíhat ve spolupráci se svazovou společností.
- Diskuse možných scénářů budoucího vývoje s ohledem na očekávané změny v důsledku implementace nových opatření vycházejících z aktuálních potřeb a legislativy.
- Interpretace a vizualizace výsledků

Seznam doporučené literatury:

BRUNNER, P.H.; RECHBERGER, H.. Practical Handbook of Material Flow Analysis. Lewis Publishers, New York. 2004. ISBN 1-56670-604-1

EKO-KOM. Prováděcí studie k realizaci strategie Systému EKO-KOM „Strategie 21+“. online. 2020. Dostupné z: <https://www.ekokom.cz/uploads/Strategie21.pdf> [cit. 1.10.2023]

ROUPEC, J.; TALPA, J.; PAVLAS, M.; ŠOMPLÁK, R.. Dokumentace k software nástroji pro vypracování dlouhodobé prognózy produkce odpadů v ČR (Výsledek V12). 2021. Vysoké učení technické v Brně. Dostupné z https://www.mzp.cz/cz/tiramiso_aplikace_prognozovani_odpadu [cit. 1.10.2023]

ŠOMPLÁK, R.. Efektivní plánování investic do technologií pro energetické využití odpadů. Brno, 2016. Dizertační práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta

PLUSKAL, J.; ŠOMPLÁK, R.; NĚMCOVÁ, L.; VALTA, J.; PAVLAS, M. Mathematical Modelling of Waste Flows and Treatment Based on Reconstruction of Historical Data: Case of Wastewater Sludge in Czech Republic. *Journal of Cleaner Production*, 2023, 420, 138393. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.138393.

PLUSKAL, J.; ŠOMPLÁK, R.; SZÁSZIOVÁ, L.; SUJA, J.; PAVLAS, M. Post-consumer plastic sorting infrastructure improvements planning: Scenario-based modeling of greenhouse gas savings with sustainable costs. *Journal of Environmental Management*, 2023, 325, 116567. DOI: 10.1016/j.jenvman.2022.116567.

Zákon č. 541/2020 Sb. O odpadech. Cit. 18.10.2023. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-541>.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2024/25

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Petr Stehlík, CSc., dr. h. c.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Práce sumarizuje aktuální legislativní rámec České Republiky a cíle ku kterým sa zaviazali krajiny Európskej Únie v rámci odpadov. Predstavené sú základné nástroje používané pri analyzovaní odpadového hospodárstva, s dôrazom na analýzu materiálových tokov (MFA).

Cieľom diplomovej práce je popísať toky materiálovo využitelných zložiek vo vymedzenom území použitím princípov MFA. Práca sa sústreďí najmä na potravinový odpad, ktorý by si mal v najbližších rokoch prejsť viacerými zmenami tokov. Práca prichádza s návrhom scenárov, ktoré korešpondujú s cieľmi a legislatívou. Uplatňujú sa v nich teoretické vedomosti získané z odborných štúdií, podkladov ministerstva životného prostredia ČR a berú ohľad na závery vykonaných analýz či konzultácií so zainteresovanými odvetvami.

Kľúčové slová

MFA, odpadové hospodárstvo, komunálne odpady, analýza, bioodpad, BRKO, BRO, legislatíva, ESKO-T, Třebíč, databázy, potravinový odpad, zvoz odpadov, nakladanie s odpadmi, gastroodpad

ABSTRACT

This thesis offers introduction to the current waste legislative framework of the Czech Republic and the goals to which the countries of the European Union have committed themselves in the framework of waste. The basic tools used in analysing waste management are presented, with an emphasis on Material Flow Analysis (MFA).

The aim of the thesis is to describe the flows of materially usable components in a defined area using the principles of MFA. The work is mainly focused on food waste, which would have several different flow changes in the coming years. The work proposes the design of scenarios that correspond with current goals and legislation. They apply theoretical knowledge obtained from professional studies, documents of the Ministry of the Environment of the Czech Republic and consider the conclusions of analysis or consultations with interested industries.

Key words

MFA, waste management, municipal waste, analysis, biowaste, legislation, ESKO-T, Třebíč, database, food waste

Bibliografická citácia

PÁLEŠOVÁ, Lenka. *Analýza toku materiálů ve využitelných složkách ve vymezeném území* [online]. Brno, 2025 [cit. 2024-09-05]. Dostupné z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/162491>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav procesního inženýrství. Vedoucí práce Martin Pavlas.

Prehlásenie o pôvodnosti autora

Prehlasujem, že diplomová práca s názvom Analýza toku materiálů ve využitelných složkách ve vymezeném území je pôvodná. Vypracovala som ju pod odborným vedením doc. Ing. Martina Pavlasa, PhD., s použitím informačných zdrojov uvedených na konci práce, v zozname použitých zdrojov.

V Brne, dňa 24.8.2024

Lenka Pálešová

PodĎakovanie

Chcela by som sa poĎakovať môjmu vedúcemu práce, pánovi doc. Pavlasovi, za jeho čas, cenné rady a umožnenie vypracovať diplomovú prácu na tému, ktorá ma zaujíma a aj je o ňu záujem naprieč obcami. Som vĎačná za prepojenie práce s firmou ESKO-T, ktorá mi poskytla reálne dáta a umožnila mi tak obohatiť analýzy, lepšie uchopiť návrhy a pochopiť fungovanie nastaveného systému odpadového hospodárstva. Ďakujem aj zamestnancom ÚPI, ktorý mi poskytli databázy, podklady a najmä Ing. Davidovi Poulvi za pomoc s prípravou máp.

Ďalej by som chcela poĎakovať mojej rodine a blízkym, ktorí ma počas štúdia podporovali a bez ktorých by som nebola tým, kým dnes som.

Obsah

ÚVOD	12
CIELE PRÁCE	13
1 LEGISLATÍVA	14
1.1 Aktuálně závazky EÚ v oblasti komunálních odpadů	15
1.2 Aktuálně závazky EÚ v oblasti obalových odpadů	19
1.2.1 ČR	21
1.2.1.1 Připravovaný zálohovací systém	22
1.2.1.2 Fungovanie zálohového systému na Slovensku	22
1.3 Aktuálně závazky EÚ v oblasti BR(K)O	25
1.3.1 Zariadenia na nakladanie s BR(K)O	26
1.3.1.1 Kompostáreň	26
1.3.1.2 Vermikompostáreň	27
1.3.1.3 Bioplynová stanica	27
1.3.2 Separácia BR(K)O	27
1.3.3 Výstupy z prevádzok na nakladanie s BR(K)O	29
1.3.4 Ciele EÚ ohľadom nakladania s BR(K)O	29
1.3.4.1 Ciele EÚ ohľadom nakladania s biologickým odpadom	29
1.3.4.2 Ciele EÚ ohľadom nakladania s potravinovým odpadom	30
2 NÁSTROJE PRE ANALÝZY V ODPADOVOM HOSPODÁRSTVE	32
2.1 Hmotnostné bilancie	32
2.2 Material Flow Analysis (MFA)	33
2.2.1 Vznik, rozvoj	34
2.2.2 Hlavné pojmy	35
2.2.3 Oblasti využitia MFA	37
2.2.3.1 Odpadové hospodárstvo	37
2.2.4 Tvorba MFA	38
2.2.5 Prehľad analýz odpadových tokov, vykonaných pre územie ČR	38
2.2.6 Obmedzenia MFA	39
2.3 LCA	40
2.4 POPELKA	41
2.5 WTP	41
2.6 REVEDATO	42
2.7 TiramisO	42

3	ANALÝZA DÁT	43
3.1	Prehľad databáz	43
3.2	Prehľad databáz o odpadoch	43
3.2.1	Evidenčné kódy vzťahujúce sa k produkcii.....	43
3.2.2	Kódy pre nakladanie s odpadmi	44
3.3	Prehľad verejne dostupných dát.....	44
3.3.1	ČR.....	45
3.3.2	Kraj.....	46
3.3.3	ORP	46
3.3.4	Obce	47
3.4	Porovnanie informácií z verejne dostupných dát	47
	PRAKTICKÁ ČASŤ: Analýza tokov materiálovo využitelných zložiek vo vymedzenom území.....	49
4	ZADEFINOVANIE ÚZEMIA	50
5	SPRACOVANIE DÁT	51
5.1	Prvotné spracovanie verejne dostupných dát.....	51
5.2	Exaktnejšie spracovanie dát.....	55
6	POPIS SPRACOVATEĽSKÉHO REŤAZCA.....	58
6.1	Triedenie odpadu	58
6.2	Zvoz	58
6.2.1	Frekvencia zvozu	59
6.3	Nakladanie s odpadmi.....	60
7	ALTERNATÍVY K AKTUÁLNEMU ZVOZOVÉMU SYSTÉMU BRKO	62
7.1	Predpoklad produkcie gastroodpadu.....	62
7.1.1	Analýza zástavby	62
7.1.2	Typ zástavby.....	67
7.1.3	Merná predpokladaná produkcia na obyvateľa	68
7.1.4	Hustota produkcie kuchynského BRKO	69
7.2	Popis aktuálneho zvozového systému	70
7.2.1	Odlíšnosti v zbere rastlinných a živočíšnych odpadov	72
7.3	Predchádzanie vzniku BRO	73
7.4	Realistické scenáre	74
7.4.1	Celoplošný zber gastroodpadu + kompostéry	75
7.4.2	Zber gastroodpadu iba v BD (+ zvozová trasa) + kompostéry	76
7.4.3	Zber gastroodpadu zaviesť iba v Třebíči (+ zvoz. trasa) + kompostéry.....	77

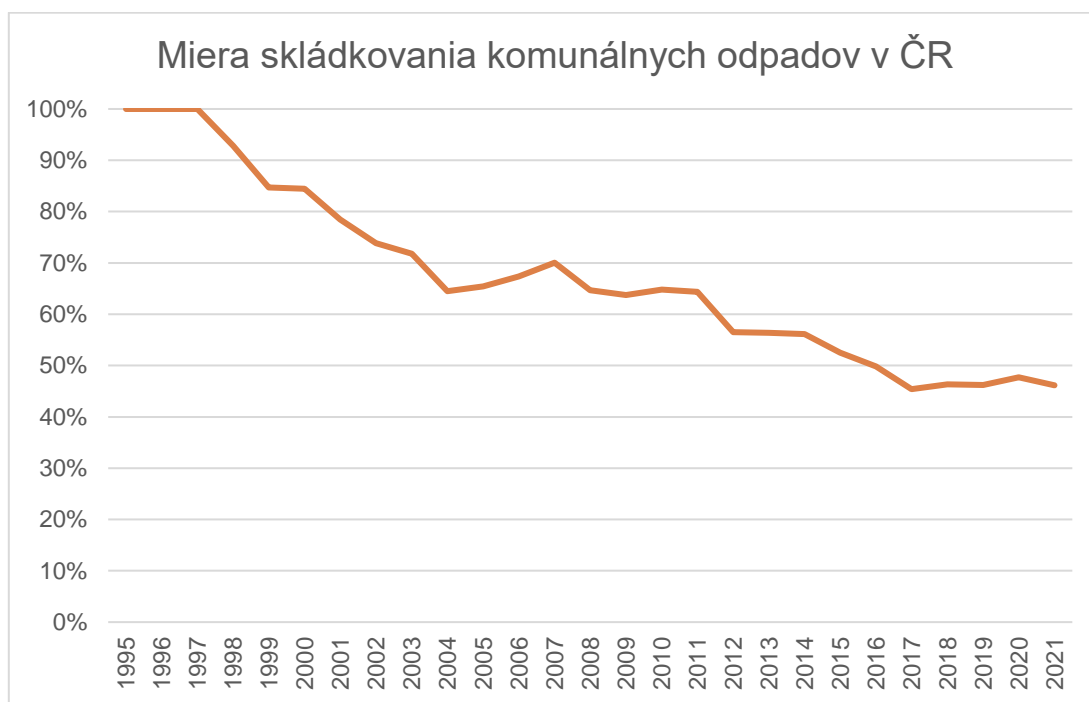
7.5	Zapojenie reštaurácií a jedálenských prevádzok.....	77
7.6	Prínosy scenárov.....	78
7.6.1	Celoplošný zber gastroodpadu + kompostéry	78
7.6.2	Zber gastroodpadu iba v BD (+ zvoz. trasa) + kompostéry	79
7.6.3	Zber gastroodpadu zaviesť iba v Třebíči (+ zvoz. trasa) + kompostéry.....	81
7.7	Porovnanie scenárov.....	83
8	SCÉNARE VYUŽITIA GASTROODPADU.....	84
8.1	Kompost.....	84
8.2	Energetika	85
8.2.1	Teplo	87
8.2.2	KVET.....	88
8.2.3	Palivo	88
8.3	Doprava.....	89
	ZÁVER.....	90
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	91
	ZOZNAM PRÍLOH	99
	ZOZNAM OBRÁZKOV.....	100
	ZOZNAM TABULIEK	101
	ZOZNAM GRAFOV	102
	ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK	104

ÚVOD

Odpad je neoddelitelnou součástí lidských životů. S rostoucí kvalitou života stoupá i množství vyprodukovaného odpadu. Odpadové hospodářství (OH) v současnosti čelí viacerým ekonomickým, sociálním a environmentálním výzvám.

Už od pradávna sú pilierom odpadového hospodárstva skládky. Ako tradičný spôsob nakladania s odpadom, skládky predstavujú výraznú záťaž pre životné prostredie, najmä kvôli kontaminácii pôdy, vody a ovzdušia. Skládky navyše predstavujú neudržateľné bremeno, ktoré si ľudstvo odovzdáva z generácie na generáciu.

Miera skládkovania komunálních odpadů v ČR síce dlhodobě klesá (Graf 1), avšak na ciele stanovené Európskou Úniou to stále nestačí. Ak chceme dosiahnuť požadovanú mieru skládkovania, 10 % do roku 2035 [1], je nutné hľadať riešenia, ktorými bude docielené rapidne zníženie skládkovania o viac ako 35 %. Pod veľkým tlakom sa nachádzajú ako obce, tak firmy zaoberajúce sa správou odpadů.



Graf 1: Miera skládkovania odpadů v ČR, obdobie 1995-2021 [2]

Najväčší podiel komunálních odpadů tvorí zmesový komunálny odpad (ZKO), netriedený odpad, ktorý ľudia vyhadzujú do čiernych kontajnerov. Tento prúd odpadu vo veľkej miere končí na skládkach, a preto je jeho redukcia v najbližších rokoch nevyhnutná. Aby bolo možné efektívne plánovať zníženie ZKO, je dôležité vedieť, aké zložky obsahuje.

CIELE PRÁCE

Cieľom teoretickej časti práce je predstaviť aktuálne platnú odpadovú legislatívu v rámci Českej republiky (ČR), ktorá úzko súvisí a odráža zákony nastavené v Európskej únii (EÚ). V práci budú predstavené záväzné ciele odpadového hospodárstva (OH) na najbližšie roky ako aj smernice a nariadenia, z ktorých pochádzajú. Používaná bude základná odpadová terminológia, ktorú autorka bližšie predstavila vo svojej predchádzajúcej práci.

Druhým cieľom je predstaviť nástroje v oblasti OH s väčším dôrazom kladeným na systém analýzy materiálových tokov.

Pre jednoduchšie a jasnejšie vypracovanie praktickej časti, budú v rámci teórie predstavené zdroje dát, z ktorých je možné čerpať informácie o odpadoch a budú zhrnuté dostupné úrovne verejných a neverejných dát. Zhodnotená bude realizovateľnosť analýz na vybraných úrovniach územných celkov.

V **praktickej časti** bude dôraz kladený na analýzu tokov odpadov v rámci vymedzeného územia.

Autorka zadefinuje vybraný územný celok, pre ktorý bude z verejne dostupných dát spracovaná prvotná analýza na maximálnej možnej úrovni. Budú zhodnotené vybrané toky odpadov a sformulované obmedzenia (napr. dostupnosť dát) znemožňujúce hlbšiu analýzu.

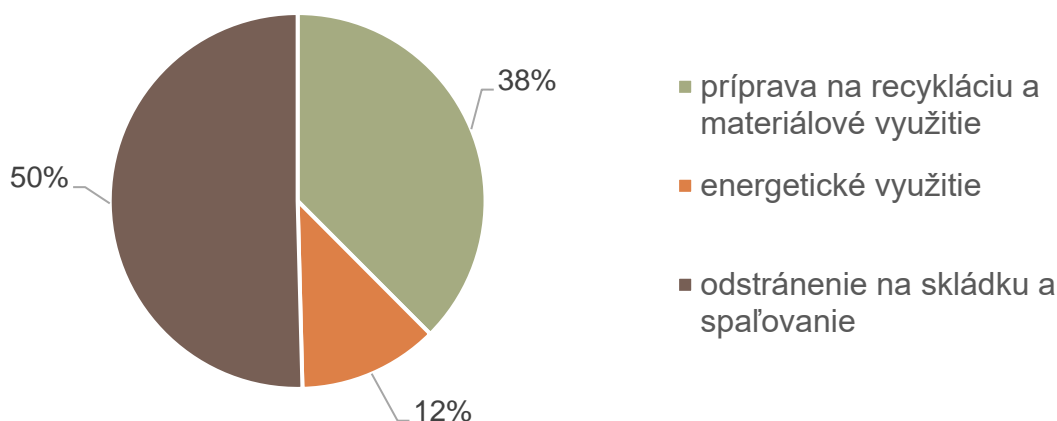
Autorka v rámci práce spolupracuje s firmou, ktorá spravuje odpady vo vymedzenom území. Práca sa bude odvíjať od požiadaviek vývoja OH v danom území a od dát poskytnutých firmou. Presné dáta budú v dostatočnej miere spracované, odpadové toky budú graficky znázornené. Výsledkom bude zobrazenie tokov odpadov pomocou grafickej metódy využívanej pri materiálových analýzach tokov (MFA).

Z konzultácií s firmou vyplynulo, že podrobnejšie budú v rámci práce riešené bioodpady. U ostatných zložiek sa z dôvodu dostatočnej miery triedenia nepôjde do hĺbky. Zanalyzovaná bude potenciálna produkcia potravinových odpadov v území. Navrhnuté budú možné scenáre zavedenia ich zberu tak, aby boli dosiahnuté požadované zmeny v tokoch smerom k naplneniu cieľov OH. Predstavené budú možnosti vybudovania infraštruktúry pre nakladanie s potravinovými odpadmi.

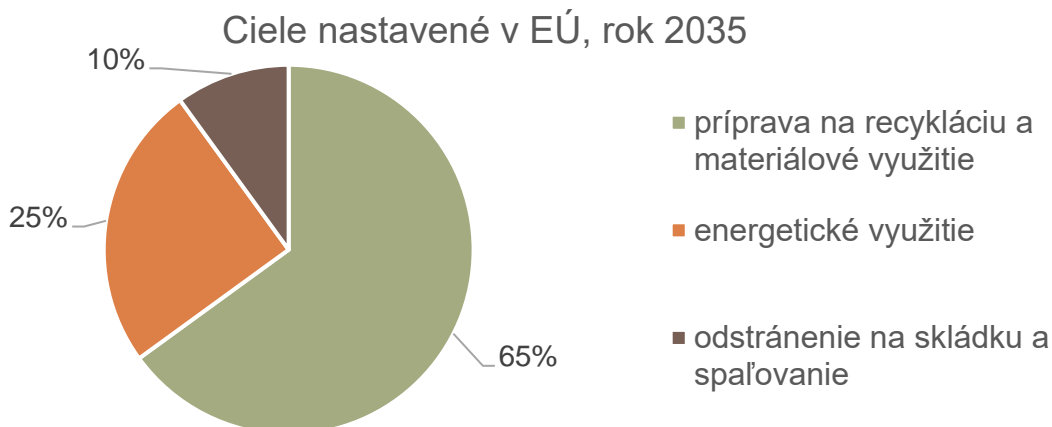
1 LEGISLATIVA

V roce 2021 bylo v ČR vyprodukovaných 39,9 miliónov ton odpadu [3]. Časť odpadov, ktorá pochádza z domácností sa nazýva komunálne odpady (KO). KO tvorili 14,8 % z celkového množstva vyprodukovaných odpadov, a teda ich produkcia dosiahla 5,9 miliónov ton [3]. Na každého obyvateľa pripadá produkcia 561 kg odpadov ([3], počet obyvateľov podľa <https://scitani.gov.cz/vysledky>). Aktuálne využívané spôsoby nakladania sú zobrazené na Graf 2. So stenčujúcimi sa zásobami cenných surovín akými sú napr. kovy, plasty, drevo a so stále sa zvyšujúcim množstvom kontaminantov vo vodách, pôde a v ovzduší sa posilnili snahy o prechod na cirkulárnu ekonomiku. V odpadovom hospodárstve by to mohlo byť dosiahnuté opätovným využívaním materiálov či energie z výrobkov určených na vyhodenie. Takéto nakladanie s odpadmi ide proti aktuálnym tendenciám viacerých štátov EÚ, kde skládkovanie tvorí 40 až 50 %. Najmä z tohto dôvodu sa v roku 2018 zaviedol cieľ obmedziť skládkovanie na 10 % a menej, do roku 2035 (článok 5, bod 5 Smernica 1999/31/EC). Následne bol zavedený recyklačný cieľ pre KO, 55 % v roku 2025, 60 % v roku 2030 a 65 % v roku 2035 (článok 11, bod 2 [4]). Pomer činností nakladania s odpadmi v roku 2035, po zavedení oboch cieľov, je zobrazený na Graf 3.

Nakladanie s KO v ČR, rok 2021



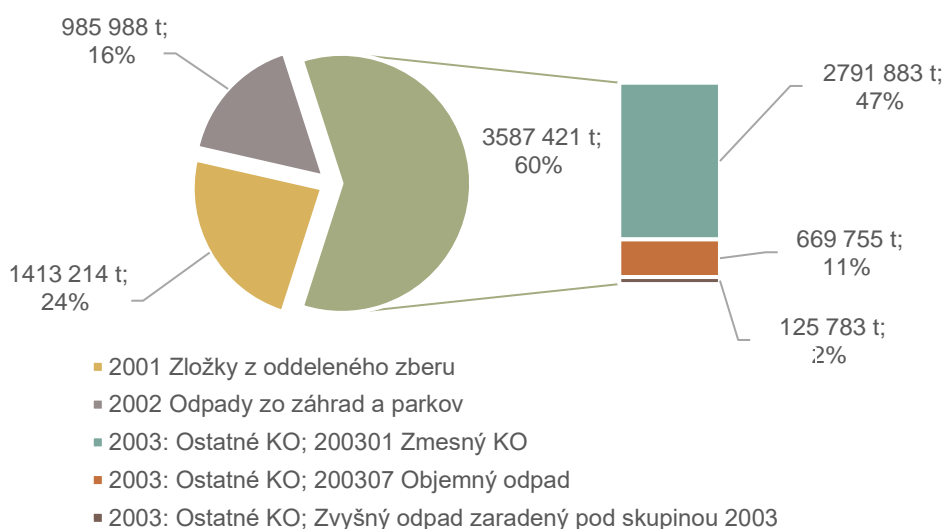
Graf 2: Nakladanie s KO v ČR za rok 2021 (spracované podľa informácií [3])



Graf 3: Ciele EÚ pre nakladanie s KO v roku 2035 (spracované podľa informácií [4])

KO pozostávají z viacerých prúdov, čo výrazne komplikuje ich recykláciu. Hlavné rozdelenie KO je na oddelene zbierané zložky a zvyšok. Oddelene zbieraný odpad je napríklad papier, plast, sklo, bioodpad, zväžaný v samostatných kontajneroch. Ďalej ho tvoria odpady zo záhrad a parkov, tzv. zelené mestské odpady. Zvyšný odpad tvorí prevažne prúd zmesového KO (ZKO), dopĺňa ho objemný odpad a zvyšný odpad zaradený pod skupinou 2003, pod ktorú spadajú nezelené mestské odpady z trhovísk, z ulíc, z kalov a z čistenia kanalizácií. Podiel oddelene zbieraných odpadov a zvyšných odpadov je zobrazený na Graf 4.

Podiel oddelene zbieraných zložiek v KO



Graf 4: Podiel oddelene zbieraných a neseparovaných zložiek v KO [5]

Aktuálne ciele triedenia odpadu sú ambiciózne a samosprávy hľadajú cesty k ich naplneniu. Z Graf 4 je na prvý pohľad zrejmé, že na zvýšenie množstva triedeného odpadu je nutné znížiť množstvo ZKO. Prúd ZKO tvorí skoro polovicu všetkých KO, zaradených pod skupinu 20 a predstavuje veľký potenciál na zlepšenie výťažnosti cenných surovín.

1.1 Aktuálne záväzky EÚ v oblasti komunálnych odpadov

V bakalárskej práci sa autorka zoznámila so Zákonom o odpadoch, č. 541/2020 Sb., [1] vysvetlila základné pojmy, predstavila odpadovú problematiku a prácou s databázami vymedzila množstvá produkovaných odpadov.

V rámci EÚ sú záväzky OH nastavené viacerými smernicami, hlavnou je **Smernica o odpadoch**, medzi ďalšie dôležité patrí napr. Smernica o skládkovaní či Nariadenie o obaloch a obalovom odpade. Aktuálnymi hlavnými cieľmi EÚ je [6]:

- limitovať skládkovanie;
- zvýšiť recykláciu, pomocou inovácií;
- zlepšiť odpadové hospodárstvo ako celok.

Zákaz skládkování využitelných odpadů od roku 2030 (§40 [1]). Využitelnost je charakterizovaná parametrem výhrevnosti, více ako 6,5 MJ/kg, biologickej stability a podľa aktuálne technickej možnosti odpad recyklovať.

Smernica o odpadoch (WFD = Waste Framework Directive), naposledy aktualizovaná 18.02.2024, definuje základné pojmy OH, predstavuje odpadovú hierarchiu a podrobne vysvetľuje každú jej časť, vrátane záväzkov v danej oblasti. Na najbližšie veľké zmeny sa už na úrovni samospráv pripravujú, plnenie záväzkov ich čaká hneď vo viacerých oblastiach:

- Zvýšenie výťažnosti recyklácie obalov, zavedenie systému zálohovania (viac v samostatnej podkapitole 2.2 Aktuálne záväzky EÚ v oblasti obalových odpadov)
- Zber textilu od 1.1.2025 [4]
- Zníženie tvorby gastroodpadu (viac v samostatnej podkapitole Aktuálne záväzky EÚ v oblasti BR(K)O).

Zber textilu čaká obce od 1.1.2025. Financovaný by mal byť formou rozšírenej zodpovednosti výrobcov (RZV / EPR = Extended producer responsibility) [7]. Finálna podoba harmonizovaného EPR systému pre textil ešte nie je známa, aktuálne (august 2024) sa prerokováva na pôde EÚ. Cieľom zavedenia poplatkového EPR systému pre textil je dosiahnuť aby poklesla produkcia oblečenia, textilu a obuvi [7].

Doteraz používané kontajnery na oblečenie, Obr. 1, sú určené pre textil, ktorý je vhodný na darovanie. Využívajú ich rôzne charitatívne projekty, a teda nie sú určené na textilné odpady.



Obr. 1: Kontajner na znovu použiteľné odevy, obuv a textil

Prúd textilu vyzbieraný touto cestou je v hierarchii radený vyššie, do kolónky predchádzania tvorby odpadov a v štatistikách o produkcii odpadov sa nevyskytuje. Jedna zo spoločností, prevádzkujúca charitatívne kontajnery vyjadrila v mene ich Asociácie recyklácie použitého textilu (ARETEX) a jej členov, obavy zo zavedenia zberu textilného odpadu. Domnievali sa, že prídu o značnú časť darovaného textilu z dôvodu nejasností ohľadom plánovania zberu [8]. Iné organizácie zase

nedisponovali povolením pre nakladanie s odpadmi [9]. V rozhovore odborného časopisu Odpadové fórum z konca roka 2022, vysvetľovali aj náročnosť darovania textilu, po jeho zaradení do odpadového režimu. Na konci roka 2023, už boli podmienky presnejšie zadefinované, textilný odpad sa bude môcť zbierať súbežne s textilom na darovanie [9]. Zber textilného odpadu by mohol zvýšiť kvalitu odevov vyzbieraných na darovanie. Problematika textilného odpadu je veľmi komplikovaná, a v rámci tejto práce nie je dostatok priestoru na venovanie sa jej do hĺbky.

V blízkej budúcnosti sa predpokladá nárast tokov nepredaného oblečenia do charitatívnych obchodov z dôvodu vstupu **nariadenia o ekodizajne (ESPR, (EU) 2024/1781)** do platnosti. Konkrétne článok 24 zakazuje výrobcovi zbavovať sa nepredaných vecí odstránením alebo uložením na skládku, počínajúc 19. júlov 2026 (veľké podniky). Nariadenie ESPR sa ďalej zaoberá definovaním udržateľného predmetu, určovaním ekodizajnových požiadaviek. Spomína sa v ňom aj vytvorenie odbornej skupiny, tzv. Fórum pre ekodizajn, ktoré bude mať za úlohu pripravovať požiadavky na ekodizajn, dohliadať na dodržiavanie zákazu o deštrukcii nepredaného tovaru, skúmať následky zavedených opatrení a pod.(článok 19, ESPR).

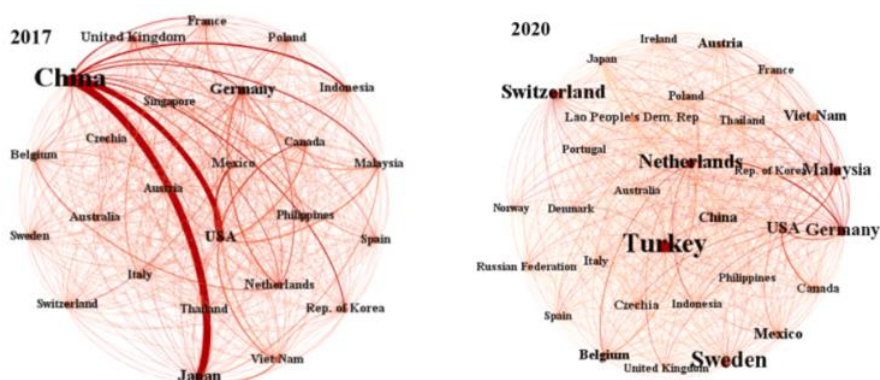
V snahe o predchádzanie odpadov vznikla aj koalícia Right to Repair (R2R) = právo na opravu [10]. Združuje viac ako 100 organizácií, opravárov, environmentálne neziskové organizácie, opravárske firmy, distribútorov náhradných dielov [10]. Dôvodom pre jej vznik boli snahy o zvýšenie vyjednávacej sily, vďaka ktorej sa mohli podieľať na zakoreňovaní práva na opravu do EÚ legislatív. Právo na opravu zahŕňa napr. zabezpečenie lepšej finančnej dostupnosti opráv, zlepšenie informovanosti o dostupných opravách, zakázanie praktík výrobcov, ktoré znemožňujú opravy. [10]

Vo februári bola na pôde EÚ prijatá **smernica R2R**, pod číslom **2023/0083 (COD)**. Prínosom by malo byť zlepšenie dostupnosti požiadať výrobcu o opravu, sprístupnenie informácií o možných opravách (cena, dĺžka trvania, náhradné diely atď.), predĺženie záručnej doby a vznik EÚ online platformy pre opravárov a ich potenciálnych zákazníkov [11]. Smernica sa veľa krát odvoláva na EÚ nariadenia v ktorých sú vymedzené základné prvky ecodesign-u určitých výrobkov. Koalícia hodnotí danú smernicu ako malý krok, k lepšiemu. Odporúčajú rozšíriť zoznam výrobkov, na ktoré sa smernica uplatňuje. Aktuálne sa smernica sústreďuje na telefóny, tablety, práčky, sušičky, umývačky riadu, chladničky, displeje, zväracie nástroje, servery a čoskoro aj na vysávače [12].

Aj dlhodobo kritizovaný vývoz odpadov prechádza zmenami. Po tom, čo Čína v roku 2018 následkom vážnych environmentálnych znečistení a zdravotných problémov, prestala prijímať viaceré ťažko recyklovateľné druhy odpadov, nastala obrovská zmena v globálnych materiálových tokoch [13]. V rokoch 1950-2017, skončilo v Číne až 72 %, 170 Mt [13] svetovej produkcie plastových odpadov. Obr. 2 zobrazuje zmenu v obchodných vzorcoch, ktorá nastala po roku 2017.

Zmeny v cezhraničnej preprave uzákonili aj na pôde EÚ. Od roku 2021 sa menia kódy odpadov, čo zamedzuje vývoz do krajín, ktorým chýba fungujúca infraštruktúra na ich spracovanie, a teda sa snaží o zamedzenie úniku škodlivín z odpadov do životného prostredia. Do tretích zemí, kam sa často vyvážal všetok plastový odpad, musia byť

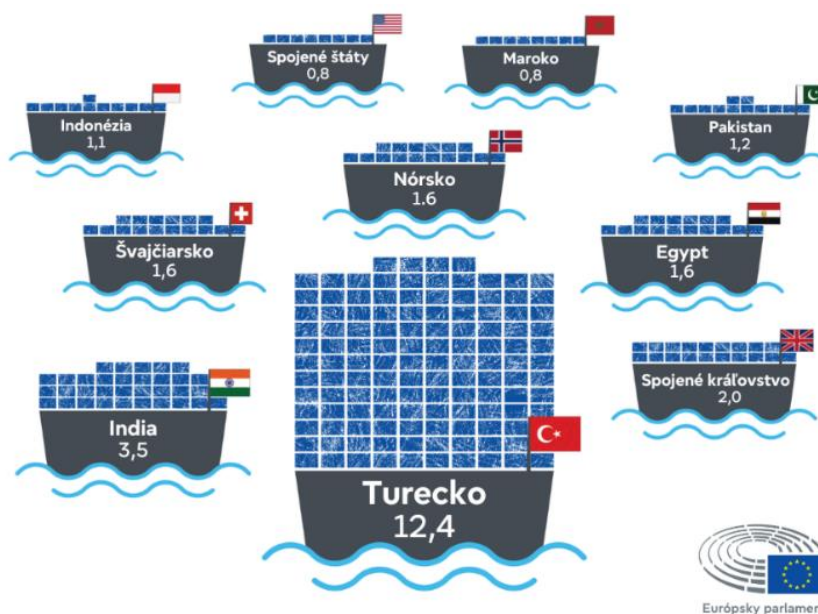
odpady prepravované pod novým kódom, tzv. zelený (odpad) zoznam, B3011. Spadajú pod neho: jednodruhové plasty, zmes PE+PP+PET, odpad ďalej musí byť vhodný k recyklácii (kód R3) a nemal by obsahovať nečistoty či iné druhy odpadu. V rámci EÚ sa používa alternatívny kód: EU3011, pod ktorý spadá všetko čo pod kód B3011, avšak už nemusí byť vhodný k recyklácii, a teda zahrňuje aj PVC. [14]



Obr. 2: Porovnanie obchodných vzorcov pred zavedením zákazu dovozu v Číne (2017) a po (2020) [13]

Odpad, ktorý nie je určený k recyklácii pod kódom R3, nie je klasifikovaný ako nebezpečný a nespadá pod B3011, spadá pod kód Y48 a je zakázané ho vyvážať mimo krajiny OECD. Vývoz do týchto krajín predchádza oznámeniu a udeleniu súhlasu. To isté platí aj v rámci EÚ, kde sa ale tento odpad označuje EU 48. [14] Bližšie informácie o evidenčných kódoch používaných v OH sú uvedené v podkapitole 3.2

Od roku 2021, je Turecko najčastejšou destináciou vývozu odpadu z krajín EÚ. V roku 2021 tam bolo vyvezených 14,7 miliónov ton odpadov [15]. Údaje za rok 2022 sú spracované na Obr. 3



Zdroj: Eurostat [env_wastrdmp] - údaje za rok 2022



Obr. 3: Hlavné destinácie vývozu odpadu z EÚ (v miliónoch ton) [16]

Autori štúdie, ktorá sa zaoberá predikciou odpadných plastových tokov, z roku 2022 predpovedajú, že v rámci EÚ budú najväčšími importérmi plastov Nemecko a Belgicko [13]. Čínsky zákaz sa týka najmä neindustriálnych plastov, akými sú napríklad plastové obaly, väčšinou určené na jedno použitie. Dôvodom je ich problematická recyklácia, ktorú spôsobujú prímеси, aditíva, či limitovanie počtu opakovaní recyklácie materiálu.

1.2 Aktuálne záväzky EÚ v oblasti obalových odpadov

Predchádzajúca práca autorky [17] z roku 2022, sa bližšie venovala obalovému odpadu. V rámci práce bola podrobne vysvetlená legislatíva súvisiaca s obalmi, predstavené boli smernice SUP a CEP a viaceré základné pojmy ako obal, EPR (Rozšírená zodpovednosť výrobcov (RZV) = extended producer responsibility = systém rozšírené zodpovednosti výrobců), recyklácia či AOS (autorizovaná obalová spoločnosť). Praktická časť práce bola súčasťou projektu Centra environmentálneho výskumu odpadového a obehového hospodárstva (CEVOOH), v rámci ktorej boli vykonané terénne výskumy za účelom získania informácií o zložení separovane zbieraných KO. Z prieskumov sa potvrdilo, že veľký podiel v separovaných nádobách na odpad (plast, kovy, tetrapak) tvoria práve obaly.

Od vydania spomínanej práce, sa na pôde EÚ posunula obalová legislatíva nasledovným smerom:

Na pôde EÚ sa od roku 2022 schvaľujú zmeny požadovaného nariadenia o obaloch a obalových odpadoch (v origináli Packaging and Packaging Waste Regulation, známe pod skratkou **PPWR**, 2022/0396(COD) ([18]). Nové nariadenie má pozmeniť nariadenie (EU) 2019/1020 a smernicu (EU) 2019/904 a zrušiť smernicu 94/62/EC (zdroj [19]).

Cieľom nariadenia je dosiahnuť vysokú mieru recyklovateľnosti obalov [20], vďaka čomu by mali byť nastavené recyklačné ciele EÚ (Tab. 1) v roku 2030 splnené.

Tab. 1: Nastavené recyklačné ciele pre obalové odpady (článok 6, odstavce (g) a (i) [19])

Dátum splnenia cieľov	Nastavené recyklačné ciele	
	k 31.12.2025	k 31.12.2030
Obalový odpad - celkovo	65 %	70 %
Sklo	70 %	75 %
Papier a kartóny	75 %	85 %
Kovy – železné	70 %	80 %
Kovy – hliníkové	50 %	60 %
Plast	50 %	55 %

Nariadenie PPWR je rozsiahle, delené do 12 kapitol. Každá kapitola obsahuje rôzny počet článkov. Zoznam kapitol súvisiacich s danou prácou:

I. Všeobecné ustanovenia – opisuje význam, cieľ, pôsobnosť nariadenia

II. Požiadavky na udržateľnosť – obsahuje smerodajné informácie pre výrobcov obalov, týkajúce sa udržateľných štandardov

III. Označovanie, etikety a požadované informácie – obsahuje smerodajné informácie pre výrobcov obalov, týkajúce sa označovania, informovania, atď.

IV. Povinnosti ekonomických subjektov – určuje ciele a zavádza povinnosti o deklarácii dodržania stanovených podmienok; zakazuje určité typy obalov (príloha 5)

V. Jednorazové plastové tašky – definovanie limitu

VII. Manažment obalov a obalového odpadu – spôsob riadenia OH v oblasti odpadov, povinnosti kontroly, výstupné správy, tvorba plánov OH, predchádzanie vzniku odpadov, záväzky a povolené nástroje k ich dosiahnutiu

Nariadenie sa snaží dosiahnuť vyššiu recyklovateľnosť obalov a vo finále aj ich recykláciu pomocou viacerých zaväzujúcich bodov:

- Zvýšenie množstva opätovne používaných obalových materiálov [20], za dodržania 8 podmienok pre dodržanie hygienických a bezpečnostných požiadavkou ([20], článok 10 [18]);
- Navrhovanie obalov s minimálnou možnou hmotnosťou ([20], článok 9 [18])
- Stanovenie povoleného zloženia materiálu, s dôrazom na zníženie nebezpečných zložiek, napr. kadmium, olovo, atď. ([20], článok 5 [18])
- Stanovenie minimálneho podielu recyklovanej zložky v obale (článok 6, [18])
- Zabezpečenie dostatočnej kvality druhotných materiálov [20]
- Určenie dizajnu obalov, vhodného k recyklácii [20]
- Zavedenie recyklačných štítkov, kedy po roku 2030, obaly s hodnotením E už nebudú môcť byť uvádzané na trh (okrem výnimiek) [20]
- Určenie typov obalov, ktoré budú musieť byť plne kompostovateľné [20]
- Transparentné materiálové zloženie obalu, informovanie spotrebiteľa na etikete a pod. ([20], článok 11 [18])
- Zákaz používania tzv. mini-obalov (obaly na omáčky, smotánky); zákaz sieťok na ovocie a zeleninu pod 1,5 kg a pod. Celý zoznam je špecifikovaný v prílohe č.5 [18], [20]
- Určenie limitu 40 tenkých plastových tašiek na človeka za rok [20]. Do tohto množstva nespádajú mikroténové vrecúška.

Viacere body nariadenia budú neskôr bližšie špecifikované.

V štúdií Európskej investičnej banky, z roku 2023 sa zaoberali aj inováciami pre vyriešenie problémov týkajúcich sa životného cyklu plastov. Prišli s viacerými podobnými odporúčaniami, ako napríklad vytvoriť „trh“ s nevyužitými plastami, označovať plasty vodoznakmi / technickým značením (na uľahčenie triedenia), inovovať recykláciu zmesových plastov, ktorá aktuálne naráža na nedostatočný dopyt, prípadne zvoliť iný materiál (napr. biologicky odbúrateľný). [21]

Nariadenie PPWR zahŕňa aj záväzky pri predchádzaní vzniku odpadov z obalov v porovnaní s dátami z roku 2018. V roku 2030, sa každá členská krajina zaväzuje znížiť svoj obalový odpad o 5 % v porovnaní s rokom 2018. V roku 2035 to má byť 10 % a v roku 2040, 15 % (článok 38, [18]).

