



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV PROCESNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF PROCESS ENGINEERING

ROZBORY KOMUNÁLNÍCH ODPADŮ V PRAXI

ANALYSIS OF MUNICIPAL SOLID WASTE IN PRACTICE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kristýna Wildová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jiří Gregor, Ph.D.

BRNO 2020

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav procesního inženýrství
Studentka:	Bc. Kristýna Wildová
Studijní program:	Strojní inženýrství
Studijní obor:	Procesní inženýrství
Vedoucí práce:	Ing. Jiří Gregor, Ph.D.
Akademický rok:	2019/20

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:

Rozbory komunálních odpadů v praxi

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

S rozvojem spotřební společnosti dochází v posledních desetiletích ke změnám ve složení a struktuře odpadů produkovaných spotřebiteli, tj. komunálních odpadů. Analýzy složení odpadu z obcí se nazývají rozbory (zbytkových) komunálních odpadů. Současné přístupy k provádění těchto rozborů spočívají především ve využití manuálního třídění vzorků ze sběrných nádob nebo svozových vozů. Jednotlivé přístupy se významně liší v zaměření analýzy, v detailu provedeního roztřídění a také ve způsobu a rozsahu zpracování naměřených hodnot na relevantní údaje o složení komunálního odpadu. Tato problematika je aktuální v současném odpadovém hospodářství, vývoj probíhá v EU, kde na dříve vydaná doporučení pro provádění rozborů zbytkových komunálních odpadů navazuje vznikající European Reference Model, který předpokládá znalost složení komunálních odpadů v jednotlivých členských zemích. Tento vývoj je reflektován i v českém odpadovém hospodářství, navrhuje se nová metodika, která klade větší důraz na jednoznačnost realizace rozborů pro stanovení složení komunálních odpadů v ČR.

Cíle diplomové práce:

Rešerše odborných publikací a relevantních zdrojů zabývajících se rozbory zbytkových komunálních odpadů.

Srovnání metod a identifikace slabých a silných stránek vybraných metod.

Realizace rozborů zbytkových komunálních odpadů – popis přípravy, průběhu a ukončení.

Vyhodnocení výsledků z rozborů.

Doporučení a konkrétní závěry z rozborů.

Seznam doporučené literatury:

iC consulenten ZT GmbH, Methodology for the Analysis of Solid Waste (SWA-Tool) User Version, 2004. 5th Framework Program EU. Dostupné z: <https://www.wien.gv.at/meu/fdb/pdf/swa-tool-7-9-ma48.pdf>

DAHLÉN, L., LAGERKVIST, A., Methods for household waste composition studies, Waste Management 28(7), 2008. Dostupné z:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X0700270X#bib1>

BENEŠOVÁ et al. Výzkum vlastností komunálních odpadů a optimalizace jejich využívání (závěrečná zpráva projektu). UK v Praze, Přírodovědecká fakulta, Ústav pro životní prostředí, 2008. [online, web projektu], dostupné z:

http://www.komunalniodpad.eu/download/Prubezna_zprava_-odpady__2008_web.pdf

Ministerstvo životního prostředí ČR: Plán odpadového hospodářství ČR pro období 2015 – 2024. Prosinec 2014, dostupné na www: http://www.mzp.cz/cz/plan_odpadoveho_hospodarstvi_cr.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

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

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Hlavní náplní předkládané diplomové práce je provedení detailní rešerše studií a metodik, které se zabývaly analýzou složení komunálních odpadů, se zaměřením na směsné komunální odpady a přenesení získaných poznatků do praxe. Rešerše je zaměřena na klíčové parametry a postupy studií a metodik, které proběhly v České republice, ale i v zahraničí. Zjištěné informace a postupy jsou náležitě přehledně shrnuty a vyhodnoceny. Teoretické poznatky byly uplatněny při analýzách složení komunálních odpadů v terénu. Práce se zaměřuje i na praktickou proveditelnost rozborů SKO a s nimi spojenými úkony. Na závěr práce byla vyhodnocena data, která byla získána při terénních analýzách směsného komunálního odpadu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Směsný komunální odpad, rozborů odpadů, složení SKO, analýza, metodika

ABSTRACT

The main purpose of the submitted diploma thesis is detailed research of studies and methodologies that deal with the analysis of the municipal waste composition, with focus on residual solid waste and transfer of acquired knowledge into practise. The research is focused on key parameters and procedures of studies and methodologies that took place in the Czech Republic, and also abroad. The identified information and procedures are properly summarized and evaluated. The theoretical findings were applied in the analysis of the municipal solid waste composition in a field work. The thesis is also focused on the practical feasibility of MSW analysis and related tasks. The data obtained during field work analysis of MSW are evaluated at the end of the thesis.

KEY WORDS

Municipal Solid Waste, Waste Analysis, Composition of MSW, Analysis, Methodology

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

WILDOVÁ, Kristýna. *Rozbory komunálních odpadů v praxi*. Brno, 2020. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/125753>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav procesního inženýrství. Vedoucí práce Jiří Gregor.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma *Rozbory komunálních odpadů v praxi* vypracovala samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu použité literatury.

V Brně dně 26. června 2020

Bc. Kristýna Wildová

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto Ing. Jiřímu Gregorovi Ph.D. za cenné připomínky a rady, které mi poskytl při vypracování závěrečné práce. Poděkování také patří mému příteli a všem blízkým za všestrannou pomoc a trpělivost po celou dobu mého studia.

OBSAH

1.	Úvod	9
2.	Motivace	11
3.	Vymezení předmětné oblasti	12
3.1	Definované pojmy	12
3.2	Legislativa předmětné oblasti	14
4.	Způsoby a metody sběru komunálního odpadu v České republice	24
4.1	Způsoby sběru odpadu	24
4.2	Typy sběrných nádob	24
4.3	Logistika odpadů a druhy svozových automobilů	25
5.	Rešerše studií a metodik analýz složení komunálních odpadů.....	26
5.1	České metodiky a studie zabývající se analýzou komunálních odpadů.....	27
5.2	Hlavní zahraniční metodiky a studie zabývající se analýzou komunálních odpadů 42	
5.3	Další zahraniční metodiky a studie	76
5.4	Shrnutí poznatků rešerše jednotlivých studií a metodik	100
6.	Praktická realizace terenních prací	108
6.1	Sledované typy zástavby	108
6.2	Velikost vzorku podle typu zástavby a způsobu odběru vzorku.....	108
6.3	Přípravné práce spojené s rozboru	109
6.4	Bezpečnost při provádění rozborů	110
6.5	Použité pomůcky	110
6.6	Vybavení místa pro analýzu.....	114
6.7	Rozbor separovaného papíru a plastu	115
6.8	Realizace rozboru.....	117
6.9	Zpracování výsledků rozboru.....	121
6.10	Databáze rozborů.....	125
6.11	Navštívené lokality	125
7.	Závěrečné vyhodnocení realizovaných rozborů	127
8.	Závěr	142
9.	Seznam použitých zdrojů.....	144
10.	Seznam tabulek.....	149
11.	Seznam obrázků.....	151
12.	Seznam použitých zkratk	153
13.	Seznam příloh	154

1. ÚVOD

S neustále se rozvíjející lidskou populací každodenně narůstá objem vyprodukovaných odpadů. Jedná se zejména o zrychlený životní styl, konzumní společnost, hospodářskou a ekonomickou prosperitu.

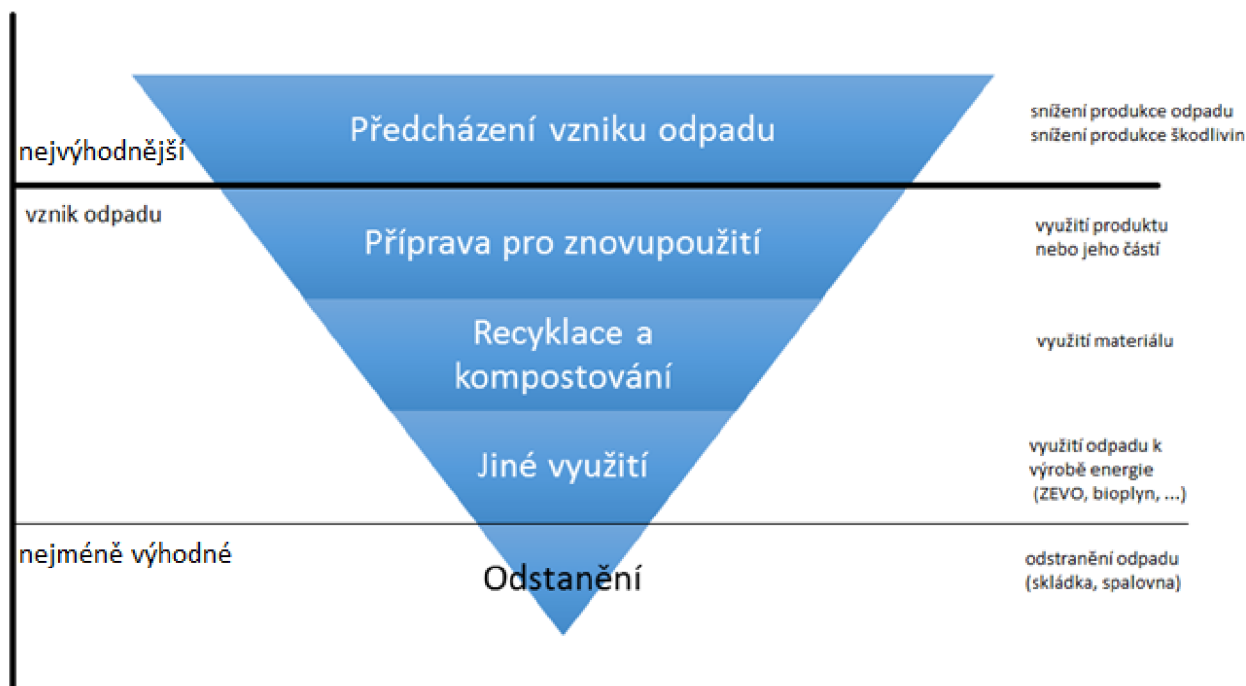
Jedním z problémů je množství jednorázových obalů a požadavky na víceúrovňové balení produktů ať už za účelem přepravy, trvanlivosti, dodržení hygienických požadavků nebo zatraktivnění produktu. Zjednodušeně lze říct, že politika trhu je z velké části založena na principu „obal prodává“, to vede k velké rozmanitosti obalů a jejich materiálů, protože každý výrobce se snaží svůj produkt odlišit od konkurence. To s sebou přináší časté komplikace při separaci, nelze jednoduše stanovit, o jaký materiál obalu se přesně jedná. Z pohledu recyklace je značně komplikované rozložit vícevrstvý materiál obalu na jedno druhové materiálu (neoddělitelné spojení několika různých materiálů) a taktéž je důležité neopomenout přídavky barevných aditiv, které jsou prioritně využity pro odlišení a marketingové účely. Nacházíme se v tržním hospodářství, kde zodpovědnost za odpadní obaly nemají výrobci, ale občané, resp. obec.

Obdobné trendy lze pozorovat v oděvním průmyslu, kdy jsou na výrobu oděvů a obuvi používány stále nové speciálně vyvinuté materiály, která zajišťují komfort uživatelům, ale jejich recyklace je často nemožná z důvodu různých aditiv, kombinace materiálů, finanční náročnosti nebo jedinečnosti použitého materiálu. Nutno podotknout, že některé části tohoto odvětví se zaměřují na výrobu oděvů, a hlavně obuvi, za použití recyklovaných materiálů, zejména plastů.

Velkým problémem konzumní společnosti, je elektronika a elektroodpad. S rychlým vývojem technologií přicházejí na trh stále nové a lepší přístroje, které nahrazují funkční přístroje, které by ještě mohly dlouhou dobu sloužit. V odpadu často končí i funkční elektro přístroje. Tyto odpady je nutné odkládat na určená místa, neboť z nich mohou být získávány materiály pro následné materiálové využití (např. ušlechtilé kovy – zlato, stříbro, platina, paladium, rhodium a jejich slitiny), dalším důvodem je přítomnost nebezpečných a škodlivých látek v těchto zařízeních (např. těžké kovy).

Trend nárůstu vyprodukovaných odpadů je celosvětový, ale tato problematika není řešena jednotně. Jednotlivé státy řeší problematiku odpadového hospodářství individuálně a základní principy a plány odpadového hospodářství (POH) bývají legislativně zakotveny.

Česká republika (ČR) uplatňuje v souladu s legislativou Evropské unie (EU) tzv. hierarchii nakládání s odpadem, která je v české legislativě zakotvena v Zákoně č. 185/2001 Sb., o odpadech a změně některých dalších zákonů [1] (dále jen Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech). V hierarchii jsou definovány metody vhodné pro využívání a nakládání s různými skupinami odpadů. Efektivním využitím odpadů může být docíleno úspory energie a zdroje surovin, které jsou na omezené. Odstraňováním minimálního množství odpadů se snižují emise, objem materiálu ukládaný na skládky a nutnost těžby některých surovin. Cíle a metody v souladu s hierarchií nakládání s odpady jsou definovány v Zákoně č. 185/2001 Sb., o odpadech [1]. Schématické znázornění hierarchie nakládání s odpady je na Obr. 1.



Obr. 1 Hierarchie nakládání s odpady [2]

Z hierarchie je patrné, že cílem je minimalizovat odstraňování odpadu, u komunálních odpadů (odpady vyprodukované v domácnostech) se jedná o zbytkový nebo též směsný komunální odpad (SKO). Tomu může napomoci znalost složení SKO, pro možnosti jeho následného energetického nebo materiálového využití. Informace o složení SKO mohou být získány na základě rozborů SKO a jejich statistického vyhodnocení.

Předkládaná práce obsahuje základní rešerši legislativních dokumentů, které se týkají nakládání s odpady a jejich rozborů. Dále jsou v práci popsány způsoby sběru komunálních odpadů (KO) na území ČR, typy sběrných nádob na SKO a využitelné složky KO a přeprava odpadů s uvedením základních typů svozových automobilů.

V rešeršní části práce jsou detailně popsány základní principy českých a zahraničních studií a metodik. Pro uvedené studie a metodiky je provedeno shrnutí klíčových parametrů a zhodnocení využitých metod.

V praktické části práce jsou popsány a navrženy jednotlivé kroky provádění praktických rozborů SKO, v souvislosti s probíhajícím projektem TIRSMZP719¹, zpracování výsledků z jednotlivých rozborů a jejich statistické vyhodnocení.

¹ Technologická agentura ČR, Prognózování produkce odpadů a stanovení složení komunálního odpadu. <https://starfos.tacr.cz/cs/project/TIRSMZP719#project-main>

2. MOTIVACE

Hlavní cíle předkládané diplomové práce jsou stanoveny následovně:

- Rešerše odborných publikací a relevantních zdrojů zabývajících se rozboru zbytkových komunálních odpadů.
- Srovnání metod a identifikace slabých a silných stránek vybraných metod.
- Realizace rozborů zbytkových komunálních odpadů – popis přípravy, průběhu a ukončení.
- Vyhodnocení výsledků z rozborů.
- Doporučení a konkrétní závěry.