Nové pravidlá z parlamentu EÚ by mali zaistiť nasledovné:

- Spotrebiteľom sa budú ponúkať opakovane použiteľné obaly
- Obmedzí sa zbytočné používanie obalov
- Zlepší sa označovanie materiálu, ktoré zvýši efektivitu recyklácie
- Zníži sa spotreba primárnych materiálov, vďaka prilákaniu nových spracovateľov odpadov [22]

Komisia na konci roku 2022 potvrdila zámer objasniť podmienky používania **biologicky rozložiteľných materiálov** pri výrobe obalov tak, aby ich náhrada bola naozaj prospešná pre životné prostredie. Je nutné aby obaly z takýchto materiálov prispievali k cirkulárnemu hospodáreniu a aby boli označené recyklačným symbolom, určujúcim vhodný spôsob kompostovania [22]. V rámci toho vyšiel dokument COM(2022) 682 final, ktorý slúži ako odporúčanie pre firmy, politikov a občanov. Vyzdvihuje sa v ňom aj dôležitosť vytvorenia jednoznačného legislatívneho rámca v oblasti biologicky rozložiteľných plastov. Dokument by mohol poslúžiť ako návod pri tvorbe legislatívy alebo ekodizajnového návrhu v budúcnosti. Výrobcom je odporúčané uprednostniť materiály organického pôvodu, ktoré sú určené na vyhodenie, a tým minimalizovať zaberanie pôdy a ďalšie dopady na životné prostredie.

Medzi najvýznamnejšie zmeny, ktoré vo vysokej miere ovplyvnia výrobcov obalov patrí **zavedenie povinného množstva recyklovaného materiálu v PET fľašiach**.

V rámci EÚ bol prijatý dokument, ktorý definuje spôsob, akým sa bude počítať podiel recyklovaného materiálu v PET fľašiach. Stanovuje postupné ciele, z ktorých prvý má byť dosiahnutý už v roku 2025, kedy by každá PET fľaša mala obsahovať 25 % recyklovanej zložky. Následne, do roku 2030 by mali fľaše obsahovať až 30 % recyklovanej zložky. Pod pojmom **fľaša**, sa rozumie fľaša ako celok, aj s vrchnákom, etiketou, prípadne celotelovou potlačou. Nariadenie vymedzuje aj pojem **recyklovaný materiál**, ako materiál získaný z už používaného výrobku, ktorý sa stal odpadom. Táto špecifikácia sa snaží predísť recyklovaniu virgin materiálov čisto za účelom dodržania daného pomeru. Smernica uzákoňuje jednotný spôsob kalkulácie, aby zabezpečila získanie presnejších dát. [23]

Dôležitým záväzkom je aj **90 % zber** jednorazových nápojových kontajnerov (**PET fliaš** a hliníkových plechoviek) do roku 2029. Tento cieľ by mal byť dosiahnutý zavedením zálohového systému. Krajiny, v ktorých ešte tento systém nefunguje majú na výber systém zaviesť alebo dosiahnuť dva roky po sebe požadovanú mieru zberu. [24]

1.2.1 ČR

AOS EKO-KOM, jediná spoločnosť zabezpečujúca EPR v ČR, sa stará o splnenie obalových cieľov stanovených na pôde európskeho parlamentu. Aby vedeli, či budú schopní dané ciele zaistiť, vypracovali ešte v roku 2020 pomerne rozsiahlu analýzu s názvom **Strategie21+**. V rámci analýzy sa sústredili na všetky odpadné obalové toky a na vyhodnotenie potenciálu naplnenia cieľov daných smernicami CEP a SUP [25]. Analýza predpokladá, že budú naplnené všetky recyklačné ciele pre obaly v rokoch 2025 aj 2030, okrem recyklácie 50 % hliníkových obalov v roku 2025 [25]. SK dosiahnutiu cieľu by mohlo pomôcť zavedenie systému zálohovania nápojových obalov, dlhodobo diskutovaná téma v ČR.

1.2.1.1 *Prípravovaný zálohovací systém*

V prípade Českej Republiky je zavedenie zálohového systému diskutabilnejšie ako v iných krajinách. Dôvodom je práve veľmi dobre fungujúci systém zberu, ktorý bol už v roku 2020 schopný vyzbierať približne 79 až 82 % PET fliaš [26]. V správe hodnotiacej pripravenosť členských štátov EÚ na splnenie recyklačných cieľov [27], je ČR radená medzi 9 krajín, u ktorých sa predpokladá naplnenie oboch cieľov (55% príprava na opätovné použitie KO a 65 % recyklácia KO v roku 2025) v aktuálnom nastavení. Zároveň správa vyjadruje obavy, že recyklačný cieľ za rok 2025 pre hliníkové obalové odpady nebude naplnený [27]. Tento predpoklad potvrdzuje aj spomínaná stratégia EKO-KOM-u. V posledných rokoch boli vypracované viaceré štúdie, odohralo sa veľa diskusií týkajúcich sa témy povinného zálohovania, avšak ČR zatiaľ nedisponuje jasným záverom.

Medzi hlavný prínos zálohovania patrí zníženie voľne pohodených cenných surovín, zvýšenie zberu nápojových obalov a zaistenie kvalitnejšieho recyklátu na výrobu nových PET fliaš a plechoviek. Z praxe iných krajín sa ukázalo, že zálohovanie (ekonomický nástroj), je zaručený spôsob ako dosiahnuť aby aj občania, ktorí netriedia odpad, triedili. Predpokladom pre toto tvrdenie je fakt, že zákazník po zaplatení zálohy, následne považuje obal za komoditu, nie za odpad. Aktualizovaná štúdia Centra ekonomických a tržných analýz (CETA) vyvrátila aj vysoké finančné zaťaženie miest. Vo svojej štúdii došli k záveru, že v aktuálnom nastavení systému, by zálohovanie spôsobilo zdraženie systému o 27 Kč na obyvateľa za rok a v prípade zmeny nastavenia systému, uplatnenia menej častého zvozu, by táto suma bola len 13 Kč [28, s. 4]. Štúdia Inštitútu environmentálnej politiky zase naznačuje, že vysoká miera triedenia sa dá dosiahnuť aj inak, napr. zvýšením poplatku za zvoz ZKO tak, aby odpovedal reálnym nákladom [29, s. 35].

Na druhej strane, okrem vysokých ekonomických nákladov, môže zásadná zmena dlhodobého nastaveného systému spôsobiť pokles miery triedenia zvyšného plastového odpadu a tým vo finále znížiť výťažnosť vytriedenia plastov [30]. Štúdia IEP tento predpoklad zavrhol na základe skúseností zo zahraničia [29, s. 33]. Iní tvrdia, že zálohovanie nápojových obalov nepomôže vyriešiť mnoho väčšie problémy akými sú napr. zmesový plastový odpad, veľkoobjemový odpad a ZKO [31]. Tieto odpadové prúdy zaberajú mnoho väčšiu časť odpadov a mala by sa pozornosť venovať radšej im [31].

Každopádne je už legislatívny rámec pre prípad zavádzania zálohovania v ČR pripravený. Prvý možný termín počiatku zálohovania je v polovici roku 2025 [32].

V odborných diskusiách sa odborníci, diskutujúci, zvyknú odvolávať na praktiky zo zahraničia. Na Slovensku bol zálohovací systém zavedený už v roku 2022. Z dôvodu rýchleho zavádzania systému, boli niektoré veci riešené súbežne. To samozrejme nevrhlo dobré svetlo na zálohovanie a prinieslo do diskusií jednoduchý argument proti. Aktuálne je už zálohovanie v platnosti dlhšie, systém aj ľudia mali čas sa adaptovať a je vhodné okomentovať prvotné výsledky.

1.2.1.2 *Fungovanie zálohového systému na Slovensku*

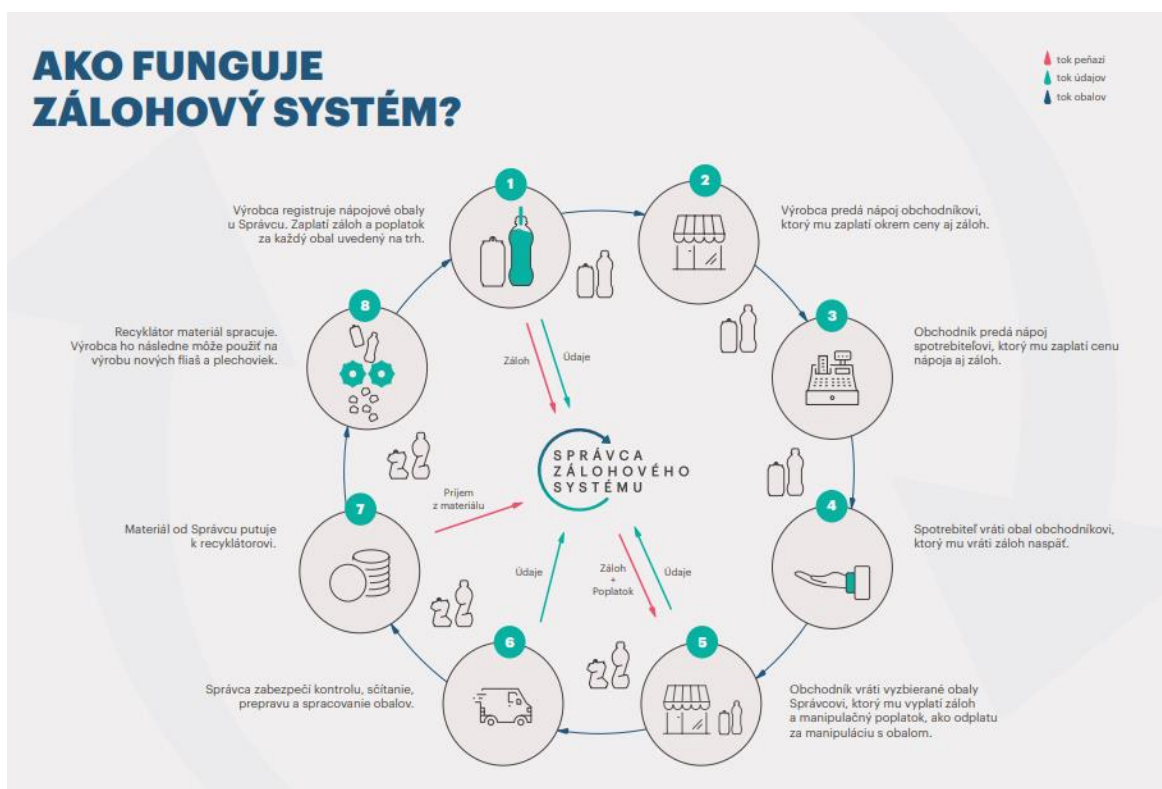
Od 1.1.2022 bol na Slovensku zavedený systém zálohovania PET fliaš a hliníkových plechoviek. Vyzbierané fľaše a plechovky sa zväžajú na strategicky umiestnené

medi-sklady, prekladiská a následne do miesta finálneho spracovania (triediace centrum Kočovce-Rakoľuby) [33]. Všetky prevádzky sú vyznačené na Obr. 4



Obr. 4: Budovy slúžiace pre účely zálohovacieho systému [33]

V medi-skladoch sa tovar skontroluje, prepočíta a stlačením pripraví na úspornejšiu prepravu do triediaceho centra. V triediacom centre sa obaly roztriedia podľa druhov a farieb a stlačia sa do balíkov vhodných pre výkupcov materiálov na recyklovanie [33]. Kapacita triediacej linky na PET fľaše je 29 tisíc ton, a na hliníkové plechovky 9 tisíc ton [33]. Princíp fungovania je zobrazený na Obr. 5



Obr. 5: Princíp fungovania zálohovacieho systému na Slovensku [33]

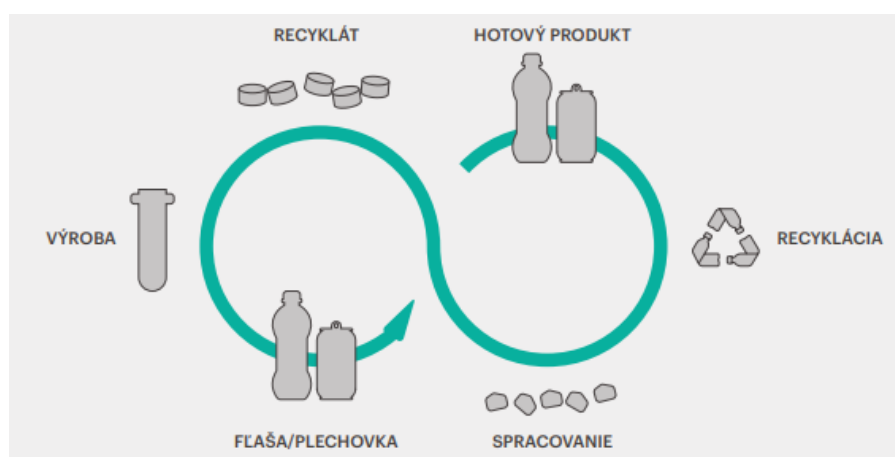
Separátne triediace centrum pre zálohované obaly prispieva ku kvalitnejšej druhotnej surovine najmä tým, že zabezpečuje väčšiu čistotu vstupných obalov.

Pre príbuzné trhy, akými je napríklad Česko a Slovensko, výrobcovia veľaokrát zvolia spoločnú etiketu. Fľaša, so zálohovacím symbolom je teda poslaná aj na trh, kde zálohovanie neprebíha a zákazník za ňu nemusí zálohu zaplatiť. Pre prípad, kedy sa

zákazník rozhodne takúto fľašu vrátiť na Slovensko a odovzdať ju v automate, slúži tzv. medzinárodný EAN kód. Pri použití takéhoto kódu, výrobca preberá za svojho zákazníka zodpovednosť a náklady za vrátené zálohy po odovzdaní fliaš zo zahraničia, správcovi záloh zaplatí [34].

Zálohový systém pripravuje výrobcovi obalov dostatočné množstvo kvalitnejších druhotných materiálov.

Výrobcovia v EÚ sú od roku 2025 zviazaní vyrábať **PET fľaše s minimálne 25 %** podielom recyklovaných fliaš, tzv. princíp výroby fľaše z fľaše bližšie popísaný na Obr. 6. Zálohovací systém okrem čistejšej druhotnej suroviny pomôže zabezpečiť aj dostatočné množstvo recyklátu. Pri triedení a následne aj pri recyklácii, dochádza k určitým stratám, a aj preto je dôležité aby už implementovaný systém zálohovania mal čo najvyššiu výťažnosť. [33]



Obr. 6: Z fľaše vyrobiť fľašu (z angl. bottle to bottle) [33]

Systém funguje už vyše dvoch rokov, čo je dostatočný čas na prvotné zhodnotenie jeho efektivity. Návravnosť obalov ku koncu roku 2023 bola 92 % [33]. Táto hodnota odzrkadľuje skúsenosti zo zahraničia a splňuje požadovanú návratnosť.

V snahe o dosiahnutie cieľov smerníc a Strategie 21+, zahájila spoločnosť EKO-KOM, na konci roka 2023 **projekt podpory intenzifikácie triedeného zberu** [35]. Do projektu sa môžu zapojiť obce, zväzy obcí a miestne akčné skupiny. Z peňazí vyčlenených na tento projekt, EKO-KOM preplatí obciam čiastočné náklady na vypracovanie optimalizačných štúdií, za splnenia nimi požadovaných podmienok. Štúdie by mali prihliadať na lokalitu obce, zloženie jej obyvateľstva a typ zástavby, aby výsledné odporúčanie odzrkadľovalo potreby danej obce. Výsledky štúdie by mali obciam slúžiť ako návod na zlepšenie udržateľnosti ich odpadového hospodárstva, a pre firmu EKO-KOM poskytnúť kvalitné zrovnávanie dáta a GPS lokácie smetných nádob. [35]

Pripravené je aj spoplatnenie výrobcov novin a letákov, ktorí doteraz nemali žiadnu finančnú zodpovednosť za odstránenie odpadu. Noviny a letáky pritom tvoria približne 20-30 % obsahu kontajneru na papier [32].

1.3 Aktuálně závazky EÚ v oblasti BR(K)O

Biologicky rozložitelnými (komunálními) odpady (dále už iba BR(K)O) sa zaoberá aj hlavná európska smernica o odpadoch WFD, kde sú zadané dôležité pojmy:

Biologický odpad je v článku 1, v bode 4 smernice WFD [4] zadaný a následne prebraný do legislatív ČR a SR ako biologicky rozložitelný odpad (BRO). Pochádza najmä zo záhrad a parkov, z domácností (BRKO), firiem, reštaurácií, jedální a pod. (článok 3 (4) [4])

Potravinový odpad zahŕňa všetko jedlo, ktoré prešlo spracovaním, alebo ktoré potrebuje prejsť spracovaním, aby ho mohli ľudia konzumovať. Pod potravinový odpad spadajú aj nápoje, žuvačky, šťavy z jedál atď. (článok 2, [36]) Po zmene smernice WFD v roku 2018 je potravinový odpad radený ako podskupina biologického odpadu (článok 3 (4a) [4]).

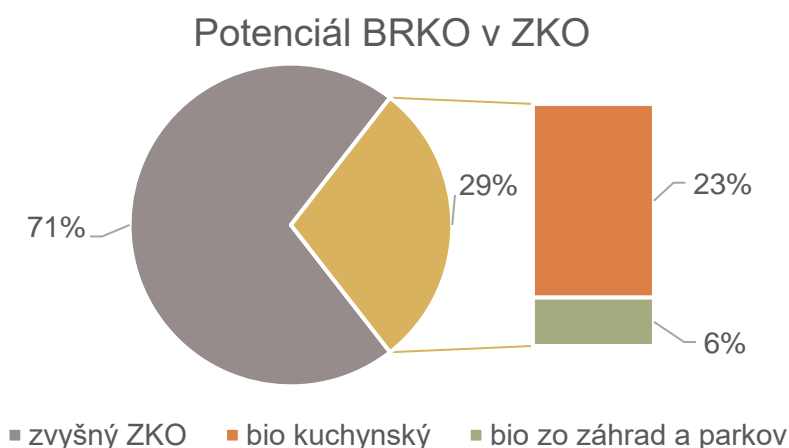
Vo Vyhláske č. 273, o podrobnostiach nakladania s odpadmi §2 [37] sa BRKO delí na **biologický odpad rastlinného pôvodu** a **biologický odpad živočíšneho pôvodu**. BR(K)O pochádza z rôznych odvetví, môže byť zaradený do viacerých podskupín:

- 20 01 – **Zložky oddeleného zberu**, katalógové číslo 20 01 08 zahrňuje BRO z kuchýň a jedální, čisto rastlinného (20 01 08 01) ale aj živočíšneho pôvodu.
- 20 02 – **Odpad zo záhrad a parkov**, vrátane cintorína, katalógové číslo 20 02 01 zahrňuje BRO.

Pôvod BR(K)O najlepšie vyjadruje katalógové číslo. Vyňatie rastlinnej zložky z kat. čísla 20 01 08 je pomerne nové. Kým neexistoval daný spôsob vyčlenenia živočíšnej zložky, väčšina bioodpadov bola zväzovaná spolu s odpadmi z parkov, pod číslom 20 02 01.

Oddiel 1.3.2 sa bližšie venuje špecifickým prúdom BRKO a prúdom BR(K)O, ktoré podliehajú povoleniu veterinárnej správy.

Podľa posledných rozsiahlych prieskumov, sa množstvo biologickej zložky v KO pohybuje okolo 28 – 29 % ([38], [39]) čo predstavuje skoro tretinu ZKO, vid' Graf 5.



Graf 5: Potenciál BRO v ZKO (spracované podľa dát z [38])

Takto vyhodené BRKO skončí buď v zariadení na energetické využitie odpadov (ZEVO) alebo na skládke, kde najviac prispieva k tvorbe skládkových plynov. Biologicky rozložiteľné odpady obsahujú dôležité minerály, látky a živiny, ktoré by bolo prospešnejšie do pôdy vrátiť. To je umožnené v technológiách pre nakladanie s bioodpadmi.

Ciele pre BR(K)O budú predstavené v oddieli 1.3.4

1.3.1 Zariadenia na nakladanie s BR(K)O

Zariadenia sú zadefinované v §44, Vyhlášky 273. Následne §46, §48 a §49 popisujú technologické požiadavky na spracovanie odpadov. ZEVO a skládkovanie nebude v práci bližšie špecifikované z dôvodu snahy o využitie potenciálu biologického materiálového toku, ktorý nie je vhodné skládkovať ani spaľovať.

1.3.1.1 Kompostáreň

Zariadenie, v ktorom pri aeróbnom procese prebieha rozklad BRO (§44 odst.1a [37]). Pred začatím kompostovania je žiadúce znížiť množstvo prímiesí (plastov, skla a pod.), založiť odpady do základky, a previesť homogenizáciu (§46 odst.1 [37]). Základka tvorí BRKO, namiešané podľa surovinovej receptúry danej kompostárne. Daná skladba sa riadi pravidlami vo Vyhláške 273 §46 [37]. Základka musí byť založená v rovnakom termíne (§46 odst.2 [37]) a od jej založenia (od homogenizácie) beží minimálna lehota zdržania materiálu v kompostárni. BRKO prechádza tromi hlavnými fázami [40]:

- **Mezofilná fáza:** kompost sa začína ohrievať vďaka teplu z množiacich sa mezofilných baktérií. Začína sa rozklad organických materiálov.
- **Termofilná fáza:** so zvyšujúcou sa teplotou začnú dominovať termofilné baktérie. Živia sa tukmi, bielkovinami a sacharidmi, pričom vydávajú teplo a zvyšujú tým teplotu kompostu. Dochádza k rozkladu pevnejších organických materiálov.
- **Fáza stabilizácie a dozrievania:** nastáva, po vyčerpaní organických substrátov. Návrat mezofilných baktérií. Začína sa ozdravná fáza.

Doba zotrvania v termofilnej fáze je pevne daná (Tab. 2), stačí dosiahnuť jednu z možností.

Tab. 2: Teplotné režimy pri hygienizácii v kompostárni (tabuľka č. 27.1 [37])

Typy teplotných režimov		
Poradové číslo	Teplotný limit	Časový interval
1.	≥ 70 °C	Súvisle po dobu min. 3 dní
2.	≥ 65 °C	Súvisle po dobu min. 5 dní
3.	≥ 60 °C	Súvisle po dobu min. 7 dní
4.	≥ 55 °C	Súvisle po dobu min. 14 dní

Doba zotrvania materiálu v procese kompostovania je minimálne 60 dní (§46 odst. 4 [37]). Táto doba sa dá skrátiť v prípade, že to uvádza výrobca kompostovacej linky (§46 odst. 4 [37]). Výstupom zo zariadenia je kompost.

Technologicky pokročilejší kompostovací zariadenia, akými sú kompostovacie boxy a bio reaktory, umožňujú splniť vysokú mieru hygienizácie, urýchľujú dobu rozkladu a sú vybavené biofiltrami na zníženie nepríjemností spôsobených zápachom pri prvej fáze rozkladu bio zložiek [41]. Takéto zariadenie je avšak omnoho nákladnejšie oproti bežným technológiám.

1.3.1.2 Vermikompostáreň

Zariadenie, v ktorom za pomoci dážďoviek prebieha aeróbny proces rozkladu zložiek BRO (§44 odst.1b [37]). Najvyššia dosiahnutá teplota pri vermikompostovaní je 35 °C a vlhkosť sa pohybuje v rozpätí 40-80 % (§48 odst.1 [37]). Vermikompostáreň môže spracovať maximálne 1000 t BRO ročne (§63, odst.2 [1]). Paragraf definuje aj spôsob, miesto a pravidelnosť merania sledovaných parametrov. Výstupom je vermikompost.

1.3.1.3 Bioplynová stanica

V bioplynovej stanici (BPS) sa odpad spracováva anaeróbne, bez prístupu kyslíka (§44 odst.1c [37]). §49 odst.1 [37] vymedzuje technické požiadavky na BPS, zobrazené v Tab. 3, odst. 2 následne určuje výnimky z týchto pravidiel. V prípade ak počas pred-úpravy BRKO dôjde k hodinovému zahriatiu materiálu na teplotu 70 °C, tak nemusia byť splnené náležitosti Tab. 3 (§49 odst.2 [37]). Odst.3 určuje minimálnu dobu zdržania materiálu v bioplynovej stanici na minimálne 30 dní, prípadne 20 ak prevádzkovateľ zabezpečí dostatočne stabilný, nezapáchajúci digestát (§49 odst.3 [37]). Výstupným produktom BPS je bioplyn a digestát.

Tab. 3: Teplotné režimy pri hygienizácii v bioplynovej stanici (tabuľka č. 27.2 [37])

Vstupy	Teplota	Časový interval
BRO živočíšneho pôvodu	≥ 55 °C	24 hodín
BRO čisto rastlinného pôvodu	≥ 40 °C	Stredná doba zdržania min. 30 dní

Na to, aby sa BRKO dostalo do vyššie zmienených zariadení, musí byť najprv náležite vyseparované.

1.3.2 Separácia BR(K)O

Namiesto skončenia na skládke, prípadne slabého energetického využitia v ZEVO, môžu byť BRKO spracované spolu s BRO. Týka sa to konkrétne prúdov vypísaných do Tab. 4, spracovanej podľa prílohy č.25, Vyhlášky č. 273/2021 Sb. [37]. Tabuľka 25.1, v prílohe č.25 obsahuje zoznam biologicky rozložiteľných odpadov (BRO), s ktorými je možné nakladať v zariadeniach na nakladanie s BRO, s výnimkou vermikompostární a malých zariadení.

Tab. 4: BRKO vhodné na spracovanie v zariadeniach na spracovanie BRO (s výnimkou vermikompostární a malých zariadení) Príloha č.25 [37]

20 01 08	Biologicky rozložiteľný odpad z kuchýň a jedální
20 01 25	Jedlý olej a tuk
20 01 38	Drevo neuvedené pod číslom 20 01 37
20 02 01	Biologicky rozložiteľný odpad (zo záhrad a parkov)
20 03 02	Odpad z trhovísk
20 03 04	Kal zo septikov a žúmp

Vo vermikompostárniach a v malých zariadeniach sa môžu spracovávať iba dané katalógové čísla KO (Príloha č.25 [37], tabuľka 25.2 (malé zariadenia), tabuľka 25.3 (vermikompostárne))

Tab. 5: BRKO vhodné na spracovanie vo vermikompostárni a v malých zariadeniach Príloha č.25 [37]

20 01 08 01	BRO z kuchýň a jedální rastlinného pôvodu
20 01 38	Drevo neuvedené pod číslom 20 01 37
20 02 01	Biologicky rozložiteľný odpad (zo záhrad a parkov)
20 03 02	Odpad z trhovísk

Problematickejšie je nakladanie s živočíšnym odpadom (20 01 08 s výnimkou 20 01 08 01) a odpadom z jedlých olejov a tukov (20 03 04), ktorého spracovanie podlieha udeleniu súhlasu od **veterinárnej správy** (tabuľka 25.4 v prílohe č.25 [37] a procesu **hygienizácie** (informácie pod tabuľkou 25.5 v Prílohe č.1). Tá vyžaduje navyše priestory, technológie, čas, energie čo predražuje celú prevádzku.

Hygienizáciou je možné zredukovať počet patogénnych organizmov, zabezpečiť kvalitu výstupu, predísť šíreniu chorôb. Účinná hygienizácia prebieha pri teplote 70°C a trvá hodinu. Ohrevu predchádza triedenie odpadného materiálu od obalov, kovov a iných prímiesí, ktoré znižujú potenciálnu kvalitu výstupu. Nasleduje dezintegrácia odpadu na maximálne 12 mm kúsky a následným započatím hygienizácie. [42]

Požiadavky na účinnosť hygienizácie špecifikuje §50 [37]. Zariadenia nakladajúce s odpadmi musia byť špeciálne testované: pred zahájením prevádzky, pri zmenách technológií a pri zmenách prijímaného odpadného materiálu (odst. 1, Vyhláška č. 273). Dôležité je aj pravidelné testovanie na schopnosť odbúravať mikroorganizmi Salmonelly a Escherichii Coli, bližšie informácie sú uvedené v odst. 2. Hygienizácia je účinná, pokiaľ výstupný produkt po spracovaní, spĺňa limitné hodnoty mikroorganizmov uvedené v prílohe č.28 [37]. Tab. 6 zhrňa informácie o prevádzkach nakladajúcich s odpadmi.

Tab. 6: Porovnanie technológií pre nakladanie s BRO (spracované podľa [37])

	Kompostáreň	Vermikompostáreň	BPS
Vstupné suroviny zo skupiny odpadov 20 (KO)	20 01 08 20 01 25 20 01 38 20 02 01 20 03 02 20 03 04	20 01 08 01 20 01 38 20 02 01 20 03 02	20 01 08 20 01 25 20 01 38 20 02 01 20 03 02 20 03 04
Minimálna doba zotrvania	60 dní	Nie je špecifikované	30 dní
Vlhkosť základky	40 – 65 %	40 - 80 %	Nie je špecifikované
Teplotný režim	4 možné režimy (Príloha č. 27) napr. min. 3 dni na teplote $\geq 70^{\circ}\text{C}$	Najvyššia môže byť 35°C	BRO rastlinné: $\geq 40^{\circ}\text{C}$ pri strednej dobe zdržania BRO živočíšne: $\geq 55^{\circ}\text{C}$ po dobu 24 h

Nutnost hygienizácie	čisto rastlinné	Nie je požadovaná	Nie je požadovaná	Nie je požadovaná
	živočíšne	Musí byť vykonaná	Nie je povolené ako vstupná surovina	Musí byť vykonaná
Výstup		Kompost	Vermikompost	Bioplyn + digestát

1.3.3 Výstupy z prevádzok na nakladanie s BR(K)O

Výstupy zo zariadení (§52) nesmú ďalej podliehať rozkladu, zapáchať ani obsahovať organické fytotoxíny (§51, odst.2 [37]). Je potrebné zaradiť ich do skupín (Tab. 7) a tried kvality podľa inštrukcií v prílohe č.29 a overiť koncentrácie rizikových látok (limitné hodnoty sú uvedené v prílohe č.30) (§51, odst.4 [37]). Paragraf sa ďalej odkazuje na kvalitu výstupu, určuje pravidelnosť a postupy odberov.

Tab. 7: Zaradenie výstupov zo zariadení nakladajúcimi s BRO (podľa prílohy č.29)

	Názov
1.skupina	Výstupy využívané na poľnohospodárskej aj lesnej pôde
2.skupina	Výstupy využívané mimo poľnohospodárskej aj lesnej pôdy
3.skupina	Upravený BRO určený k ďalšiemu spracovaniu v zariadení pre nakladanie s BRO
4.skupina	Biologicky stabilizovaný odpad, určený k ďalšiemu spracovaniu (sem spadá všetko čo nemôže byť zaradené do skupín 1, 2 a 3
5.skupina	Odpad, ktorý nebol BRO

Najkvalitnejší výstup je zaradený do prvej skupiny a môže byť použitý na poľnohospodárskej aj lesnej pôde. Aby výstup mohol byť klasifikovaný ako hnojivo, vyžaduje si prejsť registráciou. Uplatňujú sa na neho požiadavky stanovené zákonom o hnojivách (Zákon č. 156/1998 Sb) a vyhláškou stanovujúcou požiadavky na hnojivá (Vyhláška č. 474/2000 Sb.). Kvalitu druhej skupiny vymedzujú tabuľky 30.2 a 30.3 v prílohe č.30 [37]. Ak rekultivačný kompost alebo digestát spĺňa požadované vlastnosti, môže byť použitý v rámci parkov, mestskej zelene, atď.

Výstupy prvej a druhej skupiny spolu s bioplynom, spadajú do kategórie BR(K)O, ktoré **ukončili odpadový režim** §53 [37], preferovaný výsledok nakladania s odpadmi.

1.3.4 Ciele EÚ ohľadom nakladania s BR(K)O

Tak ako v iných odpadových oblastiach, aj pre BR(K)O sú stanovené ciele. Tabuľka 26.6 v prílohe č.25 Vyhláška č.273 [37], obsahuje zoznam odpadových prúdov, ktoré je nutné sledovať pre účely naplnenia cieľov pre BRO.

Nový odpadový zákon formou Vyhlášky č.273 určuje odpady, ktoré môžu byť ukladané na skládku. §14 zakazuje ukladať BRO s väčšinovým podielom biologicky rozložiteľnej zložky na skládky. Zákon vymedzuje aj konkrétne BRO ktoré môžu byť na skládky ukladané, avšak nie sú to odpady katalógového čísla 20 01 08.

1.3.4.1 Ciele EÚ ohľadom nakladania s biologickým odpadom

Článok 22 WFD, určil cieľ na koniec roka 2023, ktorý hovorí o povinnosti krajín zabezpečiť oddelený zber biologického odpadu (rastlinného). Ďalej kladie dôraz na

posilnenie využívania produktov po spracovaní bio odpadu, podporenie domáceho kompostovania či investovanie do zariadení na spracovanie kompostu. [4]

1.3.4.2 Ciele EÚ ohľadom nakladania s potravinovým odpadom

V hlavnej európskej odpadovej smernici, je požadované dosiahnuť zníženie tvorby potravinového odpadu o 30 % v roku 2025 a o 50 % do 2030 (článok 9(g) [4]), Tab. 8. V pláne je aj eliminácia potravinového odpadu na polovicu oproti roku 2015 a zníženie strát vzniknutých pri produkcii jedla. Štáty majú prísť s metodológiou merania vyprodukovaného gastroodpadu a každoročne tieto dáta zaznamenávať. Je požadované, aby štáty umožnili redistribúciu jedál, prípadne vytvorili systém tohto prerozdeľovania a pre občanov zvýšili povedomie o rozdieloch v pojmach minimálna trvanlivosť a spotrebujte do. [4]

Tab. 8: Požadovaná redukcia potravinového odpadu v EÚ (spracované podľa [4])

	2025	2030
Zníženie tvorby potravinového odpadu o	30 %	50 %

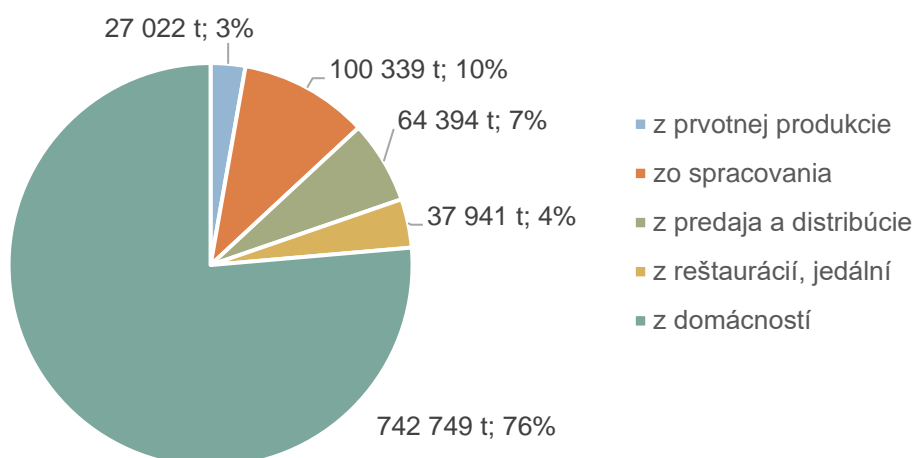
Základné pravidlá spôsobu zberu a vykazovania dát o potravinovom odpade určuje Rozhodnutie EU 2019/1597, ktoré dopĺňa Smernicu 2008/98/EC.

Potravinový odpad má byť zaznamenaný podľa pôvodu [článok 1, (EU) 2019/1597]:

- z prvotnej produkcie (vzniká pri výrobe, pestovaní surovín);
- zo spracovania a z výroby;
- z predaja a distribúcie jedál (veľkoobchod, maloobchod);
- z reštaurácií, jedální a iných stravovacích prevádzok;
- z domácností.

Pôvod potravinového odpadu v ČR, za rok 2020, znázorňuje Graf 6 Najviac potravinového odpadu bolo vyprodukovaného v domácnostiach, v poslednej fáze reťazca, kde vznik odpadu predstavuje najväčšiu, nakumulovanú, tvorbu emisií [41, s. 67].

Potravinový odpad podľa vzniku



Graf 6: Pôvod potravinového odpadu, rok 2020, ČR [43]

Potravinový odpad sa radí do 3 kategórií [41, s. 66]:

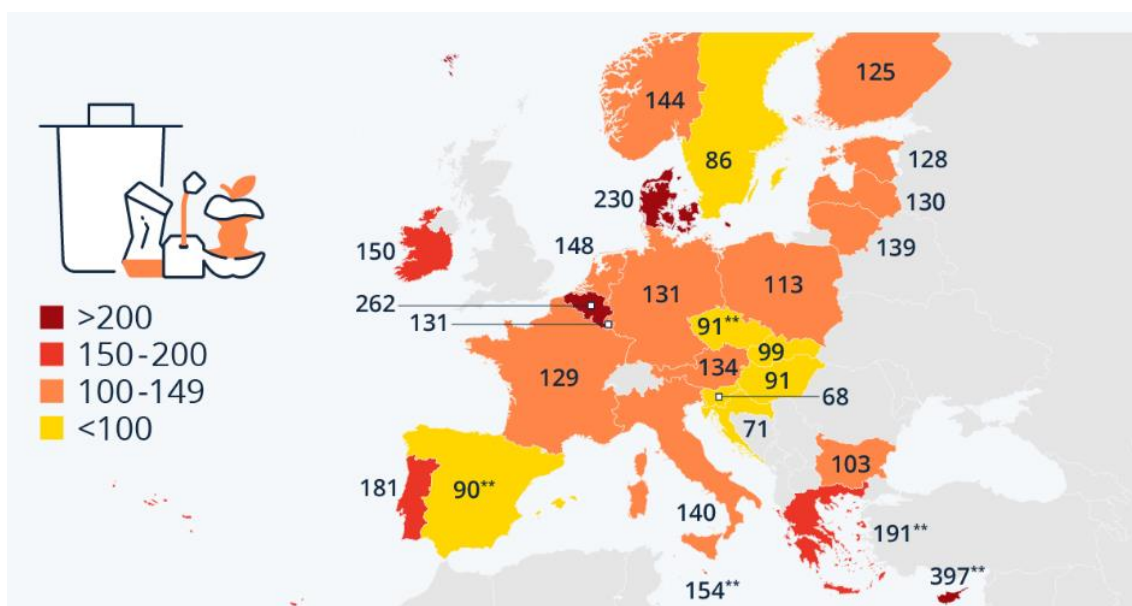
- 1. Zbytočný potravinový odpad:** jedlo, ktoré bolo konzumovateľné v určitej dobe pred vyhodením (napr. hnijúce ovocie, pokazený jogurt, atď.)
- 2. Potenciálne zbytočný potravinový odpad:** časti potravín, ktoré sú konzumovateľné, ale istá časť populácie ich nekonzumuje (napr. kôrky od chlebu, šupky na zemiakoch, a pod.)
- 3. Nevyhnutný potravinový odpad:** časti potravín, ktoré nie sú konzumovateľné (napr. škrupiny od vajec, šupky z citrusov, čajové vrecúška, atď.)

Plánované znižovanie tvorby potravinového odpadu sa týka najmä prvých dvoch kategórií.

Indikátorom produkcie potravinového odpadu v domácnostiach sú populácia a príjem, ktorým domácnosti disponujú [Príloha IV, (EU) 2019/1597]. Obr. 7 slúži pre predstavu o približnom množstve vyprodukovaných potravinových odpadov v krajinách EÚ. Množstvá zahrňujú všetky kategórie potravinového odpadu zmienené v článku 1 okrem odpadu z produkcie. Dáta sú čerpané z databázy Eurostat, ktorej sa bližšie venuje podkapitola 3.1

ČR patrí medzi krajiny s podpriemernou produkciou potravinového odpadu, napriek tomu, sú v rámci cieľov udržateľného rozvoja OSN zaviazaní snažiť sa dosiahnuť spoločný cieľ zníženia tvorby potravinového odpadu o 50 %.

V rámci cieľov udržateľného rozvoja (SDGs) OSN, sa aj ČR v bode 12 zaviazala dosiahnuť zníženie tvorby potravinového odpadu o 50 % na úrovni maloobchodu a domácností. Napriek tomu, že patrí ku krajinám s podpriemernou produkciou odpadu, prehľadne zobrazené na Obr. 7, má stále potenciál znižovať tvorbu odpadu a prispievať tak k zlepšeniu a optimalizácii potravinového systému.



Obr. 7: Množstvo vyprodukovaného potravinového odpadu, rok 2021 v kg na obyvateľa [kg/ob.] [44] ** dáta za rok 2020

2 NÁSTROJE PRE ANALÝZY V ODPADOVOM HOSPODÁRSTVE

V aktuálnom nastavení sveta už nestačia čisto ekonomické bilancie. Výstižne to povedal v odbornom časopise Odpadové Fórum David Vandrovec: „*Cestu ekonomického fungovania bez dôrazu na ekológiu nám planéta čoskoro zatrhne, nedá sa len brať.*“. Stále viac a viac sa kladie dôraz na dokladanie odborných informácií o environmentálnych dopadoch požadovaných zmien, ako pozitívnych tak negatívnych. Výpočtové optimalizačné programy umožňujú minimalizovať vstupnú surovinu, vynaložené energie a palivá. Iné nástroje zase umožňujú zhodnotiť celkové dopady na životné prostredie či uľahčiť získavanie dát.

Práca sa v tejto kapitole bude bližšie zaoberať metódou analýzy materiálových tokov (MFA), ktorá bude podľa miery dostupnosti dát, aplikovaná v praktickej časti tejto práce.

Základným pilierom pre väčšinu nástrojov používaných v rámci tvorby analýz OH je hmotnostná bilancia.

2.1 Hmotnostné bilancie

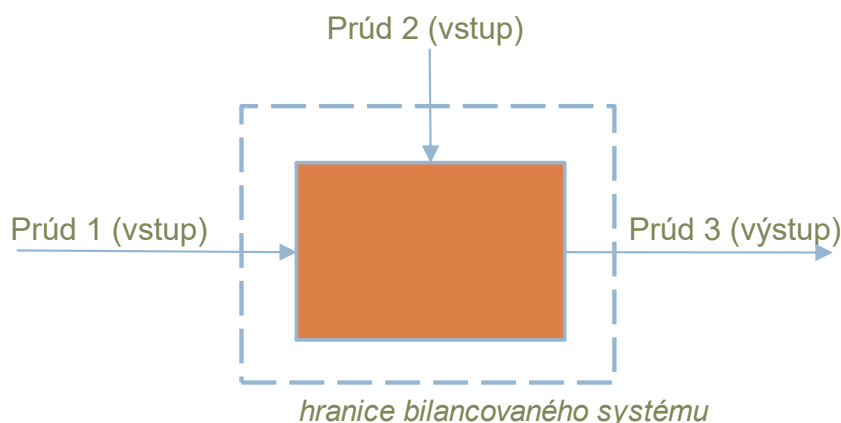
Hlavná idea, hmota nemôže byť stvorená ani zničená, stojaca za zákonom o zachovaní hmotnosti má svoje korene už v období pred naším letopočtom. V 18. storočí sa princíp zákona o zachovaní hmotnosti (ZZH) už bežne využíval pri výpočte chemických reakcií, počas experimentov, ešte pred oficiálnym definovaním zákona. Až Mikhail Lomonov, 1756, predstavil prvú definíciu: [45]

„Hmotnostné bilancie sú aplikáciou ZZH. Vyjadrujú vzťah medzi vstupom a výstupom zložky“

Vzťahy sú popísané v rovnici (1), a na Obr. 8

Okrem vstupov a výstupov je dôležitou súčasťou rovnice člen akumulácie. Akumulácia predstavuje množstvo, zásoby, ktoré sa vo vnútri bilancovaného procesu hromadia. Môže naberať aj nulových hodnôt, tzv. ustálený stav.

$$vstup = výstup + akumulácia \quad (1)$$



Obr. 8: Ukážka základnej hmotnostnej bilancie

Prúd môže byť definovaný pomocou jednej, prípadne viacerých zložiek. Miera zastúpenia zložky v prúde sa vyjadruje hmotnostným zlomkom, po prípade koncentráciou. Bilancovaná môže byť jedna zložka, ale aj celý systém. Pri bilancovaní sa začína od subsystémov, pokračuje sa na väčšie celky. Väčšinou nie je možné začať celkovou bilanciou, a preto je dôležité najprv si určiť hranice systému.

Typy systémov sú zobrazené na Obr. 9.



Obr. 9: Typy systémov

Cieľom hmotnostného bilancovania je popísať tok zložiek. Využíva na to rôzne veličiny: hmotnostné, látkové, objemové zlomky alebo parciálne tlaky, prípadne koncentrácie. Použitie tabuľky pre vstupné a výstupné toky sprehľadní spracovanie.

Základné rozdelenie bilancií rozlišuje dva druhy hmotnostných bilancií:

- Bez chemickej reakcie
- S chemickou reakciou.

Okrem ZZH sa v hmotnostných bilanciách využíva aj **zákon o zachovaní energie (ZZE)**. Ten hovorí, že energia nevzniká iba mení svoju formu. Aplikovanie ZZE je pri hmotnostnom bilancovaní veľmi dôležité najmä v prípade uzavretého systému, alebo v systémoch s chemickými reakciami.

Riešenie bilancií vyžaduje overenie stupňov voľnosti ($^{\circ}V$), podľa rovnice (2). NP vyjadruje počet neznámych parametrov a NR počet nezávislých rovníc.

$$^{\circ}V = NP - NR \quad (2)$$

V prípade, že $^{\circ}V = 0$: systém má riešenie (lineárne vždy)

$^{\circ}V < 0$: schéma je preurčené (neúplne popísané)

$^{\circ}V > 0$: schéma má nekonečné množstvo riešení (nedourčené)

Následne pokračuje výpočet riešením sústavy rovníc: eliminačnou metódou, sekvenčným prístupom alebo riešením pomocou globálneho maticového zápisu.

Špecifický typ hmotnostných bilancií, taktiež založený na ZZH, sa nazýva analýza materiálových tokov, (material flow analysis, MFA) [46, s. 59].

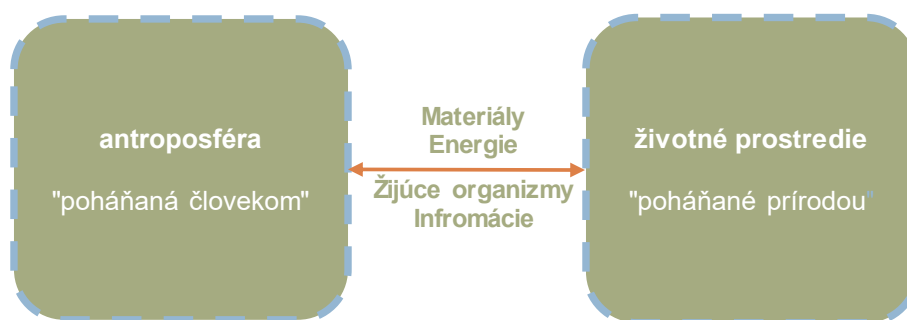
2.2 Material Flow Analysis (MFA)

MFA predstavuje systematické zhodnotenie zásob a tokov materiálov v danom čase a priestore [46, s. 2]. Vďaka ZZH je MFA založená na jednoduchých bilanciách, rovnica (3) [46, s. 59]. V MFA sa nepoužíva iba **princíp zachovania hmotnosti** ale

aj **zachovania energie**, z dôvodu, že oba toky sú veľmi výrazné a MFA je vhodným nástrojom na popísanie ich interakcií. Metóda je taktiež vhodná pri opise, skúmaní a hodnotení systémov geogénneho a ľudského pôvodu [46, s. 49]. Podpornú funkciu môže plniť pri rozhodovaní v oblastiach odpadového hospodárstva (OH), životného prostredia (ŽP), pri hospodárení s prírodnými zdrojmi a pri mnohých iných. [46, s. 2]

$$\sum \dot{m}_{vstupy} = \sum \dot{m}_{výstupy} + \dot{m}_{zásoby} \quad (3)$$

Ľudstvo a príroda fungujú na princípe vymieňania viacerých druhov tokov, nie len materiálových. Prepájanie materiálových analýz, s analýzami tokov energií, informácií a živých organizmov, zobrazené na Obr. 10, zvyšuje kvalitu výstupu a vo veľa prípadoch je aj aj nevyhnutné, pre autenticitu MFA analýzy. [46, s. 3]



Obr. 10: Všetky antropogénne toky (spracované podľa [46, s. 3])

Nástroj MFA umožňuje zhodnotiť dopady vytvorenia cirkulárneho trhu (napr. s plastami) na doterajší lineárnejší dodávateľský reťazec a s ním spojený trh [47]. Predstavuje efektívny nástroj na odhalenie skrytého recyklačného potenciálu ale aj slabých miest systému [48, s. 2], [46]. Takisto vie odhaliť nevšimnuteľné zmeny, ktoré v dlhodobom horizonte vedú k nezvratiteľným škodám [46, s. 3].

Výstup MFA by mal poskytnúť vhodný podklad pre tvorcov politik, mal by zrozumiteľne predstaviť problematiku, poukázať na kritické prúdy, stenčujúce sa zásoby [49]. Dôraz je kladený najmä na vizuálnu formu výstupu z analýzy, kde čitateľ, na prvý pohľad, vie spozorovať významné toky (napr. podľa šírky šípok), zásoby a pod.

Autori venovali veľkú časť knihy rešerši, ktorá bude zapracovaná do nasledujúcich oddielov.

2.2.1 Vznik, rozvoj

Počiatky myšlienok MFA vznikli už u starovekých gréckych filozofov. Neskôr bola metodika rozvíjaná a experimentálne testovaná francúzskym chemikom Antoineom Lavoisierom. Následne bol koncept MFA rozšírený do viacerých oblastí. Santorio, lekár žijúci na prelome 16. a 17. storočia, sa pokúšal o aplikovanie metódy vstupov – výstupov na fungovanie ľudského metabolizmu. Abel Wolman, v 60 rokoch aplikoval MFA na analýzu „metabolizmu miest“. O pár rokov neskôr sa MFA bežne využívalo pre analýzu tokov materiálov v mestách. Dôležité boli toky odpadných vôd, polutantov, vzácnych kovov, odpadov atď. Postupne sa vedci v analýzach zamerali aj na širšie, prípadne až globálne bilancie. Závěry, ku ktorým subjekty prišli, boli veľa krát

podobné: čím zaľudnenejšie a bohatšie mesto, tým väčšie nároky na územie, vyššia spotreba materiálov; pokračovanie rapídneho zvyšovania životnej úrovne bude vyžadovať veľké množstvo materiálov, energie, spolu s ďalšími negatívnymi dopadmi, ako sú znižovanie zásob, atď. [46, s. 5-9]

Prvotné bilancie boli vykonávané iba pre jednu sledovanú zložku. Časom, vznikli pokročilejšie analýzy, kedy vedci začali skúmať viacero zložiek naraz. Jedným z takýchto vedcom bol aj Ayres so svojím tímom [46, s. 11], ktorí sa snažili zefektívniť industriálne procesy dbajúc na ochranu prírodných zdrojov a životného prostredia.

Spôľahlivosť použitia MFA medzi odbornými vedeckými kruhmi neustále narastá, zameranie analýzy sa rozširuje do nových oblastí [48, s. 2].

2.2.2 Hlavné pojmy

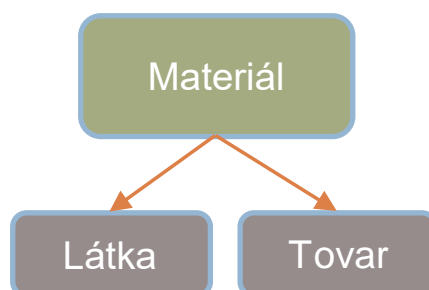
Autori hlavnej rešeršnej knihy priznávajú, že terminológia sa počas rokov vývoja MFA používala nekonzistentne. Dôvodom je najmä prudký paralelný vývoj. V ich práci sa snažili o zadefinovanie jednotnej terminológie [48, s. 35].

V odbornej praxi sa pri tvorbe MFA môžu vyskytovať pojmy ako **goods** (pre túto prácu bude použitý preklad tovar) a **substances** (opäť, preklad použitý v rámci práce: látky). Cudzozajččná terminológia doposiaľ nemá zadefinovaný / zaužívaný presný slovenský alebo český preklad.

Látka predstavuje prvok alebo zlúčeninu, pozostávajúcu z rovnakých častí. Je homogénna. Môže byť konzervatívna (ak počas procesu ostáva stabilnou) alebo nekonzervatívna (ak sa v procese transformuje na niečo iné). [46, s. 35-36]

Tovar je definovaný ako vec s kladnou (napr. voda, drevo) alebo zápornou (napr. odpady, odpadné vody) ekonomickou hodnotou. Je tvorený viacerými látkami, predstavujú ho hmotné veci, na rozdiel od rovnakého pojmu použitého v ekonómii. Množstvo tovaru je väčšinou známe, uvádza sa v štatistikách, na rozdiel od tokov látok. [46, s. 36-37]

Látky a tovar spadajú pod pojem **materiál** [46, s. 37], vid' Obr. 11 Materiál môžeme v rámci analyzovaného **procesu** presúvať, pretvárať alebo skladovať [46, s. 37].



Obr. 11: Zaradenie hlavných pojmov

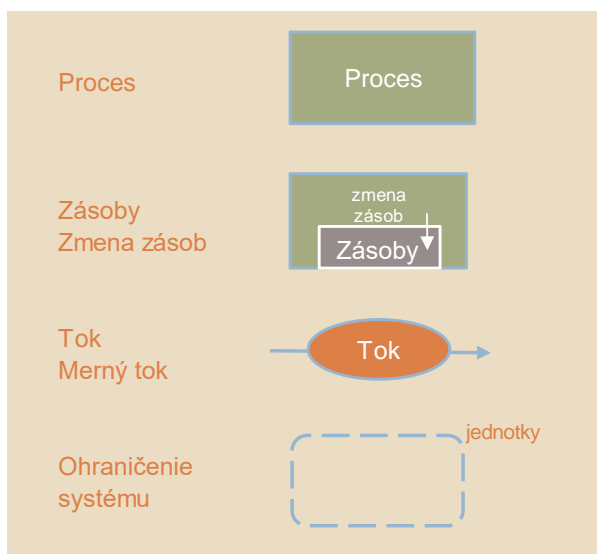
Proces zahŕňa nakladanie s látkou / tovarom, napr. prevoz, vytváranie zásob, transformovanie (napr. spaľovanie, fotosyntéza atď.) [46, s. 37].

Zásoby (z anglického stocks) predstavuje hromadenie materiálov vo vnútri systému.

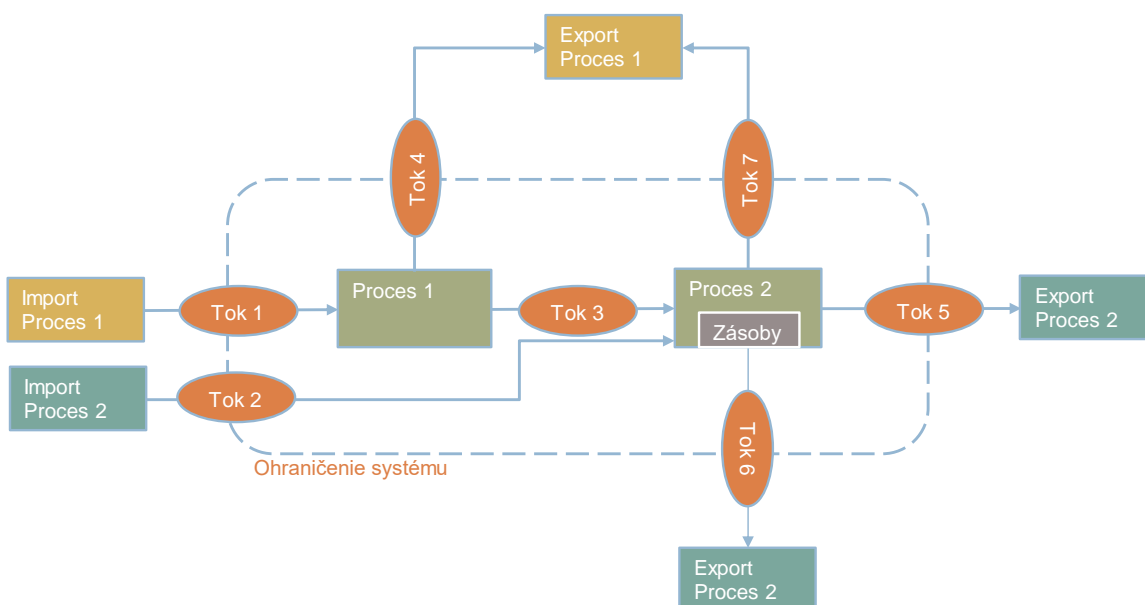
Pojmy **flow** (tok) a **flux** (merný tok) sú odlišné v hodnote ktorú vyjadrujú. **Tok** vyjadruje hmotnostný tok materiálu, napr. t/rok (tona za rok), zatiaľ čo **merný tok** predstavuje množstvo materiálu na danú mernú jednotku (m², obyvateľ, atď.) , napr. t/obyvateľ/rok (tona na obyvateľa za rok). [46, s. 39-40]

Transfer coefficient = **prenosový koeficient** predstavuje podiel látky v procese. Vyjadruje percentuálny podiel danej látky/tovaru v toku. [46, s. 40-42] Odpovedá hmotnostnému zlomku.

Dôležité je aj zadefinovanie **systému** a **systémového ohraničenia** . Symbolika využívaná pre zadefinované pojmy v MFA, je zobrazená na Obr. 12, Obr.13 ilustruje názorný MFA systém.



Obr. 12: Symbolika využívaná v MFA (spracované podľa [46, s. 38])



Obr. 13: Symbolika pojmov zaužívaná v grafickom zobrazení systému MFA (spracované podľa [46, s. 42])

Porovnanie pojmov v rôznych jazykoch, prípadne medzi disciplínami (MFA verzus hm. bilancie) je zobrazené v Tab. 9

Tab. 9: Porovnanie pojmov

Anglické pojmy pre MFA terminológiu	MFA	Hmotnostné bilancie
Flow (mass per time)	Tok	Prúd
Flux (mass per time and crosssection)	Merný tok	-
Substances	Látka	Zložka
Goods	Tovar (iba hmotný)	
Materials	Materiály	-
Transfer coefficient	Prenosový koeficient	Hm. zlomok

2.2.3 Oblasti využitia MFA

Ako už bolo predstavené v sekcii 2.2.1, z histórie MFA je vidieť jej širokospektrálne využitie. Od bežných aktivít ľudí, cez toky v priemyselných systémoch až k celkovému fungovaniu materiálových tokov vo svete. Nástroj sa vyznačuje transparentnosťou, ktorá umožňuje priniesť do rozhodovaní väčšiu objektivitu [46, s. 14]. Najväčší prínos predstavuje MFA pre nasledujúce oblasti [46, s. 13]:

- Hospodárenie v oblasti životného prostredia
- Industriálna ekológia (Industrial ecology)
- Hospodárenie s prírodnými zdrojmi
- Odpadové hospodárstvo, oblasť ktorou sa bude zaoberať táto práca.

MFA je vhodná na predčasné spozorovanie environmentálnych záťažů, prepájanie emisií k ich pôvodcovi, na objektívne nastavovanie priorít v riadení a na navrhovanie nových procesov, tovaru a systémov [46, s. 28]. Nájde využitie pri analýze toku jednej ale aj viacerých zložiek [46, s. 168]. Môže slúžiť ako podporný nástroj pri tvorbe posudzovania vplyvov na životné prostredie, tzv. EIA (Environmental Impact Assessment), ktoré je v rámci EÚ stále viac a viac vyžadované k novo-plánovaným projektom [46, s. 201]. Vhodné využitie nájde aj pri inventarizácii zásob [49, s. 5].

2.2.3.1 Odpadové hospodárstvo

V OH sa stretáva viacero materiálových prúdov. Počínajúc vznikom odpadu začína prvý tok, separácia do správneho kontajnera. Nasleduje zber, v rôznom prevedení a podľa typu odpadu či regionálnych možností: triedenie, skladovanie a iné. V prípade recyklovateľných materiálov pokračuje odpad na spracovateľskú linku, a úspešne zrecyklovaný materiál, vypadáva z režimu odpadov a dostáva sa do rúk výrobcov, ktorý ho opätovne použijú. Ak pre materiál dopyt nie je, slúži ako vstupná surovina do ZEVO, do cementárne či na skládku. Práve vysoké množstvo tokov, a ich vysoko heterogénne zloženie, komplikuje exaktné meranie hmotností daných frakcií a teda vstupy a výstupy je nutné dopočítať. S použitím MFA analýzy, je možné na základe množstva vyprodukovaného odpadu a informácií o nakladaní s danými odpadmi, určiť zloženie toku odpadov presnejšie [46, s. 18]. V prípade štúdie o nakladaní s PVC plastami v Thajsku [50], bol pomocou MFA odhalený produkt z PVC, ktorého

recyklácia zaostávala oproti recyklácii iných výrobkov z daného materiálu. Na základe tohto zistenia, je možné posilniť recykláciu cielenejšie a tým byť efektívnejší.

Tvorba celkovej analýzy odpadných tokov vie byť použitá aj na odzrkadlenie priorít OH, ktoré by si vyžadovali zvýšenú pozornosť a investície. MFA slúži ako nástroj na odhalenie potenciálu odpadného prúdu, vhodného na recykláciu [46, s. 18]. Umožňuje predikovanie tvorby emisií pri technologickom spracovaní či pri uložení na skládku a vyhodnotenie dopadov legislatívy na celé OH [46, s. 17]. Posúdiť by sa ňou mohol environmentálny dopad plánovaného zavedenia systému zálohovania.

2.2.4 Tvorba MFA

Postup tvorby MFA sa môže vo vedeckých článkoch jemne odlišovať. Základný princíp avšak ostáva rovnaký. Použitý algoritmus je zobrazený

Prvým krokom je **zadefinovať problém**, bližšie ho opísať ([46], [48]) a určiť smerovanie, cieľ analýzy [48]. Druhým krokom je **podrobnejšia špecifikácia** problému, určenie hlavných procesných prúdov, stanovenie riešených hraníc a definovanie tovarov a látok prúdiacich procesom ([46], [48]).

Následne prichádza na rad **prvotné a sekundárne spracovanie dát** [48]. Náročnosť daného kroku sa líši od požadovanej presnosti výstupu analýzy. Akonáhle vstupné dáta sú nekvalitné, výstup nebude o nič lepší (anglické „garbage in - garbage out“).

V rámci dodržania štatistických princípov pri práci s dátami, je dôležité **určiť nepresnosť** [48] s akou sa v rámci analýzy pracuje. To môže byť dosiahnuté adekvátnym vyladením poskytnutých údajov, či rozšírením chýb [48]. Tento krok má častokrát charakter iteratívnych procesov [48] a je možné ho vykonať až po získaní naozaj kvalitných dát. Určenie nepresnosti záleží od zdroju dát. Ak sú použité dáta čerpané z verejných databáz, bude odchýlka iná ako keby dáta meriame pre účely analýzy. V druhom prípade, bude zisťovanie odchýlky omnoho jednoduchšie. Posledný, ale veľmi dôležitý krok je **interpretácia výsledkov**, vyvodenie vhodných záverov a prispôbenie výstupu analýzy publiku. [48] Spôsob interpretácie výsledkov MFA diagramov závisí od ich autora, avšak, preferuje sa grafické zobrazenie tokov, napr. pomocou **Sankeyho diagramu**.

2.2.5 Prehľad analýz odpadových tokov, vykonaných pre územie ČR

V rámci OH bolo vykonaných už viacero MFA. Vo vyšších oddieloch boli spomenuté už štúdie ZKO v Malajzii [49], manažovanie PVC odpadov v Thajsku [50]. V EÚ sa štúdie s použitím MFA zaoberali napr. Nemeckom, kde boli sledované toky použitých plastových obalov [48]. Aj v tejto práci sa kládol vysoký dôraz na určenie základných štandardov pre producentov obalov, ktoré by boli založené na jednoduchosti, obal by tvoril jeden materiál a bol by vhodný na recykláciu [48, s. 8]. V štúdiu zistili pomerne nízku mieru recyklácie aj napriek dlhodobo zavedenému systému zálohovania. K najväčším stratám dochádza práve na triediacich linkách, kde veľa materiálov, kvôli svojej komplexnosti, nie je rozpoznaných alebo vhodných k recyklácii [48, s. 8], a teda sú vytriedené ako zmiešané plasty. Tie majú nižšiu hodnotu, nie je možné ich upcyklovať iba downcyklovať. V Španielsku [51] sa zase

zaoberali analýzou toku odpadných papierov a kartónov. Analýzu prepojili aj s ďalším nástrojom, s LCA.

V ČR nástroj MFA v oblasti OH využívajú napríklad na Karlovej univerzite v Prahe a na Vysokom učení technickom (VUT) v Brne. Autori štúdie z VUT Brno [52] sa na základe analýzy odpadových tokov zaoberali vhodným umiestnením automatických liniek na triedenie plastového odpadu. V ďalšej štúdií, s použitím MFA [53], sa sústredili kaly z odpadných vôd. Popísaný bol proces získavania presnejších dát, tvorba matematických modelov na ich spracovanie. Daný princíp bol aplikovaný na odhalenie nedostatkov v procese spracovania kalov, kde boli zistené veľké hmotnostné rozdiely medzi produkciou kalov a ich finálnym spracovaním [53]. Zistenie nedostatkov v dátach je jedno zo základných využití MFA. V Prahe, sa dlhodobým nástrojom MFA zaoberá tím okolo Jána Kovandu. Z pohľadu OH boli zaujímavé čisto jeho práce. V prvej [54] využil Japonskú metódu výpočtu miery opakovaného využívania a prispôbil ju na aplikáciu v ČR. Výsledok v roku 2014 poukazoval na zaostávanie ČR za Japonskom ako v absolútnej hodnote miery opakovaného využívania tak aj vo vývoji trendu [54]. Za 10 rokov sa samozrejme viaceré veci zmenili, a výpočet by bolo pre porovnanie zaujímavé zopakovať. V druhý článok [55] sa zameriava na materiálový tok potravín a nápojov. Väčší dôraz je kladený na počiatočnú fázu: produkciu rastlinnej zložky, chov zvierat, dovoz surovín, spotrebu vody, spracovanie a následnú tvorbu odpadu a odpadnej vody. Väčšina odpadov pochádzajúcich z tejto fázy je hnoj (82 %) čo rapídne zvyšuje mieru recyklácie potravinového odpadu, ale aj tak tam ešte ostáva miesto pre zlepšenie [55, s. 7]. Hnoj sa spracuje na organické hnojivo, ktorým môžu poľnohospodári nahradiť minerálne hnojivá. Živiny z neho sa dostanú do plodín, ktoré následne skonzumujú ľudia [55, s. 7]. Toto je jeden z príkladov cirkulárneho využívania zdrojov [55, s. 7]. Zároveň sa práca sústredila na spôsob zníženia emisií z potravy. Autor prichádza so záverom buď sa sústrediť na potravinovú sebestačnosť a znížiť status potravinového exportéra, alebo opačne, byť aj väčší importér ale aj exportér [55, s. 8]. Druhá možnosť by ale mohla pôsobiť kontraproduktívne [55, s. 8].

2.2.6 Obmedzenia MFA

Výsledky MFA slúžia ako vysoko kvalitný **východiskový bod** pre následnú analýzu a celkové cirkulárne zhodnotenie systému, ktoré bude klásť dôraz aj na environmentálne, sociálne a ekonomické aspekty. Avšak, v snahe o komplexnejšie zhodnotenie environmentálnych dopadov, naráža MFA na svoje nedostatky.

Pri analyzovaní hromadenia skleníkových plynov v rámci regiónu, mesta, sa MFA sústredí na dve úrovne: na dopady priameho spaľovania v rámci mesta a na dopady dovezenej elektriny [56, s. 708]. Zabúda sa na následky importovaného, surového tovaru použitého v rámci týchto úrovní [56, s. 708]. MFA často krát hodnotí iba priame toky materiálov a energií, a vynechá veľkú časť mimo analýzy [56, s. 708]. V knihe *Practical Handbook of MFA* to autori nazývajú *Hinterland-om* [46, s. 58], miestom kde sa odohráva významný tok látok / tovarov, ktorý je v environmentálnych analýzach kľúčový. Autori odporúčajú lepšie zvoliť systémové hranice, a zahrnúť do analýzy aj tieto toky aby sa predišlo zavádzaniu [46, s. 58]. Ďalším obmedzením je použitie hmotnosti ako hlavnej miery pri hodnotení dopadov látok / tovarov na ŽP [56, s. 708].

Veľa krát sú niektoré prúdy hmotnostne nevýrazné, no násobne problematickejšie. Aj to je dôvod, pre ktorý sa MFA často krát spája s posudzovaním životného cyklu (LCA) [56, s. 708]. LCA odstráni nedostatky MFA tým, že pripíše tokom ekologickú záťaž, ktorú reálne nesú, čím umožní lepšie naložiť s výsledkami v rámci ochrany ŽP.

2.3 LCA

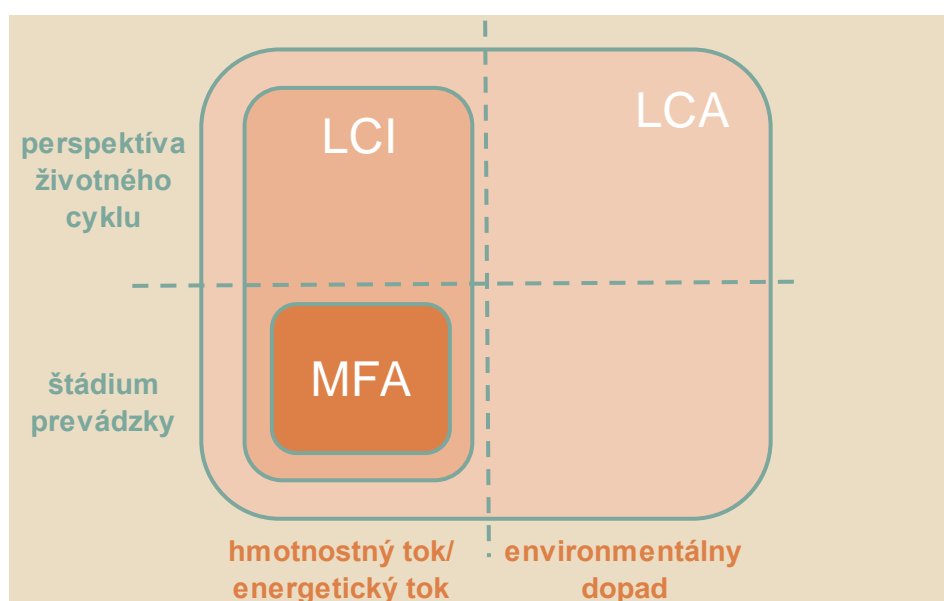
LCA, teda life cycle assessment = posudzovanie životného cyklu, je analytická metóda, ktorá hodnotí **potenciálne** environmentálne dopady skúmaného výrobku, zmeny či služieb [46, s. 17, 140]. Hodnotí dopady s ohľadom na celý životný cyklus. Do úvahy berie následky získavania surovín a energií použitých pri výrobe, počas užívania predmetu, po ukončení jeho životnosti a pri vynaložení s odpadmi z neho. Zahrňuje všetky procesy: ťažbu, dopravu, recykláciu či spracovanie po ukončení svojej životnosti. Výstup LCA môže slúžiť ako podporný nástroj pri dôležitých rozhodnutiach, verejným inštitúciám umožňuje vziať do úvahy viac faktorov ako len ekonomickú návratnosť, odbornejšie rozhodnúť ([46, s. 17 a 140] [51]).

Environmentálny dopad je dopočítaný vynásobením charakterizačného faktoru a sumy množstva elementárnych tokov v rámci procesu. Charakterizačné faktory sú uvedené v databázach, kvôli tomu sa výsledky rovnakých LCA môžu líšiť od softvéru k softvéru.

Norma ISO 14040:2006 stanovuje metodiku tvorby LCA v štyroch častiach [57].

- a) Stanovenie účelu a rozsahu štúdie
- b) Inventarizačná analýza životného cyklu (časť LCI)
- c) Hodnotenie dopadov (LCIA)
- d) Interpretácia výsledkov

Inventarizačná časť štúdie LCA nesmie byť zamieňaná s **inventarizačnou štúdiou LCI** [57]. Štúdiá LCI sa líši od LCA tým, že neobsahuje hodnotiacu (LCIA) časť [57]. Rozdiely štúdií sú zhrnuté na Obr. 14



Obr. 14: Rozdiely medzi MFA, LCI a LCA (spracované podľa [58, s. 694])

Inventarizácia zhromažďuje, vyberá údaje, ktoré sú potrebné k vypracovaniu cieľov stanovených v štúdiu. MFA môže byť považované za databázu z ktorej čerpá inventarizačná časť štúdie LCA ale aj samotná štúdia LCI [58, s. 694]. Napriek tomu LCA nie je závislé od MFA, vstupné informácie si môže získať z iných analýz [59, s. 31].

MFA zobrazuje všetky toky vo vymedzenom území, procese, čím vytvára širšiu perspektívu [58, s. 694]. Štúdia LCI a inventarizačná časť štúdie LCA sa sústreďujú len na niektoré z daných tokov, a tie doplní o celý životný cyklus [58, s. 694]. Pozornosť zameriava najmä na toky, ktoré priamo súvisia s tvorbou vybraných emisií. Tieto toky sa nazývajú **elementárne toky**. Odlišnosť LCA spočíva v tom, že následne dané toky zhodnotí z hľadiska environmentálnych dopadov [58, s. 694].

Ďalšie nástroje, ktoré budú v rámci práce predstavené, boli vyvinuté na ÚPI na FSI VUT Brno.

2.4 POPELKA

POPELKA je webová aplikácia na plánovanie zvozu frakcií KO. Uľahčuje zvozovým firmám naplánovať trasy a tým znížiť náklady obciam a občanom. Aktuálne je vo fáze testovania prvými zvozovými firmami a obcami. Cieľom je dostať ju až na takú úroveň, aby starostom a starostkám stačil jeden klik na vyexportovanie všetkých požadovaných informácií. [60, s. 21-23]

Návrh v Popelke vyžaduje nastavenie vstupných dát. Tie zahŕňajú informácie o zberných autách, lokalitu depa a cieľovej stanice. Užívateľ zadefinuje objemy a umiestnenie kontajnerov v obci, typ odpadu a ako často ho treba vynášať. Následne POPELKA vypočíta optimálnu trasu zvozu [60, s. 21-23]. Vo väčšej škále, aplikácia zoptimalizuje viac zvozov naraz, a pre každé vozidlo vygeneruje zvlášť harmonogram zvozu [60, s. 21-23].

Nástroj sa zameriava najmä na medzi obecné zvozy, s 5 až 10 autami, kde odpadu nie je až tak veľa na jednej kope ako vo veľkých mestách. Vie simulovať aj prechod na zberný systém od dverí k dverám či vyhodnotiť dopady na nákladnosť zvozu. Vhodná je najmä k exaktnejším logistickým výpočtom, v rámci prípadových štúdií. [60, s. 21-23]

Na vyčíslenie zvozových nákladov bol vyvinutý ďalší nástroj, WTP.

2.5 WTP

Waste transport prices = Náklady na transport odpadov je software, vyvinutý na pôde ÚPI, vhodný na odhadnutie nákladov spojených s prepravou odpadu. Skladá sa z troch ekonomických modelov [61]:

- Model pre zhodnotenie zvozu – smetiarske „kuka“ vozy
- Model pre prekladaciu stanicu
- Model pre hodnotenie odvozu – nákladná súprava.

Nástroj umožňuje odhadnúť náklady v dvoch režimoch:

- Výpočet jednotkových nákladov
- Výpočet pre rozsah hodnôt podľa navrhnutých scenárov.

Uživatel'ské rozhraní nástroju WTP je zobrazené na Obr. 15

The screenshot shows the WTP software interface with three main columns for input parameters. Each column has a 'Zahmout do výpočtu' checkbox and an 'Editovat parametry' button. The parameters are as follows:

Popelářský vůz	Překládací stanice	Jízdní souprava
<input checked="" type="checkbox"/> Zahmout do výpočtu	<input checked="" type="checkbox"/> Zahmout do výpočtu	<input checked="" type="checkbox"/> Zahmout do výpočtu
<input type="button" value="Editovat parametry vozu"/>	<input type="button" value="Editovat parametry stanice"/>	<input type="button" value="Editovat parametry soupravy"/>
Kapacita [kt./rok] 30,0	Kapacita [kt./rok] 30,0	Kapacita [kt./rok] 30,0
Vzdálenost ke zpracovateli [km] 12	Vzdálenost ke zpracovateli [km] 30,0	Vzdálenost ke zpracovateli [km] 81
Pracovní doba [hod./den] 8	Pracovní doba [hod./den] 8	Pracovní doba [hod./den] 8
<input checked="" type="checkbox"/> Výpočet pro rozsah hodnot	<input checked="" type="checkbox"/> Výpočet pro rozsah hodnot	<input checked="" type="checkbox"/> Výpočet pro rozsah hodnot
Minimální vzdálenost [km] 1	Minimální vzdálenost [km] 1	Minimální vzdálenost [km] 1
Počet kroků [-] 15	Počet kroků [-] 10	Počet kroků [-] 100
Maximální vzdálenost [km] 30	Maximální vzdálenost [km] 100,0	Maximální vzdálenost [km] 200
Délka kroku [km] 1,9	Délka kroku [km] 9,75	Délka kroku [km] 2,0
Minimální kapacita [kt./rok] 2,5	Minimální kapacita [kt./rok] 2,5	Minimální kapacita [kt./rok] 2,5
Počet kroků [-] 50	Počet kroků [-] 10	Počet kroků [-] 10
Maximální kapacita [kt./rok] 100,0	Maximální kapacita [kt./rok] 100,0	Maximální kapacita [kt./rok] 100,0
Délka kroku [kt./rok] 1,95	Délka kroku [kt./rok] 9,75	Délka kroku [kt./rok] 9,75
Typ grafu spojnicový	Typ grafu spojnicový	Typ grafu spojnicový

Summary row at the bottom:

Popelářský vůz	Překládací stanice	Jízdní souprava	ZEVO
30,0 kt./rok	30,0 kt./rok	30,0 kt./rok	
12 km	8 hod./den	81 km	
8 hod./den		8 hod./den	

Obr. 15: Uživatel'ské rozhraní nástroja WTP [61]

Výstupom z nástroja je grafické zobrazenie nákladov a zobrazenie závislosti ceny prepravy odpadu na vzdialenosti k miestu následného spracovania. Nástroj umožňuje tvorbu analýz ako pre celkový dopravný reťazec, tak aj pre jednotlivé časti zvlášť. [61]

2.6 REVEDATO

Nástroj REVEDATO 1.0 vznikol v rámci projektu CEVOOH a slúži na hodnotenie správnosti dát v pracovnej variante Informačného systému OH (ISOH) a na ich následné opravenie. Nástroj využíva jednoduché hmotnostné bilancie, cez ktoré kontroluje dáta v jednotlivých uzloch a medzi uzlami. [62]

Aplikácia REVEDATO 2.0 je aktuálne vyvíjaná v rámci výskumnej činnosti na fakulte, za účelom vytvorenia kompletného prehľadu dát o odpadoch v ČR. [62]

REVEDATO zlepšuje dáta, na základe ktorých MŽP v ČR tvorí analýzy OH a nastavuje stratégie. [62]

2.7 Tiramiso

Tiramiso je webová aplikácia vyvinutá pre účely MŽP ČR. Hlavným cieľom aplikácie je poskytnúť prognózy a scenáre o produkcii odpadov. Obyčajnému užívateľovi neposkytuje historické hodnoty o produkcii odpadov, zobrazuje sa iba trend. Dáta využité v rozhraní webovej aplikácie sú čerpané z Informačného systému o odpadovom hospodárstve ČR (ISOH). [5]

3 ANALÝZA DÁT

3.1 Prehľad databáz

Hlavnou organizáciou, ktorá sa v EÚ zaoberá zberom dát, spracovaním dát a tvorbou databáz je **Eurostat**, Európsky štatistický úrad. Účelom Eurostatu je zverejňovanie kvalitných dát, štatistík a ukazovateľov [63]. Pokrýva širokú škálu údajov a na základe podobnej metodiky zberu dát, umožňuje porovnávať krajiny medzi sebou. Zameriava sa na porovnania medzi štátmi. Príklad, v ktorom boli využité dáta z Eurostat-u, bol uvedený na Obr. 7 Eurostat funguje na základe spolupráce s národnými štatistickými inštitútmi [2]. Táto spolupráca spadá pod Európsky štatistický systém (ESS) a prispieva k tvorbe porovnateľných štatistík [2]. V ČR spolupracuje s ČSÚ.

Český štatistický úrad (**ČSÚ**) poskytuje prehľadné základné informácie o ČR. Pomáha vytvárať ucelený obraz vývoja ČR, poskytuje komplexné štatistické podklady. [64] Funguje podobne ako Eurostat.

3.2 Prehľad databáz o odpadoch

V ČR existuje viacero databáz, zaoberajúcich sa **odpadmi**. Pre niektoré inštitúcie, akou je napr. ČSÚ alebo Eurostat, je zaoberanie sa odpadmi len okrajová záležitosť. Iné, Informačný systém odpadového hospodárstva (**ISOH**) sa venujú vyslovene odpadom.

ISOH poskytuje základné informácie o OH v ČR, sprístupňuje dáta o produkcii aj o nakladaní s odpadmi. Delí sa na dve časti, verejnú (VISOH) a internú, ku ktorej majú prístup najmä orgány verejnej moci. Aktuálne vzniká druhá verzia (V)ISOH-u, ktorá bude pokrývať OH od roku 2022. [65]

Analýzu celonárodných dát umožňujú zákony a vyhlášky, podľa ktorých majú obce povinnosť zbierať a hlásiť údaje o priebežnej evidencii odpadov. Tú im stanovuje príloha č.13, vyhlášky č. 273. Tým, že obce sú podľa §59 Zákona o odpadoch, povinné prebrať všetok KO pochádzajúci od nepodnikajúcich obyvateľov, stávajú sa vlastníkom (pôvodcom) daného odpadu a sú zodpovedné za priebežné vykazovanie dát a náležité nakladanie s odpadom. Svoju povinnosť môžu plniť prostredníctvom tretích strán ako napr. dobrovoľným zväzom obcí, autorizovanou obalovou spoločnosťou (AOS) alebo uzavretím zmluvy s inou obcou (§60, Zákon o odpadoch, [1]). Na vedenie priebežnej evidencie o odpadoch sa využívajú evidenčné kódy.

3.2.1 Evidenčné kódy vzťahujúce sa k produkcii

Evidenčné kódy pre vykazovanie príjmu, predaniu a produkcie odpadu sú uvedené v tabuľke č.1, prílohy č.13 (Vyhláška č.273, [37]). Vyhláška je z roku 2021, kedy sa zmenil starší spôsob evidencie odpadov. Základné princípy ostali nezmenené. Aj naďalej platí význam písmen A,B,C a X v evidenčných kódach.