V současné době neexistuje jednotná metodika pro provádění realizace rozborů komunálních odpadů na úrovni ČR, ale ani ve světě. Z prostudovaných zdrojů, které se zabývaly analýzami KO (resp. SKO) je patrné, že postupy použité pro dosažení výsledků se mohou lišit v závislosti na stanoveném cíli vzorkování. Výsledky jednotlivých studií je velmi složité vzájemně porovnat. Vývoj metodik pro analýzy složení odpadů začal v 60. letech 20. století, kdy se jednalo spíše o koncepční studie. V 90. letech se postupy pro analýzy ustálily na stavu, který panuje s menšími obměnami dodnes. Klíčovým měl být rok 2004, ve kterém měla být navržena celoevropská metodika pro analýzy odpadů (SWA-Tool). Tento dokument se jednotnou metodikou nestal a nyní funguje jako soubor nezávazných doporučení, ze kterého některé studie vycházejí.

Znalost, co nejpřesnějšího složení KO (resp. SKO) je důležitá pro zajištění nakládání s daným odpadem, v souladu s hierarchií nakládání s odpady. Množství využitelných odpadů konkrétně v SKO je důležitý parametr pro možnost výstavby zařízení pro mechanicko-biologickou úpravu odpadu (MBÚ) nebo pro zjištění energetického potenciálu celkového SKO (na základě znalosti výhřevnosti jednotlivých složek odpadu) s cílem realizace zařízení pro energetické využívání odpadu (ZEVO).

Odlišnosti ve studiích analyzovaných v rešeršní části práce byly pozorovány už při výběru lokalit pro odběr vzorků a jejich stratifikačních parametrech, které měly vliv i na způsob a odběr jednotlivých vzorků. Odběr a doprava vzorku na místo rozboru hraje velkou roli, např. zda je využito svozových automobilů s lisem může ovlivnit vlastnosti vzorkovaného odpadu. Velmi rozdílné jsou i velikosti analyzovaných vzorků od malých vzorků v řádu kilogramů až po vzorky, které se blížily tuně. Rozdílné jsou i možnosti využití sít pro analýzy od mechanických rotačních sít přes stolní síta až po absenci sít při rozborech. Síta měla i různé velikosti ok od 8 mm až po 100 mm, což značně ovlivňuje složení podsítné frakce, která byla často následně laboratorně analyzována.

Cílem předkládané práce bylo vytvoření obecného přehledu o postupech zjišťování složení SKO a případně vybraných KO ve světě. Rozdíly na základě původu zdrojů, rozsahu zveřejněných informací, očekávaný rozsah prací a požadavky na výsledky byly velmi odlišné, a proto byly voleny zdroje, tak aby obsáhly široké spektrum těchto faktorů.

Postup praktických analýz složení SKO byl stanoven na základě rešerší existujících metodik a studií a získaných poznatků při přímém provádění rozborů SKO, které probíhaly v uplynulých měsících, než došlo k jejich pozastavení v důsledku světové pandemie COVID-19.

3. VYMEZENÍ PŘEDMĚTNÉ OBLASTI

Pro provádění rozborů komunálních odpadů v praxi, se zaměřením na SKO bylo nejprve nutné definovat základní pojmy týkající se dané problematiky a její legislativní zakotvení.

3.1 Definované pojmy

Následující pojmy byly definovány pro účely předkládané práce a praktického zjišťování složení KO (resp. SKO):

- **Bag** – též BigBag, velkoobjemový vak (na trhu je široká škála variant) se zpevněnými švy a pevnými úchopy v rozích, může sloužit k odběru vzorků, jejich přepravě nebo krátkodobému uskladnění.
- **Bodový vzorek** – vzorek odebraný z nádoby nejčastěji velikosti 110 l nebo 120 l. Většinou se jednalo o nádobu připadající na jedno číslo popisné/jednu domácnost. Tento vzorek byl analyzován přímo bez předchozích úprav.
- **Frakce** – též. složky, jednotlivé součásti obsažené v KO a SKO, které jsou tříděny na základě jejich materiálu, původu, původního účelu, fyzikálních nebo chemických vlastností či možnosti recyklace. Ve zdrojích jsou (českých i zahraničních) jsou považovány za synonymum slov „**kategorie frakcí**“. V kontextu je v této práci dále používáno označení „**frakce**“ pro jednotlivé složky odpadu (např. plata od vajec, PET láhve, pleny a jiné) a spojení „**kategorie frakcí**“ jako název pro tříděnou skupinu, na kterékoli úrovni (např. papír, plast)
- **Heterogenita** – míra nerovnoměrnosti rozložení sledovaného ukazatele v daném množství odpadu.
- **Homogenita** – míra rovnoměrnosti rozložení sledovaného ukazatele v odpadu. Odpad může být homogenní s ohledem na jeden sledovaný ukazatel (vlastnost), ale heterogenní s ohledem na jiný ukazatel. Stupeň heterogenity může být určující faktor pro stanovení nejistoty vzorkování.
- **Kategorie frakcí** – souhrnný název pro skupinu frakcí na kterékoli úrovni třídění (např. papír, plast).
- **Kvartace** – postup, který je užíván pro homogenizaci analyzovaného odpadu a získání podvzorku. Z velkého vzorku jsou vytvořeny 4 hromady, 2, které obsahují reprezentativnější složení (některé studie uvádějí možnost vzít 2 protilehlé hromady bez ohledu na reprezentativnost), jsou smíchány a obdobným způsobem rozděleny opět na 4 části, zbylé 2 jsou odstraněny. Tento postup je opakován, dokud není vytvořen podvzorek o přibližné velikosti 1 m³ (resp. 200 kg).
- **Laboratorní vzorek** - vzorek nebo podvzorek předaný do laboratoře nebo v ní přijatý.
- **Maltník** – též maltovník, vzorkovnice obdélníkového tvaru o větším objemu.
- **Metodika** – souhrn postupů a doporučení pro provádění analýz pro dosažení požadované přesnosti výsledků.
- **Mezisítná frakce** – frakce, která propadla sítím s většími oky, ale zůstala na sítu s menšími oky (např. frakce velikosti 20 až 40 – částice propadly sítím s oky 40 mm ale nepropadly sítím s oky velikosti 20 mm).
- **Nakládání se vzorkem** – zahrnuje všechny operace, které se provádějí se vzorkem do okamžiku předání do laboratoře nebo ukončení jeho rozboru, to zahrnuje např. balení, skladování a dopravu.

- **Odběr vzorku** – výběr nebo tvorba vzorku. Je to stanovený postup, který odpovídá požadavkům plánu vzorkování a zahrnuje činnosti související s vyjmutím nebo skládáním vzorků.
- **Plán vzorkování** – souhrn všech informací vztahujících se ke konkrétnímu vzorkování. Předem stanovený postup zejména pro výběr, odběr, dopravu, a přípravu podvzorků.
- **Podsítná frakce** – veškerý materiál, který propadne sítím o známé velikosti ok, částice mohou být větší, než je velikost ok.
- **Podvzorek** – část velkého vzorku určená k roztřídění. Vzniká například kvartací velkého vzorku ze svozového automobilu na velikost přibližně 1 m³ (resp. 200 kg).
- **Protokol o vzorkování** – písemný dokument poskytující veškeré nutné informace o způsobu vzorkování použitém na místě odběru a rozboru vzorku a další důležité informace související s analýzou.
- **Reprezentativní vzorek, reprezentativnost** – vzorek, v němž je zjišťované složení (nebo konkrétní vlastnost) celku zastoupeno s požadovanou spolehlivostí.
- **Rozbor** – označení souboru analýz vzorků provedených v jeden den v jedné lokalitě. Každému rozboru přísluší jeden záznam v databázi rozborů, složka terénních záznamových listů, jeden soubor a elektronickými záznamy a jedna závěrečná zpráva.
- **Složený vzorek** – vzorek vytvořený z více odebraných bodových vzorků nebo ze sběrných nádob, které přísluší více číslům popisným/více domácnostem.
- **Síťová analýza** – využití jednoho nebo více sítí o dané velikosti ok. Rozdělení vzorku na nadsítnou část a podsítnou frakci. Může být prováděna opakovaně na sítích o různé velikosti ok.
- **Stratifikace, vrstva stratifikace** – postup pro stanovení harmonogramu odběru vzorků v určité lokalitě nebo regionu za účelem získání reprezentativních údajů v souvislosti se sledovanými parametry. Postup spočívá v rozdělení cílové oblasti na několik menších reprezentativních skupin (tzv. vrstvy stratifikace) pro jednotlivé typy sledovaných faktorů (např. socio-ekonomické faktory). Vzorky z jednotlivých skupin jsou získávány proporcionálně dle poměru jejich celkového zastoupení v oblasti.
- **Studie** – realizace rozborů odpadů v určité lokalitě nebo lokalitách, která proběhla v ohraničeném časovém intervalu, může označovat i závěrečnou zprávu, která vyhodnocuje rozbor v dané lokalitě v ohraničeném časovém úseku.
- **Supervizor** – koordinátor rozborů, osoba zodpovědná za průběh a správnost provedení rozboru dle platné metodiky. Zajistí odpad pro rozbor, místo rozboru, dostatečný počet členů vzorkařského týmu (s ohledem na velikost analyzovaného vzorku), dokumentaci spojenou s rozbohem, provádí fotodokumentaci postupů a zapisuje navážené výsledky do záznamových archů.
- **Velký vzorek** – odpad odebraný např. ze svozového vozu. Před vzorkováním je z něj vytvořen jeden nebo více podvzorků, které jsou následně analyzovány. Tento vzorek bývá homogenizován a kvartací je dosaženo získání podvzorku s reprezentativním zastoupením jednotlivých frakcí.
- **Vzorek** – v textu používáno jako souhrnné označení pro bodové, velké a složené vzorky a podvzorky.

- **Vzorkař** – osoba provádějící fyzický rozbor odpadu, nebo jiný úkon zadany supervizorem související s rozbohem odpadu (např. vážení).
- **Vzorkařský tým** – skupina pracovníků účastnící se rozboru odpadu, tým se sestává z jednoho supervizora a minimálně dvou vzorkařů.
- **Vzorkovnice** – nádoba, do které jsou tříděny jednotlivé frakce, platí, že do jedné nádoby je vždy tříděna jedna kategorie frakcí na stanovené úrovni. Jedná se o kbelíky, stavební vědra, maltníky nebo popelnice.
- **Závěrečná zpráva** – souhrn jednoho rozboru obsahující informace o přítomném vzorkařském týmu, lokalitě provádění rozboru, lokalitě původu vzorku a zpracované výsledky o jednotlivých vzorcích.
- **Záznamový list (terénní)** – fyzický dokument, který je vyplňován v průběhu rozboru. Obsahuje datum, místo rozboru, číslo vzorku, počáteční a koncový čas, váhu všech druhů vzorkovnic (prázdných) a veškeré navážené hodnoty naplněných vzorkovnic jednotlivými frakcemi a frakcí vážených bez použití vzorkovnic. Tento list je archivován ve své fyzické podobě a naskenovaný také v elektronické podobě.
- **Záznamový list (elektronický)** – elektronický dokument v programu MS Excel, který je vytvořen po skončení rozboru. Obsahuje protokol o odběru každého vzorku, který obsahuje detailnější informace než terénní záznamový list. Obsahuje podklady pro závěrečné zprávy (tabulky, grafy) s celkovými hodnotami zastoupených kategorií frakcí – odečteny prázdné vzorkovnice, sečteny vzorkovnice obsahující stejné kategorie frakcí, přepočty hmotností na procentuální zastoupení v celku a další.

3.2 Legislativa předmětné oblasti

Pro účely předkládané práce bylo nutné se detailně seznámit s legislativními podmínkami spojenými s rozboru komunálních odpadů. Hlavním zdrojem informací byl Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů, v platném znění [1] a s ním související vyhlášky. Zjišťováno bylo hlavně, kdo je oprávněn manipulovat s KO a za jakých podmínek může být odpad analyzován nebo předán dalším osobám za účelem provádění analýz, jak a kým je odpad shromažďován, podmínky laboratorních analýz a sledované látky. Zákony a vyhlášky, které se týkají předmětné oblasti:

- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů (dále jen „Zákon o odpadech“) [1].
- Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady (dále jen „Vyhláška č. 383/2001 Sb.“) [3].
- Vyhláška č. 93/2016 Sb., o Katalogu odpadů (dále jen „Vyhláška č. 93/2016 Sb.“) [4].
- Vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady (dále jen „Vyhláška č. 294/2005 Sb.“) [5].
- Vyhláška č. 94/2016 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů (dále jen „Vyhláška č. 94/2016 Sb.“) [6].
- Vyhláška č. 321/2014 Sb., a o rozsahu a způsobu zajištění odděleného soustředování složek komunálních odpadů (dále jen „Vyhláška č. 321/2014 Sb.“) [7].
- Vyhláška č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na

sklárky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady) (dále jen „Vyhláška č. 341/2008 Sb.“) [8].

- Charakterizace odpadů – Vzorkování odpadů – Zásady přípravy programu vzorkování a jeho použití [9].

Dále byly prozkoumány legislativní dokumenty týkající se bezpečnosti osob provádějících rozborů odpadů nebo prací s nimi spojených. Jednalo se o tyto dokumenty:

- Nařízení vlády č. 495/2001 Sb., kterým se stanoví rozsah a bližší podmínky poskytování osobních ochranných pracovních prostředků, mycích, čistících a dezinfekčních prostředků [10].
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci [11].
- Obecné pokyny BOZP (Bezpečnost a ochrana zdraví při práci) související s manipulací s odpady [12].

Na základě prostudovaných dokumentů bylo vyhodnoceno jako vhodné použít pomůcky pro ochranu rukou a paží, které poskytují ochranu před mechanickými a chemickými či biologickými látkami – např. máčené rukavice v kombinaci s latexovými jednorázovými rukavicemi. BOZP zmiňuje prašnost při manipulaci s odpady, proto je doporučeno použití respirátorů třídy minimálně FFP2.

Při rozbořech na zařízení pro nakládání s odpadem a sběrných dvorech je vždy nutno dodržovat pokyny obsluhy a být obeznámen s jejich pokyny BOZP (např může být vyžadována reflexní vesta).

3.2.1 Zákon o odpadech

Jedná se o klíčový zákon odpadového hospodářství České republiky, který zpracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje:

- Pravidla pro předcházení vzniku odpadů a pro nakládání s nimi při udržování ochrany životního prostředí, ochrany lidského zdraví a trvale udržitelného rozvoje.
- Při omezování nepříznivých dopadů využívání přírodních zdrojů a zlepšování účinnosti tohoto využívání.
- Práva a povinnosti osob v odpadovém hospodářství.
- Působnost orgánů veřejné správy v odpadovém hospodářství [1].

Zákon o odpadech dále definuje základní pojmy používané v odpadovém hospodářství.

Nakládání s odpady je dle zákona o odpadech: „...*shromažďování, sběr, výkup, přeprava, doprava, skladování, úprava, využití a odstranění odpadů*“ [1]. Definice jednotlivých způsobů nakládání s odpady jsou obsaženy v §4 tohoto zákona.

- **Shromažďování odpadů:** „...*krátkodobé soustředování odpadů do shromažďovacích prostředků v místě jejich vzniku před dalším nakládáním s odpady*“ [1].
- **Sběr:** „...*soustředování odpadů právnickou osobou nebo fyzickou osobou oprávněnou k podnikání od jiných osob včetně jejich předběžného třídění a předběžného skladování za účelem jejich přepravy do zařízení na zpracování odpadu*“ [1].