A znamená produkcia vlastného odpadu, B odpad je prevzatý, C odpad z minulých rokov a X môže znamenať jedno z vyššie zmienených (príloha č.13, Vyhláška č.273).

Kódy pre spôsob nakladania s odpadmi sú predstavené len okrajovo v ďalšom oddieli.

3.2.2 Kódy pre nakladanie s odpadmi

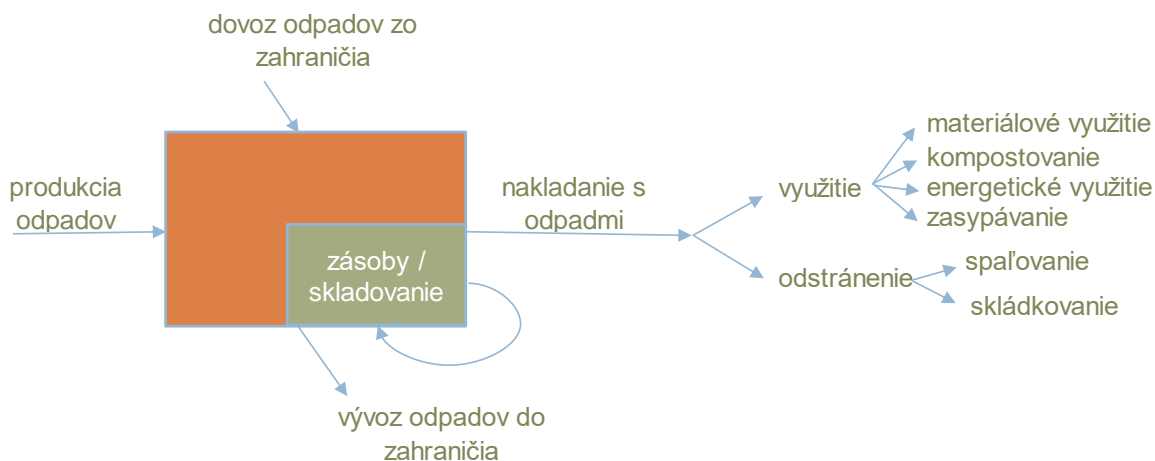
Kódy pre využitie, odstránenie, úpravu a skladovanie určuje príloha č.2, 5 a 6 Zákona o odpadoch [1].

Kódy nakladania s odpadmi majú formát veľkého písmena, jedno alebo dvojciferného čísla a voliteľne obsahuje aj malé písmeno. Medzi najhlavnejšie kategórie patria skupiny R a D. R znamená využitie odpadu, D odstraňovanie odpadu. Napr. skupina R3, ktorá zahŕňa recykláciu a spätné získavanie organických látok, ktoré sa nepoužívajú ako rozpúšťadlá. Bližšie sa v danej skupine nachádza napr. R3c, recyklácia papiera alebo R3d recyklácia plasty.

Celý zoznam kódov sa nachádza v spomínaných prílohách Zákona o odpadoch. Kódy dôležité pre túto prácu, budú predstavené v praktickej časti, pred prvým použitím.

3.3 Prehľad verejne dostupných dát

Z verejne dostupných dát, je najviac informácií o odpadoch prístupných pre ČR ako celok. Obr. 16 znázorňuje všetky verejne dostupné informácie pre ČR. Údaje o produkcii sú zverejnené na viacerých informačných portáloch: VISOH, ČSÚ, Tiramiso (zobrazuje trend, používa dáta z VISOH). Informácie o nakladaní sú prístupné z VISOH a z ČSÚ. Pre KO platí dostupnosť dát podľa Obr. 16 s výnimkou dostupnosti údajov o dovoze a vývoze KO.



Obr. 16: Dostupná úroveň verejne prístupných informácií o odpadoch pre celú ČR

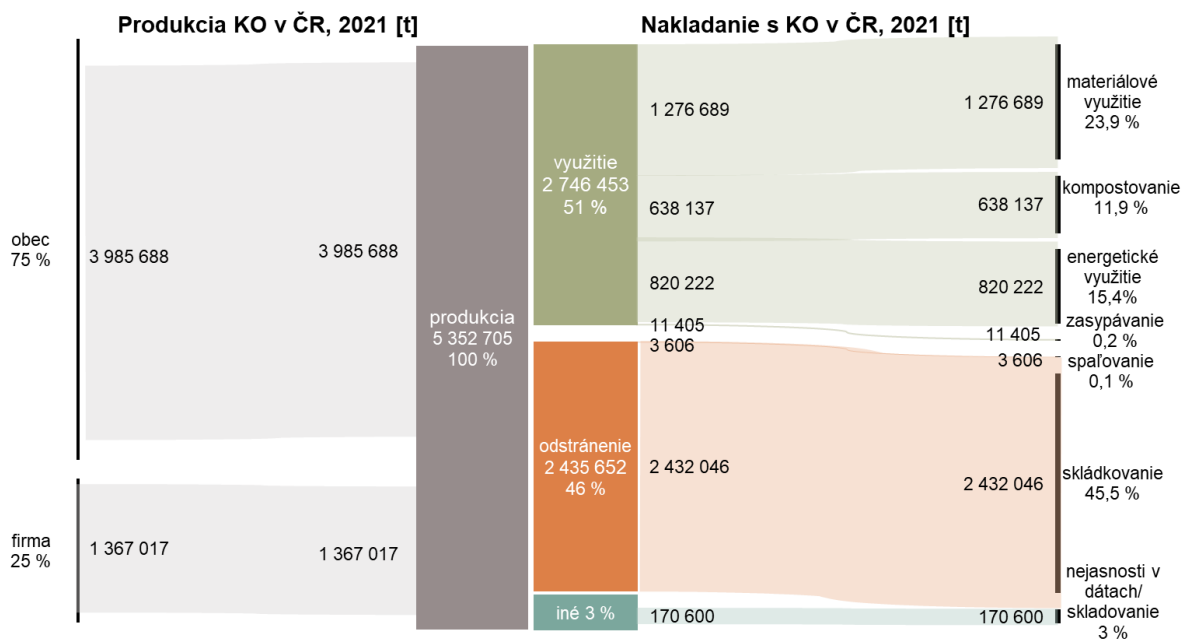
Zásoby / skladovanie predstavujú tok odpadov, ktoré boli napr. vyprodukované minulý rok a nakladá sa s nimi až tento rok, prípadne odpady, ktoré boli vyprodukované v daný rok, avšak nakladať sa s nimi bude až budúci rok.

Pre menšie celky, akými sú kraje, obce s rozšírenou pôsobnosťou (ORP) prípadne obce samotné sa množstvo verejne prístupných informácií znižuje. Pre priblíženie a lepšie pochopenie úrovni dostupných informácií, budú v oddieloch 3.3.1 až 3.3.4 predstavené: toky KO v roku 2021, v rôznych územných celkoch, vrátane uvedenie pôvodu produkovaných odpadov (obec/firma). Uvedené budú aj zdroje, z ktorých je možné dané informácie čerpať.

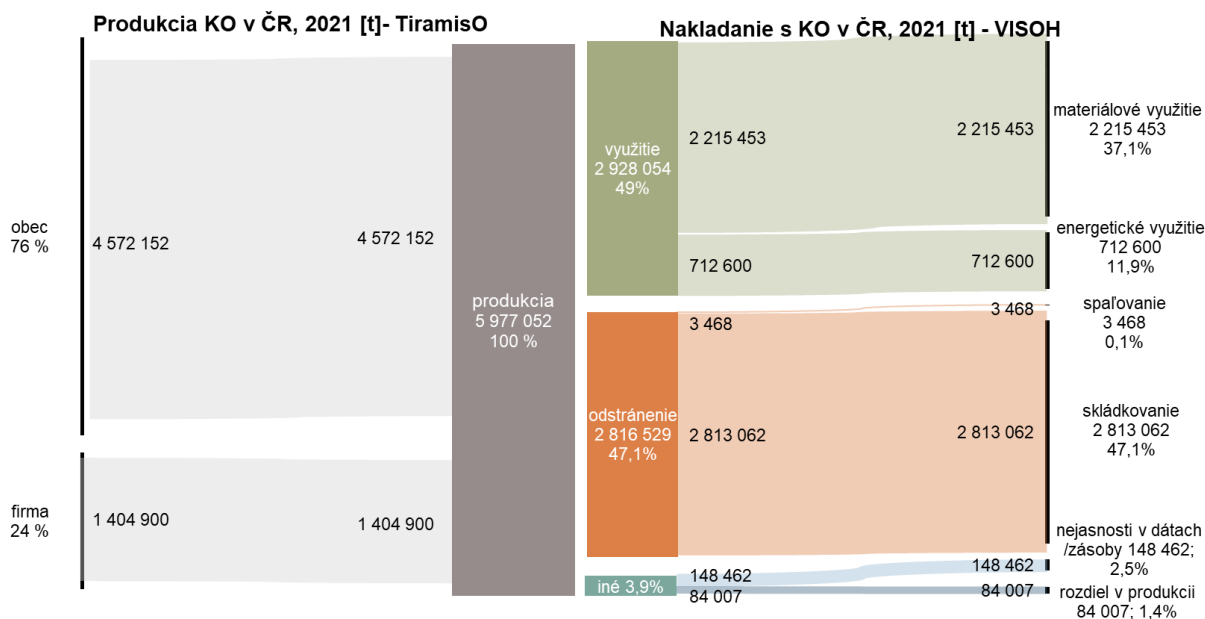
3.3.1 ČR

Pre ČR sú informácie o OH uvedené vo viacerých databázach, ako bolo spomenuté v podkapitole 3.3. Pre približnú predstavu o rozdieloch v spomínaných databázach, sú dáta z ČSÚ uvedené v Graf 7 a dáta z VISOH-u v Graf 8.

VISOH neumožňuje zobrazenie pôvodcu odpadu a preto Graf 8 čerpá informácie o produkcii z Tiramiso. Napriek tomu, že Tiramiso je založené na dátach z ISOH-u, zobrazuje len trend, a preto je na strane nakladania uvedený rozdiel v produkcii odpadov.



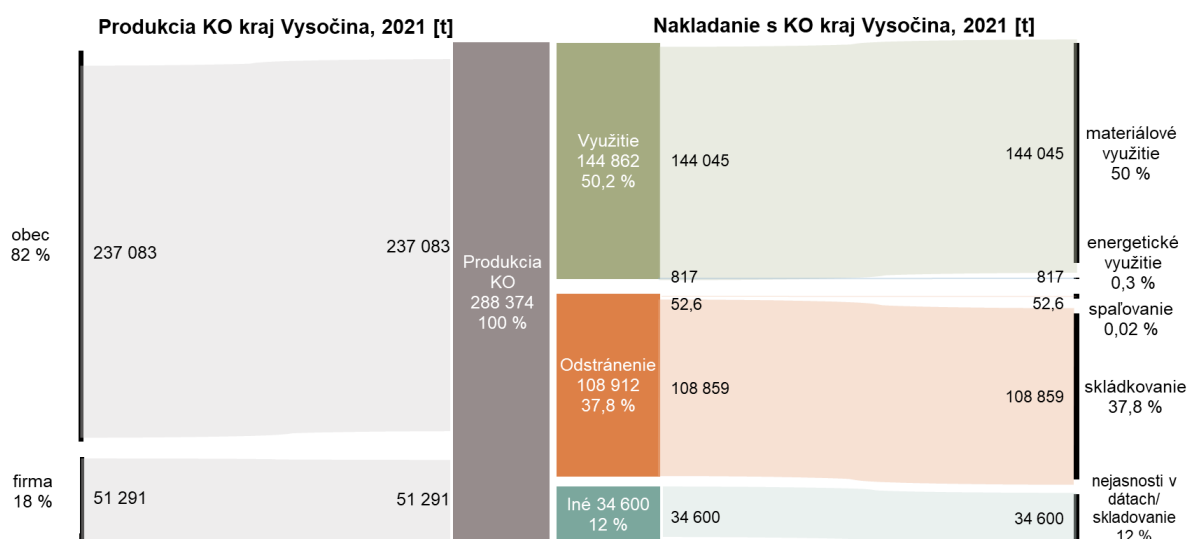
Graf 7: Produkcia a nakladanie s KO, ČR, 2021 (zdroj dát ČSÚ)



Graf 8: Produkcia a nakladanie s KO, ČR, 2021 (zdroj dát Tiramiso a VISOH)

3.3.2 Kraj

Na krajské úrovni, sú verejne dostupné informácie o produkcii odpadov na všetkých troch portáloch. Pôvodca odpadov je uvedený na portáloch ČSÚ a Tiramiso. Informácie o nakladaní s odpadmi pre krajskú úroveň, boli dostupné na VISOH-u. Názorný Graf 9 zobrazuje toky KO v kraji Vysočina. Ľavú stranu čerpá z Tiramiso, z dôvodu menších nezrovnalostí v dátach o produkcii medzi portálmi VISOH a Tiramiso, ako medzi VISOH a ČSÚ. Pravá strana je dostupná vo VISOH-u. Na Graf 9 je viditeľne väčšia položka iného nakladania, až 12 %. Tento vysoký rozdiel oproti celej ČR, môže byť spôsobený tým, že sa s odpadmi z kraja Vysočiny nakladá v inom kraji.



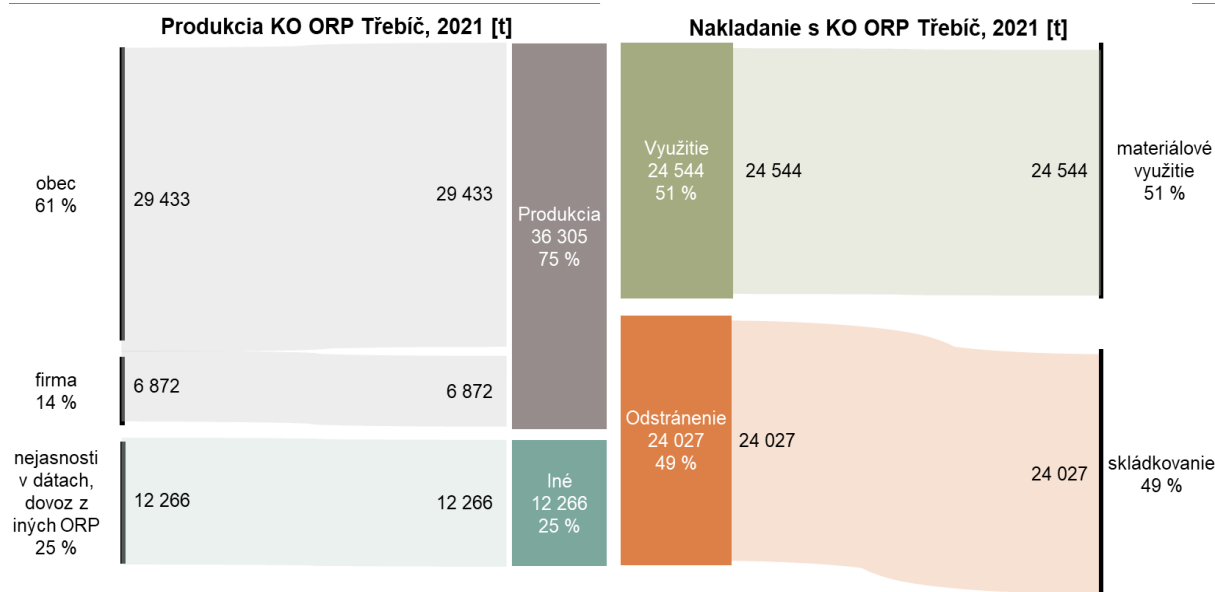
Graf 9: Produkcia a nakladanie s KO, kraj Vysočina, 2021
(zdroj dát Tiramiso a VISOH)

Z grafu je zrejmé, že v kraji Vysočina nie sú kapacity na energetické využívanie odpadov (EVO) a tento trend by sa mal preniesť aj do grafu pre ORP.

3.3.3 ORP

ORP je skratka pre obce s rozšírenou pôsobnosťou. V ČR zastávajú funkciu medzičlánku medzi krajskými a obecnými úradmi. Na Slovensku túto funkciu plnia okresné úrady.

Graf 10 zobrazuje toky KO v ORP Třebíč, za rok 2021. Dáta o produkcii a nakladaní boli dostupné na portáli VISOH a Tiramiso. V konkrétnom ORP neboli žiadne odpady energeticky využité ani spaľované a celkovo bolo využitých a odstránených omnoho viac KO ako vyprodukovaných. To naznačuje, že na území ORP Třebíč sa nakladá aj s odpadmi z iných ORP.



Graf 10: Produkcia a nakladanie s KO, ORP Třebíč, 2021
(zdroj dát Tiramiso a VISOH)

3.3.4 Obce

Najpodrobnejšia úroveň, ktorú poskytuje VISOH (a Tiramiso) je pre ORP. Komplexné údaje o produkcii a nakladaní o odpadom v obciach nie sú verejne prístupné. Niektoré obce zverejňujú hlásenia o produkcii odpadov za daný rok na svojich internetových stránkach.

Pre obce, prípadne zväzy obcí, je možné tvoriť odhady na základe počtu obyvateľov. Napríklad, ak obec patrí do ORP Třebíč, je možné odhadnúť približnú produkciu odpadov proporcionálne, prepočtom cez počet obyvateľov ORP Třebíča a počet obyvateľov obce.

Obec disponuje údajmi o nakladaní v prípade, že sa daná prevádzka nachádza v jej správe. Ak nedisponuje takouto prevádzkou, má iba informácie o tom kto, prípadne aká spoločnosť odpady prevzali.

3.4 Porovnanie informácií z verejne dostupných dát

Každá databáza pustí užívateľa do inej úrovne. Väčšinou to závisí od účelu databázy, prípadne od disponovania užívateľskými oprávneniami. Základné funkcie a odlišnosti spomínaných databáz, prípadne aplikácií, budú zhrnuté v nasledujúcich odstavcoch a tabuľkách. Tab. 10 a Tab. 11 sumarizujú funkcie, ktorými disponujú spomínané databázy a aplikácie vo vzťahu k ČR, krajom, ORP a obciam.

ČSÚ umožňuje rozlíšiť ostatné odpady (OO) od nebezpečných odpadov (NO), avšak iba v kategórii o množstve vyprodukovaného odpadu. V kategórii nakladanie s KO už ČSÚ nerozlišuje OO od NO. Tieto údaje vie podrobnejšie poskytnúť VISOH. Pre bližšiu predstavu, v roku 2021, tvorili NO 0,197 % v celkovej produkcii KO (10 533 t, zdroj: ČSÚ). Odlíšenie NO od OO je zaujímavé najmä v oblasti nakladania s odpadmi. V roku 2021, bolo spálených 2 574 t NO, čo predstavuje 71 % KO, ktoré ČR v daný rok spálila. Spaľovanie OO sa, v 99,87 % prípadov (podľa dát z VISOH), spája s energetickým využitím.

Tab. 10: Základný návod odkiaľ čerpať dáta a ktoré sú verejne dostupné

	Produkcia	Zvoz - Zber	Nakladanie
ČR	Verejne dostupná (ČSÚ, VISOH, Tiramiso)	Neverejné dáta iba EKO-KOM	Verejne dostupné (ČSÚ, VISOH)
Kraj	Verejne dostupná (ČSÚ, VISOH, Tiramiso)	Neverejné dáta	Verejne dostupné (VISOH)
ORP	Verejne dostupná (VISOH, Tiramiso)	Neverejné dáta	Verejne dostupná (VISOH)
Obec	Väčšinou neverejné dáta (obec - hlásenie)	Neverejné dáta Zvozová spoločnosť / EKO-KOM	Neverejné dáta (obec – hlásenie)

VISOH zase, na rozdiel od ČSÚ, nerozlišuje rôzne spôsoby materiálového využitia, akými je kompostovanie a zasypávanie, čo sú dôležité informácie napr. pri tvorbe analýz o nakladaní s BRKO

Tab. 11: Úrovne dostupnosti informácií naprieč databázami a aplikáciami

		ČSÚ	VISOH	TiramisO
Produkcia KO	ČR	Áno	Áno	Áno, trend
	Kraj	Áno	Áno	Áno, trend
	ORP	Áno	Áno	Áno, trend
	Obec	Áno	Áno	Áno, trend
Rozdelenie produkcie KO na NO a OO		Áno	Áno	Áno
Uvedenie pôvodcu odpadu (obec/firma)		Áno	Nie	Áno
Nakladanie s KO	ČR	Áno	Áno	Nie, nezaoberá sa dátami o nakladaní s odpadmi
	Kraj	Nie	Áno	
	ORP	Nie	Áno	
	Obce	Nie	Áno	
Rozdelenie nakladania s KO na NO a OO		Nie	Áno	
Katalógové čísla produkovaných odpadov		Nie	Nie	Áno, trend

Praktická časť sa bude zaoberať analýzou dát o KO. V prvom rade budú spracované verejne dostupné dáta vo vymedzenom území, s použitím princípu prepočítavania množstva cez počet obyvateľov. Následne bude spracovaná exaktnejšia analýza, s použitím interných dát, poskytnutých zbernou firmou. Presnejšie dáta umožnia porovnať rozdiely spôsobené použitím odvodených dát.

PRAKTICKÁ ČASŤ: Analýza tokov materiálovo využitelných zložiek vo vymedzenom území

Práca sa zaoberá analýzou tokov odpadov vo vymedzenom území v ČR, ktoré patrí pod správu firmy ESKO-T. Podrobnejšie bude územie zadefinované v kapitole 4

ESKO-T s. r. o. zabezpečuje zvoz a likvidáciu KO, triedených KO, nebezpečných odpadov (NO). V regióne ponúka poradenstvo či enviromentálnu osvetu. Firma bola založená *Svazkem obcí* v júli 1994 [66].

Svazek obcí pro komunální služby (ďalej už iba Zväz) bol založený v roku 1992 a aktuálne má 165 členských obcí. Skoro všetky obce v Zväzu sú súčasťou kraju Vysočina, väčšina obcí patrí pod ORP Třebíč.

Zväz od začiatku svojho pôsobenia vybudoval vlastnú skládku tuhých KO, TKO Petrůvky (1994) s projektovanou kapacitou 600 000 t [66]. S pribúdajúcim množstvom odpadov bolo potrebné zainvestovať do zariadení umožňujúcich napr. materiálovú recykláciu. Zväz postupom rokov vybudoval zberné dvory (2001), triediacu linku (2003), zariadenie na využívanie skládkového plynu (2005) [66]. Novovybudovaná kompostáreň o kapacite 5 000 t/r spolu s dotriedňovacími linkami (DTL) na objemný odpad vytvorili v roku 2015 Odpadové centrum Petrůvky [66]. Podľa potrieb budujú nové zberné dvory, triediace linky, rozširujú pôvodné, vrátane rozširovania skládky [66]. Posledným väčším prírastkom, v roku 2020 bola nová DTL triedených odpadov (ďalej už iba DTL TO), ktorá nahradila starú triediacu linku z roku 2003. Prevádzkovateľom je dcérska spoločnosť ESKO-T. Nová DTL TO s kapacitou 10 000 t lepšie pokryje aktuálne potreby členov Zväzu. Okrem kapacity sa zvýšila aj jej efektivita, linka obsahuje výkonnejší lis o sile 60 t ktorý je schopný do rovnakého objemu zlisovať viac materiálu a novinkou je aj separátor kovových a nekovových obalov. Celá linka je taktiež jednoduchšia na obsluhu. [67]

Náplň praktickej časti bol definovaný na začiatku v kapitole CIELE PRÁCE.

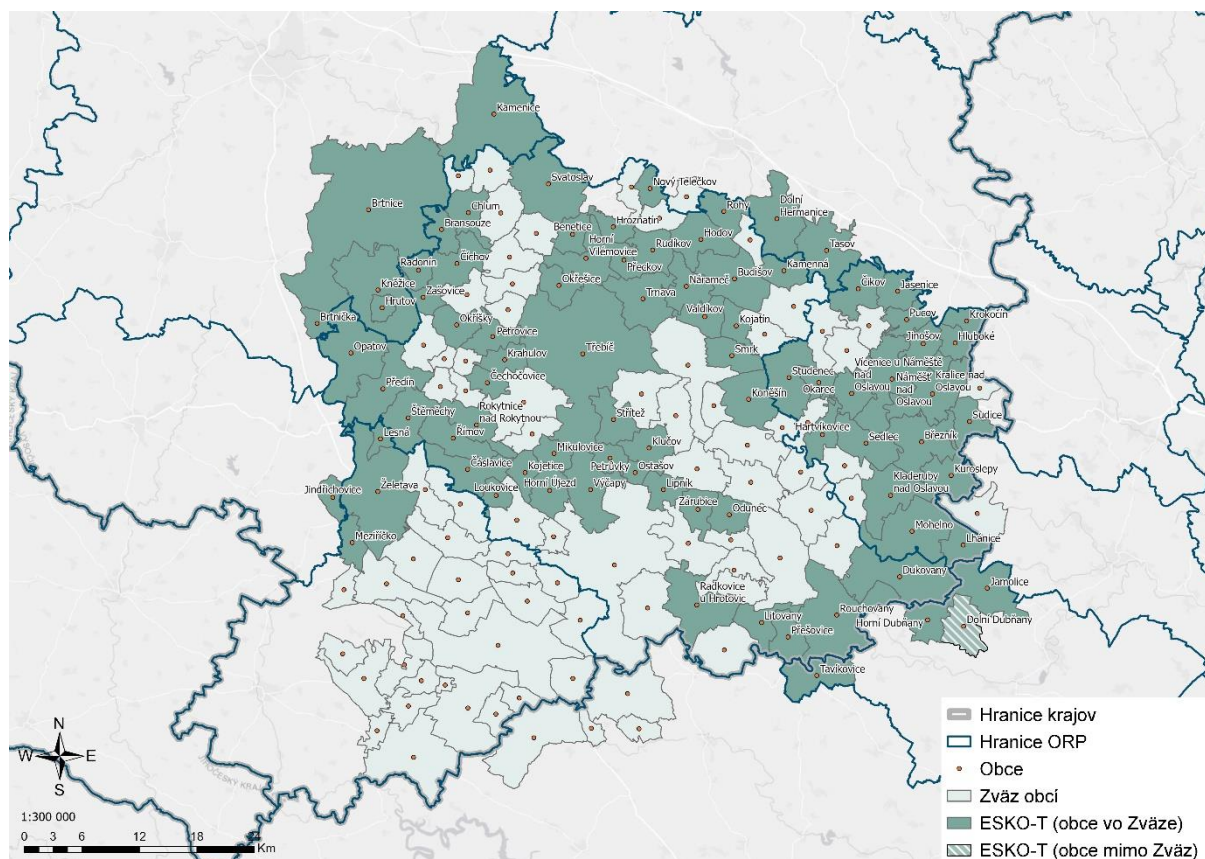
Nadchádzajúce kapitoly sa budú venovať analýze konkrétneho územia. V kapitole 4 bude krátko predstavené vymedzené územie. Ďalšia kapitola sa bude zaoberať spracovaním dát. Kapitola 6 popíše stávajúci spracovateľský reťazec odpadov vo vybranom území, od separácie, cez zvoz až po nakladanie s odpadmi. Kapitola 7 predstaví prúdy odpadov, ktoré by bolo možné vyňať zo ZKO, na základe čoho sú navrhnuté alternatívne scenáre k stávajúcemu zvozu odpadov. Posledná kapitola sa zaoberá stávajúcimi a teoretickými možnosťami nakladania s danými oddelene vyzbieranými odpadmi.

4 ZADefinOVANIE ÚZEMIA

Práca sa zaoberá analýzou tokov odpadov z obcí, ktoré spadajú pod zvozovú správu firmy ESKO-T. Spolu je obcí 85. Väčšina obcí je súčasťou kraja Vysočina, 3 patria do Jihomoravského kraja. 51 obcí z 85, je aj súčasťou ORP Třebíč a 84 patrí do Zväzu.

Mapa na Obr. 17 zobrazuje obce, ktorých odpady zväža firma ESKO-T, ich zaradenie v rámci krajov, ORP a Zväzu.

Pre lepšie rozlíšenie je mapa uvedená aj v Prílohe č.1



Obr. 17: Zadefinovanie územia

Hranice bilancovaného systému sú tvorené hranicami obcí vyznačených na mape na Obr. 17.

V roku 2021, boli súčasťou obsluhovaných obcí ešte dve mestá: Hrotovice a Jaroměřice Nad Rokytou. Spolu mali 5 638 obyvateľov. Z dôvodu rôznych počtov obcí v porovnávacom roku a v súčasnosti, bude vo väčšine grafov používaná merná hmotnosť v kg na obyvateľa (kg/ob.). Tento formát je vhodný aj pre následné porovnanie medziročne, v rámci iných prác, a pod.

5 SPRACOVANIE DÁT

5.1 Prvotné spracovanie verejne dostupných dát

V prvotnej analýze boli použité dáta o produkcii odpadu z portálu TiramisO, presnejšie trendy dát.

Počet obyvateľov Vysočiny a jednotlivých obcí (87), ktoré zvažala ESKO-T v roku 2021 bol doplnený z ČSÚ, verejnej databázy a zo stránky <https://obyvateleceska.cz/>. Analýza bola spracovaná k 31.12.2021, poslednému známemu kompletnému stavu o produkcii odpadov v dobe začiatku spracovávania dát.

- Počet obyvateľov Vysočiny k 31.12.2021: **504 025**
- Počet obyvateľov obsluhovaných ESKO-T k 31.12.2021: **83 192**

Na základe pomeru počtu obyvateľov, bola dopočítaná produkcia odpadov na území obcí patriacich do zvozu ESKO-T.

V TiramisO boli zvolené údaje:

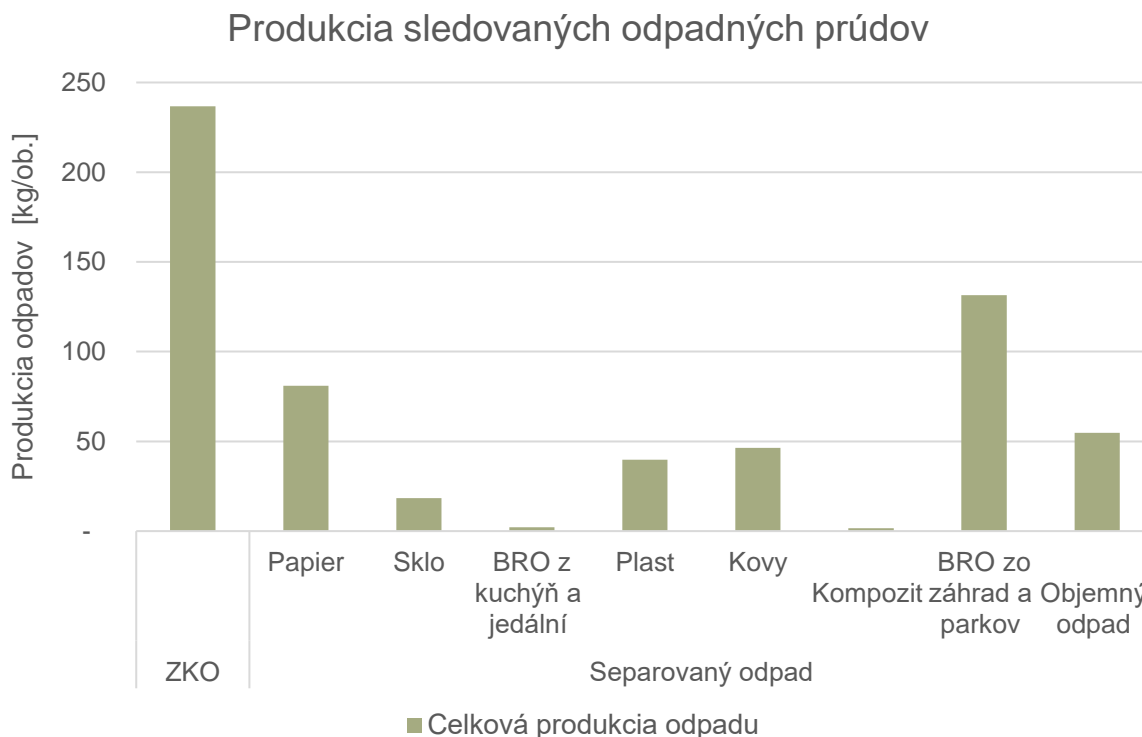
- Kategória odpadov: O - ostatné
- Kraj: CZ063 – Vysočina
- Pôvodca odpadu: všetci - obec + firma
- Rok produkcie odpadov: 2021
- Skupiny a podskupiny odpadov: vid' Tab. 12

Tab. 12: Katalógové čísla sledovaných skupín a podskupín odpadov v rámci analýzy (Vyhláška č. 8/2021 Sb.)

15	Odpadné obaly; absorpčné činidlá, čistiace tkaniny, filtračné materiály a ochranné oblečenie inak neurčené
1501	Obaly (vrátane oddelene zbieraného komunálneho obalového odpadu)
150101	Papier a lepenkové obaly
150102	Plastové obaly
150104	Kovové obaly
150105	Kompozitné obaly
150107	Sklenené obaly
20	KO (Odpady z domácností a podobné živnostenské, priemyslové odpady a odpady z úradov), vrátane zložiek z oddeleného zberu
2001	Zložky z oddeleného zberu (okrem odpadov uvedených v podskupine 1501)
200101	Papier a lepenka
200102	Sklo
200108	Biologicky rozložiteľný odpad z kuchýň a jedální = BRKO
200139	Plasty
200140	Kovy
2002	Odpady zo záhrad a parkov (vrátane odpadov z cintorínov)
200201	Biologicky rozložiteľný odpad
2003	Ostatné komunálne odpady
200301	Zmesový KO = ZKO
200307	Objemný odpad

Súčasťou obcí zväzaných firmou ESKO-T sú aj 3 obce patriace pod Jihomoravský kraj. Táto informácia nie je do spracovania dát zahrnutá a prepočty aj tých troch obcí boli robené na základe celkovej produkcie odpadov v kraji Vysočina.

Produkcia sledovaných tokov odpadov je uvedená v Tab. 13 a na Graf 11. Vyjadruje prepočítanú produkciu sledovaných odpadov za všetky obce zväzané firmou ESKO-T.

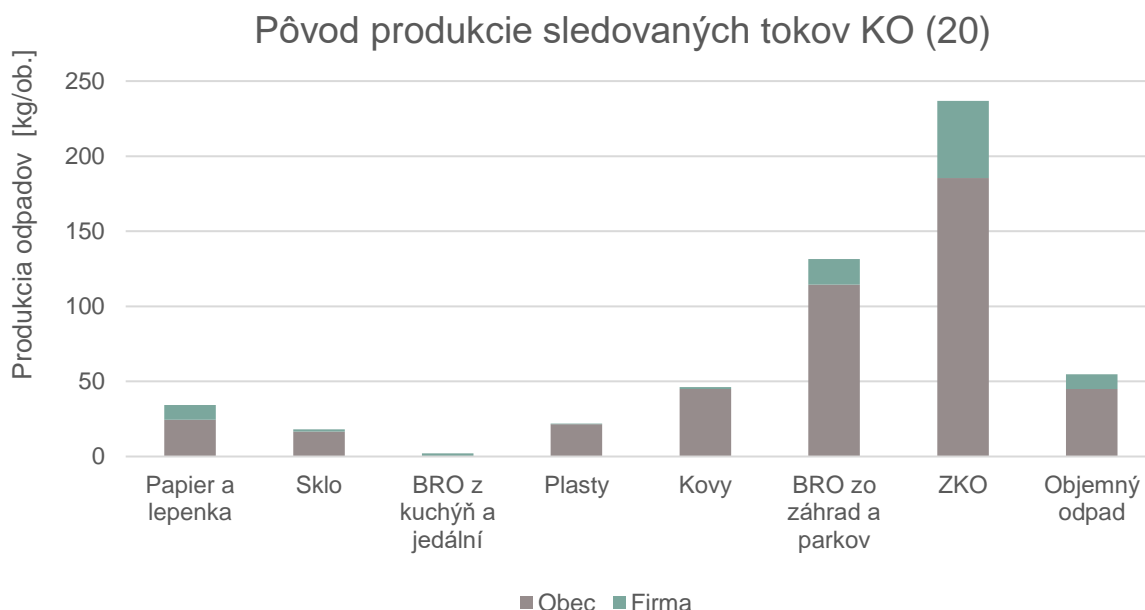


Graf 11: Produkcia sledovaných odpadných prúdov (spracované na základe dát z TiramisO)

Tab. 13: Odhad produkcie sledovaných tokov odpadov v obciach zväzaných firmou (spracované na základe dát z TiramisO)

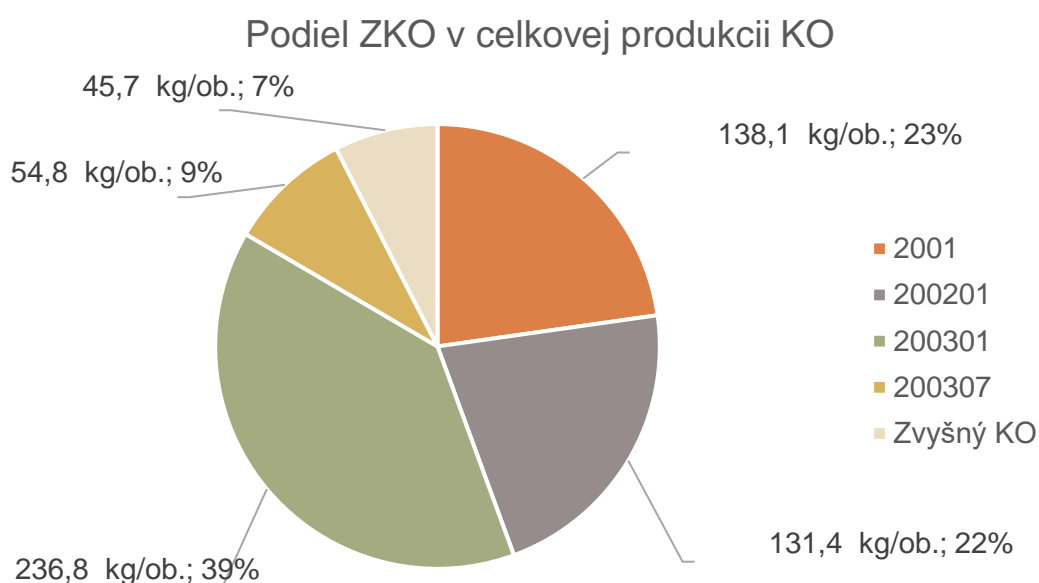
Celková produkcia		[t]	[kg/ob.]
Zmesový komunálny odpad		19 700	236,8
Separovaný	Papier	2 855	34,3
	Sklo	1 500	18,0
	BRO z kuchýň a jedální	183	2,2
	Plast	1 832	22,0
	Kovy	3 850	46,3
	BRO zo záhrad a parkov	10 934	131,4
	Kompozity	0	0
	Objemný odpad	4 561	54,8

Pod KO (skupina 20) spadajú odpady od obyvateľov obcí, ale aj komunálne odpady od firiem pôsobiacich v daných obciach. Pôvod KO v sledovanom území je zobrazený na Graf 12



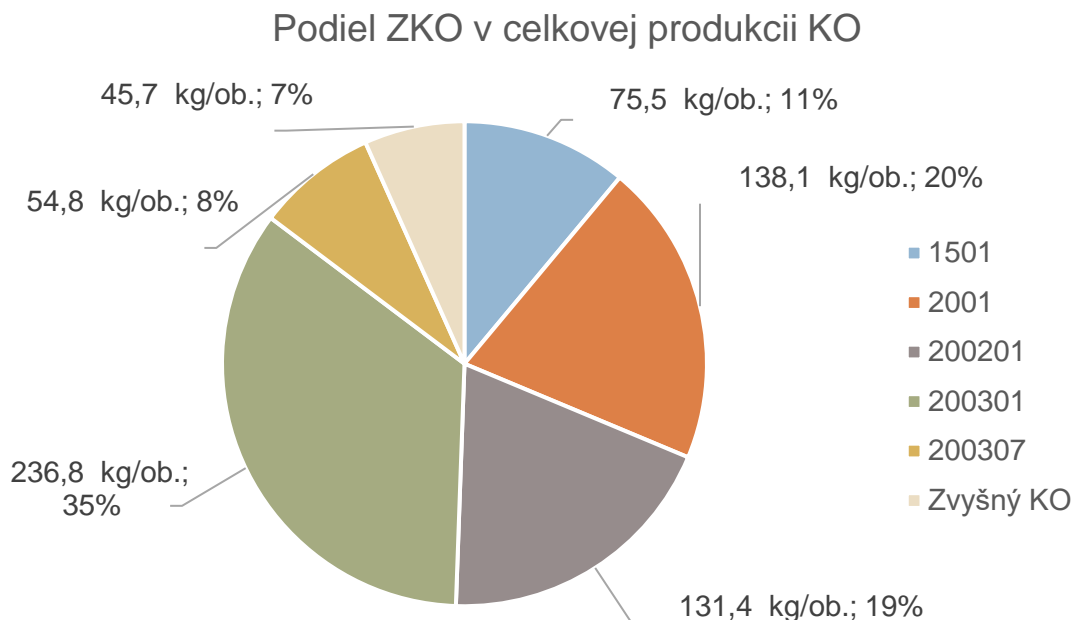
Graf 12: Pôvod produkcie KO zväzovaných firmou ESKO-T (spracované na základe dát z TiramisO)

Graf 13 graficky zobrazuje podiel ZKO (katalógové číslo 200301) v KO, zaradeného pod skupinu 20. Pod položkou ostatný KO, je pre účely tohto porovnania zaradený všetok zvyšný odpad vykázaný ako komunálny, a teda odpad, ktorý sa nezbera oddelene (podskupina 2001), nebol odovzdaný ako objemný odpad (200307), BRO zo záhrad a parkov a ani ako ZKO. Zvyšný odpad zahŕňa odpady z čistenia kanalizácií, smeti z ulíc z trhovísk, zeminy kamenie a pod. Zahnutie zvyšného odpadu umožňuje lepšie poukázať na množstvo zmesovej odpadovej frakcie v celkovej produkcii KO. Tvorí približne 39 %.



Graf 13: Podiel ZKO v celkovej produkcii KO (spracované na základe dát z TiramisO)

Graf 14 zobrazuje podiel ZKO v celkovej tvorbe KO, po započítaní príspevku z odpadu zaradeného pod obalové odpady. Oddelene zbieraný celkový KO tvoria podskupiny 1501 (11 %) a 2001 (20 %) a dokopy predstavuje 31 % KO. ZKO tvorí 35 %, BRO zo záhrad a parkov 19 %, objemný odpad 8 % a zvyšný odpad 7 %.

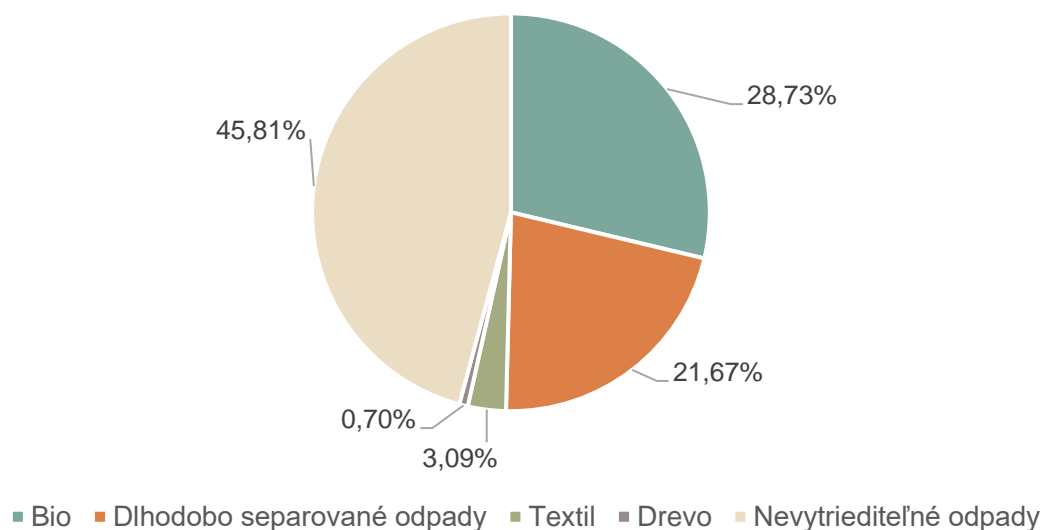


Graf 14: Podiel oddelene zbieranej (vrátane obalového odpadu skupiny 15) a zmesovej zložky v celom KO (spracované na základe dát z Tiramiso)

V roku 2021, bolo vyprodukovaných cez 19 tis. t ZKO, čo predstavuje 35 % celkovej produkcie KO, zaradených pod skupiny 20 a 15. Tento odpad bol ďalej prevezený na miesto ďalšieho spracovania. Zloženie takého odpadu bolo skúmané v iných prácach. MŽP ČR, vo svojej súhrnnej práci vypracovanej kolektívom autorov z VUT FSI, stanovilo priemerné zloženie ZKO. Výsledky boli vypracované na základe terénnych rozborov, predom stanovenej metodiky a s uplatnením štatistických pravidiel. Priemerné zloženie je uvedené na Graf 15.

Takmer polovicu ZKO tvoria odpady, ktoré nie sú vhodné na triedenie ani na následnú recykláciu. Sú to napr. hygienické odpady, plienky, komplexné či jemné frakcie (<40mm) rôznych odpadov, napr. aj popol, ktorý v prípade, že je zo spaľovania dreva, môže byť zbieraný spolu s rastlinným odpadom [Třídění bioodpadů](#). Druhú výraznú kategóriu tvoria odpady ako sklo, plast, papier, kovy, kompozity, ktoré sa už dlhodobo separujú. Tento zvyšok napriek tomu skončil v ZKO, pretože obyvatelia neboli dostatočne motivovaní vytriediť ho. Ovplyvniť výskyt týchto odpadov v zmesovom komunále je možné už len minimálne. Posledným väčším podielom v ZKO sú biologicky rozložiteľné odpady. S ich separáciou sa začalo ešte len nedávno.

Priemerné zloženie ZKO



Graf 15: Priemerné zloženie ZKO [38]

Cieľom viacerých nariadení a smerníc (kapitola 1) je znížiť množstvo ZKO pomocou:

- Predchádzania vzniku odpadu
- Zvýšenia triedenia využiteľných zložiek komunálneho odpadu
- Zlepšenia dotriedňovania ZKO.

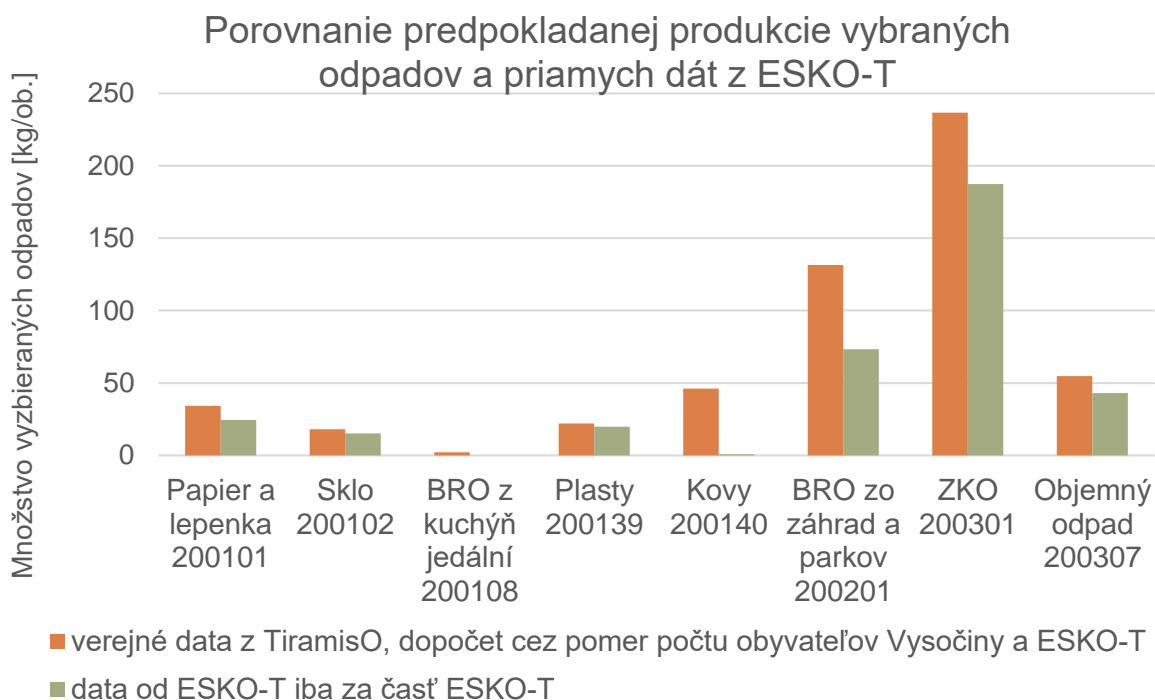
Pre samosprávy a organizácie akou je napr. Zväz z toho vyplýva povinnosť zabezpečiť navýšenie vytriedených zložiek. ESKO-T, okrem aktuálneho zberu, plánuje v najbližších mesiacoch začať so zberom textilného odpadu, ako im vyplýva z povinností a zvažujú aj zavedenie zberu odpadov z jedla, BRO z kuchýň a jedální 20 01 08.

5.2 Exaktnejšie spracovanie dát

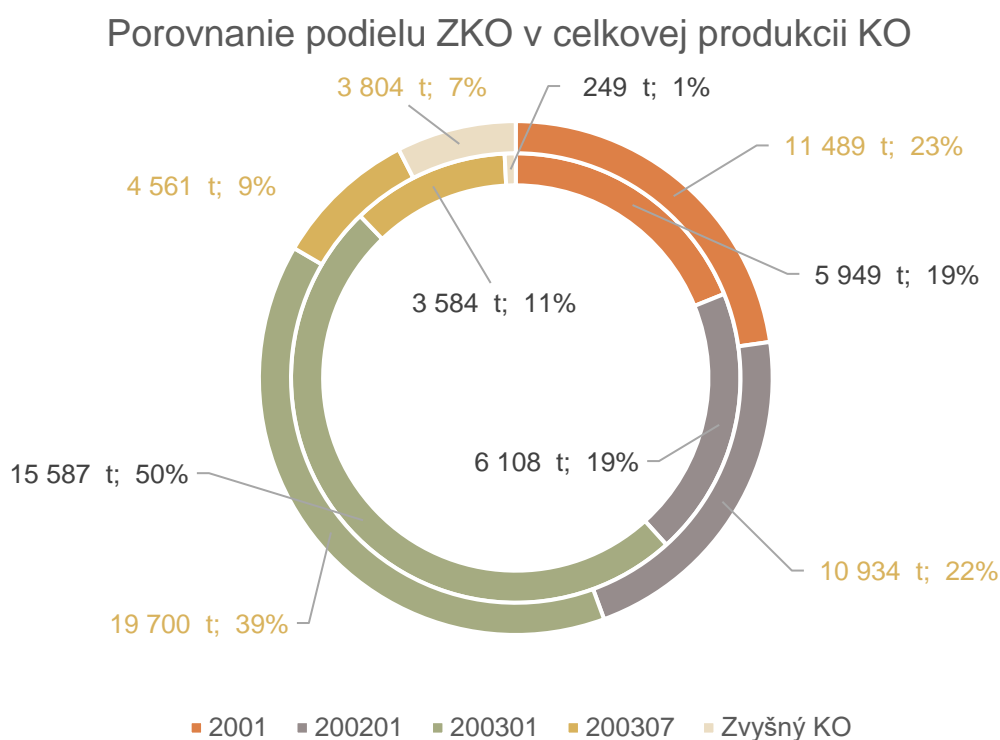
Firma ESKO-T, na základe žiadosti, poskytla dáta k presnejšiemu vypracovaniu práce. S firmou boli na stretnutí nastavené podmienky použitia dát a praktická časť bola prispôbená ich požiadavkám, ktoré súvisia s už spomínaným zavedením zberu BRO z kuchýň a jedální. Dáta zobrazujú produkciu a nakladanie s odpadmi v pôvodných 87 obciach.

Na základe prvotnej analýzy, bola predpokladaná produkcia komunálnych odpadov omnoho väčšia, až 50 487 t. Reálne dáta ukazujú, že bolo vyprodukovaných „len“ 31 748 t. Reálne dáta, Graf 16, vykazujú podpriemernú produkciu sledovaných odpadných prúdov. Môže to byť spôsobené tým, že verejné dáta boli nadhodnotené. Tiramiso poskytuje len úroveň trendu a svoje hodnoty čerpá z neverejnej časti ISOH-u. Analýza bola spracovaná pre rok 2021. V apríli 2024, už na ISOH pribudli aj exaktné hodnoty za rok 2022. Následkom bola zmena trendových hodnôt v produkcii aj za rok 2021.

Graf 17 porovnáva zastúpenie ZKO v celkovej produkcii KO. Najväčší rozdiel oproti prvotným dátam, až 11 %, predstavuje podiel ZKO.



Graf 16: Porovnanie dopočítaných a exaktných dát o produkcii odpadu v území obsluhovanom ESKO-T za rok 2021 (spracované na základe dát od ESKO-T a dát z TiramisO)



Graf 17: Porovnanie podielu ZKO v dopočítaných a exaktných dátach o produkcii odpadu v území obsluhovanom ESKO-T za rok 2021 (vnútorný prstenec zobrazuje dáta od ESKO-T) (spracované na základe dát od ESKO-T a dát z TiramisO)

Produkcia sledovaných tokov odpadov v obciach zväzaných firmou ESKO-T je zobrazená v *Tab. 14*.

Produkcia odpadov vo firmách, zväzaných ESKO-T predstavovala 0,003 %, 1,07 t, vrátane odpadov kategórie 15. Z toho ZKO tvorilo 78 %, papierové obaly (150101) 13 % a plastové obaly (150102) 9 %.

Tab. 14: Produkcia sledovaných tokov odpadov v obciach zväzaných firmou ESKO-T (spracované na základe dát od ESKO-T)

Celková produkcia		[t]	[kg/ob.]
Zmesový komunálny odpad		15 587	187,4
Separovaný	Papier	2 047	24,6
	Sklo	1273	15,3
	BRO z kuchýň a jedální	-	-
	Plast	1 646	19,8
	Kovy	69	0,8
	BRO zo záhrad a parkov	6 108	73,4
	Kompozity	-	-
	Objemný odpad	3 584	43,1

6 POPIS SPRACOVATEĽSKÉHO REŤAZCA

Spracovateľský reťazec sa začína v momente vzniku odpadu. Odpad vzniká, keď majiteľ produktu už preň nemá ďalšie využitie a chce sa ho zbaviť. V tomto bode sa z produktu stáva odpad a začína sa jeho spracovanie.

Prvým krokom od vytvorenia odpadu je jeho triedenie.

6.1 Triedenie odpadu

Práca sa zaoberá komunálnym odpadom, a teda produkciou odpadu v rámci domácností, ale aj odpadu podobnému odpadu z domácností od živnostníkov, priemyslu a úradov. Pôvodnými producentmi odpadu sú obyvatelia. Výťažnosť separácie závisí od dôslednosti domácnosti. Občan disponuje odporúčaniami samosprávy, a nariadeniami vlády, kedy je každý podľa § 13 [1] povinný zhromažďovať odpady oddelene a podľa § 15 [1] zaradiť odpad podľa druhu a kategórie. Počiatočný krok nakladania s odpadmi nie je kontrolovateľný a v súčasnej dobe neexistujú nástroje na jeho vymáhanie. Funguje čisto na dobrovoľnej báze jedincov. Na separáciu sú určené viaceré druhy odpadov, konkrétne v ČR medzi hlavné oddelene zbierané zložky patria: plasty, papier, sklo, kovy, nápojové kartóny (kompozity), bioodpad, ale aj elektro odpad, textilný odpad, zvlášť sa zbierajú baterky, žiarovky, atď.

Táto práca sleduje prúdy, ktoré sa v rámci obydľí separujú pravidelne a vo väčších objemoch: plasty, papier, kovy, bioodpad, sklo, kompozitné obaly a ZKO.

Vyseparovaný odpad z domácností následne putuje do zberných nádob (v prípade iného spôsobu zberu, sa občania zbavujú odpadu náležitým spôsobom). V tomto bode sa pôvodcom odpadu stáva obec, ktorá ho predáva ďalšiemu subjektu spracovania, zvozovým firmám.

6.2 Zvoz

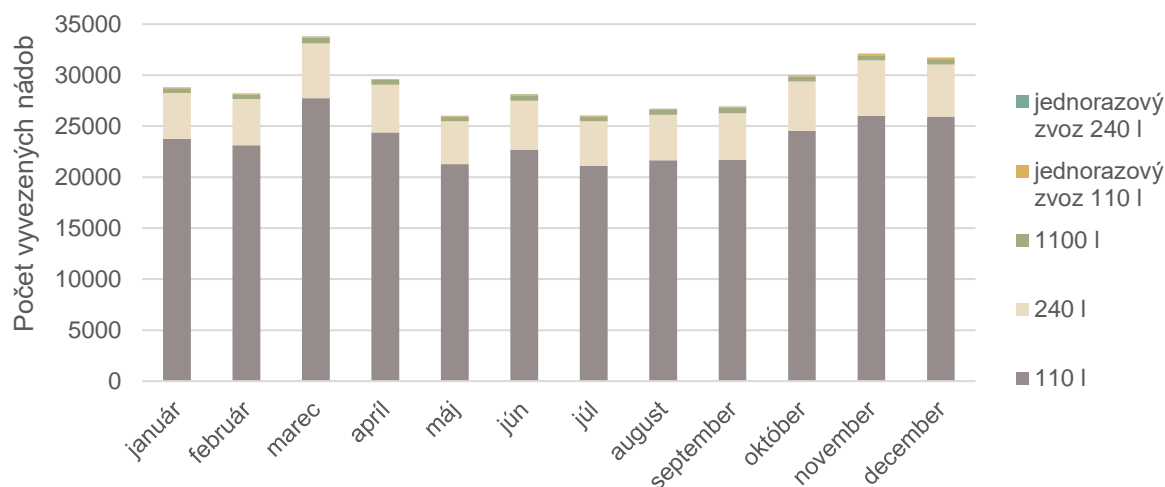
Odpady v analyzovanom území zväžá firma ESKO-T.

Charakter zberu závisí najmä od zväžanej komodity. Najfrekvencovanejšie zväžanou komoditou je ZKO. V priebehu roka sa množstvo obslužených nádob takmer nemení (Graf 18) na rozdiel od zvozu sezónnejších typov odpadov, akými je napríklad BRKO (Graf 19).

Zber prebieha vo viacerých typoch zberných nádob, od tých najmenších 110 l a 240 l, cez väčšie 660 l a 770 l až po najväčšiu 1100 l. Väčšie nádoby sú umiestnené v hustejšie obývaných oblastiach. Z grafov je možné pozorovať, že na území prevláda používanie menších nádob v rámci zberu ZKO, a teda už aj na základe veľkosti nádob na ZKO, je možné z dát predpokladať prevahu rodinnej zástavby. Typom zástavby sa bude bližšie venovať oddiel 7.1.2

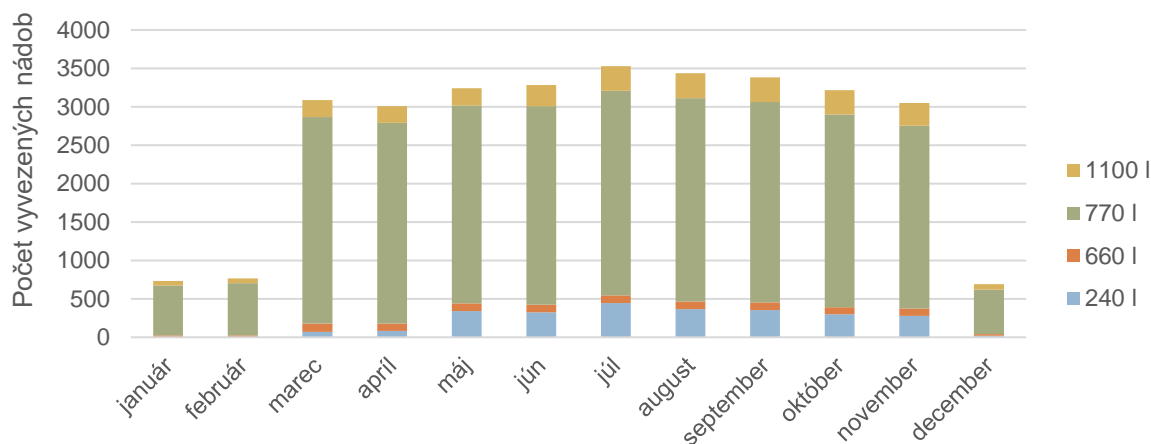
Na rozdiel od ZKO, BRKO sa zbiera v oveľa nižších počtoch vyvezených nádob, ktoré sú prevažne strednej až väčšej veľkosti. Vyplynúť by z toho mohol predpoklad, že BRKO nie je zbierané prostredníctvom **individuálnej zbernej siete**, ale využíva zberné miesta na verejných priestranstvách, tzv. **verejnú zbernú sieť**.

Zber ZKO v priebehu roka 2021



Graf 18: Zvoz ZKO v priebehu roka 2021, v 76 zväzaných obciach (spracované na základe dát od ESKO-T)

Zber BRKO v priebehu roka 2021

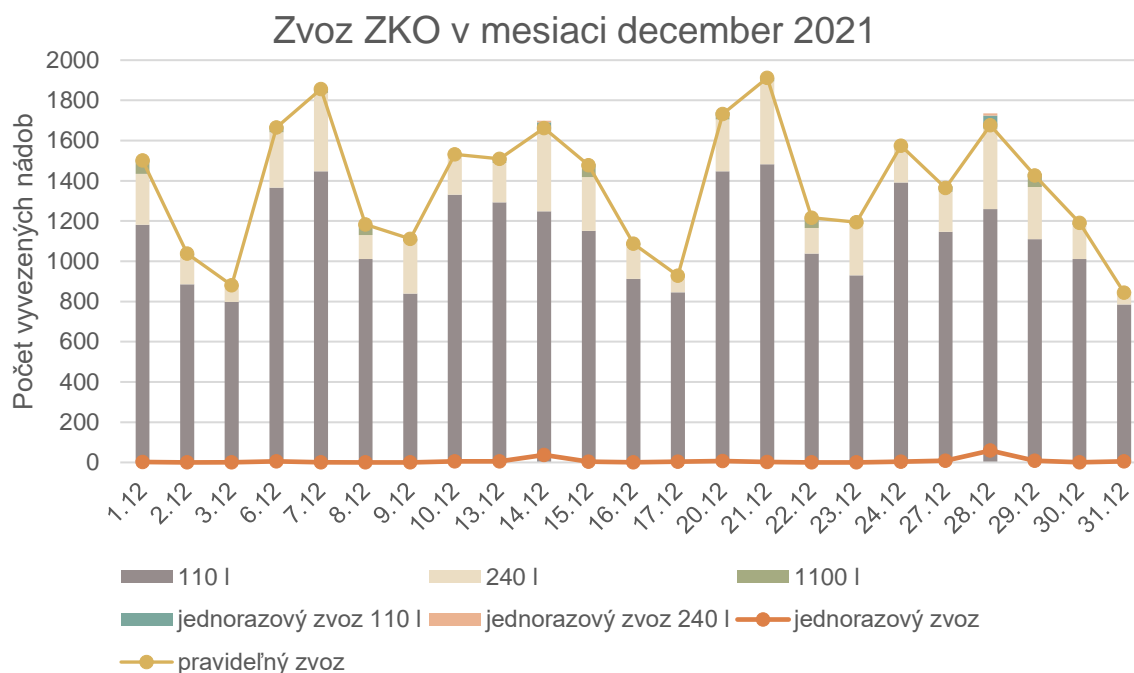


Graf 19: Zvoz BRKO v priebehu roka 2021, v území ESKO-T (spracované na základe dát od ESKO-T)

6.2.1 Frekvencia zvozu

Zvoz BRKO záleží od sezónnosti. December až február je BRKO zväžané jeden krát za 4 týždne. Zvyšné mesiace (marec-november) raz do týždňa.

Frekvencia zvozu ZKO zase záleží od produkcie BRKO a je od druhej polovice septembra až do polovice apríla zväžaná 1 krát za 7 dní a následne počas zvyšku roka, s rastúcou produkciou BRKO v letných mesiacoch, sa prechádza na 1 zber za 14 dní. Frekvencie vývozu a počty kontajnerov nie sú samy o sebe smerodajné. Zvoz odpadov prebieha aj podľa potreby, tzv. jednorazový (mimoriadny) zvoz. Zobrazený je oranžovou krivkou na Graf 20. Navýšenie počtu kontajnerov (vývozu) je potrebný napr. v období sviatkov, jarného upratovania a pod. Na grafe je výrazný práve v období Vianoc. Odpady sú z obcí zväžané do miest ďalšieho spracovania.



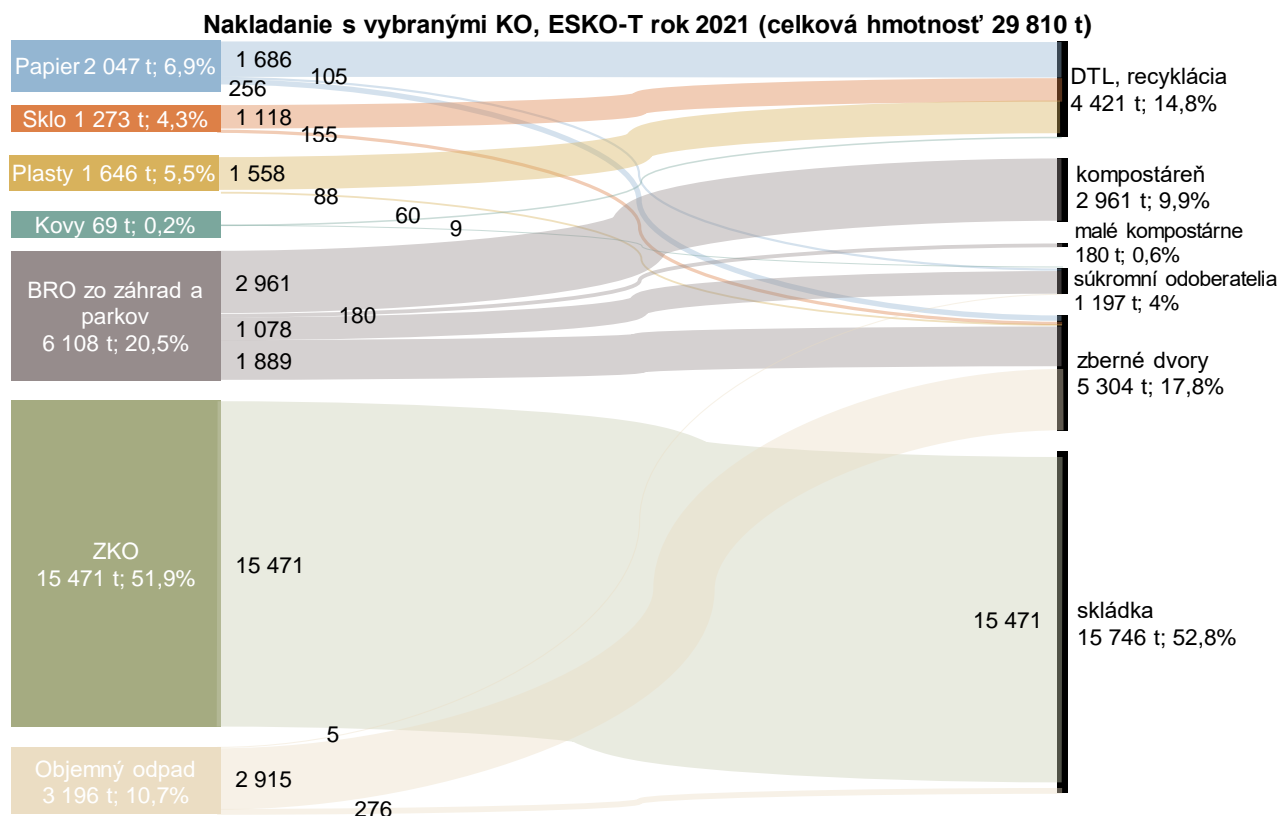
Graf 20: Premennivosť zvozu ZKO, dôraz kladený na jednorazový zvoz (spracované na základe dát od ESKO-T)

6.3 Nakladanie s odpadmi

Tab. 15 uvádza bežnú prax nasledovného spracovania odpadov po zvoze z obcí a porovnáva ju s existujúcou infraštruktúrou (za rok 2021) vo vymedzenom území.

Tab. 15: Prehľad ďalšieho nakladania s odpadmi

		Miesto nasledovného spracovania	
		Bežná prax	prax v ESKO-T
ZKO		skládka, EVO	skládka Petrůvky
Separovaný	Papier	triediaca linka	triediaca linka Třebíč, zberné dvory, súkromní odoberatelia
	Sklo	medzi sklad	triediaca linka Třebíč, zberné dvory, súkromní odoberatelia
	BRO z kuchýň a jedální	BPS	aktuálne neseparuje
	Plast	triediaca linka	triediaca linka Třebíč, zberné dvory
	Nápojové kartóny	triediaca linka	
	Kovy	medzi sklad	triediaca linka Třebíč, súkromní odoberatelia
	BRO zo záhrad a parkov	kompostáreň / BPS	kompostáreň, zberné dvory, súkromní odoberatelia
	Objemný odpad	zberné dvory, skládka	zberné dvory, skládka



Graf 21: MFA nakladania s odpadmi vo vymedzenej oblasti, rok 2021 (spracované na základe dát od ESKO-T)

Podľa odpadovej hierarchie by mal všetok odpad putovať predovšetkým na dotriedovacu linku. Vytriediť by sa mali produkty vhodné na recykláciu, ktoré sú ďalej posunuté spoločnosti, ktorá materiál kúpila a recykláciu vykonáva. V tomto bode sa odpad stáva majetkom recyklačnej firmy, ktorá následne disponuje údajmi o finálnom množstve reálne znovu-použitého materiálu. Častejšie sa ale odpad dostáva do ZEVO, kde je energia z neho následne využitá alebo putuje na skládky.

7 ALTERNATÍVY K AKTUÁLNEMU ZVOZOVÉMU SYSTÉMU BRKO

Aktuální systém zberu BRKO na území obcí ESKO-T slúži vyslovene iba na zber rastlinnej zložky. Vyplýva to z informácií, ktoré sú dostupné všetkým obyvateľom prostredníctvom webových stránok www.třídime.cz. Do bioodpadu zvázaného firmou ESKO-T nepatria zbytky z mäsa, kostí, zbytky z varených, korenených jedál a popol z topenia uhlím [68].

V rámci kapitoly bude využívaný pojem **gastroodpad**, tzv. potravinový odpad, alebo BRKO z kuchýň, ktorý môže obsahovať ako rastlinnú tak aj živočíšnu zložku..

Záujmom firmy do budúcnosti, vyplývajúcom aj z požiadaviek EÚ, môže byť rozšíriť stávajúci systém o zber živočíšnej zložky a spracovaných jedál. Predstavené budú viaceré scenáre ako rozšíriť stávajúci zber o zber gastroodpadu. Koncept zberu by sa mal odvíjať od zvoleného spôsobu využitia bioodpadu. Tie budú predstavené v kapitole 8.

Aby boli dosiahnuté čo najkvalitnejšie scenáre, je nutné začať predpokladom o množstve vyprodukovaného odpadu.

7.1 Predpoklad produkcie gastroodpadu

Predpoklad bude založený na dátach o obyvateľoch z databázy ČSÚ, dátach od ESKO-T o aktuálne nastavenom zbere rastlinného BRKO a dátach z terénnych rozborov o tvorbe gastroodpadu v danom regióne.

Podrobnou analýzou zástavby je možné odhaliť hustejšie obývané lokality a tým identifikovať oblasti s najväčším potenciálom produkcie odpadov. Na základe toho budú môcť byť optimálnejšie navrhnuté scenáre implementácie zberu gastroodpadu.

7.1.1 Analýza zástavby

Analýza zástavby vymedzeného územia, bola realizovaná s použitím dát z ČSÚ databázy. Databáza poskytuje informácie o adrese aj o GPS umiestnení budov, množstve bytov a prihlásenom počte obyvateľov v budovách, typ budov. Číselník pre typy budov je vysvetlený na oficiálnych stránkach ČSÚ, a priložený je aj v Tab. 16

Tab. 16: Číselník typu budov, ČSÚ [69]

Číslo v číselníku	Typ budovy
1	Budova priemyselnej výroby, výroby energií a skladového hospodárstva
2	Budova pre chod hospodárskych zvierat, pestovanie rastlín, úprava a skladovanie produktov, vrátane skleníkov
3	Budova pre bývanie
4	Budova lesného hospodárstva
5	Zariadenie verejnej správy a riadenia, školstva a výchovy, kultúrne a osvetové, športové a telovýchovné, zdravotnícke, sociálne a obchodné
6	Budova v objekte automobilovej železničnej a leteckej dopravy, mestskej hromadnej dopravy a pod.
7	Budova na rodinnú rekreáciu
8	Objekt určený k odstavovaniu a parkovaniu vozidiel

9	Stavba iného spôsobu využitia ako vyššie zmienené
10	Stavba slúžiaca viacerým účelom
100	Nezistené
prázdne	Nezistené

Z analýzy dát poskytnutých ČSÚ sa potvrdil predpoklad najviac obývaného typu budov, číslo 3, budova pre bývanie. Rozloženie obyvateľov v rôznych typoch budov je zhrnuté v Tab. 17 a graficky na Graf 22. V surových dátach o budovách sa vyskytovalo viacero budov, ktoré boli prázdne a / alebo sa v nich nenachádzali žiadne byty. V Tab. 17, v stĺpci *Dáta bez budov s nulovým počtom obyvateľov* sú uvedené už len dáta, v ktorých nie sú zahrnuté prázdne budovy, bez bytov a obyvateľov. Slúžia pre lepšiu predstavu o počte bytov, budov a obyvateľov. Dáta o počte prázdnych bytov, budov bez bytov alebo oboje, sú podrobnejšie rozpísané v Tab. 18

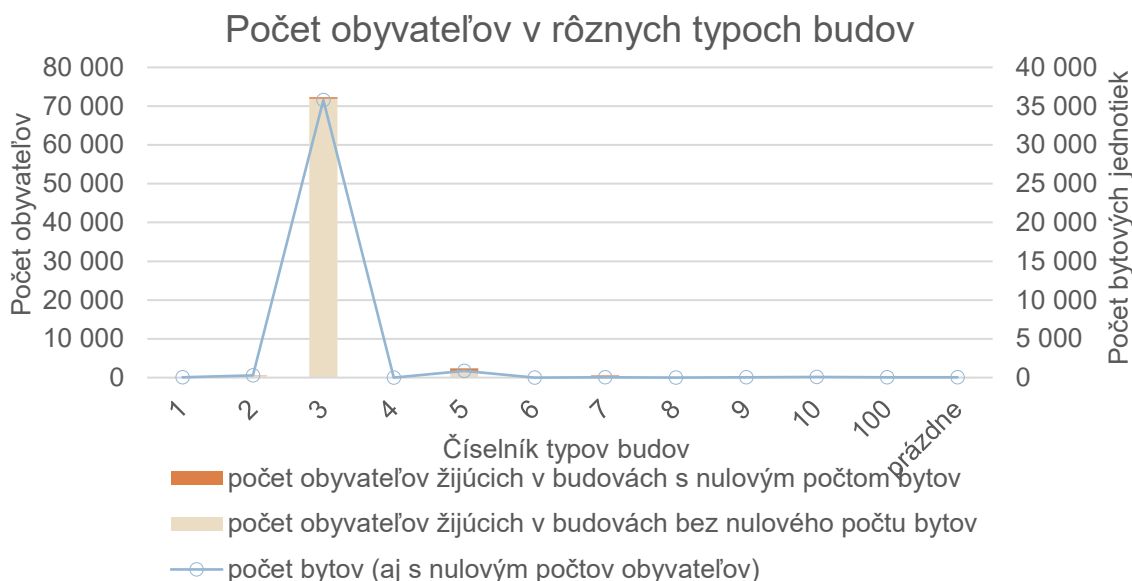
Tab. 17: Všeobecné zhrnutie poskytnutých dát z ČSÚ

Číslo v číselníku	Celý set dát			Dáta bez budov s nulovým počtom bytov a obyvateľov		
	počet budov	počet bytov	počet obyvateľov	počet budov	počet bytov	počet obyvateľov
1	210	30	61	12	19	40
2	311	303	484	165	219	473
3	20 678	35 778	72 323	16 289	31 518	71 942
4	10	10	1	1	1	1
5	907	857	2 397	118	715	1 628
6	18	16	21	10	13	19
7	1 732	56	563	13	14	36
8	343	2	63	2	0	0
9	317	58	98	18	26	48
10	73	64	108	22	55	93
100	25	39	0	-	0	0
prázdne	112	45	75	14	33	61
CELKOM	24 736	37 258	76 194	16 662	32 613	74 341

Tab. 18: Výber dát z poskytnutej databázy ČSÚ, ktoré vykazujú znaky neúplnosti / nesprávnosti

Číslo v číselníku	Dáta budov s nula bytmi			Dáta budov s nula obyvateľmi			Dáta budov s nulovým počtom bytov a obyvateľov		
	počet budov	počet bytov	počet obyvat.	počet budov	počet bytov	počet ob.	počet budov	počet bytov	počet ob.
1	187	0	21	190	11	0	179	0	0
2	72	0	11	140	84	0	66	0	0
3	407	0	381	4 283	4 260	0	301	0	0

4	1	0	0	9	9	0	1	0	0
5	700	0	769	705	142	0	616	0	0
6	5	0	2	7	3	0	4	0	0
7	1679	0	527	1 486	42	0	1446	0	0
8	341	0	63	320	2	0	318	0	0
9	270	0	50	278	32	0	249	0	0
10	43	0	15	46	9	0	38	0	0
100	5	0	0	25	39	0	5	0	0
prázdné	86	0	14	94	12	0	82	0	0
CELKOM	3796	0	1 853	7 583	4 645	0	3305	0	0



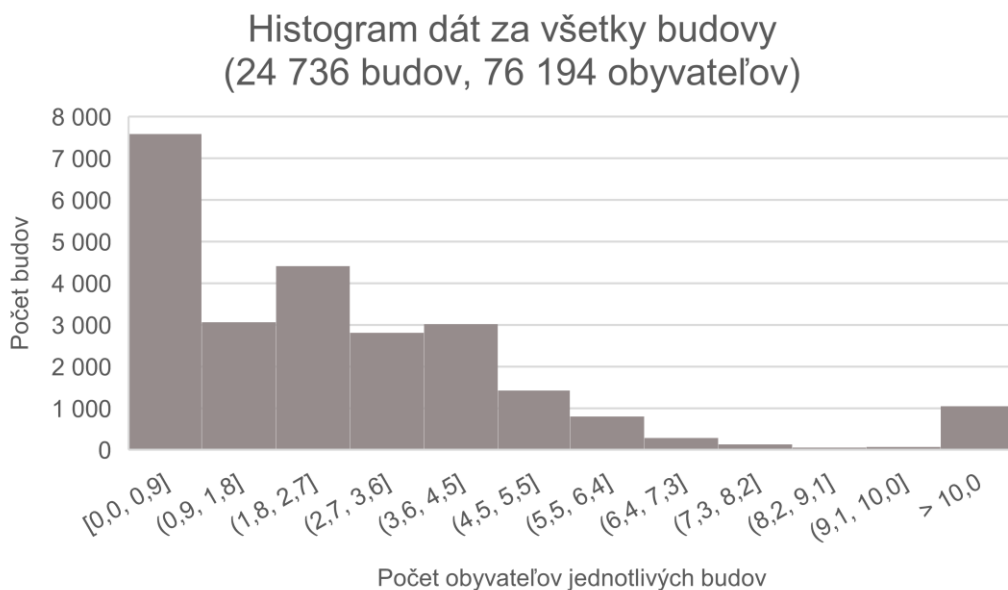
Graf 22: Rozloženie obyvateľov a bytových jednotiek podľa typu budovy (spracované podľa dát z ČSÚ)

Pre každú budovu bol vytvorený priemerný počet obyvateľov na byt a na budovu zobrazený na histograme na Graf 23. Každý údaj je dôležitý z iného dôvodu.

- **Priemerný počet obyvateľov na budovu** určí hustotu zaľudnenia a predpoklad typu zástavby, bytová alebo domová.
- Použitím **priemerného počtu obyvateľov na byt** bude určená predpokladaná produkcia BRKO.

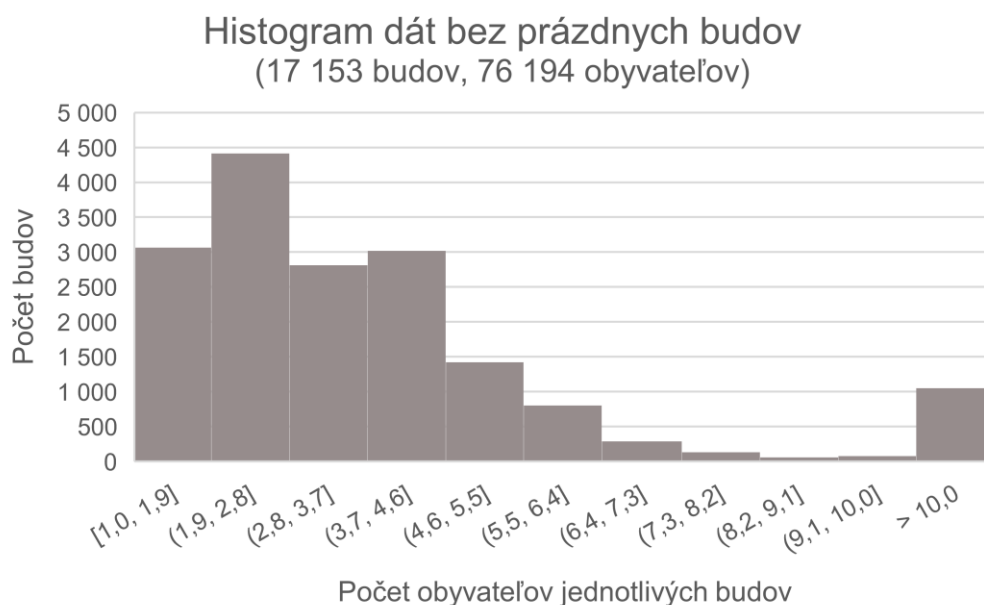
Na území sa nachádza 24 736 budov, s celkovým počtom obyvateľov 76 194, ktorí bývajú v 37 258 bytoch. Všetky dáta sú spracované na Graf 23 a ukazujú počet ľudí obývajúcich jednotlivé budovy. Najviac budov je prázdnych. Dáta na horizontálnej osi predstavujú celé čísla, 0,1,2 až 10.

Výrazný interval priemerného obývania budov nižším počtom osôb ako jedna, je spôsobený aj nekorigovaním dát. Vyše 7 000 budov v danom území nemá žiadnych registrovaných obyvateľov. Buď sú to novostavby, rekreačné chaty, ľudia, ktorí majú adresu zapísanú na úrade alebo budovy, ktoré nie sú určené na bývanie, prípadne slúžia ako investičné či nájomné jednotky. Z dát nie je možné určiť dôvod, pre ktorý má budova 0 zapísaných obyvateľov.