- **Tříděný sběr:** „...sběr, kdy je tok odpadů oddělen podle druhu, kategorie a charakteru odpadu s cílem usnadnit specifické zpracování“ [1].
- **Využití:** „...činnost, jejímž výsledkem je, že odpad slouží užitečnému účelu tím, že nahradí materiály používané ke konkrétnímu účelu“ [1].
- **Výkup:** „...sběr odpadů v případě, kdy odpady jsou právníckou osobou nebo fyzickou osobou oprávněnou k podnikání kupovány za sjednanou cenu“ [1].
- **Skladování:** „...přechodné soustředování odpadů v zařízení k tomu určeném po dobu nejvýše 3 let před jejich využitím, nebo 1 roku před jejich odstraněním“ [1].
- **Úprava:** „...každá činnost, která vede ke změně chemických, biologických, nebo fyzikálních vlastností odpadů (včetně jejich třídění) za účelem umožnění nebo usnadnění jejich dopravy, využití, odstraňování, nebo za účelem snížení jejich objemu, případně snížení jejich nebezpečných vlastností“ [1].
- **Odstranění:** „...činnost, která není využitím odpadů, a to i v případě, že tato činnost má jako druhotný důsledek znovuzískání látek nebo energie“ [1].

Dále zákon definuje 13 způsobů využití odpadů pod kódy R 1 až R 13 a 15 způsobů odstraňování odpadů pod kódy D 1 až D 15. Dle hierarchie nakládání s odpady je D nejnižší stupeň, R 1 je energetické využívání a další kódy R značí materiálové využití.

Pro dosažení cílů práce byly prozkoumány ustanovení a požadavky zákona o odpadech, která se týkají ověřování vlastností odpadů s využitím zkoušek vzorků odpadů, u kterých není jednoznačně známé jejich složení a vlastnosti na základě způsobu vzniku.

Ustanovení zákona o odpadech:

- **§ 2 odst. (1) písm. g) (Působnost zákona):** „g) sedimentů přemísťovaných v rámci povrchových vod za účelem správy vod a vodních cest, předcházení povodním, zmírnění účinku povodní a období sucha nebo rekultivace půdy, je-li prokázáno, že nevykazují žádnou z 15 nebezpečných vlastností“ [1].
- **§ 5 odst. (1), § 6 (Zařazování odpadu podle Katalogu odpadů a zařazování odpadu podle kategorií):** „Původce a oprávněná osoba jsou povinni pro účely nakládání s odpadem odpad zařadit podle Katalogu odpadů; Původce a oprávněná osoba jsou povinni pro účely nakládání s odpadem zařadit odpad do kategorie nebezpečný v souladu s § 6“ [1].
- **§ 9a (Hierarchie způsobů nakládání s odpady):** Přednostní využívání odpadů; posuzování vhodnosti způsobů využití a odstranění odpadů [1].
- **§ 13 odst. (3) (Balení a označování nebezpečných odpadů):** „Původce a oprávněná osoba, která nakládá s nebezpečným odpadem, jsou povinni zpracovat identifikační list nebezpečného odpadu a místa nakládání s nebezpečným odpadem tímto listem vybavit“ [1].
- **§ 14 odst. (2) (Souhlas k provozování zařízení k využívání, odstraňování, sběru nebo výkupu odpadů):** „V zařízeních, která nejsou podle tohoto zákona určena k nakládání s odpady, je možné využívat pouze odpady, které splňují požadavky stanovené pro vstupní suroviny, a při nakládání s těmito odpady nesmějí být porušeny zvláštní právní předpisy, v souladu s nimiž je zařízení provozováno, a práv. předpisy na ochranu zdraví lidí a živ. prostředí“ [1].
- **§ 16 odst. (1) písm. a), b), d), e), g), j) (Povinnosti původců odpadů):** „Původce odpadů je povinen

- a) odpady zařazovat podle druhů a kategorií podle § 5 a 6,
 - b) zajistit přednostní využití odpadů v souladu s § 11,
 - d) ověřovat nebezpečné vlastnosti odpadů podle § 6 odst. 4 a nakládat s nimi podle jejich skutečných vlastností,
 - e) shromažďovat odpady utříděné podle jednotlivých druhů a kategorií,
 - g) vést průběžnou evidenci o odpadech a způsobech nakládání s nimi, ohlašovat odpady a zasílat příslušnému správnímu úřadu další údaje v rozsahu stanoveném tímto zákonem a prováděcím právním předpisem včetně evidenci a ohlašování PCB a zařízení obsahujících PCB a podléhajících evidenci vymezených v § 26,
 - j) vykonávat kontrolu vlivů nakládání s odpady na zdraví lidí a životní prostředí v souladu se zvláštními právními předpisy a plánem odpadového hospodářství“ [1].
- **§ 18 odst. 1 písm. a), b), g), h), i) j) (Povinnosti při sběru a výkupu odpadu):** „Provozovatel zařízení ke sběru nebo výkupu odpadů je povinen
 - a) odpady zařazovat podle druhů a kategorií podle § 5 a 6,
 - b) zajistit přednostní využití odpadů v souladu s § 9a,
 - g) ověřovat nebezpečné vlastnosti odpadů podle § 6 odst. 4 a nakládat s nimi podle jejich skutečných vlastností,
 - h) sbírané nebo vykupované odpady soustřeďovat utříděné podle jednotlivých druhů a kategorií,
 - i) zabezpečit odpady před nežádoucím znehodnocením, odcizením nebo únikem,
 - j) vést průběžnou evidenci o odpadech a způsobech nakládání s nimi, ohlašovat odpady a zasílat příslušnému správnímu úřadu další údaje v rozsahu stanoveném tímto zákonem a prováděcím právním předpisem včetně evidenci a ohlašování PCB a zařízení obsahujících PCB a podléhajících evidenci vymezených v § 26. Tuto evidenci archivovat po dobu stanovenou tímto zákonem nebo prováděcím právním předpisem“ [1].
 - **§ 19 odst. (1) písm. f) a g) (Povinnosti při využívání odpadů) resp. § 20 písm. g) a h):** „Provozovatel zařízení k využívání (odstraňování) odpadů je povinen:
 - f) Ověřovat nebezpečné vlastnosti odpadů podle § 6 odst. 4 a nakládat s nimi podle jejich skutečných vlastností,
 - g) oznámit bez zbytečného odkladu příslušnému obecnímu úřadu obce s rozšířenou působností nepříznivé vlivy nakládání s odpady na zdraví lidí nebo životní prostředí, které jsou v rozporu s vlivy očekávanými nebo popsanými v provozním řádu zařízení, nebo vlivy, které překračují stanovené limitní hodnoty“ [1].

Další části zákona o odpadech, které souvisejí s touto prací, se zabývají především laboratorními způsoby zjišťování přítomnosti konkrétních chemických látek:

- § 26 a § 27 – zjišťování PCB a dalších perzistentních organických znečišťujících látek.
- § 31 – zjišťování Hg, Cd, Pb v bateriích a akumulátorech.

- § 32 a § 33 – vyloučení infekčnosti u upravených kalů z ČOV a zjišťování jejich složení.
- § 33b – hodnotit a zařazovat upravené biologicky rozložitelné odpady podle jejich skutečných vlastností, složení a způsobu materiálového využití.
- § 37j odst. (3) – zjišťování Hg, Cr, Pb, Cr⁶⁺, PBB, PBDE v elektrozařízení.
- § 53 až § 55 – zjišťování skutečných vlastností pro zařízení odpadu k přeshraniční přepravě [1].

Zákon o odpadech definuje povinnosti původce i provozovatele zařízení pro nakládání s odpadem, kteří mimo jiné mají povinnost zařazovat odpad do kategorií definovaných v Katalogu odpadů [4] a zajištění přednostního využití odpadu (soulad s hierarchií nakládání s odpady). Dále jsou definovány oprávněné osoby pro manipulaci s odpadem, evidence odpadů a ověřování přítomnosti nebezpečných odpadů. V souvislosti s předkládanou prací jsou zmíněny i části zákona, které se zabývají laboratorními způsoby zjišťování přítomnosti konkrétních chemických látek.

3.2.2 Vyhláška č. 383/2001 Sb.

Vyhláška č. 383/2001 Sb., popisuje zařízení k využívání, sběru a odstraňování odpadů a podmínky jejich provozu, vybavenost skladovacími prostory a dalšími prostředky pro manipulaci s odpady a monitorování potenciálních dopadů na životní prostředí.

Vyhláška vymezuje:

- Náležitosti žádosti o souhlas k provozování zařízení k využívání, odstraňování, sběru nebo výkupu odpadů a náležitosti žádosti o souhlas k nakládání s nebezpečnými odpady.
- Podrobnosti nakládání s vybranými výrobky, vybranými odpady a vybranými zařízeními.
- Evidence a ohlašování odpadů [3].

Pro účely této práce je z vyhlášky č. 383/2001 Sb. klíčová příloha č. 2 k vyhlášce, která specifikuje přejímku odpadů do zařízení a předání informací o vlastnostech přejímaných odpadů. Definovány jsou činnosti, ke kterým musí dojít ze strany provozovatele zařízení a ze strany dodavatele odpadu [3].

3.2.3 Vyhláška č. 93/2016 Sb.

Katalog odpadů vychází ze Zákona o odpadech [1], ve kterém je uveden a jeho platné znění se odpovídá vyhlášce č. 93/2016 Sb. [4], která zpracovává příslušné předpisy EU a stanovuje:

- Katalog odpadů.
- Postup pro zařazování odpadu podle Katalogu odpadů.
- Náležitosti návrhu obecního úřadu obce s rozšířenou působností na zařazení odpadu podle katalogu odpadů [4].

V příloze předložené vyhlášky jsou vymezeny zákonem stanovené skupiny odpadů (katalog obsahuje 20 hlavních skupin označených čísly 1 až 20), které jsou stanoveny především na základě původu odpadů. Tyto skupiny nereprezentují složení odpadů a jeho vlastnosti (kromě skupiny nebezpečných odpadů, která je charakterizována přítomností nebezpečných látek). Složky komunálního odpadu, se kterými pracováno v předkládané práci pocházejí ze skupiny 15 (Odpadní obaly, absorpční činidla, čisticí kapaliny, filtrační materiály a ochranné oděvy

jinak neurčené), a skupiny 20 (Komunální odpady – odpady z domácností a podobné živnostenské, průmyslové odpady a odpadky z úřadů, včetně složek odděleného sběru) [4]. Základní složky a jejich katalogová čísla v Katalogu odpadů jsou v Tab. 1.

Tab. 1 Katalogová čísla vybraných složek KO

Název skupiny odpadu	Číslo dle katalogu odpadů
Papír	15 01 01 a 20 01 01
Plast	15 01 02 a 20 01 39
Dřevěné obaly	15 01 03
Kovy	15 01 04 a 20 01 40
Kompozitní obaly	15 01 05
Sklo	15 01 07 a 20 01 02
Textilní materiály	15 01 09 a 20 01 11
Oděvy	20 01 10
Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven	20 01 08
Bioodpad	20 02 01
Zemina a kameny	20 02 02
Jiný biologicky nerozložitelný odpad	20 02 03
SKO	20 03 01

3.2.4 Vyhláška č. 294/2005 Sb.

Tato vyhláška zapracovává příslušné předpisy Evropské unie a v souladu s nimi upravuje řadu požadavků, z nichž se cílů práce týká požadavek § 1 i) *technické požadavky a podmínky pro využívání odpadů na povrchu terénu* [5].

Klíčovým je § 4 (1): *„Analytické rozbor, ekotoxikologické a mikrobiologické testy odpadů pro účely zpracování základního popisu odpadu a hodnocení jeho přijatelnosti do zařízení lze provádět pouze v laboratořích a dalších odborných pracovištích, akreditovaných podle technické normy ČSN EN ISO/IEC 17025. Způsobnost odborných pracovišť se vztahuje pouze na metody jmenovitě uvedené v příloze osvědčení o akreditaci pracoviště. Tato podmínka se nevztahuje na metody stanovení kritických ukazatelů neuvedených v přílohách č. 2, 4 a 10 této vyhlášky“* [5].

3.2.5 Vyhláška č. 94/2016 Sb.

Vymezuje požadovaný rozsah zkoušek a vychází přímo z předpisu EU nařízení Komise č. 440/2008. § 7 a § 8 vyhlášky č. 94/2016 vymezuje zkoušení odpadů pro účely hodnocení nebezpečných vlastností odpadů. § 9 této vyhlášky uvádí náležitosti a obsah žádosti o hodnocení nebezpečných vlastností odpadu [6].

3.2.6 Vyhláška č. 321/2014 Sb.

Vyhláška stanovuje povinnost obcí a způsob zajištění odděleného soustředování složek komunálních odpadů [7]. Oddělené soustředování složek komunálních odpadů může obec provádět prostřednictvím:

- a) *sběrných dvorů,*
- b) *zařízení podle § 14 odst. 1 zákona a v případě biologicky rozložitelných komunálních odpadů také prostřednictvím malých zařízení podle § 33b*

- zákona,*
c) velkoobjemových kontejnerů,
d) sběrných nádob,
e) pytlového způsobu sběru, nebo
f) kombinací způsobů podle písmen a) až e) [7].

3.2.7 Vyhláška č. 341/2008 Sb.

§ 5 vyhlášky stanovuje způsob a kritéria hodnocení a zařazování bioodpadů do skupin podle způsobů jejich materiálového využívání [8].

§ 6 se zabývá četností a metodami vzorkování: „Vzorkování se uskutečňuje na základě plánu vzorkování, zpracovaného podle zásad stanovených v příloze č. 7 a v souladu s provozním řádem zařízení. O vzorkování se zpracovává protokol o vzorkování podle přílohy 8“ [8].

Náležitosti protokolu o vzorkování a zaznamenávané údaje podle přílohy č. 8 vyhlášky č. 341/2008 Sb. [8]:

- číslo protokolu,
- označení vzorku,
- datum odběru,
- podpis vzorkaře,
- původce odpadu (firma, kontakt),
- adresa provozovny, kde je odběr prováděn,
- odběr provedl (firma, vzorkař, kontakt),
- cíl vzorkování (důvod odběru odpadu),
- popis vzorku, smyslové posouzení - vzhled (například barva, konzistence, homogenita), zápach (přítomnost těkavých uvolňujících se složek),
- postup vzorkování - popis/definice podsouboru nebo dodávky, které byly vzorkovány, popis použité metody vzorkování,
- místo a bod odběru vzorku,
- problémy s přístupem, které měly vliv na plochu nebo objem vzorkovaného odpadu,
- osoby přítomné při odběru,
- použité zařízení,
- počet odebraných dílčích vzorku/vzorků,
- velikost dílčího vzorku/vzorků,
- pozorování při odběru (například vývin plynu, tepla, chemické reakce),
- popis stanovení na místě (pokud je protokol, přiložit k protokolu o vzorkování),
- bezpečnostní opatření,
- dělení a předúprava vzorku - určení místa (například v terénu nebo v laboratoři, uvést zda venku nebo v místnosti) a postupu,
- balení, konzervace, skladování a doprava vzorku,
- odchylky od plánu vzorkování,
- doručení do zkušební laboratoře - laboratoř, datum doručení, přijato kým [8].