Graf 23: Histogram dát za všechny budovy (spracované podľa dát z ČSÚ)

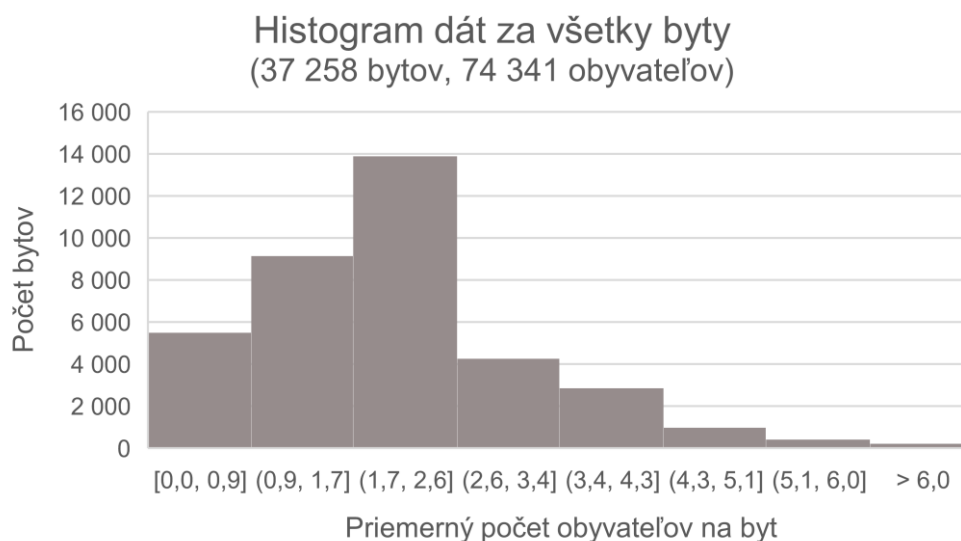
Graf 24 je úpravou histogramu na Graf 23, vynechané sú z neho dáta prázdnych budov, v ktorých sa nenachádza ani jeden obyvateľ. Na Graf 24 je lepšie rozoznateľné, že sa v budove najčastejšie vyskytujú 2 osoby. Trend prázdnych budov je v Tab. 17 viditeľný najmä pri bytových budovách. Je ich cez 4 200. Prázdne obytné budovy nie sú nutne dôležité pre predikovanie vyprodukovaného odpadu, avšak, pri strategickom plánovaní návrhu zberu do budúcnosti, by sa s nimi malo počítať v prípade, že sú to novostavby.



Graf 24: Histogram dát bez prázdnych budov (spracované podľa dát z ČSÚ)

Druhý typ zobrazenia dát, vyjadruje Graf 25 s počtom ľudí žijúcich v jednotlivých bytoch. Vynechané sú budovy, ktoré nemajú ani jeden byt. Často krát sú to mestské úrady, patriace pod typ budov č.5, kde sú prihlásení obyvatelia žijúci v záhradkárskej

oblasti, na lazoch, prípadne úplne bez bývania. Po vylúčení týchto dát histogram lepšie odzrkadľuje skutočný priemerný počet ľudí nachádzajúcich sa v jednej obývanej bytovej jednotke. Dáta na horizontálnej osi predstavujú desatinné čísla. Najvýraznejšie zastúpené, vo vymedzenom území sú byty s približne dvomi obyvateľmi. Najmenej bytov, 217, je obývaných viac ako 6 ľuďmi.



Graf 25: Histogram priemerného počtu ľudí, obývajúcich jednotlivé byty (spracované podľa dát z ČSÚ)

V rámci dát bytov so 6 a viac obyvateľmi sa vyskytujú aj chybné uvedené údaje v databáze ako napr. 70 ľudí žijúcich na adrese Na Kopcích 355, v jednom byte. Zo satelitného snímku, prípadne z pohľadu v mapách (Obr. 18) je možné rozoznať typ zástavby. V budove sa pravdepodobne nachádza približne 28 až 30 bytov, ako vo vedľajších podobných stavbách.



Obr. 18: Pohľad z ulice, použitím GPS koordinát z databázy ČSÚ (www.mapy.cz)

Najviac obyvateľov v rámci územia, na budovu (aj na byt), je 429. Bývajú na adrese mestského úradu Třebíč, Vnitřní město. Táto informácia by mohla ovplyvniť návrh kontajnerovej siete s Třebíči. Z tohto dôvodu bude vhodnejšie sústrediť sa výhradne na budovy pre bývanie, v číselníku určené číslom 3. Počet obyvateľov, ktorí majú nahlásené bývanie v kategórii 3, predstavujú 94,92 % a obývajú 83,6 % budov. Zvyšné budovy a obyvatelia sú nahlásení v iných kategóriách budov.

Budov, určených na bývanie je 20 678 a býva v nich 72 323 obyvateľov. Aj po aplikovaní filtra budovy pre bývanie je dôležité určiť zavádzajúce faktory: práca s neaktualizovanými dátami, neposkytnutie presných informácií o budovách majiteľmi, zanedbanie 5,08 % populácie v dôsledku vynechania zvyšných kategórií a iné. Pri podrobnejšom skúmaní dát, bolo zistené, že pri vyšších počtoch obyvateľov, obývajúcich jeden byt v jednej budove, má majiteľ budovy pravdepodobne rodinný dom (RD) nahlásený ako jedno bytový avšak obýva ho viac ako 10 ľudí. Pokiaľ sú obyvatelia na adrese prihlásení, nemalo by to predstavovať zásadný problém pri vytváraní modelu zbernej siete. Neprihlásenie obyvateľov žijúcich na danej adrese a odchýlky spôsobené novostavbami, kde nie sú prihlásení zatiaľ žiadny obyvatelia, môžu zhoršiť presnosť návrhu omnoho viac. Obytných budov bez obyvateľov je 4 283. Môžu to byť novostavby, RD v rekonštrukcii ale aj staršie, opustené RD, prípadne budovy bez nahlásenia obyvateľov. Predstavujú 20,7 % zo všetkých obytných budov v analyzovanom území, čo je pomerne vysoký podiel, ktorý by mohol ovplyvniť návrh zbernej siete.

Analyzované územie je tvorené najmä obcami, čo vytvára predpoklad prevahy zástavby RD. Pomocou dát z ČSÚ môže byť daný predpoklad jednoducho overený.

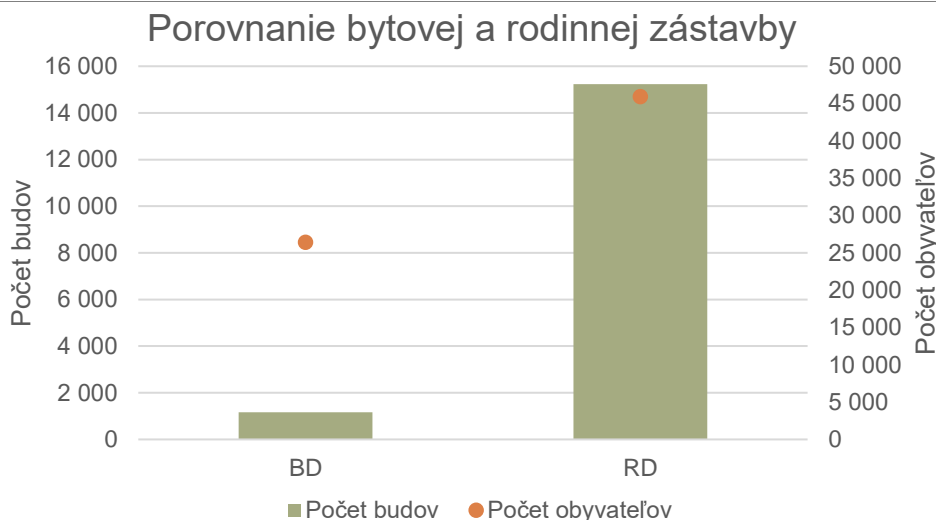
7.1.2 Typ zástavby

Typ prevládajúcej zástavby môže byť určený z Graf 26. Bytové domy (BD) sú zastúpené najmä v poslednom intervale, ktorý reprezentuje budovy s viac ako 4 bytmi, vrátane. BD sú typickejšie pre mestá (Třebíč, Náměšť nad Oslavou, Brtnice) ale zriedkavo sa nachádzajú aj v menších mestách (městys) a obciach. Vo vymedzenom území sa nachádza približne 1 000 budov, klasifikovaných ako BD. V území prevažujú budovy s jedným, maximálne s 2 bytmi. Tento typ budov sa radí k zástavbe RD. Oveľa väčšie zastúpenie v počte budov majú RD, až 94,3 %.



Graf 26: Typ zástavby (spracované podľa dát z ČSÚ)

Presnejšie porovnanie je zobrazené na Graf 27. Čo sa týka zastúpenia v počte obyvateľov, toto číslo je menšie, 63,5 %. Dôvodom je väčšia hustota ľudí bývajúcich v BD oproti RD.



Graf 27: Porovnanie zástavby BD a RD (spracované podľa dát z ČSÚ)

7.1.3 Merná predpokladaná produkcia na obyvateľa

Stratégia zberu bude navrhnutá pre uvažovanú mieru produkcie biologického odpadu v domácnostiach, ktorá bude stanovená na základe posledných rozsiahlych rozborov odpadov v regióne, konkrétne v meste Třebíč. Tie boli vykonané pracovníkmi a študentmi z VUT Brno z ÚPI, v spolupráci s pani Buršíkovou, zamestnankyňou firmy ESKO-T. Vzorka boli odobraná vo februári 2020, v meste Třebíč (vzorka 1), kde sa nachádza prevažne mestská zástavba.

Pre porovnanie je pridaný aj rozbor ZKO z obce Louka (vzorka 2), ktorá sa nachádza v danom regióne, ale nespadá pod Zväzok. Býva v nej približne tisíc obyvateľov a rozbor bol vykonaný na začiatku februára.

Objem oboch vzoriek predstavoval 1000 l. Rozdelené boli do 4 skupín po 240l. Metodika rozborov je bližšie popísaná na stránkach MŽP ([Metodika pro stanovení složení SKO](#)). Rozbor mal 3 úrovne. Prvá úroveň sa sústredila na vyčíslenie podielu bioodpadov vo vzorkách, Tab. 19. Druhá úroveň už rozdelila bioodpady podľa pôvodu, Tab. 20. Rozbory bioodpadov na tretej úrovni boli vykonané len pre vzorku č.1 a určujú podrobnejšie zloženie kuchynských odpadov, Tab. 21.

Tab. 19: Vzorkovanie na prvej úrovni [70]

	Vzorka 1	Vzorka 2
Bioodpad	22,8 %	19,65 %

Tab. 20: Vzorkovanie na druhej úrovni [70]

	Vzorka 1	Vzorka 2
BRKO z kuchýň	19,99 %	19,49 %
BRKO zo záhrad a parkov	2,82 %	0,16 %

Už z rozboru na 2. úrovni je vidieť výrazný podiel kuchynských odpadov končiacich v ZKO, približne 19,5 %. Rozbory na 3. úrovni ukazujú, že z 57 % je odpad z kuchýň, tvorený potravinovým odpadom, ktorý nie je možné triediť spolu s aktuálne separovaným záhradným / rastlinným bioodpadom (varené jedlá, mäso a iné živočíšne produkty, potraviny po dátume spotreby, pečivo a pod.). Veľký podiel ZKO tvorí aj

popol. V případě, že vznikol spaľovaním dreva, je možné ho separovať spolu s rastlinnými bioodpadmi.

Tab. 21: Vzorkovanie na tretej úrovni [70]

	Vzorka 1	Vzorka 2
BRKO z kuchýň	19,99 %	19,49 %
Ovocie a zelenina	1,59 %	Nebol vykonaný rozbor bioodpadov na tretej úrovni
Rastlinné zbytky z prípravy ovocia a zeleniny	7,04 %	
Ostatné potraviny	11,35 %	
BRKO zo záhrad a parkov	2,82 %	0,16 %
Podiel pod 20 mm	25,20 %	25,74 %

Na základe znalostí podielu bioodpadov a informácii o mernej produkcii ZKO z roku 2021 (187,4 kg ZKO/obyvateľa), bude predpokladané hmotnostné množstvo vyprodukovaného BRKO. V prípade tvorby finálneho návrhu sa odporúča vykonať viac rozborov ZKO na danom území aby bol odhad produkcie gastroodpadov presnejší.

Tab. 22: Merná produkcia BRKO odpadov z kuchýň

2. úroveň	BRKO z kuchýň			
3. úroveň	Celkom	Ovocie a zelenina	Rastlinné zbytky z prípravy ovocia a zeleniny	Ostatné potraviny
Podiel v ZKO	19,99 %	1,59 %	7,04 %	11,35 %
kg/ob.	37,46	2,98	13,19	21,27

7.1.4 Hustota produkcie kuchynského BRKO

Hustota produkcie BRKO môže byť určená základným roznásobením počtu obyvateľov na danej adrese a množstva vyprodukovaného odpadu. Buď to bude potenciálne vyprodukovaný bioodpad, ktorý sa ešte nachádza v ZKO, alebo to bude celkové množstvo bioodpadov, vrátane významnej časti bioodpadov, ktoré sa už dnes separujú.

Tab. 23 zobrazuje obce, v ktorých sa nachádzajú BD s 8 a viac bytmi a ktoré spadajú pod správu ESKO-T. Pre dané budovy je dopočítaná potenciálna produkcia bioodpadov, ktoré by sa ešte dali vyseparovať zo ZKO. Zvlášť je vyčíslená hodnota pre gastroodpady. Tabuľka pre budovy so 4 a viac bytmi zahrňuje až 48 obcí. Služí ako rozšírenie Tab. 23. Viaceré obce by vyprodukovali len veľmi nízke množstvo BRKO a z toho dôvodu sú v

Tab. 24 pridané len obce s potenciálnou produkciou aspoň 60 kg za týždeň.

Tab. 23: Potenciálna produkcia gastroodpadov v BD s 8 a viac bytmi, 100 % triedenie

Obec	Počet obyvateľov v BD	Počet budov	Priemerný počet ľudí v budove	Potenciálna produkcia bioodpadov zo ZKO		Z toho gastroodpady
				(kg/rok)	(kg/týždeň)	(kg/týždeň)
Brtnice	330	17	19,4	12 361,8	237,7	135,0
Budišov	17	1	17,0	636,8	12,2	7,0
Dukovany	88	4	22,0	3 296,5	63,4	36,0
Hartvíkovice	29	1	29,0	1 086,3	20,9	11,9

Kamenice	49	2	24,5	1 835,5	35,3	20,0
Kněžice	134	5	26,8	5 019,6	96,5	54,8
Mohelno	9	1	9,0	337,1	6,5	3,7
Náměšť n/ Oslavou	1 522	63	24,2	57 014,1	1 096,4	622,6
Okříšky	355	18	19,7	13 298,3	255,7	145,2
Opatov	78	5	15,6	2 921,9	56,2	31,9
Rouchovany	63	3	21,0	2 360,0	45,4	25,8
Rudíkov	20	1	20,0	749,2	14,4	8,2
Tasov	17	1	17,0	636,8	12,2	7,0
Třebíč	19 414	667	29,1	727 248,4	13 985,5	7 941,1
Výčapy	20	1	20,0	749,2	14,4	8,2
Želetava	135	6	22,5	5 057,1	97,3	55,2
Celkom	22 280	796	336,8	834 608,8	16 050,2	9 113,4

Tab. 24: Potenciálna produkcia gastroodpadov v BD s 4 a viac bytmi, 100 % triedenie

Obec	Počet obyvateľov v BD	Počet budov	Priemerný počet ľudí v budove	Potenciálna produkcia bioodpadov zo ZKO		Z toho gastroodpady
				(kg/rok)	(kg/týždeň)	(kg/týždeň)
Brtnice	638	46	13,9	23 899,5	459,6	261,0
Dukovany	165	11	15,0	6 180,9	118,9	67,5
Kněžice	277	15	18,5	10 376,4	199,5	113,3
Náměšť n/ Oslavou	2 151	114	18,9	80 576,5	1 549,5	879,8
Okříšky	492	33	14,9	18 430,3	354,4	201,2
Opatov	157	11	14,3	5 881,2	113,1	64,2
Rouchovany	147	11	13,4	5 506,6	105,9	60,1
Třebíč	20 576	774	26,6	770 777,0	14 822,6	8 416,4
Želetava	275	15	18,3	10 301,5	198,1	112,5
Celkom	24878	1030	153,8	931929,9	17921,6	10176

7.2 Popis aktuálneho zvozového systému

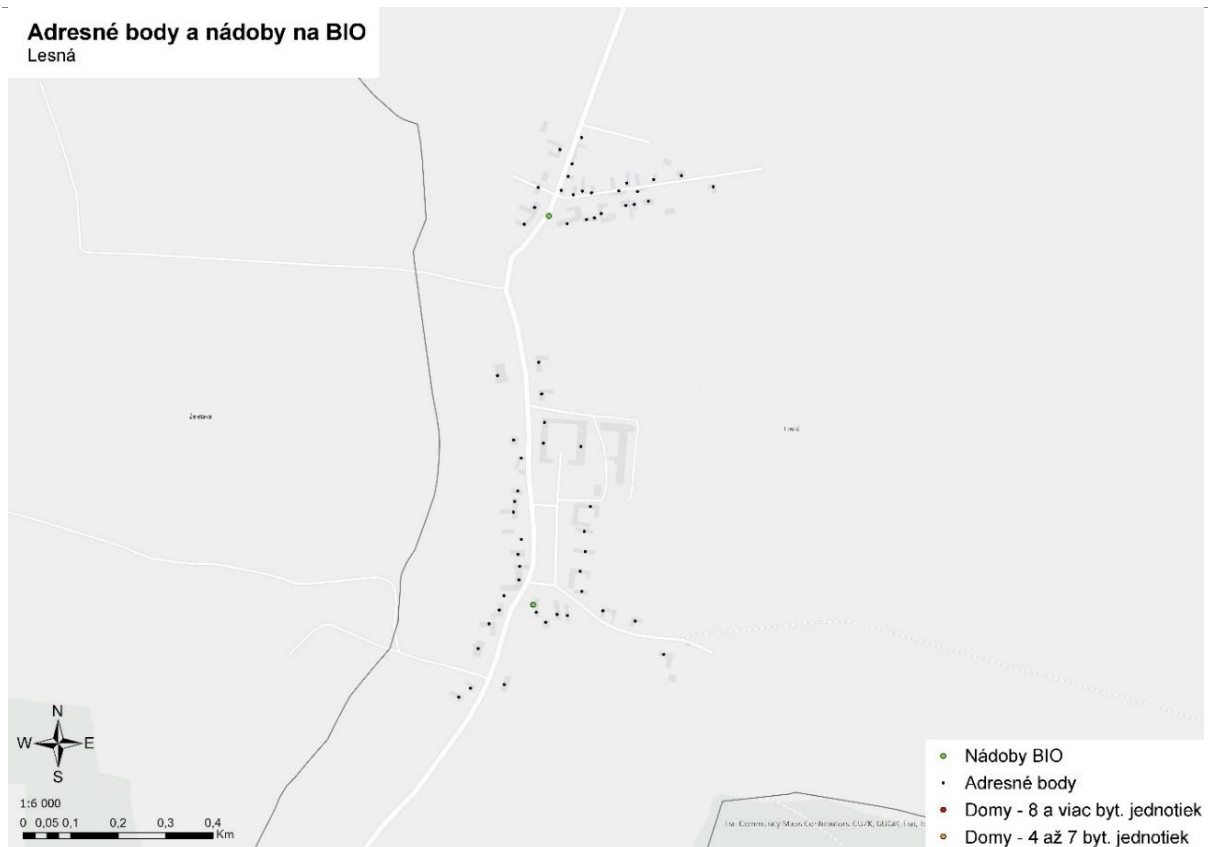
Vo vymedzenom území je z bio odpadov zbieraný iba záhradný / kuchynský rastlinný odpad. Frekvencia zberu BRKO rastlinného bola popísaná v oddieli 6.2.1

Nádoby na zber sú umiestnené v 98 obciach. 2 z týchto obcí nie sú súčasťou Zväzku. Zastúpenie obcí, menších a väčších miest je zobrazené v Tab. 25. Z tabuľky je možné predpokladať prevládajúci typ zástavby v aktuálnom zberovom systéme.

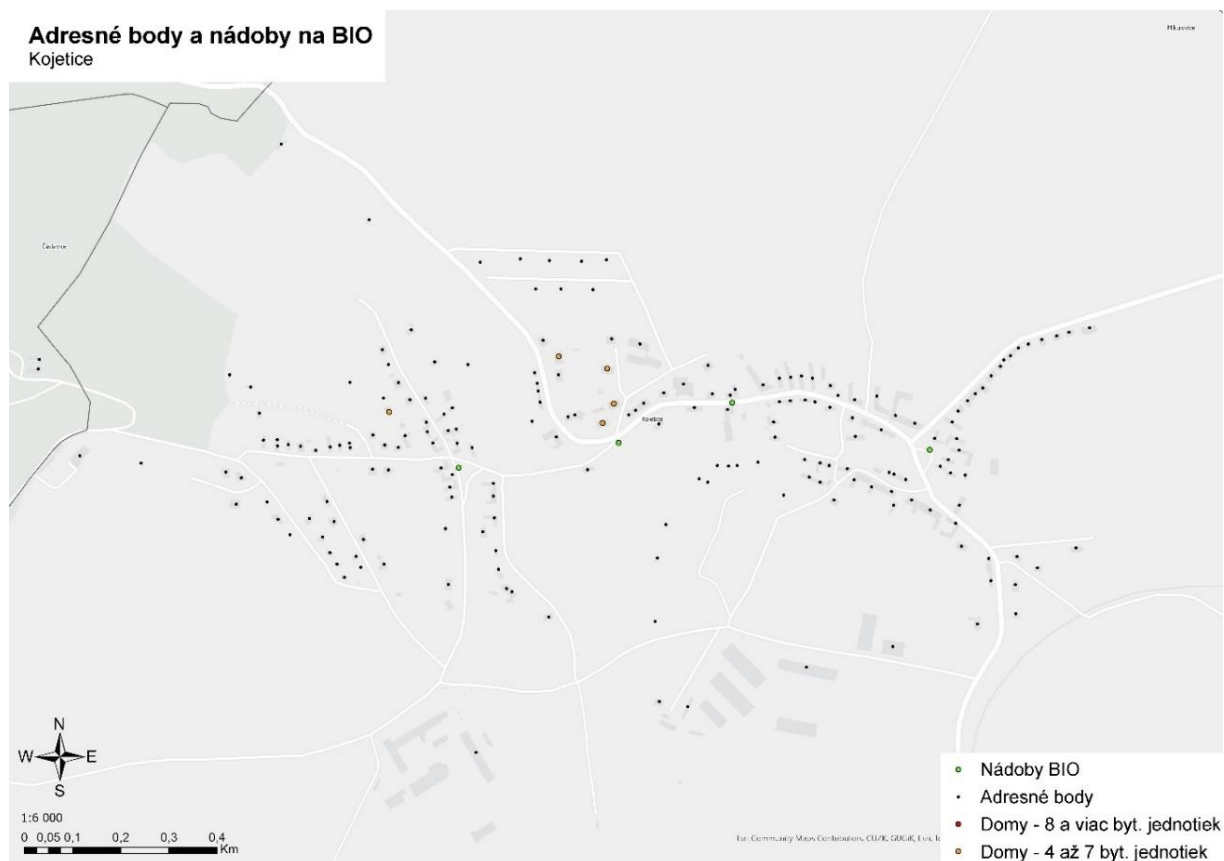
Tab. 25: Zastúpenie obcí, menších a väčších miest v akt. zvoz. systéme bioodpadov

	Mesto	Malé mesto	Obec	Celkovo
Sú súčasťou Zväzu	6	5	85	96
Sú súčasťou ESKO-T	3	5	63	71

Systém zberu je funkčný a odpovedá aktuálnej zástavbe. V obciach s RD je zberný kontajner umiestnený na 1 až 3 miestach (podľa veľkosti obce a množstva obyvateľov, ako zobrazuje Obr. 19, pre obec Lesná). Mapy sa nachádzajú aj v Prílohe č.2.



Obr. 19: Rozmiestnenie nádob v obci Lesná, vzhľadom na rozmiestnenie RD



Obr. 20: Rozmiestnenie nádob v obci Kojetice, vzhľadom na rozmiestnenie RD a BD

V obcích s BD, je nádob viac, viď príklad na Obr. 20 pre obec Kojetice. Na mapách je znázornená poloha nádob na bioodpad a adresné body budov z ČSÚ. Adresné body sú rozlíšené podľa významnosti: RD (adresný bod), BD s 4-7 bytmi a BD s 8 a viac bytmi.

V obciach nie je vedený individuálny zber bioodpadov (tzv. od dverí k dverám). Kontajnery sú strategicky umiestnené popri hlavnej ceste, na väčších križovatkách. Umiestnenie kontajnerov odpovedá zástavbe.

Rozmiestnenie kontajnerov v mestách taktiež odpovedá hustote zástavby. Ako príklad je na Obr. 21 uvedený výrez rozmiestnenia zberných nádob v meste Třebíč. Celá mapa je uvedená v Prílohe č.2, kde sú priložené všetky mapy vo väčšom rozlíšení.



Obr. 21: Výrez umiestnenia nádob v meste Třebíč, vzhľadom na BD a RD

7.2.1 Odlišnosti v zbere rastlinných a živočíšnych odpadov

Gastroodpad je zbieraný do špeciálnych nádob s gumovým tesnením alebo s pákovým mechanizmom [71]. Cieľom je znížiť množstvo zápachu a hmyzu prenikajúceho z alebo do nádoby [71]. Zo skúseností miest v ČR vyplýva, že na zvýšenie čistoty odpadnej suroviny zvolili uzamykateľné nádoby [72]. Pákový mechanizmus predražuje nádobu o približne 30 až 40 % a v praxi nie je isté, či bude správne uzavretý, viď náhodný kontajner na gastroodpad, Obr. 22.

Gastroodpad musí byť zvážaný minimálne 1 krát do týždňa a to aj počas zimy. Preferuje sa aspoň 2 krát do týždňa [73]. Zvoz podlieha prísnejším podmienkam, z dôvodu meniacej sa suroviny v priebehu transportu. Pre spríjemnenie zberu obyvateľom a z dôvodu zabezpečenia vyššej kvalite vyzbieranej suroviny je zvoz praktizovaný aj častejšie [72]. Na zvoz sa používa buď špeciálne vozidlo, ktoré po vyprázdnení odpadu, nádobu umyje a vydezinfikuje [71] alebo sa používajú dodávkové typy vozidiel, kde sa plný kontajner naloží a nový, čistý z dodávky vyloží. Druhý princíp je síce nákladovo výhodnejší, avšak menej efektívny (jedným zvozom zvezie menej odpadu).



Obr. 22: Kontajner na gastroodpad, nedovretý pákový mechanizmus

7.3 Predchádzanie vzniku BRO

Aby bola dodržaná odpadová hierarchia, je dôležité myslieť aj na predchádzanie vzniku odpadov. Najjednoduchšie je to dosiahnuteľné práve pri bioodpadoch, ktoré si ľudia vedia sami doma skompostovať.

Do roku 2030 sú členské štáty EÚ zaviazané znížiť produkciu potravinových odpadov na polovicu oproti roku 2020 [4]. V rámci územia je navrhované prijať opatrenia, ktoré prispejú k zníženiu produkcie bioodpadu. Docielené to môže byť zakúpením kompostérov do jednotlivých domácností, prevažne do RD. V rámci bytovej zástavby by mohli byť navrhnuté komunitné kompostárne. Dôležitú úlohu budú zohrávať informačné kampane či legislatívne zmeny. Bližšie sa práca venovala predchádzaniu potravinového odpadu v oddieloch 1.3.4.1 a 1.3.4.2

V rámci vymedzeného územia sa na základe informácií poskytnutých firmou ESKO-T, nachádza **2339 kompostérov v meste Třebíč**. V Zväzku bolo rozmiestnených 2304 kompostérov. V rámci 3 scenárov, ktoré budú predstavené v podkapitole 7.4 sa už so stávajúcimi kompostérmi počíta. Ďalší nákup kompostérov je odporúčaný. Z dlhodobého hľadiska, je spracovanie odpadov v mieste produkcie ako ekonomicky,

tak aj ekologicky najudržateľnejšie. Tým, že odpady nemusia byť prepravované do miesta spracovania, ušetria sa obecné financie (nakladanie s BRKO je hradené z poplatkov občanov) a emisie ktoré by z prepravy vznikli. Nákup kompostérov do RD predstavuje iba investičnú záťaž, na začiatku pri nákupe. Komunitné kompostéry sú väčšie, investícia je teda vyššia, a treba pri nich počítať aj s nákladmi na prevádzku.

V prípade scenárov, v ktorých je navrhované zadovážiť nové kompostéry, je odporúčané žiadať o financie prostredníctvom EÚ projektov, grantov, prípadne cez aktuálne dotačné tituly zverejnené na stránkach MŽP ČR [SFŽP dotace a půjčky](#). Úspešným príkladom je nákup komunitných kompostérov v Nitre na Slovensku [74]. Skladajú sa z viacerých častí, jedna sa používa a v druhej sa už tvorí kompost. Obyvatelia disponujú informáciami, kľúčom od kompostéru a obdržali aj vedierka na zbieranie odpadov vo svojich domácnostiach [74]. Celú aktivitu zastrešuje občianske združenie (OZ) Komunita kompostuje.



Obr. 23: Komunitný kompostér, Nitra [74]

Zvýšenie miery predchádzania vzniku odpadu by mohlo ohroziť úspešnosť dosiahnutia najbližších cieľov triedenia, ktoré sú záväzné, a konkrétne pre rok 2025 sú nastavené na 55 %. V roku 2030 by mala miera vytriedenia KO dosahovať 60 % [4]. Zároveň, WFD počíta aj s 50 % znížením vzniku potravinových odpadov do roku 2030, ako uvádza Tab. 8, takže určitá miera predchádzania vzniku bioodpadov formou kompostovania rastlinných kuchynských odpadov je žiadúca.

7.4 Realistické scenáre

V rámci podkapitoly budú predstavené 3 scenáre, ktoré vyplynuli na základe poskytnutých dát, konzultácii s vedúcim práce, s firmou ESKO-T a z prieskumu aktuálneho stavu a odporúčaní v ČR.

Prieskum bol vykonaný preštudovaním nasledujúcich podkladov:

1) Príklady dobrej praxe nakladania s bioodpadmi [72]

Zhrnutie skúseností obcí ČR, v ktorých už zvoz gastroodpadov prebieha. Viaceré projekty fungujú najmä vďaka kooperácii obcí s prevádzkovateľmi BPS.

Mesto Šumperk, ktoré je počtom obyvateľov najbližšie k počtu obyvateľov v najväčšom meste v rámci analyzovaného územia, má zavedený zber gastroodpadov od mája

2021 [72]. Priebežne ročne vyzbierali 90 t gastroodpadu [72], čo je približne 3,5 kg/ob. ročne. Mesto zaviedlo zber prostredníctvom projektu Třídimgastro, ktorý spolupracuje s BPS Rapotín [72]. Tá je od mesta vzdialená len približne 9 km. V prípade, že by takáto spolupráca vedela fungovať aj v okolí Třebíča, vedelo by to rapídne urýchliť zavedenie zberu.

2) Štúdiu o nakladaní s biologickými odpadmi pre optimalizáciu podpory z Operačného programu ŽP (ďalej už iba štúdia OPŽP) 2021-2027 [73].

Štúdia bola aktualizovaná na konci mája 2024 a zameriava sa vyslovene na BRKO. Prináša informácie o stávajúcich kapacitách zariadení na spracovávanie BRKO aj o problémoch, s ktorými sa prevádzkovatelia zariadení stretnú v prípade, že budú chcieť začať prijímať aj živočíšne bioodpady. V štúdii sú taktiež predstavené scenáre rôznych spôsobov zberu BRKO, v závislosti na ktorých sú následne uvedené odhady množstva jednotlivých zložiek bioodpadov v zberných systémoch.

3) Podklady pre oblasť podpory odpadového a obehového hospodárstva, ktoré boli taktiež súčasťou OPŽP 2021-2027 [41]

Podklady poskytujú prvotné prehľadné informácie o produkcii odpadných prúdov. Venujú sa aj BRKO živočíšnemu. Predstavujú problematiku.

V scenároch bude diskutované aj zavedenie paralelného zberu. Myslí sa tým zber rastlinného a gastroodpadu zvlášť.

7.4.1 Celoplošný zber gastroodpadu + kompostéry

Aktuálny zber bioodpadov by sa zmenil na zber gastroodpadu. V prípade funkčného zavedenia, by každá obec mohla byť bližšie k naplneniu cieľov OH.

Nádoby by boli ponechané na rovnakých miestach, frekvencia zberu by sa zvýšila, minimálne v zimnom období. Do **RD, ktoré ešte nedisponujú domácimi kompostérmi**, určenými na kompostovanie záhradného odpadu by mohli byť zakúpené kompostéry. V prípade veľkého množstva záhradného odpadu by bola občanom poskytnutá možnosť využiť donáškový systém zberu a odpad odvieť na zberný dvor. Do **bytových zástavieb** by boli rozmiestnené **komunitné kompostéry** na bioodpad zo záhrad a rastlinný bioodpad z kuchýň, aby sa maximálne zvýšila miera predchádzania tvorby odpadu.

Systém by mohol dosiahnuť vysokú výťažnosť gastroodpadov, avšak vyprodukoval by viac emisií a spôsobil vysoký nárast nákladov na zber.

Paralelný zber nebude v tomto scenári braný do úvahy. Vyprodukoval by príliš veľa emisií a udržateľnosť výsledku by bola otázná.

Podľa spôsobu nakladania s vyzbieraným odpadom, je dôležité posúdiť vhodnosť vstupu do BPS (drahší spôsob nakladania s bioodpadmi) alebo do kompostárne (veľké množstvo záhradného odpadu nie je vhodné do BPS, bližšie k nakladaniu s gastroodpadmi v kapitole 8.).

7.4.2 Zber gastroodpadu iba v BD (+ zvozová trasa) + kompostéry

Stávající zber BRKO by bol zachovaný v oblastiach s RD, kde je veľká prevaha záhradnej zložky v BRKO. Vo väčších bytových zástavbách by sa zaviedol pravidelný zvoz gastroodpadu. Gastroodpad by sa okrem bytových zástavieb zbieral aj v obciach na zvozovej trase cestou do miesta nakladania. Doplnený by bol v **bytových zástavbách komunitnými kompostérmi**, na bioodpad zo záhrad a rastlinný bioodpad z kuchýň, ktoré by napomohli predchádzaniu odpadu. Vyzbieranie gastroodpadov z RD by bolo v tomto scenári vynechané. Dôvodom by bola vysoká produkcia emisií spôsobená prepravou odpadu na dlhé vzdialenosti a vyšších nákladoch na zber.

Ďalším variantom je zaviesť zber gastroodpadov v daných bytových zástavbách paralelne so zberom záhradných odpadov.

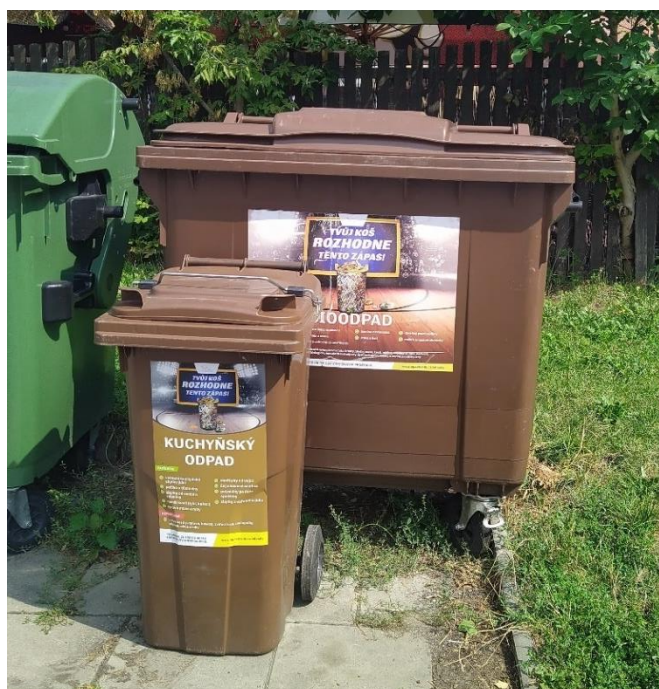
Paralelný zber:

Dôvody pre zavedenie paralelného zberu by mohli byť nasledovné:

- Kompostovanie alebo využitie v BPS je menej nákladné bez energeticky náročnej hygienizácie. Ak by vyzbieraný prúd obsahoval najmä potravinový odpad, bolo by ho menej, čím by sa znížili náklady pri odovzdaní odpadu na spracovanie.

Keby bol zber gastroodpadov zavedený vo väčších bytových zástavbách súčasne s pôvodným, stávajúcim zberom bioodpadov (rastlinných), mohol by byť nastavený ako samostatný systém. Zároveň by poskytoval čistejšie vstupné suroviny čím by bol flexibilnejší a menej závisel na spôsobe nakladania.

Takýto zber funguje napr. v Opave, Obr. 24.



Obr. 24: Paralelný zber rastlinných a živočíšnych kuchynských bioodpadov, Opava

Funkčnost paralelného zberu závisí od ochoty obyvateľov separovať dané prúdy zvlášť. Ideálne, uprednostniť rastlinný bioodpad. V prípade tvorby potravinového odpadu sa predpokladá, že nie je v rámci domácnosti skladovaný a hneď po jeho vyprodukovaní je vyhodnený do najbližšieho kontajnera. Zavedenie paralelného zberu vo viacerých mestách naraz poskytne vysokú vzorku o ochote ľudí separovať bioodpady takýmto štýlom.

7.4.3 Zber gastroodpadu zaviesť iba v Třebíči (+ zvoz. trasa) + kompostéry

Aktuálny systém zberu BRO funguje. Na obyvateľa sa vyzbiera cez 70 kg BRO. Výťažnosť gastroodpadu na najazdené km je vyššia v hustejšie obývaných častiach obcí a to v bytových zástavbách. Najväčšie bytové zástavby sa nachádzajú v mestách, konkrétne v Třebíči. Zaviedol by sa zber gastroodpadu, zrušil by sa zber záhradného bioodpadu. Gastroodpad by sa okrem mesta Třebíč zbieral aj v obciach na zvozovej trase cestou do miesta nakladania. Postupne by sa systém ladil, upravoval. Kontrolovala by sa čistota vyzbieraných gastroodpadov, ochota ľudí triediť, množstvo zvyškového bioodpadu v ZKO.

Stávajúci zber rastlinného bioodpadu by bol ponechaný vo zvyšných oblastiach.

V meste Třebíč sa nachádza viac ako 2000 kompostérov v domácnostiach a v tomto scenári **nebude paralelný zber braný do úvahy.**

Okolité jedálenské prevádzky by v hociakom scenári mali možnosť zapojiť sa do zberu gastroodpadov. V prípade, kedy je v mestách presýtená zberná mohol byť zvoz z gastronomických podnikov zabezpečovaný oddelene. Pri návrhu prevádzky nakladania s gastroodpadmi je dôležité s nimi počítať.

7.5 Zapojenie reštaurácií a jedálenských prevádzok

Podľa odpadového zákona (§5,) sú firmy, a teda aj gastronomické prevádzky pôvodcami odpadu. Vyplýva im z toho povinnosť oddelene zhromažďovať odpad. Zhromažďovanie bioodpadu v gastronomických prevádzkach podlieha prísnyim pravidlám. Dôvodom je snaha o udržanie vysokých hygienických štandardov. Pri sústreďovaní BRKO kuchynského je nutné zabezpečiť ochranu okolia pred únikom emisií, odpadu, zápachu (§5, odst.1, Vyhlášky č.273).

Od roku 2030 je zákaz skládkovať využiteľné odpady. Prevádzky si musia zaistiť predanie odpadov prostredníctvom zmluvy s firmou, ktorá nakladá s odpadmi alebo so spoločnosťou, ktorá preberie zodpovednosť (§15, odst.2, [1]). Nariadenie (ES) č. 1069/2009 (článok 11) zakazuje použiť odpady z kuchýň na vykrmovanie zvierat.

Gastroodpady z kuchýň a jedální spadajú pod katalógové číslo 20 01 08. V rámci mesta Třebíč, z dát od ESKO-T nebolo v roku 2021 zaznamenané odovzdanie týchto odpadov. V Tiramise, pre najnižšiu možnú úroveň, ORP Třebíč, je za rok 2021 uvedené vyzbieranie približne 158 t BRKO z kuchýň, od pôvodcu firma. Z týchto údajov sa nedá jednoznačne určiť, ako nakladajú gastronomické prevádzky so svojimi bioodpadmi v Třebíči a ani ako plánujú implementovať prísnejšie požiadavky.

V meste Třebíč sa nachádza približne 17 reštaurácií a 7 školských jedální (<https://www.google.com/maps>). Bez hlbšieho prieskumu, bez kontaktovania

jednotlivých prevádzok, nie je možné určiť množstvá vyprodukovaných odpadov. V prípade zavedenia zberu gastroodpadov v meste Třebíč, je doporučané kontaktovať aj reštauračné a jedálenské podniky a ponúknuť im spoluprácu. Gastroodpady z prevádzok môžu slúžiť ako kvalitný, menej premenlivý vstup do BPS a bude vhodné s ním pri výbere lokality pre odpadovú BPS počítat'.

7.6 Prínosy scenárov

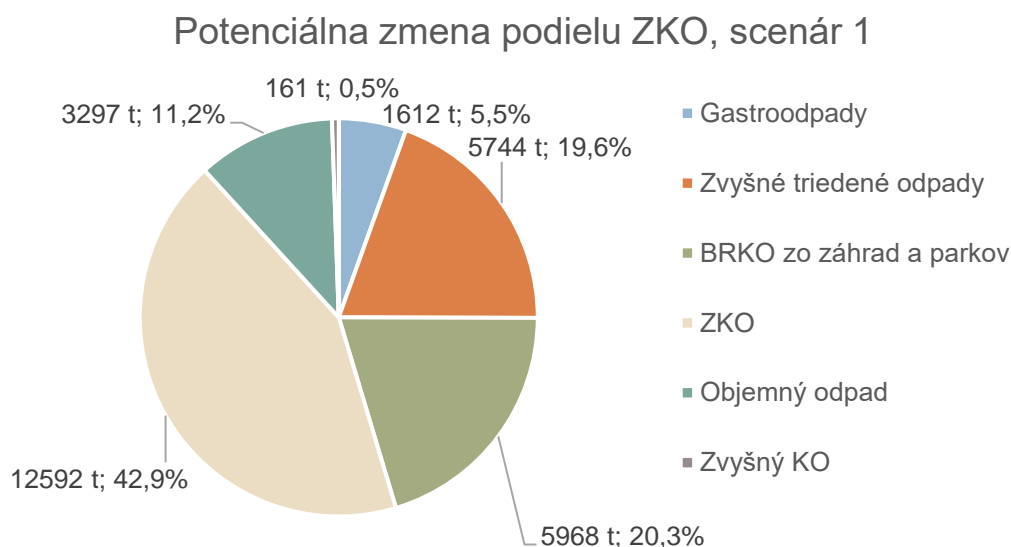
Každý z uvedených scenárov navrhuje možnosti ako znížiť množstvo produkovaného ZKO a ako z neho vyťažiť maximum materiálovo využitelných zložiek.

Miera vyseparovaných gastroodpadov bude záležať najmä od ochoty občanov separovať. Ovplyvnené to môže byť blízkosťou kontajneru, čistotou miesta triedenia, finančnými nástrojmi a ďalšími prostriedkami. Vyčíslená bude potenciálna a optimálna produkcia gastroodpadov zo ZKO. Použité budú dáta o produkcii z roku 2021 bez obcí, ktoré už neobsluhuje firma ESKO-T.

- **Potenciálna zmena:** občania triedia gastroodpady perfektne (100 % odklon gastroodpadov zo ZKO). Predpoklad je zjednodušený, na celom vymedzenom území sa počíta že tvorí rovnaký (11,35 %) podiel v ZKO (Tab. 22) Pre presnejšie výpočty v prípade návrhu sa odporúča vykonať viac rozborov
- **Optimálna zmena:** 86 % gastroodpadov bude vytriedených, a teda zo ZKO to predstavuje 9,76 % (hodnota je nastavená ako optimálna podľa podkladov Rady OH [75])

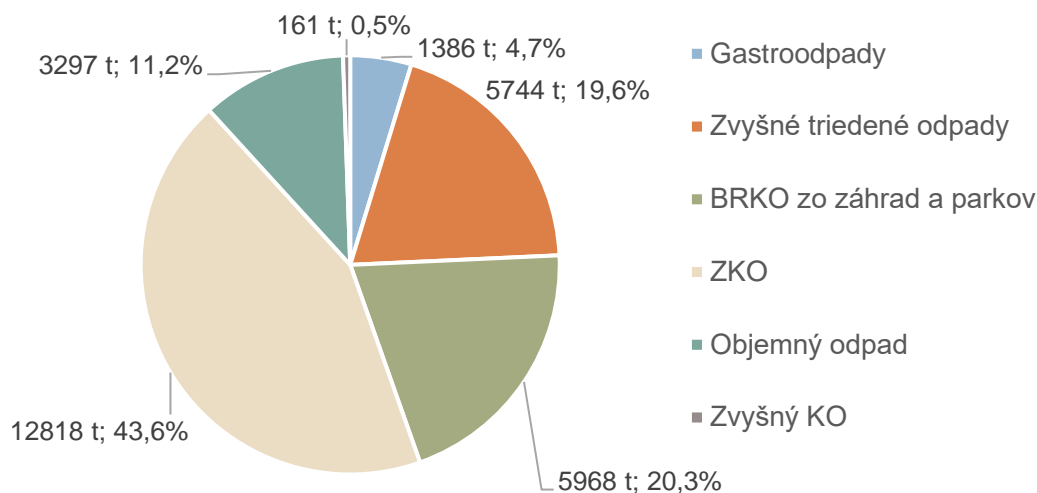
7.6.1 Celoplošný zber gastroodpadu + kompostéry

V prípade celoplošného zberu, by sa produkcia ZKO mohla znížiť o 11,35 %, pravdepodobnejšie je zníženie len o 9,76 %. V celkovom objeme by to predstavovalo pokles o približne 5 % (Graf 28, Graf 29) a ZKO by zaberalo približne 43 % v KO, Graf 30



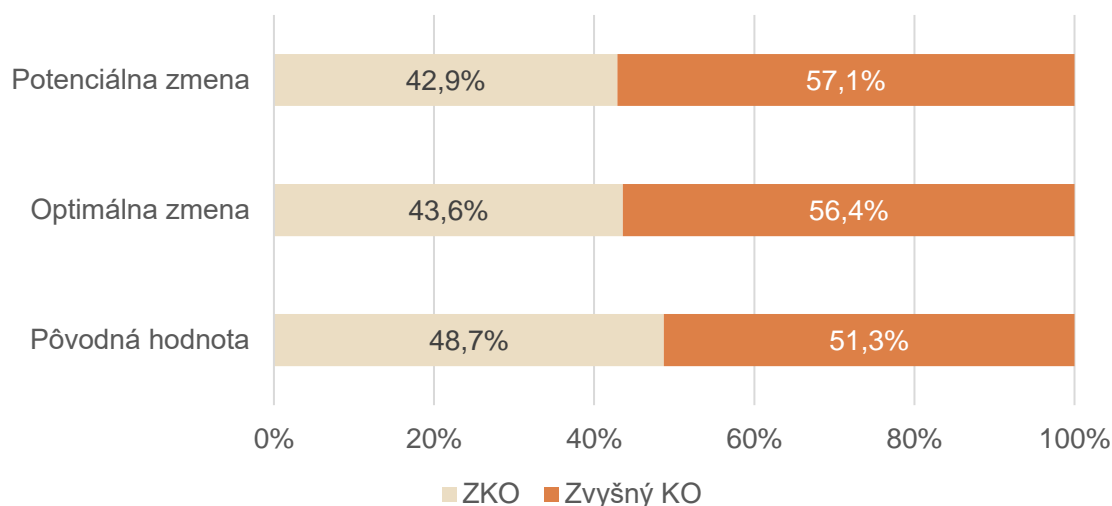
Graf 28: Potenciálna zmena podielu ZKO, scenár 1

Optimální změna podílu ZKO, scénář 1



Graf 29: Optimální změna podílu ZKO, scénář 1

Podiel ZKO v KO, scénář 1



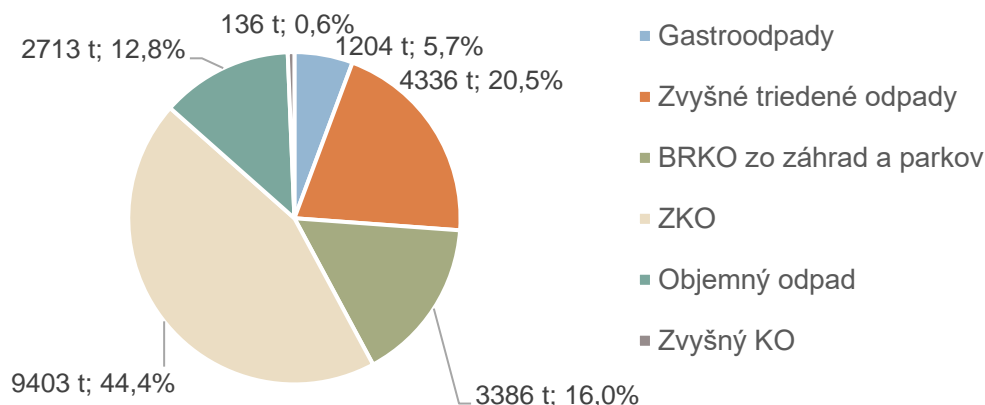
Graf 30: Změna podílu ZKO v KO, scénář 1

Celoplošný zber spolu s predchádzaním tvorby odpadov by mohli slúžiť ako účelné nástroje na zníženie produkcie ZKO. Menej BRO na skládkach znamená nižšiu produkciu skládkových plynov a aj nižšiu mieru ukladania odpadov na skládky.

7.6.2 Zber gastroodpadu iba v BD (+ zvoz. trasa) + kompostéry

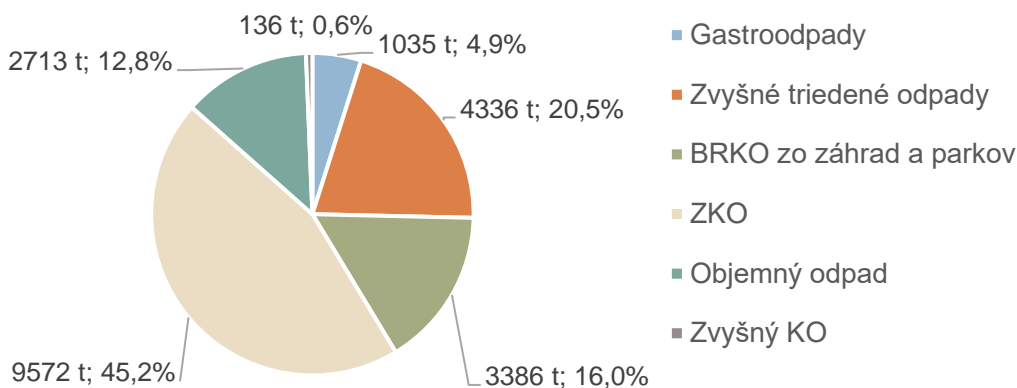
Zavedením zberu gastorodpadov vo väčších bytových zástavbách, čiže v mestách, menších mestách a v niektorých väčších obciach, bude ročne vyzbieraných približne 1000 t gastroodpadov (Graf 31, Graf 32). V mestách je vyššia produkcia ZKO a preto miera vytriedenia ZKO nebude lepšia ako v scenári 1, zobrazená je na Graf 33.

Potenciální změna podílu ZKO, scénář 2



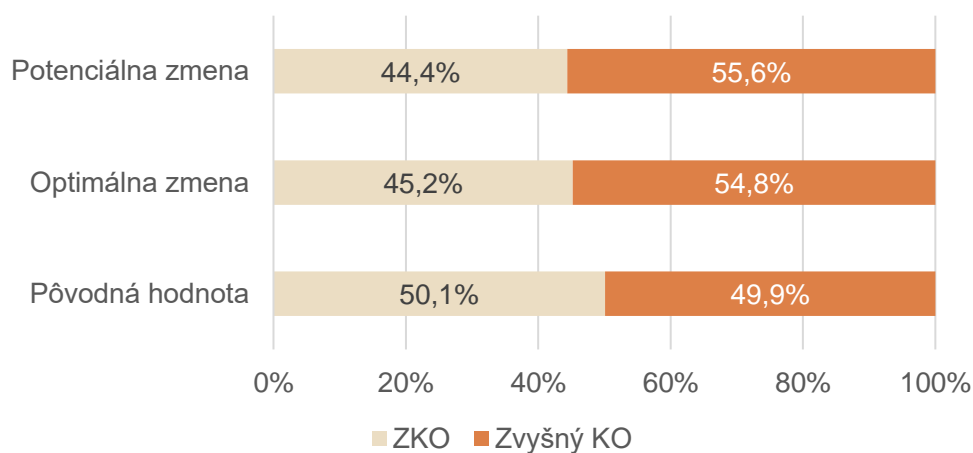
Graf 31: Potenciální změna podílu ZKO, scénář 2

Optimální změna podílu ZKO, scénář 2



Graf 32: Optimální změna podílu ZKO, scénář 2

Podiel ZKO v KO, scénář 2

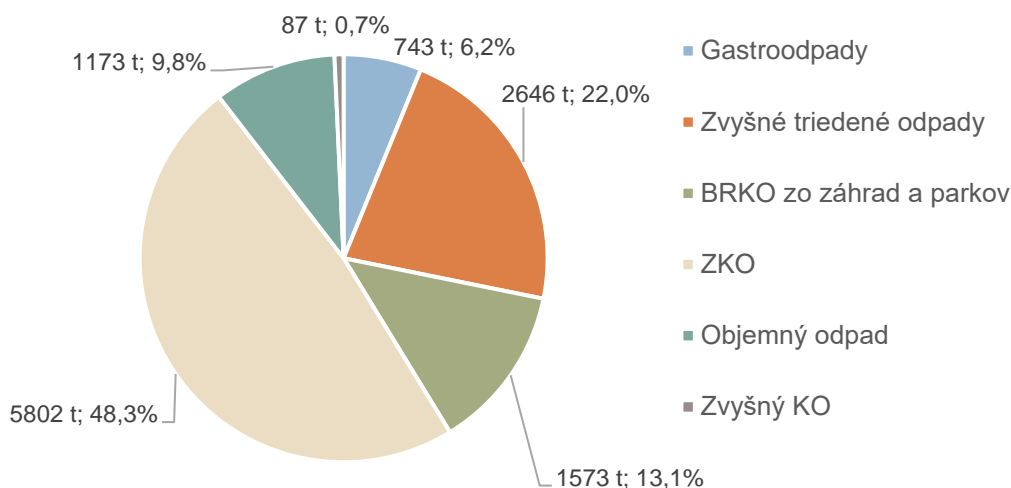


Graf 33: Zmena podílu ZKO v KO, scénář 2

7.6.3 Zber gastroodpadu zaviesť iba v Třebíči (+ zvoz. trasa) + kompostéry

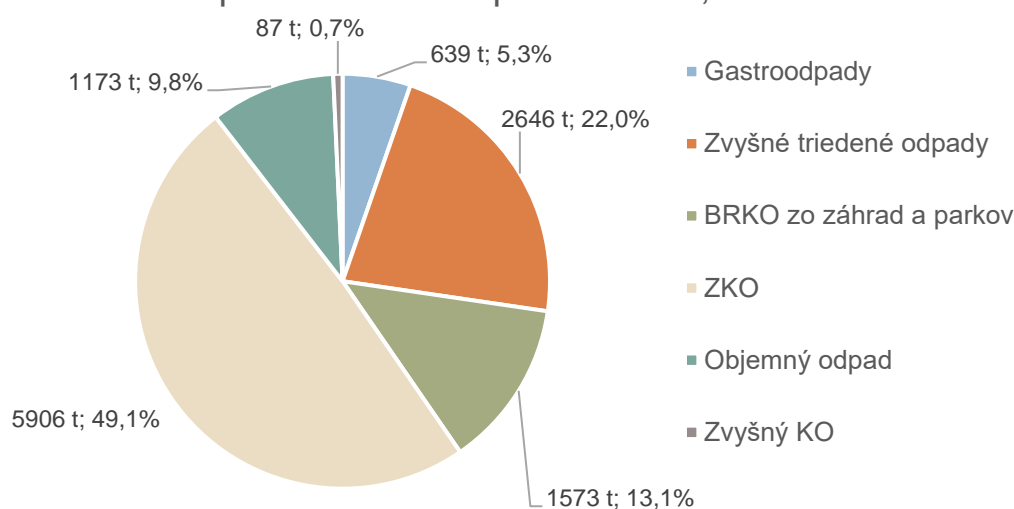
V Třebíči je nadpriemerná produkcia ZKO. Zavedením zberu gastroodpadov by bol dosiahnutý pokles podielu ZKO v KO na približne 49 % (Graf 36). Štýlom zberu v scenári 3 by bolo navyše vyzbieraných 639 t odpadov zo ZKO ročne (Graf 34, Graf 35). V prípade zapojenia gastroprevádzok z Třebíča a okolia by sa spracovateľské kapacity zariadenia na spracovanie gastroodpadov mohli pohybovať okolo 1000 t ročne, čo by vedela pokryť menšia BPS prípadne menší kompostovací box.

Potenciálna zmena podielu ZKO, scenár 3



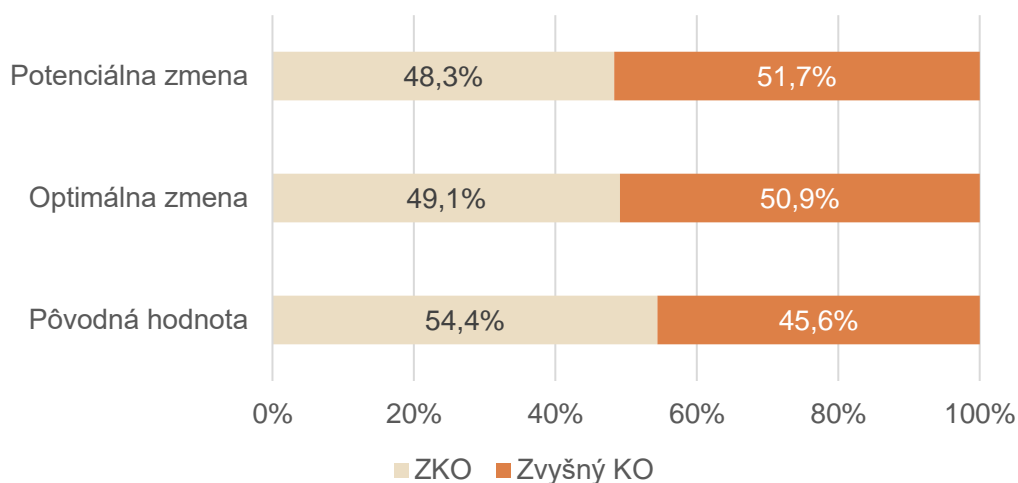
Graf 34: Potenciálna zmena podielu ZKO, scenár 3

Optimálna zmena podielu ZKO, scenár 3



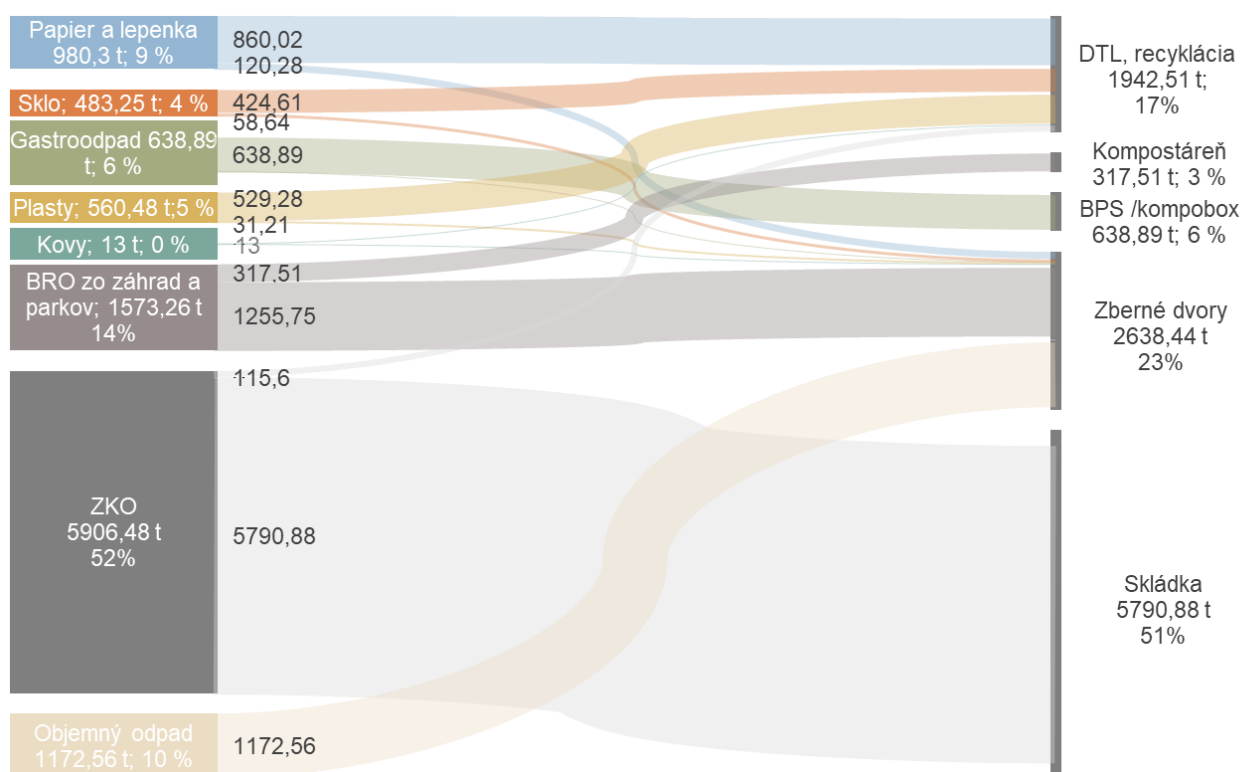
Graf 35: Optimálna zmena podielu ZKO, scenár 3

Podiel ZKO v KO, scenár 3



Graf 36: Zmena podielu ZKO v KO, scenár 3

Zmena tokov vybraných prúdov je znázornená na Obr. 25 Vybrané toky predstavujú 94 % celkového množstva vyprodukovaných KO.

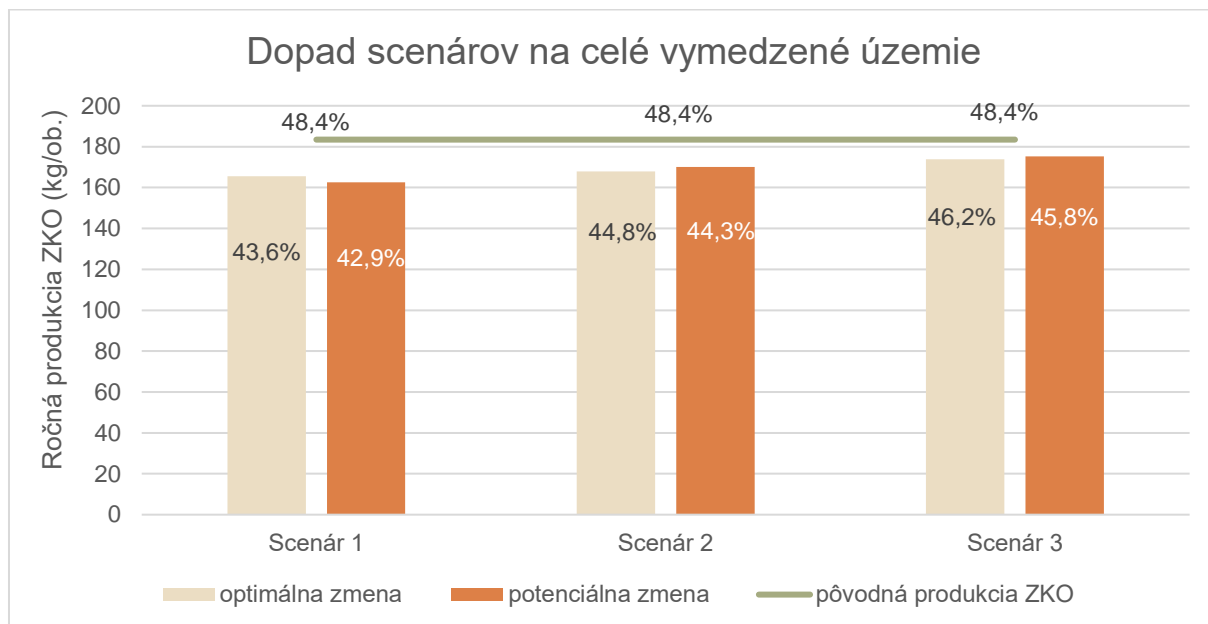


Obr. 25: MFA Třebíč, 11 328 t, scenár 3

7.7 Porovnanie scenárov

Aby boli navrhované scenáre lepšie porovnateľné, Graf 37 zobrazuje ročnú produkciu ZKO a jej zmenu vplyvom navrhovaných scenárov, vzhľadom na celé vymedzené územie, nie len pre obsluhovanú oblasť, ako tomu bolo v podkapitole 7.6

Údaje v percentách vyjadrujú podiel ZKO v KO.



Graf 37: Predpokladaný dopad scenárov vzhľadom na celé vymedzené územie

Napriek tomu, že ani jeden z navrhovaných scenárov nepomôže znížiť ZKO pod úroveň 10 % ako to vyžadujú ciele EÚ, každý scenár zníži množstvo ZKO o približne 5 %, ibaže pre rôzne celky. Najväčší úspech bude mať scenár č.1, pretože pomôže znížiť ZKO celoplošne, avšak za cenu vysokého množstva vyprodukovaných emisií. Scenár 2 je iba o 1,2 % horší, bez zvýšenej záťaže ovzdušia. Najmenej emisií vyprodukuje scenár č.3, ktorý sa oproti scenáru 1 líši o 2,6%.

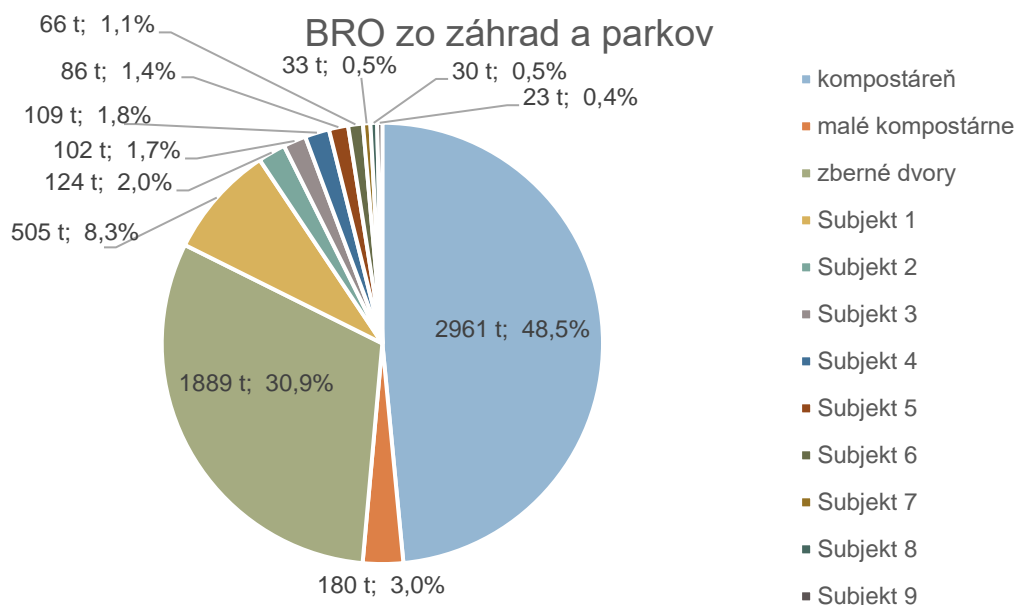
Približne 25 % ZKO tvoril **popol**, ako bolo uvedené v Tab. 21. Rozbor ZKO bol vykonaný v zimných mesiacoch. Predpokladá sa, že počas leta sa v ZKO nachádza viac bioodpadov a minimum popola. Každopádne, v prípade, že popol vznikol spaľovaním dreva, odporúča sa zlepšiť informovanosť občanov a motivovať ich k jeho separácii, pretože by vďaka tomu mohlo klesnúť množstvo ZKO o približne 12 %, na finálny podiel ZKO v skladbe KO, 31,5 % (scenár 1).

Spolu so zavedením zberu **textilu**, môže byť vyseparované ďalšie 1 %.

Pri plánovaní zbernej siete je nevyhnutné určiť kam bude odpad zvážený. Vo veľkej miere od toho následne závisí voľba scenáru. Ďalšia kapitola predstaví možnosti nakladania s odpadom odzrkadľujúce aktuálny stav vo vymedzenom území.

8 SCÉNARE VYUŽITIA GASTROODPADU

Zberný systém BRKO je v súčasnej situácii nastavený iba pre záhradné BRKO, ktoré zahrňuje aj rastlinné bioodpady z domácností. Nakladanie so stávajúcim typom zbieraného BRKO podrobne predstavuje Graf 38



Graf 38: Nakladanie s BRKO, rok 2021, ESKO-T

Plánované zavedenie zberu gastroodpadov spôsobí nárast celkového BRKO. Zber môže byť zaistený spolu (záhradný + kuchynský) alebo oddelene.

Každý variant využitia bude stručne okomentovaný a pomocou **SWOT analýzy** budú predstavené jeho silné stránky (S), slabé stránky (W), príležitosti (O) a hrozby (T).

8.1 Kompost

Kompostovanie je najvyššie radený spôsob nakladania s odpadom v odpadovej hierarchii.

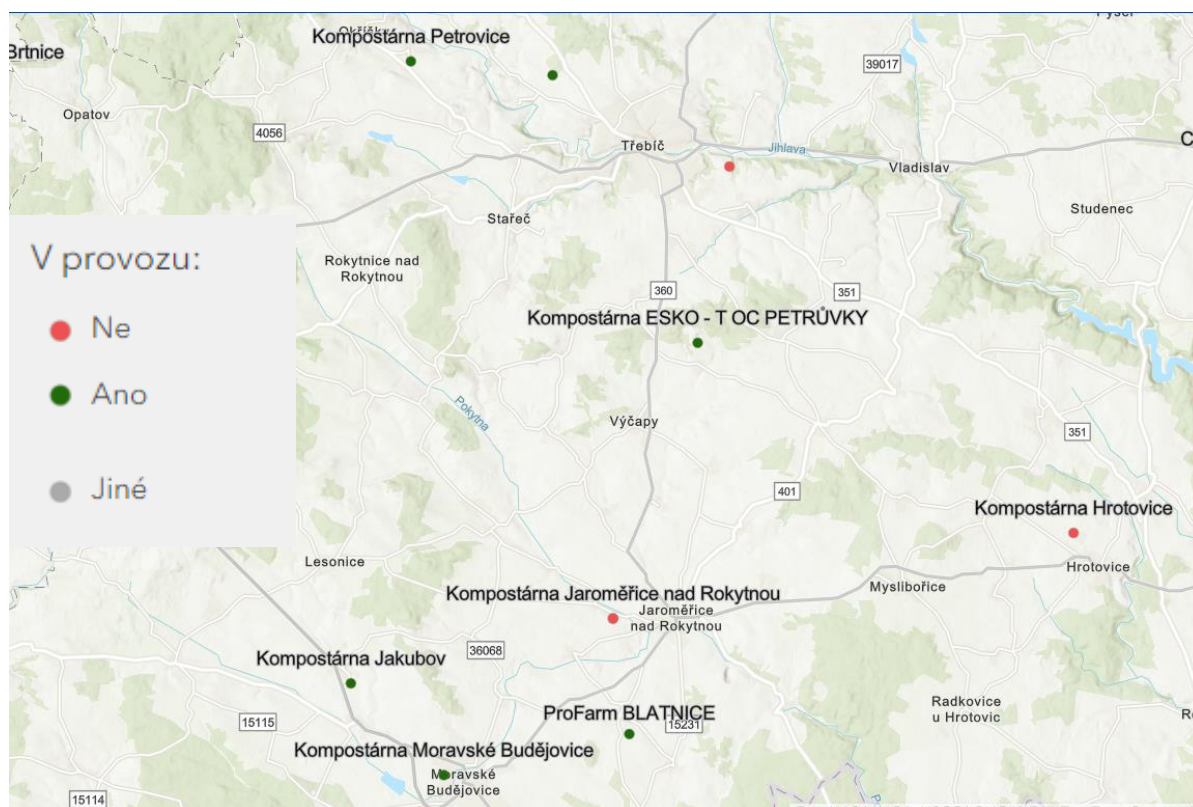
Miera kompostovania BRKO zo záhrad a parkov, dosahovala v roku 2021 necelých 50 %. Aktuálna kapacita v kraji Vysočina je 158 513 t [41, s. 83], z toho 554,92 t je povolený príjem odpadov kategórie 20 01 08 [73, s. 96]. Kompostárne sú zobrazené na Obr. 26

Po viacerých nákladných úpravách a pridaní hygienizácie by bolo možné používať stávajúcu jednotku aj na kompostovanie BRKO z kuchýň a jedální. Samostatné gastroodpady avšak nie sú ideálnym vstupom do kompostárne, a preto sa odporúča zmiešať ich so záhradnými bioodpadmi napr. z obecných záhrad a parkov [73, s. 94]. V štúdií OPŽP [73] nazývajú tento vstupný prúd „bioodpady veškeré“.

SWOT analýza kompostovania gastroodpadov:

S: **Nenápadná zmena v tokoch odpadov, stávajúca jednotka** na kompostovanie

- W:** Nákup hygienizační jednotky. Prísnejšou hygienizáciou si budú musieť prejsť aj čisto rastlinné odpady. (Tomuto by sa dalo prejsť nákupom kompostovacieho boxu, čisto pre gastroodpady. Vstupná investícia bude síce vyššia, ale znížia sa prevádzkové náklady.)
- O:** Možnosť **spojeného zberu rastlinného a živočíšneho BRKO** (jeden zvoz, jeden kontajner na odpad).
- T:** **Pokles v kvalite kompostu** - zákaz hnojenia v poľnohospodárstve; down-cycling materiálu neodzrkadľuje vízie obehového hospodárstva (cirkularity)



Obr. 26: Mapa kompostární (akt. 5/2024)

(<https://experience.arcgis.com/experience/8f0425f0ed744198ac102f312cb4d2aa/page/Str%C3%A1nka/>, 19.7.2024)

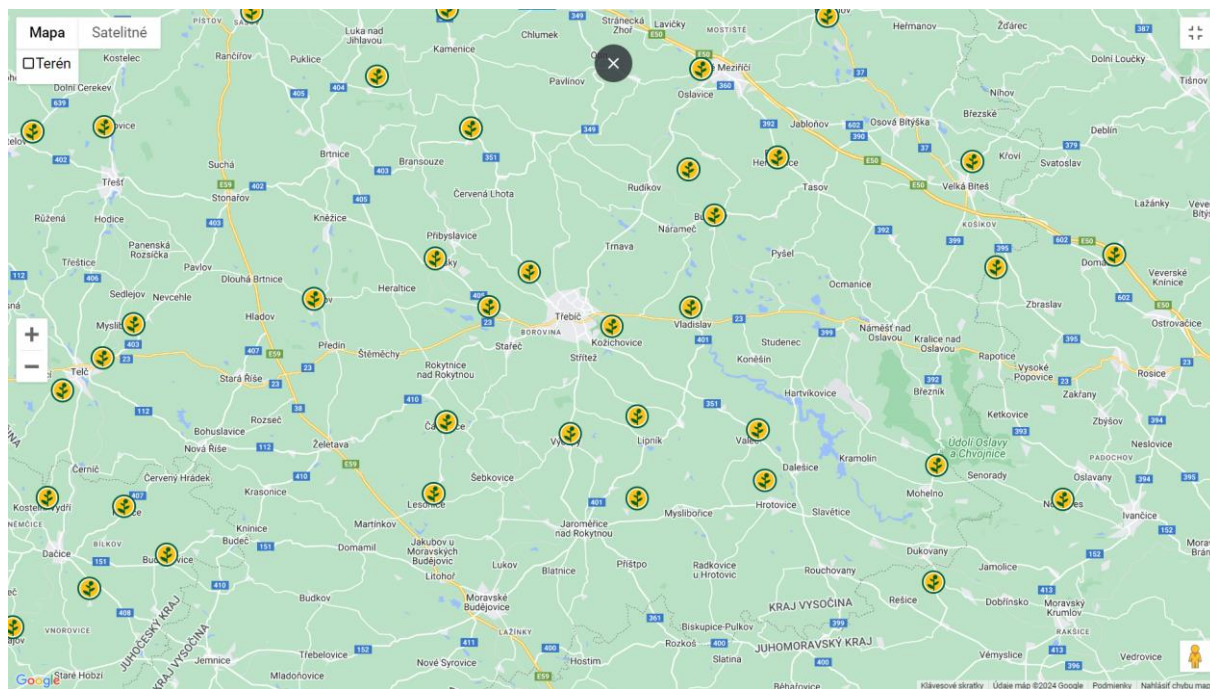
8.2 Energetika

Energetické využitie je stále dostatočne vysoko z odpadovej hierarchii. Teplo, rovnako ako elektrina sú komodity, nevyhnutné pre fungovanie vyspelých spoločností.

Teplo, elektrina, palivo a pohonné hmoty (bližšie rozoberané v podkapitole 8.3) by mohli byť vyrobené v bioplynovej stanici (BPS). Na území sa nachádza viacero BPS zobrazených na Obr. 27 Všetky sú určené iba na poľnohospodárske BRO. Ich kapacita je 20 400 t [41], z toho ani jedna neprijíma odpady kategórie 20 01 08 [73, s. 100] Plánovaná kapacita nových BPS, prijímajúcich živočíšnu zložku je 314 t [73, s. 100].

Po pridaní hygienizačnej jednotky a potrebnom upravení technológií, by mohla byť vstupná surovina rozšírená o živočíšne BRKO. Takáto prerábka je bližšie popísaná v štúdiu [42]. Zo štúdie vyplýva, že pri spracovaní BRKO v BPS je dôležité vedieť

odhadnutí obsah sulfánu a amoniaku aby nedošlo k rychlému poškození zariadenia [42]. Nie je možné určiť prijateľné rozpätie podielu plyných zlúčenín, pretože v odpade sa nachádza viacero látok na základe síry a dusíka a je ťažké odhadnúť, ktoré sa premenia v nežiadúce plyny a ktoré nie [42]. Škodlivosť typov vstupov do BPS je určená tabuľkou v dokumente a prúd BRKO predstavuje vysoké riziko uvoľnenia sulfánu [42].



Obr. 27: Mapa poľnohospodárskych BPS
(<https://www.czba.cz/mapa-biopllynovych-stanic.html>, 26.5.2024)

Vyrobený bioplyn môže byť použitý 3 spôsobmi:

- Na **ohrev plynového kotla** - výroba tepla (podkapitola 8.2.1)
- V **kogeneračnej jednotke (KJ)** - kombinovaná výroba elektriny a tepla (KVET) (podkapitola 8.2.2)
- **Pridávaný do plynovodu** – po úprave a čistení na kvalitu zemného plynu je možné použitie v energetike (oddiel 8.2.3) aj v doprave (podkapitola 8.3 Doprava).

Väčšina stávajúcich BPS využíva bioplyn v kogeneračnej jednotke, napriek tomu, budú v prvotných analýzach predstavené aj iné možnosti využitia bioplynu.

SWOT analýza výroby bioplynu z BRKO, platná pre všetky spôsoby využitia bioplynu:

S: Bioplyn je **obnoviteľným zdrojom energie**, ktorý významne **prispieva k redukcii emisií** (v energetike / v doprave) a **závislosti od fosílnych palív** tým, že je vyrobený z druhotných surovín.

W: Výroba bioplynu **závisí od dostupnosti vstupnej suroviny**. V prípade odpadov ide o premenlivú komoditu, čo môže spôsobiť kolísanie nákladov pri výrobe.

- O: Aktuálně je ze strany EÚ vyvíjena **vysoká miera podpory** pre udržateľné projekty akými by bola aj výroba bioplynu z odpadov a jeho následné využitie. Projekt môže očakávať vysokú finančnú podporu,
- T: Treba rátať aj s prípadnými **zmenami regulácie**, ktoré by mohli čerpanie dotácie ovplyvniť.

V prípade využitia stávajúcej / stávajúcich BPS na výrobu bioplynu aj z BRKO, môže byť SWOT analýza rozšírená o nasledujúce body:

- S: Projekt bude **ekonomicky výhodnejší a udržateľnejší** ako výstavba kompletne novej BPS.
- W: **Závislosť od majiteľov BPS**. BPS nie sú vlastnené firmou ESKO-T, pri projekte môžu naraziť na nevoľu majiteľov prerobiť poľnohospodársku BPS na odpadovú.
- O: V celom území nie je žiadna BPS odpadová. Predpokladá sa **stabilná kapacita vstupnej odpadovej suroviny** v priebehu roka.
- T: Nedôvera / **obavy** zo strany obyvateľov

Vyššie zmienené SWOT analýzy sú uplatniteľné pre všetky spôsoby využitia bioplynu a nebudú v nasledujúcich SWOT analýzách opakované.

Na základe fungujúcich spoluprác medzi odpadovými BPS a mestami [72], sa dá skonštatovať, že vzdialenosť BPS od miest je veľmi dôležitá a musí byť zvolená rozumne.

8.2.1 Teplo

Použitím bioplynu ako paliva na ohrev plynového kotla, môže byť vyrobené teplo, ktoré bude použité v rámci prevádzky BPS, v blízkom podniku s veľkým odberom tepla (ak existuje) alebo natlačením do teplovodov / horúcovodov (ak existujú). Vhodnosť technológie je rozobraná pomocou SWOT analýzy.

- S: **Jednoduchá technológia** na využitie bioplynu (plynový kotol),
- W: **Závislosť od CZT** (centrálneho zásobovania teplom) **teplvodu** - CZT sa vyskytuje najmä na husto obývaných miestach a preto ním bude pokrytá minimálna časť vymedzeného územia (iba mestá, ak vôbec)
- O: **Energetická tepelná nezávislosť** - výroba tepla na vlastnú prevádzku, prípadne rozšírenie projektu o poľnohospodársky zámer (pestovanie plodín v skleníkoch s využitím tepla a elektriny z BPS)
- T: **Nižšia účinnosť výroby tepla**

Ak v okolí BPS nebude vybudovaná prevádzka využívajúca vyrobené teplo alebo ak sa BPS nebude nachádzať v okolí mesta s CZT, nie je vhodné využiť bioplyn iba na výrobu tepla a je vhodné zvážiť účinnejšiu prevádzku.