3.2.8 Norma ČSN EN 14899

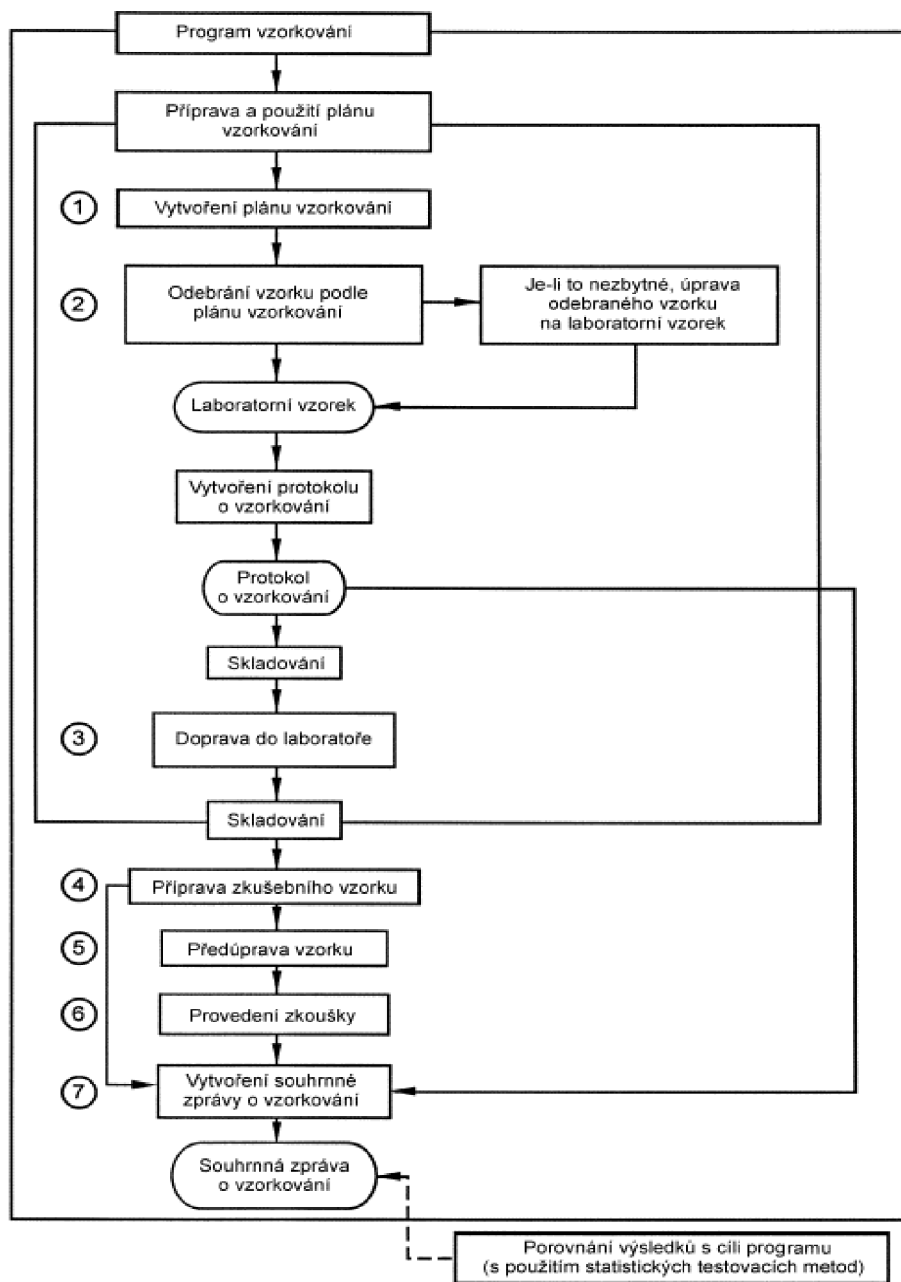
Evropská norma pro stanovení postupných kroků pro přípravu a použití plánu vzorkování za účelem charakterizace odpadů. Plán vzorkování popisuje metodu odběru laboratorního vzorku

nutného pro splnění cílů programu vzorkování. Principy nebo základní pravidla poskytují pravidla pro:

- tvorbu normalizovaných plánů pro běžné vzorkování,
- zahrnutí specifických požadavků vzorkování dle evropské a národní legislativy,
- návrh a tvorbu plánu vzorkování pro použití případ od případu [9].

Tato norma byla vyvinuta za účelem charakterizace odpadů a vztahuje se k odběru jednoho vzorku, dílčího podvzorku nebo přípravě laboratorního vzorku [9].

Vybrané postupové kroky, které jsou použity pro splnění požadavků na odběr reprezentativního vzorku, podle plánu vzorkování jsou schematicky znázorněny na Obr. 2.



Obr. 2 Vztahy mezi základními prvky programu zkoušení vlastností SKO dle normy ČSN EN 14899 [9]

Základní informace pro použití této evropské normy lze nalézt v následujících pěti technických zprávách (technické normalizační informace – TNI), které byly vypracovány Evropským výborem pro normalizaci (Comité Européen de Normalisation) [9]:

- **TNI CEN/TR 15310 – 1 (838040) Charakterizace odpadů – Vzorkování odpadů – Část 1: Pokyny pro výběr a použití kritérií pro odběr vzorků v různých podmínkách** – poskytuje podpůrné informace k prvnímu klíčovému kroku programu vzorkování a popisuje výběr přístupu vzorkování, který může být použit pro získání vzorku široké rozmanitosti druhů a způsobů vzniku odpadu. Rozebírá statistická kritéria a postupy pro vzorkování a jejich klíčovou roli při tvorbě plánu vzorkování, neboť poskytují jedinečné informace o správnosti typu odebraných vzorků a podmínek odebrání pro splnění daných cílů vzorkování a poskytnutí výsledků o tolerovatelné úrovni spolehlivosti [9].
- **TNI CEN/TR 15310 – 2 (838040) Charakterizace odpadů – Vzorkování odpadů – Část 2: Pokyny pro výběr způsobu vzorkování** – popisuje výběr technického postupu, který může být použit k získání vzorku pro celou řadu různě vznikajících odpadů, představuje řadu nástrojů a přístupů, které umožňují připravit plán vzorkování na míru pro konkrétní scénář vzorkování [9].
- **TNI CET/TR 15310 – 3 (838040) Charakterizace odpadů – Vzorkování odpadů – Část 3: Pokyny pro získávání podvzorku v terénu** – popisuje a rozpracovává výběr přístupu, který lze použít pro zmenšení velikosti vzorku v terénu. Popisuje postupy pro zmenšení celkové velikosti vzorku v terénu, tak aby byla možná doprava vzorku do laboratoře. Nezabývá se přípravou podvzorku v laboratoři pro získání zkušebního vzorku ani úpravou vzorku před analýzou [9].
- **TNI CET/TR 15310 – 4 (838040) Charakterizace odpadů – Vzorkování odpadů – Část 3: Pokyny pro balení vzorku, jeho skladování, konzervaci, dopravu a doručování** – popisuje omezující podmínky a postupy pro využití v terénu před dodáním vzorků do laboratoře. Úpravu a navržení specifických podmínek je třeba provádět ve spolupráci se zkušební laboratoří [9].
- **TNI CEN/TR 15310 – 5 (838040) Charakterizace odpadů – Vzorkování odpadů – Část 5: Pokyny pro přípravu plánu vzorkování** – obsahuje pokyny pro vytváření plánu vzorkování na základě cílů programu vzorkování. Poskytuje podpůrné informace pro tvorbu plánu vzorkování a popisuje výběr přístupu vzorkování, který může být použit pro získání vzorku široké rozmanitosti druhů a způsobů vzniku odpadu. Dále popisuje klíčový význam výběru náležitých statistických kritérií při tvorbě plánu vzorkování a jejich vliv na poskytnuté výsledky. Při zpracování plánu vzorkování je nutné cíle programu vzorkování převést do konkrétních instrukcí pro vzorkaře. Na základě těchto specifikací vzorkař odebere požadovaný typ a počet vzorků v souladu s cíli programu vzorkování [9].

V kapitole byly uvedeny legislativní podmínky spojené s rozbory komunálních odpadů, kdy hlavním zdrojem informací byl Zákon o odpadech [1] a s ním související vyhlášky. Byly zjištěno, kdo je oprávněn manipulovat s KO a za jakých podmínek může být odpad analyzován nebo předán dalším osobám, za účelem provádění analýz, náležitosti shromažďování odpadu, podmínky laboratorních analýz a sledované látky při chemických analýzách. Uvedeny byly také

legislativní dokumenty, které se týkaly bezpečnosti při práci s odpady a norma, která stanovuje základní kroky pro tvorbu plánu vzorkování.

4. ZPŮSOBY A METODY SBĚRU KOMUNÁLNÍHO ODPADU V ČESKÉ REPUBLICE

Způsob a metody sběru komunálních odpadů úzce souvisí se způsoby odebírání vzorků pro vzorkování (např. vliv na velikost odebraných vzorků, možnosti jeho přepravy a změny vlastností odpadu během přepravy), mírou ovlivnění vzorku způsobem sběru odpadu a přítomností recyklovatelných složek v SKO. Povinnost obcí a způsob zajištění odděleného soustřeďování složek KO je stanoven ve vyhlášce č. 321/2014 Sb. [7] viz kap. 3.2.6.

4.1 Způsoby sběru odpadu

Zajištění a způsob sběru SKO v ČR obvykle probíhá třemi základními způsoby v souvislosti s dostupností sběrného místa.

- **Svozový způsob** – jedná se o systematický sběr nádob o velikosti 110 až 240 l, které jsou vzdáleny přibližně 50 m od domu. V praxi jsou nádoby umístěny v těsné blízkosti vchodu bytových domů nebo u každého rodinného domu. Specifickou formou svozového sběru je systém tzv. „door-to-door“, kdy jsou jednotlivé složky KO v předem určené době ukládány ve svazcích či pytlích na určené místo [13].
- **Donáškový způsob** – nádoby se nacházejí dále od obydlí než při svozovém sběru (vzdálenost do 150 m) z čehož plyne i větší objem nádob - 1 100 l až 5 000 l. Řadí se sem i **pytlový sběr**, kdy se separovaný odpad donese v pytlích v daný čas ke sběrnému vozidlu nebo na jiné svozové místo [13].
- **Sběrný způsob** – týká se především separovaných, objemných, nebezpečných odpadů, bioodpadu a dalších. Lze jej považovat za podkategorii donáškového způsobu sběru. Bývá používán pro sběr složek KO, pro které jsou výše zmíněné způsoby sběru neekonomické – je jich produkováno malé množství a obsluha většího množství nádob by vyžadovala neúměrně vysoké náklady [13].

O výběru způsobu sběru v dané lokalitě rozhoduje celá řada faktorů (ekonomická stránka, vyprodukované množství odpadů, dispoziční řešení pro umístění nádob, ...). Znalosti o složení odpadu získané jeho rozbořem mohou pomoci nastavení optimálního způsobu sběru odpadů v dané oblasti, zařazení nádob vhodných velikostí, optimalizaci svozových tras nebo frekvence svozu.

4.2 Typy sběrných nádob

Typy odpadových nádob a kontejnerů souvisí se způsobem sběru odpadu. Vhodná volba velikosti v závislosti na četnosti svozu může ovlivnit množství vyprodukovaného a separovaného odpadu (nedostatečná kapacita sběrových nádob na separované složky odpadu může způsobit jejich odložení do nesprávných nádob). Pro účely práce je důležitý hlavně objem svozové nádoby na SKO.

Pro svozový sběr obecně platí, že se jedná o nádoby menších objemů, tj. 110 až 240 l a mohou být vyrobeny z černého plastu nebo z pozinkovaného kovu. Pro donáškový způsob sběru jsou v ČR nejčastěji využívány černé plastové kontejnery o objemu 1 100 l nebo pytle o objemu 40 až 120 l. Ukázka typických sběrných nádob na SKO používaných v ČR je na Obr. 3.



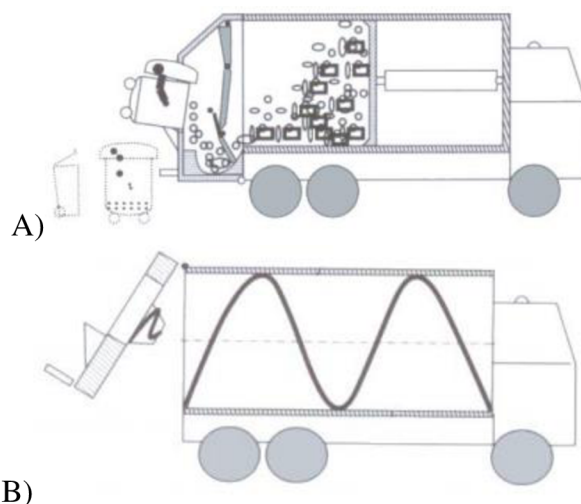
Obr. 3 Ukázka typických sběrných nádob - 110 l, 240 l a 1 100 l (zleva) [15]

Pro tříděné složky KO se používají zvonové kontejnery (přesypné nádoby se spodním výsypem) a podzemní kontejnery, k jejichž vyprazdňování je třeba speciálních svozových automobilů vybavených hydraulickou rukou [15].

4.3 Logistika odpadů a druhy svozových automobilů

Přeprava odpadů a druhy svozových automobilů jsou spojeny s problematikou odběru vzorků pro vzorkování. Svozové automobily slouží ke sběru a rychlé manipulaci se sběrnými nádobami. Základní rozdělení svozových automobilů je:

- **automobily s lisem** – dva typy provedení lisu integrovaného uvnitř nástavby svozového automobilu (Obr. 4), které zajišťují efektivní využití celkového prostoru nástavby svozového automobilu [15].



Obr. 4 Svozové automobily s lisem: A) lineární lis, B) rotační lis [14]

- **automobily bez lisu** – jakékoli druhy automobilů používané pro svážení odpadu, např. multikáry používané pro svoz pytlového sběru na vesnicích nebo nosiče kontejnerů (především ze sběrných dvorů).

5. REŠERŠE STUDIÍ A METODIK ANALÝZ SLOŽENÍ KOMUNÁLNÍCH ODPADŮ

Tato kapitola je zaměřena na rešerši metodik a studií zabývajících se analýzami KO, které proběhly jak v ČR, tak v zahraničí. V první části kapitoly jsou popsány analýzy KO, které byly realizovány na území ČR. Dále jsou podrobně popsány nejdůležitější zahraniční metodiky a jejich hlavní principy a v poslední části kapitoly jsou zmíněny zahraniční studie, u kterých byly zaznamenány pouze nejdůležitější parametry. Rešerše byla zaměřena na základní principy a postupy předkládaných metodik a studií a kategorie frakcí, které byly tříděny.

U každé metodiky a studie byly sledovány zejména tyto parametry:

- **Způsob odběru vzorku:** zda se jednalo o bodové vzorky (sběrné nádoby nebo pytlový sběr), spojené vzorky, vzorky odebrané ze svozových vozů, standardní svoz, specifický svoz, případně další možnosti.
- **Velikost vzorku a příprava vzorku pro vzorkování:** jaká byla velikost odebraného vzorku a jaká byla velikost analyzovaného vzorku (hmotnost nebo objem), zda byl rozebrán celý vzorek, získání podvzorku pomocí nějaké blíže určené metody (kvartace...) a využití mechanizace při přípravě vzorku.
- **Využití mechanizace:** byla využita mechanizace, jakým způsobem. Jedná se o přípravnou činnost před rozbořem, při vzorkování a ukončení vzorkování.
- **Četnost rozborů odpadů:** opakování analýz vzorků na daném území, zahrnutí sezónnosti a další.
- **Využití sít:** zda jsou využívána síta, počet sít, velikost a tvar ok.
- **Podsítná frakce:** způsob získání podsítné frakce, maximální velikost částic
- **Vybavení pro terénní práce:** využití potřebných pomůcek, zejména velikost a typ vzorkovnic, ochranné pomůcky pro vzorkařský tým.
- **Třídící modul:** úrovně třídění dle jednotlivých komodit a frakcí, počet kategorií.
- **Záznamy jednotlivých rozborů:** jaké informace jsou při jednotlivých analýzách zaznamenávány, případně ukázky záznamových listů, jsou-li dostupné.
- Zda se daná metodika zabývala matematickými postupy získávání dat, jak pro výběr lokalit, počtu vzorků a dalších přípravných operací, tak postupy pro následné statistické zpracování naměřených výsledků.
- **Laboratorní a chemické analýzy:** jejich velikost, způsob odběru vzorku, účel provádění analýzy (zjišťování vlhkosti, výhřevnosti, spalného tepla, přítomnost těžkých kovů a dalších látek).

5.1 České metodiky a studie zabývající se analýzou komunálních odpadů

V současné době neexistuje na území České republiky žádný závazný dokument pro provádění analýz komunálních odpadů, resp. směsných komunálních odpadů.

Nejvíce relevantních informací pochází z veřejných projektů, které jsou oficiálně zaštitěny Ministerstvem životního prostředí ČR. Na druhou stranu se objevuje velké množství studií prováděných na úrovni měst nebo obcí nebo zcela v gesci soukromých společností působících v oblasti odpadového hospodářství. Závěry z těchto analýz jsou ve velké míře anonymizovány, zmiňují pouze okrajové informace nebo základní přístupy, jak bylo analýzy dosaženo.

Mezi metodiky/analýzy patří následující:

- Metodika vzorkování a analýz skladby směsného domovního odpadu a Výzkum vlastností komunálních odpadů a jejich využívání (ČR, 2003),
- Analýza KO/SKO společností EKO-KOM (ČR, od 2008),
- Odpadová poradenská (ČR),
- Institut Cirkulární Ekonomiky z.ú. (ČR),
- MOJEODPADKY (ČR).

5.1.1 Metodika SP/2f1/132/08 (2008) a předchozí metodiky a VaV/720/2/00 (2003)

Oficiální název metodiky: Metodika vzorkování a analýz skladby směsného domovního odpadu [17] a Výzkum vlastností komunálních odpadů a jejich využívání [16]

Země původu: Česká republika

Úvod

V ČR není zavedena jednotná metodika pro zjišťování složení KO a SKO. Většina současných metodik se odkazuje na projekt SP/2f1/132/08 – *Výzkum vlastností komunálních odpadů a optimalizace jejich využívání* za finanční podpory MŽP pocházející z let 2008 až 2010, v jehož rámci byla doporučena metodika pro vzorkování, třídění a analýzy SKO. Tento projekt navazuje na předcházející postupy z metodiky VaV/720/2/00. Jedná se o zveřejněné výsledky z veřejně financovaných projektů a s nimi související odborné publikace, které disponují velkým množstvím informací.

Projekt SP/2f1/132/08 stanovuje základní charakteristiky pro kvalitativní a kvantitativní posouzení vlastností zkoumaného komunálního odpadu. Definuje typy zástavby, ve kterých byl výzkum prováděn a velikost zkoumaného vzorku v souvislosti s typem zástavby. Dále se zabývá velikostí svozové oblasti, rozsahem prováděných analýz, způsoby odběru vzorku a pomocného podvzorku, odběry laboratorního vzorku a prováděním samotné analýzy. [16]

Součástí projektu byl i návrh metodiky pro vzorkování objemných odpadů a odpadů ze služeb. Ten byl sepsán na základě kombinace informací z evidence odpadů a z vlastních rozborů. Byl popsán výběr lokalit a jejich sledované demografické charakteristiky.

Základní principy metodiky

Sledované charakteristiky SKO:

- *Množství odpadu* - měrná množství (směsného) komunálního odpadu ve sledovaných typech zástavby (kg/osobu a týden, kg/osobu rok). [16]
- *Skladba odpadu* – podíl (směsného) komunálního odpadu v zrnitostních frakcích ve sledovaných typech zástavby (hmotnostní % frakcí) skladba domovního odpadu v látkových skupinách ve sledovaných typech zástavby (hmotnostní % látkových skupin – materiálů). [16]
- *Ostatní fyzikální a chemické charakteristiky* – objemová hmotnost (hustota) směsného komunálního odpadu ve sledovaných typech zástavby (kg/m³ ve sběrných nádobách),

- vlhkost (směsného) komunálního odpadu ve sledovaných typech zástavby (% hmotnostní obsahu vody),
- výhřevnost (směsného) komunálního odpadu ve sledovaných typech zástavby (MJ/kg),
- vybrané stopové prvky a další ukazatele v jemných frakcích domovního odpadu ve sledovaných typech zástavby [16].

Tyto základní charakteristiky domovního odpadu byly sledovány ve stanovených typech obytné zástavby. Pro účely analýzy byly stanoveny tyto typy zástavby:

- *Sídlištní zástavba* (velké a menší město) – jedná se o zástavbu bytových domů s centralizovaným zásobováním teplem, bez možnosti jakéhokoli využití odpadu v místě jeho vzniku [16].
- *Venkovská zástavba* – jedná se o zástavbu tvořenou rodinnými domy s převažujícím podílem lokálního vytápění palivou, a tedy i s větší možností spalování odpadu v domovních topeništích. Větší možnost zahradního kompostování, ale i zkrmování potenciálních odpadů. [16].

Pro závěrečné srovnání výsledků analýz a vyhodnocení naměřených hodnot, byly výsledky doplněny o hodnoty z měření prováděných společnostmi EKO-KOM a.s. Za tímto účelem byly vybrány následující typy obytné zástavby:

- *Sídlištní zástavba* – viz výše. [16]
- *Smišená zástavba* – tvořena převážně starší zástavbou bytových domů se smíšeným ústředním, etážovým či lokálním vytápěním plynem či elektřinou, vytápění tuhými palivou je zanedbatelné. [16]
- *Vilová zástavba* – tvořena rodinnými domy a nájemními vilami většinou s etážovým či lokálním vytápěním plynem či elektřinou, vytápění tuhými palivou je zanedbatelné, je předpokládána možnost zahradního kompostování. [16]
- *Venkovská zástavba* – viz výše.

Velikost vzorku podle typu zástavby:

- *Hlavní vzorek* – velikost je adekvátní výskytu domovního odpadu ve vymezeném svozovém regionu, jedná se přibližně o množství odpovídající jednomu naplnění svozového automobilu při jednom sběrovém cyklu, velikost analyzovaného vzorku souvisí s konkrétním typem svozového automobilu a s konkrétním složením sváženého odpadu. Zejména závisí na velikosti nástavby svozového automobilu, na směru stlačení odpadu ve sběrné nádrži, na původu odpadu, na ročním či týdenním období svozu. Pravděpodobná hmotnost hlavního vzorku domovního odpadu pro každý ze stanovených typů zástavby se pohybuje od 6 000 do 8 000 kg. Z hmotnosti hlavního vzorku a z velikosti svozové oblasti vyjádřené pomocí počtu obyvatel se stanoví charakteristiky měrné produkce odpadů. [16]
- *Pomocný vzorek* – je stanoven odebráním z hlavního vzorku. Jeho přibližná hmotnost je 200 kg a měl by splňovat podmínku reprezentativnosti. Optimálním prostředkem k docílení reprezentativnosti vzorku je použití kvartace. Pomocný vzorek je analyzován za účelem zjištění charakteristik skladby směsného domovního odpadu. [16]
- *Laboratorní vzorek* – byl odebrán z vybraných frakcí a látkových skupin s cílem zjistit další fyzikální a chemické charakteristiky. Bylo třeba dodržet reprezentativnost, a proto byla hmotnost stanovena na 20 % celkově naměřené hmotnosti látkové skupiny (maximálně však 1 kg). [16]

Tab. 2 Modul třídění podle SP/2f1/132/08

1. úroveň	2. úroveň	3. úroveň
Papír, lepenka, karton	Papírové obaly Tiskoviny Jiný papír	Karton, lepenka Kombinované obaly Jiné obaly Noviny, časopisy Knihy Jiné tiskoviny (letáky)
Plasty	Plastové obaly Jiné plasty	Fólie obalová PET lahve čiré PET lahve barevné Jiné obaly Fólie neobalová Ostatní plasty
Sklo	Skleněné obaly nevratné Skleněné obaly vratné Jiné sklo	Čiré sklo Hnědé sklo Zelené sklo
Kovy	Kovové obaly Jiné kovy	Fe kovy Al kovy
Biologický odpad	Kuchyňský odpad (z domácností) Zahradní odpad	
Textil	Přírodní vlákno Směs vláken	
Minerální odpad		
Nebezpečný odpad		
Spalitelný odpad	Výrobky pro osobní hygienu Ostatní (kůže, korek, guma, dřevo)	
Elektrozařízení	(popis)	
Jemný podíl	Zbytek 20-40 mm Zbytek 8-20 mm Frakce menší než 8 mm	

V Tab. 2 jsou zaznamenány tříděné kategorie frakcí:

- I. úroveň – 11 kategorií frakcí, jedná se především o základní druhy materiálů,
- II. úroveň – 22 kategorií frakcí, podrobnější dělení především na základě použití daného materiálu obal/neobal,
- III. úroveň – 33 kategorií frakcí – podrobnější dělení hlavně kategorií papír a plasty.

Realizace rozboru

V metodice je detailně popsáno, jak musí být vybaveno místo pro provádění analýz. Toto místo musí vyhovovat možným změnám povětrnostních vlivů, mělo by být kryté a uzavřené z důvodu ochrany pracovníků před nepřízní počasí. Pracovní plocha by měla mít zpevněný povrch a v blízkosti by mělo být vybavení a zařízení pro její úklid. Tato plocha by měla být přístupná manipulační technice pro možnost přivezení odpadu před analýzou a jeho odvoz po

ukončení analýzy. Prostor a pracovní plocha musejí být dostatečně osvětleny a větrány. V blízkosti místa provádění analýz by mělo být sociální zařízení přístupné pracovníkům provádějící analýzy – šatny, WC a umývárny [16].

Množství svezeneho SKO bylo zjišťováno svozovou firmou v místě provádění analýzy. Svozový automobil byl vážen na mostní váze.

Použité pomůcky (pořízené za účelem analýz):

- dvě sady třídících sít, v každé sadě se nacházela 3 síta o velikosti 70 x 180 cm o velikosti čtvercových ok 40 x 40 mm, 20 x 20 mm a 8 x 8 mm,
- váha s minimální váživostí do 100 kg, dílek přesnosti vážení neuvádí,
- 5 ks plastových nádob o objemu 2 litry,
- pracovní a ochranné pomůcky pro zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví pracovníků (není blíže specifikováno),
- pytle pro odběr vzorků k laboratorní analýze (objem není specifikován) [16].

Další pomůcky, které byly zapůjčeny nebo pronajaty od svozových firem:

- 10 ks plastových sběrných nádob na odpad o objemu 240 litrů, případně 10 ks kovových nádob na odpad o objemu 110 litrů,
- úklidové prostředky (koště, lopata),
- možnost využití sociálního zařízení v provozním objektu v místě analýz (šatna, WC, umyvadlo, případně sprchy) [16].

Třídění bylo prováděno manuálně na dvou sadách zmíněných sít. Tříděno bylo na předem specifikované kategorie frakcí - Tab. 2. Frakce byly tříděny do sběrných nádob, které byly poté váženy. Ručnímu třídění byla analyzována veškerá frakce nad 40 mm, tj. ta která nepropadla sítím. Mezi sítí frakce, tj. z frakce 8 až 40 mm byly vytrženy frakce, které bylo možno identifikovat a frakce menší než 8 mm nebyla dále nijak tříděna [16].

Během rozboru bylo vše zaznamenáváno do záznamového listu, který je znázorněn na Obr. 5. Kromě hmotností separovaných frakcí na jednotlivých úrovních, byly zaznamenávány i informace o jednotlivých vzorcích – číslo vzorku, datum analýzy, lokalita (městská část, ulice), typ zástavby, autor záznamu, hmotnost, objem, objemová hmotnost, interval svozu/pořadí v týdnu [16].

Číslo vzorku DO		Hmotnost DO v kg	
Datum analýzy		Objem DO v m ³	
Lokalita (MČ, ulice)		Objemová hmotnost kg/m ³	–
Typ zástavby		Hmotnost vzorku v kg	0,000
Záznam provedl (jméno)		Interval svozu / pořadí v týdnu	
		Objem vzorku v m ³	0,0000

Frakce	Látková skupina	Látková podskupina	Hmotnost (kg)	% z celku	Objem (m ³)	% z celku	kg/m ³
větší než 40 mm	Papír/lepenka	CELKEM	0,000	–	0,0000	–	–
		Papírové obaly	0,000	–	0,0000	–	–
		Karton/lepenka		–		–	–
		Kombin obaly		–		–	–
		Jiné obaly		–		–	–
		Tiskoviny	0,000	–	0,0000	–	–
		Noviny a časopisy		–		–	–
		Knihy		–		–	–
		Letáky		–		–	–
		Jiný papír		–		–	–
	Plasty	CELKEM	0,000	–	0,0000	–	–
		Plastové obaly	0,000	–	0,0000	–	–
		PET lahve číré		–		–	–
		PET lahve barevné		–		–	–
		Fólie obalová		–		–	–
		Fólie neobalová		–		–	–
		Jiné obaly		–		–	–
		Jiné plasty		–		–	–
	Sklo	CELKEM	0,000	–	0,0000	–	–
		Skleněné obaly nevratné	0,000	–	0,0000	–	–
		číré		–		–	–
		zelené		–		–	–
		hnědé		–		–	–
		Skleněné obaly vratné		–		–	–
	Kovy	CELKEM	0,000	–	0,0000	–	–
		Kovové obaly	0,000	–	0,0000	–	–
		Fe		–		–	–
		Al		–		–	–
	Bioodpad	Jiné kovy		–		–	–
		CELKEM	0,000	–	0,0000	–	–
	Textil	z domácností		–		–	–
		ze zahrad		–		–	–
	Minerální odpad	CELKEM	0,000	–	0,0000	–	–
		přírodní směs		–		–	–
	Nebezpečný odpad	CELKEM		–		–	–
		CELKEM		–		–	–
	Spalitelný odpad	CELKEM	0,000	–	0,0000	–	–
		hygien.p.		–		–	–
	Elektro	ostatní		–		–	–
		CELKEM		–		–	–

strana 1

Celkem	0,000	–	0,0000	–	–
---------------	--------------	----------	---------------	----------	----------

Frakce	Látková skupina	Hmotnost (kg)	% z celku	Objem (m ³)	% z celku	kg/m ³
20-40 mm	Plasty		–		–	–
	Sklo		–		–	–
	Kovy		–		–	–
	Minerální odpad		–		–	–
	Nebezpečný odpad		–		–	–
	Zbytek		–			–
Celkem		0,000	0,00%	0,0000	0,00%	–
8-20 mm	Plasty		–		–	–
	Sklo		–		–	–
	Kovy		–		–	–
	Minerální odpad		–		–	–
	Nebezpečný odpad		–		–	–
	Zbytek		–			–
Celkem		0,000	0,00%	0,0000	0,00%	–

Frakce menší než 8 mm	Hmotnost (kg)	% z celku	Objem (m ³)	% z celku	kg/m ³
Celkem		–		–	–

Vzorek celkem	Hmotnost (kg)	% z celku	Objem (m ³)	% z celku	(kg/m ³)
Celkem	0,000	–	0,0000	–	–

strana 2

Obr. 5 Ukázka navrženého záznamového listu metodiky SP/2f1/132/08 [16]

Laboratorní vzorky:

Hmotnost odebraných laboratorních vzorků při rozborech byla maximálně 1 kg a vzorek by měl představovat 20 % odebrané kategorie frakcí. Odebrané laboratorní vzorky jsou odesílány ke zpracování do laboratoří, které jsou k těmto analýzám uzpůsobeny. Pro správnost naměřených výsledků je doporučeno provedení dvou analýz, které jsou provedeny na dvou na sobě nezávislých pracovištích. Laboratorní testy se provádí pro stanovení následujících fyzikálních a chemických vlastností odebraného vzorku SKO a podle možností dané laboratoře se zjišťují např.:

- vlhkost,
- ztráty žíháním,
- spalné teplo,
- spalitelné látky,
- množství fluoridů, chloridů, dusíku, síry a těžkých kovů,
- množství organického uhlíku,
- množství dalších specifických organických látek – např. polychlorované bifenylly nebo polycyklické aromatické uhlovodíky [16].