8.2.2 KVET

KVET prebieha v KJ, ktoré pozostávajú z piestového spaľovacieho motora a generátora. Možnosť využitia bioplynu ako KVET závisí od infraštruktúry tepelných aj elektrických rozvodov. Tepelná infraštruktúra bola podrobne rozobraná v oddieli vyššie. Elektrická sieť hustejšie pokrýva ČR ako sieť CZT, nemal by byť problém, že by sa v okolí žiadna nevyskytovala. Stávajúca BPS je pravdepodobne pripojená na prívod elektriny. V prípade, že BPS s KVET bude chcieť byť pripojená do distribučnej siete (DS) a predávať vyrobenú elektrinu zákazníkovi prevádzkovateľovi DS (PDS), bude musieť v predprojektovej príprave podať žiadosť o pripojenie nového zdroja do siete a projekt naplánovať na základe vyjadrenia PDS.

- S:** **Vysoká energetická účinnosť** – úspora bioplynu; variabilita vo výkone KJ
- W:** **Závislosť od PDS a sietí teplovodu** (nižšia výroba tepla oproti kotolni; teplo môže byť spotrebované na mieste)
- O:** **Energetická nezávislosť** - výroba tepla a elektriny na vlastnú prevádzku, (prípadne rozšírenie projektu o poľnohospodársky zámer (pestovanie plodín v skleníkoch s využitím tepla a elektriny z BPS)
- T:** **Nedostatok miesta** pre technológie potrebné na rozšírenie o kogeneračnú jednotku

8.2.3 Palivo

Bioplyn môže byť použitý aj ako palivo. Pridaním bioplynu do plynovodov bude využitie bioplynu záležať na type odberu. Na plynovod sú napojené najmä kotolne, ktoré slúžia na lokálnu výrobu tepla na ohrev budov prípadne byty, ktoré využívajú plyn na varenie. Vhodnosť použitia bude záležať od dostupnosti plynovodu pri zvolenej BPS a od povolení prevádzkovateľa plynovodu (Gasnet). Hlavné trubky plynovodu na vymedzenom území znázorňuje Obr. 28



Obr. 28: Vedenie plynovodu územím ORP Třebíč
(upravené verejne dostupné podklady Gasnet-u [76])

Bioplyn z BRKO, pridávaný do plynovodov predchádza dôsledné dočistenie plynu na kvalitu zemného plynu.

- S:** **Jednoduchá technológia** na využitie bioplynu - zásobník plynu a ventil na vtláčanie do plynojemu

- W:** **Závislost' od umiestnenia sietí plynovodu**, potreba bioplyn **dočistiť** na kvalitu ZP, zvýšené monitorovanie kvality bioplynu
- O:** **Menej povinností** – činnosť prevádzkovateľov môže končiť predajom bioplynu
- T:** Nekonzistentná kvalita bioplynu môže spôsobiť **problémy v plynovodnej sieti**

8.3 Doprava

Viacere štáty vo svojich mestách využívajú bioplyn z odpadov ako palivo poháňajúce mestskú hromadnú dopravu. Napr. vo Fínsku [77], v Indii (krajina s najväčším počtom BPS) [78] ale napr. aj Česku, kde v meste Mladá Boleslav sú poháňané bioplynom z BRKO nie len autobusy ale aj smetiarske vozidlá [79].

Použitie bioplynu z BRKO v doprave predchádza dôsledné dočistenie plynu na kvalitu zemného plynu.

- S:** **Nezávislosť od infraštruktúry** - použitie v doprave nezávisí od infraštruktúry elektrizačnej siete ani plynovodov;
- W:** **Vysoké náklady a logistické výzvy** (výber vhodnej BPS z hľadiska optimalizovania trás autobusov a umiestnenia čerpacej stanice)
- O:** **Ekologickosť projektu** - splnenie odpadových cieľov aj cieľov v doprave projekt si ľahko získa podporu európskych inštitúcií a vďaka rastúcemu dopytu po ekologických riešeniach, bude môcť pravdepodobne čerpať peniaze na vybudovanie potrebnej infraštruktúry; **Menej povinností** – činnosť prevádzkovateľov môže končiť predajom bioplynu
- T:** **Konkurencia technológií** - dopravca môže uprednostňovať iný druh alternatívneho pohonu, ako napr. vodík a elektrinu

Možné spôsoby využitia BRO rozoberá aj aktuálna štúdia spoločnosti EY, ktorá bola spracovaná na žiadosť MŽP ČR a vydaná na konci mája. V štúdiu došli k podobným záverom a odporúčaniam.

„Využíváním gastroodpadu v bioplynových stanicích může docházet k výrobě zelené energie a snížení závislosti ČR na fosilních palivech. Je nutné najít rovnováhu mezi využíváním bioodpadu na kompostování, použitím jako alternativní palivo nebo na výrobu zelené energie.“ [80, s. 83]

ZÁVER

Autorka sa už vo svojej bakalárskej práci zaoberala odpadmi: základnou legislatívou, záväzkami v rámci odpadového hospodárstva (OH) a rozdielmi v OH medzi ČR a SR. Bližšie sa venovala odpadovému prúdu plastov, konkrétnejšie obalom.

V diplomovej práci boli aktualizované záväzky v oblasti odpadov, vymenované boli viaceré ciele a povinnosti, ktoré vyplývajú z medzinárodných spoluprác a ktorých termíny sa nenávratne blížia. Predstavená bola legislatíva pre ďalšie odpadové prúdy. Najdôležitejšia pre danú prácu bola legislatíva zaoberajúca sa bioodpadmi. Ďalej sa teoretická časť zaoberala priemerným zložením zmesového komunálneho odpadu (ZKO) a poukázala na prúdy, ktoré majú ešte potenciál byť vyseparované, čím by sa podarilo predísť skládkovaniu a priblížiť sa k splneniu cieľov. Túto snahu budú v najbližších rokoch vyvíjať viaceré samosprávy. Praktická časť práce sa síce venovala konkrétnemu vymedzenému územiu, ale môže byť aplikovaná v rámci rôznych územných celkov, kde môže slúžiť ako osnova, návod či prehľad zdrojov k danej tematike.

Práca analyzuje toky materiálovo využitelných zložiek v systéme OH, hustotu zaľudnenia územia, typ zástavby. Vyberá použiteľné zložky ZKO, vysvetľuje výzvy, ktoré prinesie ich separácia. Predstavuje scenáre, akými by sa mohol v najbližších rokoch zaviesť zber potravinového odpadu, čím by sa podarilo čiastočne redukovať ZKO. Dosiahnutie cieľov bude vyžadovať väčšiu ochotu zo strany občanov. Dôležité bude zlepšiť informovanosť občanov prípadne upraviť poplatkové systémy tak, aby boli pre ľudí motivačné. Aplikovanie prijatého nariadenia o Ekodizajne do praxe by mohlo taktiež prispieť k poklesu tvorby nerecyklovateľných odpadov. Záver praktickej časti vysvetľuje dôležitosť prepojenia zbernej siete a nakladania s odpadmi.

Finálny návrh zberu gastroodpadov nemohol byť v rámci práce vypracovaný, z dôvodu, že nebola známa koncová jednotky pre nakladanie s danými odpadmi. Vo vymedzenom území sa aktuálne nenachádza kompostáreň alebo bioplynová stanica s dostatočnou hygienizačnou jednotkou. Práca sumarizuje silné a slabé stránky dostupných možností nakladania s potravinovými odpadmi, aplikované na dané územie.

V prípade, že sa firma alebo iná samospráva rozhodne zaviesť zber gastroodpadov, práca odporúča začať s voľbou miesta spracovania odpadov. Následne by bolo vhodné vykonať viac rozborov ZKO na tretej úrovni a predikovať produkciu gastroodpadov pre každú obec zvlášť, prípadne na základe zaradenia do klastrov podľa spoločných charakteristík. Tým by bol odhad ročného, prípadne týždenného množstva presnejší a návrh zberu následne efektívnejší.

Navrhované zmeny by sa mali diať v takom rozsahu, v akom sú ešte pre spoločnosť a planétu prínosné. Ak opatrenie síce prispeje k dosiahnutiu cieľov, no za cenu nadmerných emisií a neúnosných nákladov, jeho implementácia stráca zmysel.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY

- [1] ČR. Zákon č. 541/2020 Sb. In: . Parlament České Republiky, 2020. Dostupné také z: <https://www.aspi.cz/products/lawText/1/95309/1/2/zakon-c-541-2020-sb-o-odpadech>.
- [2] *Eurostat*. online. [cit. 2024-04-14].
- [3] *VISOH*. online. [cit. 2024-03-16].
- [4] EU. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008: on waste and repealing certain Directives. In: *Official Journal of the European Union*. 2008, article 3. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02008L0098-20240218#E0003>. [cit. 2024-03-09]. Aktualizácia 18.02.2024.
- [5] *TiramisO*. online. In: TiramisO: Hlavní stránka. 2021. Dostupné z: <https://tiramiso.mzp.cz/>. [cit. 2024-02-15].
- [6] *Environment*. online. Dostupné z: environment.ec.europa.eu. [cit. 2024-03-09].
- [7] *European Commission - European Commission*. online. 2023. [cit. 2024-08-25].
- [8] Textilní odpad je pro Česko velkou výzvou: Rozhovor redakce OF. *Odpadové fórum*, 2022.
- [9] **BUŘÍVALOVÁ, Irena**. Za sběr textilu v Česku budou platit výrobci, nejspíš i kupující v obchodech. *Recyklace zatím vážne*. online. In: Ekonews. Dostupné z: <https://www.ekonews.cz/za-sber-textilu-v-cesku-budou-platit-vyrobci-nejspis-i-kupujici-v-obchodech-recyklace-zatim-vazne/>. [cit. 2024-03-31].
- [10] Right to Repair Europe. online. [cit. 2024-04-01].
- [11] **COUNCIL OF THE EU**. Circular economy: Council and Parliament strike provisional deal on the right to repair directive. online. In: **COUNCIL OF THE EU**. *Consilium: Press Release*. 14.2.2024. Dostupné z: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2024/02/02/circular-economy-council-and-parliament-strike-provisional-deal-on-the-right-to-repair-directive/>. [cit. 2024-04-01].
- [12] Right to Repair Europe. online. [cit. 2024-04-01].
- [13] LIU, Xuwei; LEI, Tingzhou; BORÉ, Abdoulaye; LOU, Ziyang; ABDOURAMAN, Bary et al. Evolution of global plastic waste trade flows from 2000 to 2020 and its predicted trade sinks in 2030. online. *Journal of Cleaner Production*. 2022, roč. 376. ISSN 09596526. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134373>. [cit. 2024-04-01].

- [14] EÚ. Změny v přeshraniční přepravě plastového odpadu od 1.1.2021. In: Online. 2021. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/plastovy_odpad_preprava. [cit. 2023-10-25].
- [15] What are *the main destinations of EU export of waste?*. online. In: European commission. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20220525-1?language=cs>. [cit. 2023-11-18].
- [16] EP. Udržitelné odpadové *hospodárstvo: čo robí EÚ*. online. In: EP. Témy | Európsky parlament. 2018, 25.3.2024. Dostupné z: <https://www.europarl.europa.eu/topics/sk/article/20180328STO00751/udrzateln-e-odpadove-hospodarstvo-co-robi-eu>. [cit. 2024-04-19].
- [17] PÁLEŠOVÁ, Lenka. Obaly a spotřební koš výrobků. online, Bakalářská práce. Brno: VUT Brno, 2022. Dostupné z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/140663>. [cit. 2024-02-28].
- [18] EU, Council of the European Union. Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on packaging and packaging waste, amending Regulation (EU) 2019/1020 and Directive (EU) 2019/904, and repealing Directive 94/62/EC (Text with EEA relevance). online. In: *Eur-lex*. s. 545. Dostupné z: <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-5043-2024-INIT/EN/pdf>. [cit. 2024-02-29].
- [19] EU. European Parliament *and Council Directive 94/62/EC*. In: EUR-Lex. 2018.
- [20] RAGONNAUD, Guillaume. *Revision of the Packaging and Packaging Waste Directive*. online. In: Europarl.europa. 2023. Dostupné z: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/745707/EPRS_BRI\(2023\)745707_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/745707/EPRS_BRI(2023)745707_EN.pdf). [cit. 2024-02-29].
- [21] Inovace pro řešení životního cyklu plastů. online. In: Obaly21. 2023. Dostupné z: <https://www.obaly21.cz/inovace-pro-reseni-zivotniho-cyklu-plastu/>. [cit. 2023-10-25].
- [22] Zelená dohoda pro Evropu: *předcházení vzniku odpadu z obalů, podpora opětovného použití a recyklace obalů*. online. In: EU. *Evropská komise – oficiální internetové stránky*. 2022. Dostupné z: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/cs/ip_22_7155?fbclid=IwAR17DTjpv2Z22Wf8tQ73xYvoQ7yjuvXVeT8kZhrYDEri9eMkrz4XJrS-eAA. [cit. 2023-10-29].
- [23] EUROPEAN COMMISSION. *COMMISSION IMPLEMENTING DECISION (EU) .../... of XXX laying down rules for the application of Directive (EU) 2019/904 of the European Parliament and of the Council as regards the calculation verification and reporting of data on recycled plastic content in single-use plastic beverage bottles*. 2023. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/info/law/better->

- regulation/have-your-say/initiatives/13467-Single-use-plastic-beverage-bottles-EU-rules-for-calculating-verifying-and-reporting-on-recycled-plastic-content_en. [cit. 2023-10-25].
- [24] EU. Packaging: Council and Parliament strike a deal to make packaging more sustainable and reduce *packaging* waste in the EU. online. In: Council of the EU: Press Release. 4.3.2024. Dostupné z: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2024/03/04/packaging-council-and-parliament-strike-a-deal-to-make-packaging-more-sustainable-and-reduce-packaging-waste-in-the-eu/>. [cit. 2024-03-08].
- [25] EKO-KOM, . *Prováděcí studie k realizaci strategie Systému EKO-KOM „Strategie 21+“*. online. In: EKO-KOM. 2020. Dostupné z: <https://www.ekokom.cz/uploads/Strategie21.pdf>. [cit. 2024-03-06].
- [26] Zpravodaj: Výsledky třídění odpadů v ČR v roce 2019. online. Dostupné z: https://www.ekokom.cz/uploads/news/id811/ZPR@VODAJ_26_2020.pdf. [cit. 2024-03-08].
- [27] EU. ZPRÁVA KOMISE EVROPSKÉMU PARLAMENTU, RADĚ, EVROPSKÉMU HOSPODÁŘSKÉMU A SOCIÁLNÍMU VÝBORU A VÝBORU REGIONŮ,; v níž se identifikují členské státy, kterým hrozí riziko, že nesplní cíle v oblasti přípravy k opětovnému použití a recyklace komunálního odpadu do roku 2025, cíl v oblasti recyklace obalového odpadu do roku 2025 a cíl v oblasti snížení skladování komunálního odpadu do roku 2035. In: *COM(2023) 304*. Brusel, 2023, s. 12. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=COM:2023:304:FIN>. [cit. 2024-03-08].
- [28] CETA. Dopady zavedení zálohového systému nápojových obalů na obce a města: Ekonomická analýza. online. In: CETA. s. 39. Dostupné z: <https://eceta.cz/wp-content/uploads/2023/01/Studie-AKTUALIZACE.pdf>. [cit. 2024-04-01].
- [29] IEP, . Skutočná cena zálohy: Analýza zavedenia systému zálohovania jednorazových nápojových obalov v SR. online. In: Minzp. Bratislava, 2018. Dostupné z: https://www.minzp.sk/files/iep/skutocna_cena_zalohy_v2.pdf. [cit. 2022-03-27].
- [30] ČAOH. Zálohování PET lahví v ČR očima odborníků. online. In: ČAOH. Caoh. Dostupné z: https://www.caoh.cz/aktuality/zalohovani-pet-lahvi-v-cr-ocima-odborniku.html#_ftn7. [cit. 2024-03-09].
- [31] Zálohování PET lahví: ano, či ne?. *Odpady*. 2024, roč. 2024, č. 02, s. 24.
- [32] HLADÍK, Petr a SURÝ, David. Novela zákona o obalech. online. In: *MŽP ČR*. Dostupné z:

- [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zalohovani/\\$FILE/OK-Novela_zakona_o_obalech-20240131.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zalohovani/$FILE/OK-Novela_zakona_o_obalech-20240131.pdf). [cit. 2024-03-09].
- [33] SPRÁVCA ZÁLOHOVÉHO SYSTÉMU. Správa o činnosti za druhý polrok 2023. online. In: Spravcazaloh.sk. 2023, s. 21. Dostupné z: https://spravcazaloh.sk/Spr%C3%A1vca%20z%C3%A1lohov%C3%A9ho%20syst%C3%A9mu_Spr%C3%A1va%20o%20C4%8Dinnosti%20za%20druh%C3%BD%20polrok%202023.pdf. [cit. 2024-03-03].
- [34] SPRÁVCA ZÁLOHOVÉHO SYSTÉMU. Správa o činnosti Správce zálohového systému za rok 2022. online. In: SPRÁVCA ZÁLOHOVÉHO SYSTÉMU. Spravcazaloh. 2023. Dostupné z: <https://spravcazaloh.sk/Spr%C3%A1va%20o%20C4%8Dinnosti%20Spr%C3%A1vcu%202022.pdf>. [cit. 2024-03-03].
- [35] Projekt podpory intenzifikace tříděného sběru – Výzva k zapojení. online. In: EKO-KOM. 2023. Dostupné z: <https://www.ekokom.cz/projekt-podpory-intenzifikace-trideneho-sberu-vyzva-k-zapojeni/>. [cit. 2024-03-09].
- [36] EU. Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety. In: *Official Journal*. article 3. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32002R0178>.
- [37] ČR. Vyhláška č. 273/2021 Sb.: Vyhláška o podrobnostech nakládání s odpady. In: *Sbírka zákonů*. 2021, částka 119, s. 208.
- [38] GREGOR, Jiří; KROPÁČ, Jiří; VEVERKA, Zdeněk; SUZOVÁ, Jana a PAVLAS, Martin. Výsledky průměrného složení směsného komunálního odpadu v ČR 2022: Souhrnná zpráva MŽP. 2022.
- [39] PAVLAS, M.; ŠOMPLÁK, R.; SMEJKALOVÁ, V. a STEHLÍK, P. Municipal Solid Waste Fractions and Their Source Separation: Forecasting for Large Geographical Area and Its Subregions. online. *Waste and Biomass Valorization*. 2020, roč. 11, č. 2, s. 725-742. ISSN 1877-2641. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12649-019-00764-0>. [cit. 2024-03-17].
- [40] Compost Magazine. online. [cit. 2024-03-17].
- [41] EY. Podklady pro oblast podpory odpadového a oběhového hospodářství OPŽP 2021–2027: *Prevence vzniku odpadů*. MŽP ČR, 2020. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/\\$FILE/OODP-2_Prevence_vzniku_odpadu-20200529.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/$FILE/OODP-2_Prevence_vzniku_odpadu-20200529.pdf). [cit. 2024-06-01].

- [42] FRIČ, Ondřej; JÁGROVÁ, Petra; VIČÍKOVÁ, Magda a VYŠKOVSKÝ, Karel. Potenciál využití BRKO v rámci bioplynových stanic. studie. Střelice: AgriKomp, 2015.
- [43] EY. OODP - Produkce potravinových odpadů v roce 2020. online. In: MŽP ČR. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpady_podrubrika/\\$FILE/OODP-Produkce_potravinovy_odpad-20221110.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpady_podrubrika/$FILE/OODP-Produkce_potravinovy_odpad-20221110.pdf). [cit. 2024-06-01].
- [44] FLECK, Anna. The Scale of Food Waste in Europe. online. In: *Statista Daily Data*. Dostupné z: <https://www.statista.com/chart/31072/food-wasted-per-capita-in-european-countries>. [cit. 2024-04-14].
- [45] Wikipedia, The Free Encyclopedia. online. [cit. 2024-03-30].
- [46] BRUNNER, Paul H. a RECHBERGER, Helmut. Practical handbook of material flow analysis. Lewis Publishers, 2016. ISBN 9780203507209. Dostupné z: <https://doi.org/10.1201/9780203507209>.
- [47] URGUN-DEMIRTAS, Meltem; BENAVIDES, Pahola Thathiana; GRACIDA-ALVAREZ, Ulises R. a RIGGIO, Sean. Systemic approaches to model plastics circularity. online. In: *Towards Circular Economy: Closing the Loop with Chemical Recycling of Solid Plastic Waste*. Advances in Chemical Engineering. Elsevier, 2022, s. 289-304. ISBN 9780323957700. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/bs.ache.2022.09.005>. [cit. 2024-03-27].
- [48] PICUNO, Caterina; ALASSALI, Ayah; CHONG, Zhi Kai a KUČHTA, Kerstin. Flows of post-consumer plastic packaging in Germany: An MFA-aided case study. online. *Resources, Conservation and Recycling*. 2021, roč. 169, s. 10. ISSN 09213449. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105515>. [cit. 2024-02-28].
- [49] GHANI, Latifah Abdul. Exploring the Municipal Solid Waste Management via MFA-SAA Approach in Terengganu, Malaysia. online. *Environmental and Sustainability Indicators*. 2021, roč. 12. ISSN 26659727. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.indic.2021.100144>. [cit. 2024-02-29].
- [50] KHOMCHU, Wikanda; NAKEM, Suriyaphong; PIPATANATORNKUL, Jirawadee; PAPONG, Seksan; RODCHAROEN, Thanakorn et al. Material Flow Analysis (MFA) and Life Cycle Assessment Study for Sustainable Management of PVC Wastes in Thailand (Phase III). online. In: *27th European Symposium on Computer Aided Process Engineering*. Computer Aided Chemical Engineering. Elsevier, 2017, s. 535-540. ISBN 9780444639653. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63965-3.50091-X>. [cit. 2024-03-27].
- [51] SEVIGNÉ-ITOIZ, Eva; GASOL, Carles M.; RIERADEVALL, Joan a GABARRELL, Xavier. Methodology of supporting decision-making of waste management with material flow analysis (MFA) and consequential life cycle

- assessment (CLCA): *case study* of waste paper recycling. online. *Journal of Cleaner Production*. 2015, roč. 105, s. 253-262. ISSN 09596526. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.07.026>. [cit. 2024-02-29].
- [52] PLUSKAL, Jaroslav; ŠOMPLÁK, Radovan; SZÁSZIOVÁ, Lenka; SUJA, Jerguš a PAVLAS, Martin. Post-consumer plastic sorting infrastructure improvements planning: Scenario-based modeling of greenhouse gas savings with sustainable costs. online. *Journal of Environmental Management*. 2023, roč. 325. ISSN 03014797. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116567>. [cit. 2024-03-28].
- [53] PLUSKAL, Jaroslav; ŠOMPLÁK, Radovan; NĚMCOVÁ, Lucie; VALTA, Jiří a PAVLAS, Martin. Mathematical modelling of waste flows and treatment based on reconstruction of historical data: Case of wastewater sludge in Czech Republic. online. *Journal of Cleaner Production*. 2023, roč. 420. ISSN 09596526. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138393>. [cit. 2024-03-28].
- [54] KOVANDA, Jan. Incorporation of recycling flows into economy-wide material flow accounting and analysis: A case study for the Czech Republic. online. *Resources, Conservation and Recycling*. 2014, roč. 92, s. 78-84. ISSN 09213449. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.08.006>. [cit. 2024-02-29].
- [55] KOVANDA, Jan. Monitoring food-related material flows with the use of economy-wide material system analysis. online. *Ecological Economics*. 2022, roč. 195. ISSN 09218009. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107392>. [cit. 2024-03-30].
- [56] GOLDSTEIN, Benjamin a RASMUSSEN, Freja Nygaard. *LCA of Buildings and the Built Environment*. online. In: HAUSCHILD, Michael Z.; ROSENBAUM, Ralph K. a OLSEN, Stig Irving (ed.). *Life Cycle Assessment*. Cham: Springer International Publishing, 2018, s. 695-722. ISBN 978-3-319-56474-6. Dostupné z: https://doi.org/10.1007/978-3-319-56475-3_28. [cit. 2024-03-30].
- [57] ČSN EN ISO 14040. Environmentální management - Posuzování životního cyklu - Zásady a osnova. 2006. Dostupné z: <https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-en-iso-14040-010940-158564.html#>. [cit. 28.4.2024]. Třídící znak 01 0940.
- [58] WENZEL, Paula M. a RADGEN, Peter. Extending effectiveness to efficiency: Comparing energy and environmental assessment methods for a wet cooling tower. online. *Journal of Industrial Ecology*. 2023, roč. 27, č. 3, s. 693-706. ISSN 1088-1980. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/jiec.13396>. [cit. 2024-04-28].
- [59] MÜLLER, Daniel B.; BILLY, Romain G.; SIMONI, Mark U.; PETAVRATZI, Evi; LIU, Gang et al. Maps of the physical economy to inform sustainability strategies. online. In: *Handbook of Recycling*. Elsevier, 2024, s. 27-44. ISBN

9780323855143. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85514-3.00038-5>. [cit. 2024-04-13].
- [60] Události na VUT. online. *Brno, 2023*. Dostupné z: <https://www.vut.cz/vutium/casopis/udalosti-na-vut-02-2023-2024-p251867>. [cit. 2024-04-04].
- [61] UPI FSI VUT BRNO. *Waste transport prices. online*. In: Ústav procesního inženýrství. Dostupné z: <https://upi.fme.vutbr.cz/veda-vyzkum/wtp/>. [cit. 2024-04-04].
- [62] NĚMCOVÁ, Lucie. Modelování toku odpadu v České Republice. online, Diplomová práce, vedoucí Radovan Šomplák. Brno: VUT Brno, 2023. Dostupné z: https://theses.cz/id/vmz0qw/DP_Modelovani_toku_opdadu_v_CR_Archive.pdf?lang=en. [cit. 2024-04-04].
- [63] EÚ. Eurostat: Váš klíč k Evropským statistikám. online. In: *Eurostat*. Lucemburk: Úřad pro publikace Evropské unie, 2018, s. 6. ISBN ISBN 978-92-79-71374-3. Dostupné z: <https://doi.org/10.2785/993700>. [cit. 2024-04-19].
- [64] ČSÚ. online. [cit. 2024-04-13].
- [65] MŽP ČR. *Informační systém odpadového hospodářství – VISOH2*. online. In: MŽP ČR. Úvodní stránka. Dostupné z: <https://visoh2.mzp.cz/>. [cit. 2024-04-13].
- [66] SVAZEK OBCÍ. Svazek obcí pro komunální služby. online. In: *Svazek-sluzby.cz*. 2015. Dostupné z: <https://www.svazek-sluzby.cz/>. [cit. 2023-11-18].
- [67] *Nová dotřídovací linka v Třebíči*: Svazek obcí pro komunální služby postavil a spustil novou dotřídovací linku v Třebíči. online. In: *Esko-t.cz*. 2015. Dostupné z: <https://www.esko-t.cz/nova-dotridovaci-linka-v-trebici/>. [cit. 2023-11-18].
- [68] Třebíčsko třídění: *Biodpad*. online. In: *Třídíme*. Dostupné z: <https://trebicsko.trideni.cz/tridime/>. [cit. 2024-07-07].
- [69] ČSÚ. Způsob využití *budovy*. online. In: *Statistický metainformační systém*. Dostupné z: <https://apl2.czso.cz/iSMS/cisdet.jsp?kodcis=75&strana=1>. [cit. 2024-05-19].
- [70] GREGOR, Jiří. *MŽP TIRSM: Prognózování produkce odpadu a stanovení složení komunálního odpadu*. 2020.
- [71] FCC ENVIRONMENT. Systém svozu gastroodpadů. online. In: . Dostupné z: <https://www.fcc-group.eu/ceska-republika/sluzby/svoz-gastroodpadu/system-svozu-gastroodpadu>. [cit. 2024-07-19].
- [72] BULKOVÁ, Gabriela; HILČEROVÁ, Andrea; JAROLÍMOVÁ, Veronika a KOTRČ, Vlastimil. *Příklady dobré praxe nakládání s biodpady: Kuchyňský odpad z*

- domácností. online. In: MŽP ČR. Mzp. 2024. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/kuchynsky_odpad_dobra_praxe/\\$FILE/OCEO-Priklady_Dobra_praxe_vyber_final-20240527.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/kuchynsky_odpad_dobra_praxe/$FILE/OCEO-Priklady_Dobra_praxe_vyber_final-20240527.pdf). [cit. 2024-07-20].
- [73] MŽP ČR. *Studie nakládání s biologickými odpady pro optimalizaci podpory z OPŽP 2021–2027*. online. In: MŽP ČR. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/nakladani_biologicky_odpad_studie/\\$FILE/OCEO-Studie_BIOOdpady_1Etapa_final-20240527.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/nakladani_biologicky_odpad_studie/$FILE/OCEO-Studie_BIOOdpady_1Etapa_final-20240527.pdf). [cit. 2024-07-20].
- [74] EÚ. *European Circular Economy Stakeholder Platform*. online. In: *European Circular Economy Stakeholder Platform*. Dostupné z: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/community-composting-city-nitra>. [cit. 2024-08-11].
- [75] *Prezentace zpracovatelů podkladů pro Plán odpadového hospodářství ČR na období 2025 až 2035. Rada odpadového hospodářství, 6/2024*.
- [76] GASNET, . *Obecné informace*. online. In: *GasNet*. Dostupné z: <https://www.gasnet.cz/distribucni-soustava/informace-o-soustave/obecne-informace>. [cit. 2024-06-02].
- [77] MELVILLE, Pirkko. *Take a biogas bus for a silent and almost zero-emission ride*. online. In: *Circwaste*. 2020. Dostupné z: [https://www.materiaalmarkt.nl/en-US/Current/Take_a_biogas_bus_for_a_silent_and_almos\(52865\)](https://www.materiaalmarkt.nl/en-US/Current/Take_a_biogas_bus_for_a_silent_and_almos(52865)). [cit. 2024-06-02].
- [78] DALMIA, Nikunj. *400 buses in Indore to run on Bio-CNG generated from waste; PM to virtually inaugurate plant on Feb 19*. online. In: *The Economic Times*. Dostupné z: <https://economictimes.indiatimes.com/industry/renewables/400-buses-in-indore-to-run-on-bio-cng-generated-from-waste-pm-to-virtually-inaugurate-plant-on-feb-19/articleshow/89637139.cms>. [cit. 2024-06-02].
- [79] ČSAD SVT PRAHA, . *Autobusy MHD v Mladé Boleslavi jezdí na bioplyn z odpadů*. online. In: *Vydavatel nenájdenny*. Dostupné z: <https://www.busportal.cz/clanek/autobusy-mhd-v-mlade-boleslavi-jezdi-na-bioplyn-z-odpadu-19503>. [cit. 2024-06-02].
- [80] MŽP ČR. online. [cit. 2024-07-20].

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha č.1 Mapa Zväzu

Príloha č.2 Mapy rozmiestnenia nádob

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1: Kontajner na znovu použitelné odevy, obuv a textil.....	16
Obr. 2: Porovnanie obchodných vzorcov pred zavedením zákazu dovozu v Číne (2017) a po (2020) [13]	18
Obr. 3:Hlavné destinácie vývozu odpadu z EÚ (v miliónoch ton) [16]	18
Obr. 4: Budovy slúžiace pre účely zálohovacieho systému [33]	23
Obr. 5: Princíp fungovania zálohového systému na Slovensku [33].....	23
Obr. 6: Z fľaše vyrobiť fľašu (z angl. bottle to bottle) [33].....	24
Obr. 7: Množstvo vyprodukovaného potravinového odpadu, rok 2021 v kg na obyvateľa [kg/ob.] [44] ** dáta za rok 2020	31
Obr. 8: Ukážka základnej hmotnostnej bilancie	32
Obr. 9: Typy systémov.....	33
Obr. 10: Všetky antropogénne toky (spracované podľa [46, s. 3]).....	34
Obr. 11: Zaradenie hlavných pojmov.....	35
Obr. 12: Symbolika využívaná v MFA (spracované podľa [46, s. 38])	36
Obr.13:Symbolika pojmov zaužívaná v grafickom zobrazení systému MFA (spracované podľa [46, s. 42]).....	36
Obr. 14: Rozdiely medzi MFA, LCI a LCA (spracované podľa [58, s. 694]).....	40
Obr. 15: Užívateľské rozhranie nástroja WTP [61]	42
Obr. 16: Dostupná úroveň verejne prístupných informácií o odpadoch pre celú ČR	44
Obr. 17: Zadefinovanie územia.....	50
Obr. 18: Pohľad z ulice, použitím GPS koordinát z databázy ČSÚ (www.mapy.cz) .	66
Obr. 19: Rozmiestnenie nádob v obci Lesná, vzhľadom na rozmiestnenie RD	71
Obr. 20: Rozmiestnenie nádob v obci Kojetice, vzhľadom na rozmiestnenie RD a BD	71
Obr. 21: Výrez umiestnenia nádob v meste Třebíč, vzhľadom na BD a RD	72
Obr. 22: Kontajner na gastroodpad, nedovretý pákový mechanizmus	73
Obr. 23: Komunitný kompostér, Nitra [74].....	74
Obr. 24: Paralelný zber rastlinných a živočíšnych kuchynských bioodpadov, Opava	76
Obr. 25: MFA Třebíč, 11 328 t, scenár 3	82
Obr. 26: Mapa kompostární (akt. 5/2024).....	85
Obr. 27: Mapa poľnohospodárskych BPS (https://www.czba.cz/mapa-biopllynovych-stanic.html , 26.5.2024)	86
Obr. 28: Vedenie plynovodu územím ORP Třebíč (upravené verejne dostupné podklady Gasnet-u [76])	88

ZOZNAM TABULIEK

Tab. 1: Nastavené recyklačné ciele pre obalové odpady (článok 6, odstavce (g) a (i) [19])	19
Tab. 2: Teplotné režimy pri hygienizácii v kompostárni (tabuľka č. 27.1 [37])	26
Tab. 3: Teplotné režimy pri hygienizácii v bioplynovej stanici (tabuľka č. 27.2 [37])	27
Tab. 4: BRKO vhodné na spracovanie v zariadeniach na spracovanie BRO (s výnimkou vermikompostárni a malých zariadení) Príloha č.25 [37].....	27
Tab. 5: BRKO vhodné na spracovanie vo vermikompostárni a v malých zariadeniach Príloha č.25 [37]	28
Tab. 6: Porovnanie technológií pre nakladanie s BRO (spracované podľa [37])	28
Tab. 7: Zaradenie výstupov zo zariadení nakladajúcimi s BRO (podľa prílohy č.29)	29
Tab. 8: Požadovaná redukcia potravinového odpadu v EÚ (spracované podľa [4])	30
Tab. 9: Porovnanie pojmov.....	37
Tab. 10: Základný návod odkiaľ čerpať dáta a ktoré sú verejne dostupné	48
Tab. 11: Úrovně dostupnosti informací napříč databázami a aplikáciami	48
Tab. 12: Katalógové čísla sledovaných skupín a podskupín odpadov v rámci analýzy (Vyhláška č. 8/2021 Sb.).....	51
Tab. 13: Odhad produkcie sledovaných tokov odpadov v obciach zväzovaných firmou (spracované na základe dát z TiramisO)	52
Tab. 14: Produkcia sledovaných tokov odpadov v obciach zväzovaných firmou ESKO-T (spracované na základe dát od ESKO-T)	57
Tab. 15: Prehľad ďalšieho nakladania s odpadmi.....	60
Tab. 16: Číselník typu budov, ČSÚ [69]	62
Tab. 17: Všeobecné zhrnutie poskytnutých dát z ČSÚ.....	63
Tab. 18: Výber dát z poskytnutej databázy ČSÚ, ktoré vykazujú znaky neúplnosti / nesprávnosti	63
Tab. 19: Vzorkovanie na prvej úrovni [70]	68
Tab. 20: Vzorkovanie na druhej úrovni [70]	68
Tab. 21: Vzorkovanie na tretej úrovni [70]	69
Tab. 22: Merná produkcia BRKO odpadov z kuchýň.....	69
Tab. 23: Potenciálna produkcia gastroodpadov v BD s 8 a viac bytmi, 100 % triedenie	69
Tab. 24: Potenciálna produkcia gastroodpadov v BD s 4 a viac bytmi, 100 % triedenie	70
Tab. 25: Zastúpenie obcí, menších a väčších miest v akt. zvoz. systéme bioodpadov	70

ZOZNAM GRAFOV

Graf 1: Miera skládkovania odpadov v ČR, obdobie 1995-2021 [2].....	12
Graf 2: Nakladanie s KO v ČR za rok 2021 (spracované podľa informácií [3]).....	14
Graf 3: Ciele EÚ pre nakladanie s KO v roku 2035 (spracované podľa informácií [4])	14
Graf 4: Podiel oddelene zbieraných a neseparovaných zložiek v KO [5].....	15
Graf 5: Potenciál BRO v ZKO (spracované podľa dát z [38])	25
Graf 6: Pôvod potravinového odpadu, rok 2020, ČR [43]	30
Graf 7: Produkcia a nakladanie s KO, ČR, 2021 (zdroj dát ČSÚ).....	45
Graf 8: Produkcia a nakladanie s KO, ČR, 2021 (zdroj dát TiramisO a VISOH).....	45
Graf 9: Produkcia a nakladanie s KO, kraj Vysočina, 2021 (zdroj dát TiramisO a VISOH)	46
Graf 10: Produkcia a nakladanie s KO, ORP Třebíč, 2021 (zdroj dát TiramisO a VISOH)	47
Graf 11: Produkcia sledovaných odpadných prúdov (spracované na základe dát z TiramisO).....	52
Graf 12: Pôvod produkcie KO zväzovaných firmou ESKO-T (spracované na základe dát z TiramisO)	53
Graf 13: Podiel ZKO v celkovej produkcii KO (spracované na základe dát z TiramisO)	53
Graf 14: Podiel oddelene zbieranej (vrátane obalového odpadu skupiny 15) a zmesovej zložky v celom KO (spracované na základe dát z TiramisO).....	54
Graf 15: Priemerné zloženie ZKO [38].....	55
Graf 16: Porovnanie dopočítaných a exaktných dát o produkcii odpadu v území obsluhovanom ESKO-T za rok 2021 (spracované na základe dát od ESKO-T a dát z TiramisO).....	56
Graf 17: Porovnanie podielu ZKO v dopočítaných a exaktných dátach o produkcii odpadu v území obsluhovanom ESKO-T za rok 2021 (vnútorný prstenec zobrazuje dáta od ESKO-T) (spracované na základe dát od ESKO-T a dát z TiramisO).....	56
Graf 18: Zvoz ZKO v priebehu roka 2021, v 76 zväzovaných obciach (spracované na základe dát od ESKO-T).....	59
Graf 19: Zvoz BRKO v priebehu roka 2021, v území ESKO-T (spracované na základe dát od ESKO-T)	59
Graf 20: Premennivosť zvozu ZKO, dôraz kladený na jednorazový zvoz (spracované na základe dát od ESKO-T).....	60
Graf 21: MFA nakladania s odpadmi vo vymedzenej oblasti, rok 2021 (spracované na základe dát od ESKO-T).....	61
Graf 22: Rozloženie obyvateľov a bytových jednotiek podľa typu budovy	64
Graf 23: Histogram dát za všetky budovy	65
Graf 24: Histogram dát bez prázdnych budov	65
Graf 25: Histogram priemerného počtu ľudí, obývajúcich jednotlivé byty	66
Graf 26: Typ zástavby.....	67
Graf 27: Porovnanie zástavby BD a RD	68
Graf 28: Potenciálna zmena podielu ZKO, scenár 1	78
Graf 29: Optimálna zmena podielu ZKO, scenár 1	79
Graf 30: Zmena podielu ZKO v KO, scenár 1	79

Graf 31: Potenciální změna podílu ZKO, scénář 2.....	80
Graf 32: Optimální změna podílu ZKO, scénář 2	80
Graf 33: Změna podílu ZKO v KO, scénář 2	80
Graf 34: Potenciální změna podílu ZKO, scénář 3.....	81
Graf 35: Optimální změna podílu ZKO, scénář 3	81
Graf 36: Změna podílu ZKO v KO, scénář 3	82
Graf 37: Předpokladaný dopad scénářů vzhledem na celé vymezené území.....	83
Graf 38: Nakládání s BRKO, rok 2021, ESKO-T.....	84

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

AOS	Autorizovaná obalová společnost
BD	bytový dom
BR(K)O	biologicky rozložiteľný (komunálny) odpad
CEVOOH	Centrum environmentálneho výskumu odpadového a obehového hospodárstva
ČR	Česká Republika
ČSÚ	Český statistický úrad
DTL TO	dotriedňovacia linka triedených odpadov
EIA	Environmental Impact Assessment = Hodnotenie environmentálnych dopadov
EPR = RZV	Extended producer responsibility = Rozšírená zodpovednosť výrobcov
EÚ	Európska Únia
KO	komunálne odpady
LCA	Life cycle assessment = posudzovanie životného cyklu
kg/ob.	kg na obyvateľa
MFA	analýza materiálových tokov (Material flow analysis)
NO	nebezpečné odpady
OH	odpadové hospodárstvo
OO	ostatné odpady
ORP	obec s rozšírenou pôsobnosťou (Obec s rozšírenou pôsobnosťou)
PE	polyetylén
PET	polyetyléntereftalát
PP	polypropylén
PPWR	Packaging and Packaging Waste Regulation
PVC	polyvinylchlorid
RD	rodinný dom
SDGs	Ciele udržateľného rozvoja (Strategic development goals)
SR	Slovenská Republika
TO	triedené odpady

TKO	tuhé komunální odpady
(V)ISOH	(Verejný) Informační systém odpadového hospodářství
WFD	Waste Framework Directive = Európska smernica o odpadoch
(Z)EVO	(zariadenie) energetického využitia odpadov
ZKO	zmesový komunálny odpad
ZZE	Zákon o zachování energie
ZZH	Zákon o zachování hmotnosti