SWOT analýza

V rámci vyhodnocení předkládané metodiky byla provedena SWOT analýza, která je zobrazena v Tab. 3.

Tab. 3 SWOT analýza metodiky SP/2f1/132/08

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none">- Proveditelnost rozboru na základě metodiky.- Vychází z již ověřených metodik, které byly dlouhodobě využívány v českém OH.- Třídící modul na 3 úrovně (I. úroveň – 11 složek, II. úroveň – 22 složek, III. úroveň – 29 složek).- Uvádí ukázkou záznamových listů.- Otestovaná v podmínkách ČR – složení KO a SKO, metody svozu, míra recyklace a další.	<ul style="list-style-type: none">- Nejsou informace o sběrných nádobách a jejich zaplněnosti.- Přestup vlhkosti mezi frakcemi vlivem lisování a rozmělnování ve svozových vozech.- Časová náročnost rozborů mezisítné frakce.- Vysoká časová a materiálová náročnost vzorkování.
Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none">- Možnost doplnění typických zastoupených frakcí v jednotlivých kategoriích pro lepší možnost.- Nedostatečné popsání průběhu rozborů mezisítné frakce (8 až 40 mm).	<ul style="list-style-type: none">- Zkreslení výsledků vlivem úpravy odpadu ve svozovém automobilu.- Vzorky z různých typů svozových automobilů mohou mít různou míru ovlivnění svezeneho odpadu (vlhkost, promísení, stlačení odpadu).- Udávání zcela přesných výsledků a údajů i přes zmiňovanou nehomogenitu složení KO a SKO.

Shrnutí metodiky

- **Způsob odběru vzorku:** za pomoci technických služeb je vytvořen podvzorek z jednoho naplněného svozového automobilu.
- **Velikost vzorku:** doporučený podvzorek 200 kg.
- **Příprava:** vytvoření homogenizovaného podvzorku kvartací.
- **Četnost:** 1x za měsíc po dobu 1 roku.
- **Použití mechanizace:** není vyloučeno použití mechanizace při tvorbě podvzorku.
- **Využití sít:** ano, stolní - 100 mm, 20 mm a 8 mm.

- **Popis třídění:** manuální třídění frakcí na stolním sítu různých velikostí.
- **Třídící modul:** 3 úrovně (11, 22 a 33 kategorií frakcí), viz Tab. 2.
- **Odběr laboratorních vzorků:** ano.
- **Relevance:** ano, vysoká.

5.1.2 Analýzy odpadů KO/SKO EKO-KOM

Společnost EKO-KOM, a.s. se dlouhodobě podílí na analýzách skladby domovních odpadů od roku 2001, kdy se zapojila do spolupráce na již zmíněném projektu „Intenzifikace sběru, dopravy a třídění komunálního odpadu VaV/720/2/00“. Od roku 2008 provádí společnost studie podle vlastního postupu, který je založen na výše uvedených metodikách VaV/720/2/00 a SP/2f1/132/08 a zmíněno je i využití zkušeností ze zahraničí. Společnost údajně svoji metodiku pravidelně aktualizuje [18].

Společnost provádí rozbory periodicky každé dva roky a jsou opakovány čtvrtletně, aby byla zahrnuta sezónnost složení SKO. V roce 2016 bylo analyzováno 95 vzorků a v roce 2018 se jednalo o 121 vzorků celkem z 16 různých lokalit. Vzorky byly v jednotlivých lokalitách odebrány odděleně pro sídlištní městské zástavby a z venkovské zástavby [19].

Rozbory jsou realizovány manuálním roztříděním reprezentativního podvzorku odpadu do předem stanovených kategorií frakcí. Zdroj uvádí třídění na 10 kategorií frakcí (a podsítnou frakci) I. úrovně, ale nelze vyloučit, že v interních zdrojích jsou zmíněny postupy pro třídění na II. a III. úrovni, podobně jako VaV/720/2/00 a SP/2f1/132/08. Zmíněné kategorie I. úrovně jsou zobrazeny v Tab. 4 [19].

Tab. 4 Modul třídění podle metodiky společnosti EKO-KOM

<u>I. úroveň</u>
Papír
Plasty
Sklo
Kovy
Textil
Minerální odpad
Nebezpečný odpad
Elektroodpad
Bioodpad
Spalitelný odpad
Frakce pod 40 mm

Pro třídění je používáno síto se čtvercovými oky o velikosti 40×40 mm, veškerý odpad menších rozměrů (popeloviny, drobné kousky bioodpadu – tráva, listí apod., drobné plasty, útržky papíru, drobná suť atd.) tvoří podsítnou frakci. Odpad, který sítem nepropadne, ale není možno jej zařadit do žádné z uvedených látkových skupin, tvoří zbytkovou látkovou skupinu spalitelného odpadu (jedná se především o hygienický odpad – papírové utěrky a kapesníčky, hygienické vložky, dětské pleny, zubní kartáčky, houbičky na nádobí, dále pak např. útržky textilu, jednorázové rukavice, obuv, dřevěné úlomky nábytku nebo jiných výrobků, gumové výrobky apod.). Tento odpad je společně s podsítnou frakcí považován za netříditelný a nerecyklovatelný [19]. Zároveň je poukázáno na to, že některé odpady na konci svého životního cyklu jsou využity způsobem, který znemožňuje jejich recyklaci – např. využití nákupní tašky jako pytle na odpadky, bramborové slupky zabalené do novin, sklenice nebo

plechovka naplněná nedopalky atd. Dále diskutuje znesnadnění recyklace některých složek (např. papíru) vlivem vlhkosti, která je obecně v kontejnerech na SKO vyšší než v nádobách na separovaný odpad (vlivem zejména bioodpadu a hygienických odpadů) a obalením frakcí drobnými částicemi jiných materiálů. To výrazně zvyšuje hmotnost separovatelných frakcí a je obtížné určit, kolik z nich by mohlo být recyklováno při umístění do příslušné recyklační nádoby [18].

Třídění samotné není považováno za jediný úkon nutný k získání dostatečných informací o složení domovního odpadu. Nejprve je nutno stanovit cíle rozborů, s ohledem na tyto cíle je nutno připravit vše po stránce rozsahu (počet vzorků, lokality, ze kterých je odpad odebrán, četnost odběrů) a praktického provedení (sledované složky SKO, další sledované charakteristiky SKO). Stanovené cíle je nutno zohlednit i při zpracování nasbíraných dat.

Klade důraz na odebrání reprezentativního podvzorku a minimalizování heterogenity v rámci analyzovaného podvzorku [18].

Zmiňuje matematické postupy při zpracování dat – jedná se o základní statistické ukazatele: aritmetický nebo vážený průměr hodnot, medián, směrodatná odchylka, rozpětí a variační koeficient [18].

Kromě skladby domovního SKO sleduje společnost EKO-KOM pravidelně mj. také skladbu tříděného papíru a plastu – opět z obecních sběrů, tedy převážně z domácností [18].

Green Solution

Společnost EKO-KOM fyzicky rozborů SKO neprovádí, od roku 2014 je pro ni zajišťuje společnost Green Solution s.r.o. a nabízí tyto služby i obcím. Pro rozborů je používána metodika společnosti EKO-KOM včetně modulu třídění (I. úroveň, 10 kategorií frakcí, je vyjmut elektroodpad) a principů síťové analýzy. Metoda rozborů SKO je založena na následujících principech [20]:

- výběr reprezentativních typů obytné zástavby pro analýzy skladby,
- provádění vzorkování a měření ve vybraných typech obytné zástavby (sídlíštní, venkovská, vilová, smíšená zástavba),
- lokalizace reprezentativních typů zástavby a stanovení velikosti vzorku,
- množství odebraného základního vzorku odpovídá naplnění svozového automobilu (4 až 8 tun – závisí na typu svozového automobilu a obytné zástavby),
- hmotnost analyzovaného podvzorku pro stanovení složení činí přibližně 200 kg/analýzu (odběr po vysypání z automobilu metodou kvartace),
- zjišťování materiálové skladby metodou ručního třídění na následující látkové skupiny (obdobně jako EKO-KOM - Tab. 4, s vyjmutím elektroodpadu) [20].

Na rozdíl od společnosti EKO-KOM uvádí základní postup analýzy složení SKO:

- plánování a organizace vzorkování,
- odběr hlavního vzorku,
- odběr podvzorku,
- třídění na jednotlivé kategorie frakcí,
- sledování zjišťovaných hodnot a jejich zápis do odpovídajících formulářů,
- případný odběr samostatných vzorků pro laboratorní zkoušky (např. za účelem zjišťování výhřevnosti),
- zpracování získaných hodnot (statistické vyhodnocení) – kromě zjišťování skladby a dalších fyzikálních charakteristik jsou sledovány další ukazatele:

- typ zástavby,
- roční období,
- hmotnost odebraného vzorku,
- svezný objem nádob,
- počet napojených obyvatel,
- četnost svozu [21].

S ohledem na cíle rozborů zadané zadavatelem je umožněno navrhnout optimalizační opatření na základě zjištěných výsledků. Mimo analýz SKO společnost provádí analýzy i tříděného odpadu.

SWOT analýza

V rámci vyhodnocení předkládané metodiky byla provedena SWOT analýza, která je zobrazena v Tab. 5.

Tab. 5 SWOT analýza metodiky podle EKO-KOM

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"> - Vychází z již ověřených metodik, které byly dlouhodobě využívány v českém OH. - Pravidelné aktualizování metodiky na základě nových poznatků. - Propojování poznatků z ověřených metodik s poznatky ze zahraničí. - Otestovaná v podmínkách ČR – složení KO a SKO, metody svozu, míra recyklace... - Zahrnutí sezónnosti skladby SKO. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nejsou informace o sběrných nádobách a jejich zaplněnosti. - Přestup vlhkosti mezi frakcemi vlivem lisování a rozměňování ve svozových vozech. - Vysoká míra utajení přesných postupů pro provádění analýz a prací s nimi souvisejících.
Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none"> - Možnost doplnění typických zastoupených frakcí v jednotlivých kategoriích pro lepší možnost zopakování rozboru za stejných podmínek. - Uvádí možnosti přidání dalších tříděných kategorií frakcí v závislosti na požadavcích na výsledky. 	<ul style="list-style-type: none"> - Zkreslení výsledků vlivem úpravy odpadu ve svozovém automobilu. - Vzorky z různých typů svozových automobilů mohou mít různou míru ovlivnění svezného odpadu (vlhkost, promísení, stlačení odpadu). - Vychází z SP/2f1/132/08, ale provádí vlastní blíže nespecifikované aktualizace.

Shrnutí metodiky

- **Způsob odběru vzorku:** ze svozového vozu (4 až 8 tun podle typu vozu).
- **Velikost vzorku:** doporučený podvzorek 1 m³ nebo 200 kg.
- **Příprava:** vytvoření homogenizovaného podvzorku kvartací.
- **Četnost:** každé 2 roky, čtvrtletně pro zahrnutí sezónnosti.
- **Použití mechanizace:** nezmiňují, lze předpokládat při tvorbě podvzorku.
- **Využití sít:** ano, stolní síto se čtvercovými oky o velikosti 40×40 mm.
- **Popis třídění:** manuální třídění frakcí na stolním sítu.
- **Třídící modul:** 1 úroveň (11 kategorií), viz Tab. 5.
- **Odběr laboratorních vzorků:** ano, např. pro zjišťování výhřevnosti.
- **Relevance:** ano, spíše nižší, vychází SP/2f1/132/08, velká část informací není dostupná a je považována za know-how společnosti.

5.1.3 Odpadová poradenská

Vychází z postupů využitých ve zmíněném výzkumném projektu SP/2f1/132/08, ale vlastním způsobem si ho zjednodušuje pro možnosti provádění rozborů v jednotlivých městech za přijatelných nákladů. Počet rozborů je snížen na 4 sezónní (oproti původním dvanácti měsíčním rozborům), tak aby byla zohledněna sezónnost složení SKO. Rozlišuje pouze dva typy zástavby – sídlištní a rodinná. S tím souvisí velikost svozové oblasti, která by měla být kolem 1 až 2 tisíc obyvatel, což odpovídá jednomu naplněnému svozovému automobilu v rámci jednoho cyklu. To představuje hlavní vzorek, který má velikost přibližně 2 až 4 tuny [22].

Postup provádění analýz – velký vzorek je ve svozovém vozidle zvážen a následně vysypán na zpevněnou plochu (Obr. 6 vpravo nahoře), kde je pomocí kolového nakladače vytvořen analyzovaný podvzorek pomocí metody kvartace (Obr. 6 vlevo dole). Získaný podvzorek má přibližnou hmotnost 200 kg [22].

Pomůcky potřebné pro rozbor SKO:

- síto se čtvercovými oky o velikosti 40×40 mm (Obr. 6 vlevo nahoře),
- velkoobjemový kontejner (minimálně 10 m³) pro nadbytečné odpady,
- přibližně 15 kusů nádob o objemu 240 l,
- stavební vědra o objemu 20 l (nespecifikované množství),
- ochranná plachta,
- váha o minimální váživosti 100 kg (nespecifikované přesnosti vážení),
- lopaty,
- ochranné pomůcky (blíže neurčeno) [22].



Obr. 6 Fotografie rozboru odpadu podle Odpadové poradenské - stanoviště vzorkařů (vlevo nahoře), hlavní vzorek odpadů (vpravo nahoře), kvartace pomocí nakladače (vlevo dole) a frakce pod 40 mm (vpravo dole) [22]

Rozlišuje dvě velikosti frakcí – frakce na 40 mm a frakce velikosti 0 až 40 mm. Pro toto rozdělení využívá síta se čtvercovými oky o velikosti 40×40 mm, které je při třídění umístěno na podstavcích (v tomto případě jako podstavce slouží přímo popelnice o doporučeném objemu 240 l) na rovné zpevněné ploše viz Obr. 6 vlevo nahoře. Celkem je manuálně tříděno čtyřmi až pěti vzorkaři 11 kategorií frakcí (10 nad 40 mm a podsítná frakce pod 40 mm) na jedné úrovni (Tab. 6), modul třídění je shodný s modulem třídění společnosti EKO-KOM. Zmiňuje možnosti třídění dalších kategorií podle potřeb zadavatele, např. možnost třídění nápojových kartonů nebo dětských plen. Na základě již získaných zkušeností, je zmíněno, které frakce třídít, do kterého druhu vzorkovnice. Hlavní složky (papír, plasty, bioodpad a spalitelné odpady) jsou tříděny do čtyř popelnic podírajících síto, do dalších popelnic je doporučeno třídít objemnější frakce (např. textil a sklo) a do stavebních věder méně objemné frakce (kovy, nebezpečný odpad, elektroodpad). Podsítná frakce 0 až 40 mm propadá sítem na ochranou plachtu, typický vzhled podsítné frakce je vyfotografován na Obr. 6 vpravo dole [22].

Tab. 6 Modul třídění Odpadová poradenská

I. úroveň

Papír
 Plasty
 Bioodpad
 Spalitelný odpad
 Textil
 Sklo
 Minerální odpad
 Nebezpečný odpad
 Kovy
 Elektroodpad
 Frakce pod 40 mm

Do kategorie spalitelného odpadu třídí: jednorázové hygienické pomůcky, obuv, kompozitní materiály s převahou spalitelné složky, dřevo kůže [22].

Do kategorie minerálního odpadu se kromě kamení cihel, betonu a jim podobných třídí také sádrokarton, porcelán, zrcadla, dlaždice a další [22].

Zmiňuje možnosti odebrání laboratorních vzorků s důrazem na dodržení jejich reprezentativnosti (průřez celým objemem kategorie frakcí). Laboratorní analýzy se nejčastěji provádějí za účelem stanovení vlhkosti, obsahu chloru a popelovin, spalné teplo (pro následné stanovení výhřevnosti a vlastností SKO pro výrobu TAP nebo přímé spalování) [22].

Výsledky ze všech čtyř ročních období (sezonních rozborů) jsou za rok průměrovány a jsou tak získávány hodnoty průměrné skladby SKO v hmotnostních i objemových jednotkách. Společně s informacemi o produkci jednotlivých druhů odpadů na daném území lze dopočítat skladbu SKO bez vlivu separace a skutečnou účinnost třídění [22].

SWOT analýza

V rámci vyhodnocení předkládané studie byla provedena SWOT analýza, která je zobrazena v Tab. 7.

Tab. 7 SWOT analýza studie Odpadové poradenské

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none">- Proveditelnost rozboru na základě metodiky.- Vychází z již ověřených metodik, které byly dlouhodobě využívány v českém OH.- Otestovaná v podmínkách ČR – složení KO a SKO, metody svozu, míra recyklace...- Zahnutí sezónnosti skladby SKO.- Laboratorní analýzy zaměřeny na konkrétní cíle (vlastnosti TAP z SKO nebo jeho pro jeho přímé spalování).	<ul style="list-style-type: none">- Nejsou informace o sběrných nádobách a jejich zaplněnosti.- Přestup vlhkosti mezi frakcemi vlivem lisování a rozměňování ve svozových vozech.- Třídění do velkých nádob, se kterými se hůře manipuluje.
Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none">- Možnost doplnění typických zastoupených frakcí v jednotlivých kategoriích pro lepší možnost zopakování rozboru za stejných podmínek.- Uvádí možnosti přidání dalších tříděných kategorií frakcí v závislosti na požadavcích na výsledky.	<ul style="list-style-type: none">- Zkreslení výsledků vlivem úpravy odpadu ve svozovém automobilu.- Vzorky z různých typů svozových automobilů mohou mít různou míru ovlivnění svezeného odpadu (vlhkost, promísení, stlačení odpadu).- Využití nádob na podepření síta znesnadňuje možnost jejich vyprazdňování v průběhu rozboru.

Shrnutí metodiky

- **Způsob odběru vzorku:** za pomoci kolového naběrače je vytvořen podvzorek z jednoho naplněného svozového automobilu.
- **Velikost vzorku:** doporučený podvzorek 200 kg.
- **Příprava:** vytvoření homogenizovaného podvzorku kvartací.
- **Četnost:** 1x za roční období po dobu 1 roku (celkem 4 rozboru).
- **Použití mechanizace:** pouze naběrač při přípravě podvzorku.
- **Využití sít:** ano, stolní síto se čtvercovými oky o velikosti 40×40 mm.
- **Popis třídění:** manuální třídění frakcí na stolním sítu postaveném přímo na popelnicích.
- **Třídící modul:** 1 úroveň (11 kategorií), viz Tab. 6.
- **Odběr laboratorních vzorků:** ano.
- **Relevance:** ano, spíše nižší, vychází SP/2f1/132/08, kterou pouze zjednodušuje a neprezentuje žádné nové poznatky.

5.1.4 Institut Cirkulární Ekonomiky z.ú., (dále jen „INCIEN“)

INCIEN nabízí samosprávám provedení fyzických analýz odpadů (reprezentativních vzorků SKO) za účelem vytvoření přehledu o složení SKO a mezerách v separaci recyklovatelných složek v dané oblasti. Vychází z Metodického pokynu MŽP a výstupů z SP/2f1/132/08.

Rozlišuje dva typy zástavby – rodinná/vilová a bytová/sídlištní zástavba, v závislosti na požadavcích objednatele lze provést šetření i pro jinak definované typy zástavby (centrum města, venkovská zástavba nebo konkrétní ulice) [23].

Vzorek o velikosti 1 až 2 tuny je získán ze svozového automobilu a pro analýzu je vybrána část o hmotnosti 500 až 1 000 kg. Rozbor analyzovaného vzorku o hmotnosti 500 kg zabere

týmu pěti vzorkařů (případně čtyř zkušných vzorkařů) od vysypání odpadu z vozu až po sbalení veškerých pomůcek 4 až 5 hodin, při třídění 18 až 20 kategorií frakcí [23].

Odpad je tříděn manuálně vzorkařským týmem, jehož vedení a organizaci zajišťuje pracovník organizace INCIEN. Tříděné kategorie se mohou měnit podle požadavků zadavatele, jeden z možných modulů třídění je v Tab. 8, kde na I. úrovni je tříděno na 14 kategorií frakcí a na II. úrovni jsou doplněny podkategorie pro další třídění papíru, kompozitních obalů a plastů [23].

Tab. 8 Modul třídění podle INCIEN

I. úroveň	II. úroveň
Papír	Lepenka a karton Tiskoviny Ostatní papír
Kompozitní obaly	Tetrapack Jiné kompozitní obaly
Plasty	Číré fólie Barevné fólie PET Tvrdé plasty
Elektroodpad	
Gastroodpad	
Zahradní zeleň	
Textil	
Obuv	
Dřevo a dřevotříska	
Stavební odpad	
Jemný podíl 0 - 40 mm	
Sklo barevné	
Sklo číré	
Infekční/neinfekční odpad	
Kovy	
Nebezpečný odpad	
Ostatní nespálitelný/minerální odpad	

SWOT analýza

V rámci vyhodnocení předkládané studie byla provedena SWOT analýza, která je zobrazena v Tab. 9.

Tab. 9 SWOT analýza rozborů podle INCIEN

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"> - Rozlišuje různé typy zástavby. - Zkušenosti s rozborů SKO v ČR a na Slovensku. - Uvádí časovou náročnost provedení rozboru. - Možnost vytvoření metodiky pro dosažení cílů zadavatele. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nejednoznačné rozlišení sledovaných složek, jednotlivých úrovní a důvodu tohoto rozdělení (pouze podle materiálu nebo na základě využitelnosti, původního účelu). - Používání rozdílných nebo žádných sít. - Nepřesné informace o postupech analýz.

Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none"> - Zkušenosti s tříděním jednotlivých frakcí, možnost přechodu na konkrétní metodiku a její dodržování. - Sjednocení používaných pomůcek a postupů napříč prováděnými rozbory. - Lepší popis rozdílů mezi odebraným vzorkem a analyzovaným vzorkem/podvzorkem a jeho tvorbou z odebraného vzorku. 	<ul style="list-style-type: none"> - Různé postupy získání výsledků znemožňují jejich vzájemné porovnání. - Nejednoznačnost tříděných kategorií frakcí může způsobit chybné třídění frakcí jednotlivými vzorkaři (nesoulad mezi vzorkaři, kteří se účastnili rozborů s různými cíli). - Minimální množství teoretických informací, většina vyjádření byla ke konkrétním rozborům.

Shrnutí metodiky

- **Způsob odběru vzorku:** část odpadu ze svozového vozu (1 až 2 tuny).
- **Velikost vzorku:** doporučený podvzorek 500 kg.
- **Příprava:** neuvádí.
- **Četnost:** pouze doporučuje zahrnutí sezónnosti, závisí na požadavcích zadavatele.
- **Použití mechanizace:** neuvádí.
- **Využití sít:** neuvádí, z dostupných videí a fotografií vyplývá, že je to individuální pro jednotlivé rozbory.
- **Popis třídění:** manuální třídění frakcí.
- **Třídící modul:** 2 úrovně (I. úroveň – 14 kategorií frakcí, II. úroveň přidává podkategorie k papíru, kompozitním obalům a plastům, viz Tab. 6., záleží na požadavcích zadavatele).
- **Odběr laboratorních vzorků:** ne.
- **Relevance:** spíše nižší, vychází SP/2f1/132/08, kterou pouze zjednodušuje a neprezentuje nové poznatky a přesné postupy nejsou veřejně dostupné.

5.1.5 MOJE ODPADKY

Skupina odpadových „nadšenců“ z Moravy, která provádí rozbory SKO. Jejich hlavním produktem je systém MESOH, tj. motivační systém pro obce a města, který má vést k zefektivnění svozových tras a s tím spojených pokles nákladů a nastavení výhodnějších plateb pro občany. Systém spočívá ve třech krocích:

- zavedení sběru tříděného odpadu od domů – tříděný odpad je svážen v pytlích nebo nádobách přímo z jednotlivých domácností, což občanům snižuje donáškovou vzdálenost a mělo by vést k vyšší míře třídění a nižší míře přeplňování kontejnerů ve sběrných místech,
- zavedení evidenčního systému – evidence odpadů vyprodukovaných v domácnostech pomocí čárových kódů/QR kódů, kdy původce označí vyprodukovaný odpad svým přiděleným kódem a při sběru je kód načten zaměstnanci obce/města nebo svozové firmy,
- zavedení motivačního systému – za činnosti spojené s tříděním a snižováním množství odpadu jsou původci odměňováni automatizovaným systémem, který na základě získaných bodů na konci daného období stanoví slevu z poplatku za odpad [24].

Pro získání podkladů pro zavedení systému MESOH v dané obci/měště nebo pro kontrolu funkčnosti systému společnost provádí rozbory odpadů. Převážně se zaměřují na SKO, který pochází ze sběrných nádob a vzorek není před analýzou nijak upravován. Zmiňují sledování dvou typů obytné zástavby – rodinné domy a sídliště, pro rodinné domy jsou vzorky odebírány

z nádob o objemu 240 l a pro sídlištní zástavbu z kontejnerů o objemu 1 100 l, přičemž požadavkem je naplněnost minimálně 50 % objemu nádoby. Odebrané vzorky dopravují na místo rozboru soukromým automobilem s přívěsným vozíkem. Vzorky jsou číslovány a je zaznamenávána velikost sběrné nádoby a její zaplněnost [24].

Třídění probíhá manuálně na stolním sítu s oky nspecifikované velikosti. Jednotlivé kategorie frakcí jsou tříděny do plastových pytlů umístěných ve stojanech. Modul třídění lze popsat jako dvouúrovňový, I. úroveň obsahuje dvě základní kategorie frakcí (využitelné a nevyužitelné) a II. úroveň 6 kategorií frakcí, viz Tab. 10. Zmiňují sledování přítomnosti elektroodpadu a baterií, ale v analyzovaných vzorcích bylo jejich zastoupení minimální [24].

Tab. 10 Modul třídění podle MOJE ODPADKY

I. úroveň	II. úroveň
Využitelné	Papír Plasty Biodpad Kovy (plechovky) Sklo Textil
Netříditelný odpad	

SWOT analýza

V rámci vyhodnocení předkládané studie byla provedena SWOT analýza, která je zobrazena v Tab. 11.

Tab. 11 SWOT analýza třídění posled MOJE ODPADKY

Silné stránky	Slabé stránky
- Informace o zaplněnosti nádob. - Rozdělení frakcí na potenciálně využitelné a nevyužitelné frakce. - Třídění do igelitových pytlů snižuje nároky na dopravu vzorkovnic.	- Žádné konkrétní postupy. - Třídění malého množství kategorií frakcí. - Třídění pouze základních materiálů na základě předpokladů využitelnosti.
Příležitosti	Hrozby
- Možnost doplnění dalších kategorií frakcí. - Možnost specifikování využitých pomůcek (síta a pomůcky pro odběr vzorku).	- Využívají vlastní svoz odpadu. - Využití externích pracovníků při třídění, kteří nemusí být dostatečně obeznámeni s metodikou rozboru.

Shrnutí metodiky

- **Způsob odběru vzorku:** Přesypání odpadu ze sběrné nádoby do igelitového pytle a následná doprava soukromým automobilem s přípojným vozíkem na místo rozboru.
- **Velikost vzorku:** na úrovni sběrné nádoby – rodinné domy 240 l a sídliště 1 100 l, s předpokladem alespoň 50% naplněnosti.
- **Příprava:** není.
- **Četnost:** nspecifikuje.
- **Použití mechanizace:** ne.
- **Využití sít:** ano, stolní síto s oky nspecifikované velikosti.
- **Popis třídění:** manuální třídění frakcí na stolním sítu.

- **Třídící modul:** 2 úrovně (2 a dalších 5 kategorií frakcí), viz Tab. 11.
- **Odběr laboratorních vzorků:** ano.
- **Relevance:** nízká.

5.2 Hlavní zahraniční metodiky a studie zabývající se analýzou komunálních odpadů

Pro účely rešerše byly vybrány nejvýznamnější zahraniční metodiky popisující postupy analýz složení SKO. Ve světě je používáno velké množství metodik, které nejsou sjednoceny, a proto bylo nutné provést detailní rešerši. Výběr metodik, které jsou blíže specifikovány a popsány byly vybrány na základě rozhodnutí autorky předkládané diplomové práce. Současně byl kladen důraz na dostatečné množství informací a možnost relevantního vzájemného porovnání. U vybraných metodik byla provedena SWOT analýza, pro posouzení jejich relevance a stručné shrnutí klíčových parametrů pro samotný průběh rozboru.

Metodiky, které byly blíže analyzovány, jsou následující:

- **American Society for Testing and Materials** (USA, 2003)
- **MODECOM** (Francie, 1998),
- **Nortest** (Finsko, 1995),
- **Swiss Agency for the Environment, Forrest and Landscape** (Švýcarsko, 2004),
- **Solid Waste Analysis Tool** (EU, 2004).

5.2.1 American Society for Testing and Materials (dále jen „ASTM“)

Oficiální název metodiky: Standard Test Method for Determination of the Composition of Unprocessed Municipal Solid Waste [25]

Země původu: USA

Rok vydání: 2003

Úvod

Metoda, která je klíčová pro stanovení složení směsných komunálních odpadů. Její vývoj probíhá v USA od 60. let 20. století Americkou společností pro testování a materiály (ASTM – American Society for testing and Materials). Tato metoda bývá pravidelně aktualizována na základě nových poznatků a požadavků na výstupy analýz. Její nejnovější aktualizace byla vydána v roce 2016 s označením D5231 – 92 a jedná se o aktualizaci verze z roku 2003 [25].

Metodika popisuje postup manuálního třídění neupraveného SKO na základě ručního třídění jednotlivých frakcí odpadu během zvoleného časového období, které trvá minimálně týden. Tato doba zahrnuje postupy pro odběr reprezentativního tříděného vzorku nezpracovaného SKO, ruční třídění odpadu na jednotlivé frakce odpadu, zpracování dat a podání zpráv o výsledcích. Metodu vyvinutou ASTM lze používat na skládkách odpadů, na zařízeních pro zpracování a úpravu odpadu a překládací stanice [25].

Jedná se o americkou metodu, a proto veškeré uváděné hodnoty jsou standardně v imperiálních jednotkách – palce a libry [25].

Cílem není řešit všechny bezpečnostní problémy (pokud existují) spojené s použitím tohoto předpisu, to je odpovědnostní uživatele uvedených norem za stanovení odpovídajících bezpečnostních a zdravotních regulí a určení omezení před použitím. Konkrétní možná nebezpečí a doporučení s nimi spojená jsou uvedeny níže při popisu samotného rozboru [25].

Od této metodiky jsou odvozeny další metody stanovení složení SKO, které jsou uvedeny níže. Jedná se o tyto metodiky:

- Gidakos et al. (2004) – Řecko - kap. 5.3.8,
- Miezahet al. (2014) – Ghana – kap. 5.3.13,

- Moreno et al. (2012) – Mexiko – kap. 5.3.15,
- Pop et. al. (2015) – Rumunsko – kap. 5.3.19,
- Reddy et. al. (2009) – USA – kap. 5.3.20.
- Reinhart and McCauley-Bell (1996) – USA (Florida) – kap. 5.3.17.

Základní princip metodiky

Metodika ASTM uvádí velikost zkoumaného (tříděného) vzorku – 91 až 136 kg (200 až 300 lb), jedná se přibližně o čtyřnásobek podvzorku, který je následně analyzován. Počet vzorků byl vypočítán na základě statistických kritérií zvolených zkoušejícími a závisí na požadované přesnosti studie, výpočty uvedené ve studii ASTM jsou dále rozebrány v odstavci „matematická část metodiky ASTM“ níže v této kapitole. Vzorky jsou odebírány ze svozových automobilů, náhodně v rozmezí 5 až 7 dnů, dostupné zdroje neuvádějí četnost sběrných cyklů v průběhu roky a jejich závislost na ročním období a sezónnosti. Podvzorky (připravené z odebraných vzorků) jsou manuálně tříděny bez využití sít na dvě úrovně (I. úroveň – 13 frakcí, II. úroveň – 22 frakcí), tyto frakce a typické příklady zastoupených odpadů jsou uvedeny v Tab. 12 níže. Frakce jsou tříděny do vzorkovnic [25].

Tab. 12 ASTM – modul třídění a typické odpad spadající to jednotlivých kategorií

I. úroveň	II. úroveň	Typické odpady
Směsný papír		Kancelářský papír, magazíny, letáky, lesklý papír, voskovaný papír a jiné druhy papíru nepatřící mezi noviny a lepenku
Vysoce kvalitní papír	Výtisky Ostatní kancelářský papír Noviny	
Vlnitá lepenka		Krabice a kartony (z lepenky), hnědé papírové tašky
Plasty	PET lahve HDPE lahve Fólie Ostatní plasty	
Zahradní odpad		Větve listy, tráva a ostatní rostlinný materiál
Potravinový odpad		Veškerý potravinový odpad mimo kosti
Dřevo		Řezivo, dřevěné produkty
Ostatní bioodpad	Spalitelné	Textil, guma, kůže a ostatní hořlavé materiály nezastoupené v ostatních kategoriích
Železný odpad	Plechovky Ostatní železný odpad	
Hliník	plechovky folie (alobal)	
Sklo	Čiré Hnědé Zelené	
Ostatní anorganický odpad		Kameny, písek, hlína, keramika, sádra, kosti, neželezné kovy (měď, mosaz)

Realizace rozboru

Rozbor byl realizován dle zmíněných základních principů metodiky. Jednalo se o manuální třídění odebraného podvzorku SKO na frakce I. a II. úrovně uvedené v Tab. 12. Celý realizovaný rozbor byl zaznamenáván do záznamového archu, který je zobrazen na Obr. 7. Tyto záznamové archy obsahují hlavičku pro konkrétní identifikaci a zařazení daného rozboru [25]

Hlavička záznamového archu obsahuje:

- datum,
- místo rozboru,
- záznam o počasí při rozboru,
- společnost, která provedla svoz,
- typ svozového automobilu,
- číslo trasy svozového automobilu,
- vedoucí rozboru [25].

Pod hlavičkou je tabulka na zapsání hmotností jednotlivých frakcí – název frakce, navážená hmotnost, hmotnost prázdné vzorkovnice a sloupec pro dopočítání čisté váhy odpadu. Na konci jsou hmotnosti veškerých frakcí sečteny. Vzhledem k tomu, že metodika pochází z USA, jsou veškeré hmotnosti udávány v librách. Poslední sloupec slouží pro dopočítané procentuální zastoupení dané frakce v celku. Ve spodní části záznamového listu je prostor pro poznámky a informace o odběru laboratorních vzorků [25].

Waste Composition Data Sheet				
Day/Date: _____		Collection Company: _____		
Site: _____		Vehicle Type: _____		
Weather: _____		Route No: _____		
		Recorded by: _____		
Component	Weight in Pounds			Percent of Total
	Gross	Tare		
Mixed Paper				
High Grade Paper				
Computer Printout				
Other Office Paper				
Newsprint				
Corrugated				
Plastic				
PET bottles				
HDPE bottles				
Film				
Other Plastic				
Food Waste				
Wood				
Other Organics				
Ferrous				
Cans				
Other Ferrous				
Aluminum				
Cans				
Foil				
Other Aluminum				
Glass				
Clear				
Brown				
Green				
Other Inorganics				
TOTALS _____				
NOTES: _____				

Lab sample taken? Yes _____ No _____				

Obr. 7 Záznamový list ASTM [25]

Matematická část metodiky ASTM

Je třeba brát v úvahu, že výpočty nebyly prováděny v metrickém systému, ale v imperiálních jednotkách. Do výpočtů tedy vstupují hodnoty v librách případně v palcích.

Metodika ASTM uvádí statistické výpočty pro zjištění počtu odebraných vzorků. [25]

Výpočet počtu vzorků potřebných k dosažení požadované úrovně přesnosti měření je funkcí uvažovaného komponentu (složek) a úrovně spolehlivosti. Tato funkce je zapsána rovnicí 1.1:

$$n = \left(t^* \frac{s}{e} \cdot \bar{x} \right)^2 \quad (1.1)$$

Kde: n – počet vzorků

t^* - studentův t-test požadované přesnosti měření,

s – odhadovaná směrodatná odchylka,

e – požadovaná úroveň přesnosti,

\bar{x} – odhadovaný průměr [25].

Hodnoty t^* jako funkce počtu vzorků n pro intervaly spolehlivosti 90 % a 95 % používané v metodice ASTM jsou uvedeny v Tab. 13.

Tab. 13 Hodnoty t^* jako funkce počtu vzorků a intervalu spolehlivosti podle metodiky ASTM [25]

Počet vzorků, n	90 %	95 %	Počet vzorků, n	90 %	95 %
2	6,314	12,706	25	1,711	2,064
3	2,920	4,303	26	1,708	2,060
4	2,353	3,182	27	1,706	2,056
5	2,132	2,776	28	1,703	2,052
6	2,015	2,571	29	1,701	2,048
7	1,943	2,447	30	1,699	2,045
8	1,895	2,365	31	1,697	2,042
9	1,860	2,306	36	1,690	2,030
10	1,833	2,262	41	1,684	2,021
11	1,812	2,228	46	1,679	2,014
12	1,796	2,201	51	1,676	2,009
13	1,782	2,179	61	1,671	2,000
14	1,771	2,160	71	1,667	1,994
15	1,761	2,145	81	1,664	1,990
16	1,753	2,131	91	1,662	1,987
17	1,746	2,120	101	1,660	1,984
18	1,740	2,110	121	1,658	1,980
19	1,734	2,101	141	1,656	1,977
20	1,729	2,093	161	1,654	1,975
21	1,725	2,086	189	1,653	1,973
22	1,721	2,080	201	1,653	1,972
23	1,717	2,074	∞	1,645	1,960
24	1,714	2,069			

Hodnoty průměrných hodnot \bar{x} a směrodatných odchylek pro vzorkování, za účelem stanovení složení složek tuhých komunálních odpadů jsou uvedeny v Tab. 14. Tyto průměrné hodnoty a směrodatných odchylek jsou odhady založené na údajích z polních testů prováděných pro vzorky tuhých komunálních odpadů odebrané během týdenních intervalů v některých lokalitách ve Spojených státech [25].

Tab. 14 Hodnoty \bar{x} a směrodatných odchylek [25]

Frakce	Směrodatná odchylka (s)	Střední (\bar{x})
Novinový papír	0,07	0,10
Vlnitá lepenka	0,06	0,14
Plasty	0,03	0,09
Zahradní odpad	0,14	0,04
Potravinový odpad	0,03	0,10
Dřevo	0,06	0,06
Ostatní organické	0,06	0,05
Železo	0,03	0,05
Hliník	0,004	0,01
Sklo	0,05	0,08
Ostatní anorganické	0,03	0,06

Hmotnostní zlomek je definován a počítán podle rovnice 1.2 [25]:

$$mf_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^j w_i} \quad (1.2)$$

Kde: w_i – hmotnost frakce i a j je počet frakcí.

V případě využití vzorkovnic k třídění, skladování a vážení frakcí je hmotnost frakce w_i počítána: $w_i = \text{navážená hmotnost} - \text{hmotnost prázdné vzorkovnice}$ [25].

Procentuální zastoupení jednotlivé frakce i je definováno rovnicí 1.3 $P_i = mf_i \times 100$

Správnost analýzy pak lze zkontrolovat součtem procentuálního zastoupení všech přítomných frakcí [25]:

$$\sum_{i=1}^j P_i = 100 \quad (1.3)$$

Střední složení frakce pro týdenní období se vypočítá pomocí výsledků složení frakce z každého z analyzovaných vzorků. Střední hmotnostní podíl \overline{mf}_i se vypočítá z rovnice 1.4 [25]:

$$\overline{mf}_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (mf_i)_k \quad (1.4)$$

Průměrné procento frakce se pak vypočítá z rovnice 1.5 [25]:

$$\overline{P}_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (P_i)_k \quad (1.5)$$

SWOT analýza

V rámci vyhodnocení předkládané metodiky byla provedena SWOT analýza, která je zpracována v Tab. 15.

Tab. 15 SWOT analýza metodiky ASTM

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"> - Proveditelnost rozboru na základě metodiky. - Uvedení typických odpadů na druhé úrovni. - Základ pro ostatní metodiky. - Návrh matematických postupů pro stanovení počtu vzorků. - Třídící modul na 2 úrovně (I. úroveň – 13 frakcí, II. úroveň – 22 frakcí). - Uvádí ukázkou záznamových listů. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nejsou informace o sběrných nádobách a jejich zaplněnosti. - Přestup vlhkosti mezi frakcemi vlivem lisování a rozměňování ve svozových vozech. - Nezmiňuje způsob odběru a další nakládání s laboratorními vzorky. - Nevyužívá síta pro oddělení podsítné frakce. -
Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none"> - Možnost provedení optimalizace svozových plánů, možnost plánování svozů za účel odběru vzorků. - Jednotná metodika pro celé USA, která může být dále rozvíjena (specifikace odběru laboratorních vzorků a možných chemických analýz). - Snadný převoz odpadu, který už je ve voze, není třeba vypravit zvláštní svozový automobil. - Lze doplnit podklady pro získání informací o sběrných nádobách a jejich naplněnosti. 	<ul style="list-style-type: none"> - Zkreslení výsledků vlivem úpravy odpadu ve svozovém automobilu. - Vzorky z různých typů svozových automobilů mohou mít různou míru ovlivnění svezeného odpadu. - Kvůli nepřítomnosti sít není jasné, zda roztrždit i velmi malé a těžko identifikovatelné frakce (drobné kusy a sypké hmoty). - Není upřesněn postup získání analyzovaného podvzorku z odebraného vzorku.

Shrnutí metodiky

- **Způsob odběru vzorku:** ze svozových automobilů.
- **Velikost vzorku:** 91 až 136 kg (200 až 300 lb).
- **Příprava vzorku pro vzorkování:** kvartace vzorku, analyzování přibližně ¼ z 200 až 300 lb.
- **Četnost:** rozmezí 5 až 7 dnů.
- **Použití mechanizace:** informace nejsou dostupné.
- **Využití sít:** ne.
- **Popis třídění:** manuálně.
- **Třídící modul:** dvě úrovně (I. úroveň – 13 frakcí, II. úroveň – 22 kategorií frakcí).
- **Relevance:** ano, vysoká, ve velkém množství zahraničních studií se na ni odkazují, zejména na zmínění statistické postupy.

5.2.2 MODECOM

Oficiální název metodiky: Method of characterization of the household waste [26]

Země původu: Francie

Rok vydání: 1998

Úvod

Method of characterization of the household waste (MODECOM) je metodika pocházející z roku 1998 vyvinutá francouzským úřadem pro energetiku a životní prostředí (ADAME). Navazuje na starší verzi metodiky z roku 1993. Dokument metodiky obsahuje doporučení k velikosti odebraného vzorku a jeho úpravě pro vzorkování. Dále doporučuje minimální množství svozových vozů a minimální množství odpadu odebraného z každého z nich. Zabývá se manuálním tříděním vlhkého (surového) vzorku a tříděním sušeného vzorku. Slouží jako základ pro vytvoření francouzské normy AFNOR: X30-466 týkající se odpadů z domácností a souvisejících odpadů popisující metodu sušení produktů. Používá se k hodnocení například kompostáren, zařízení pro mechanicko-biologickou úpravu a další. [26]

Odkazují se na ni další metodiky:

- Bayard et al. (2017) - Francie – kap. 5.3.4,
- Montejo (2011) – Španělsko – kap. 5.3.14.

Základní princip metodiky

Pro analýzu byl doporučen vzorek o velikosti 500 kg. Tento vzorek byl vytvořen metodou podobnou kvartaci z 10 náhodně odebraných hromad odpadu, kdy každá vážila přibližně 50 kg. Pro správnost analýzy bylo doporučeno odebrat odpad minimálně z 5 svozových vozů, přičemž by z každého vozu měly být odebrány minimálně 2 tuny odpadu. [26]

Vlhký odpad byl manuálně tříděn na sítích s kulatými oky o průměru 100 mm, na 12 frakcí jedné úrovně (Tab. 16). Jemný podíl propadával na síto s oky o průměru ok 20 mm. Touto metodou byly získány tři kategorie odpadu:

- velká frakce – nad 100 mm (dále tříděna na jednotlivé frakce),
- střední (mezisítná) frakce – 100 až 20 mm,
- jemná frakce – pod 20 mm.

Tab. 16 Modul třídění podle metodiky MODECOM

I. úroveň

- 1 Fermentovatelné odpady
- 2 Papír
- 3 Lepenka
- 4 Kompozity
- 5 Zdravotnické textilie
- 6 Plasty
- 7 Neklasifikované spalitelné
- 8 Sklo
- 9 Kovy
- 10 Neklasifikované nespalitelné
- 11 Speciální odpad
- 12 Jemný zbytek

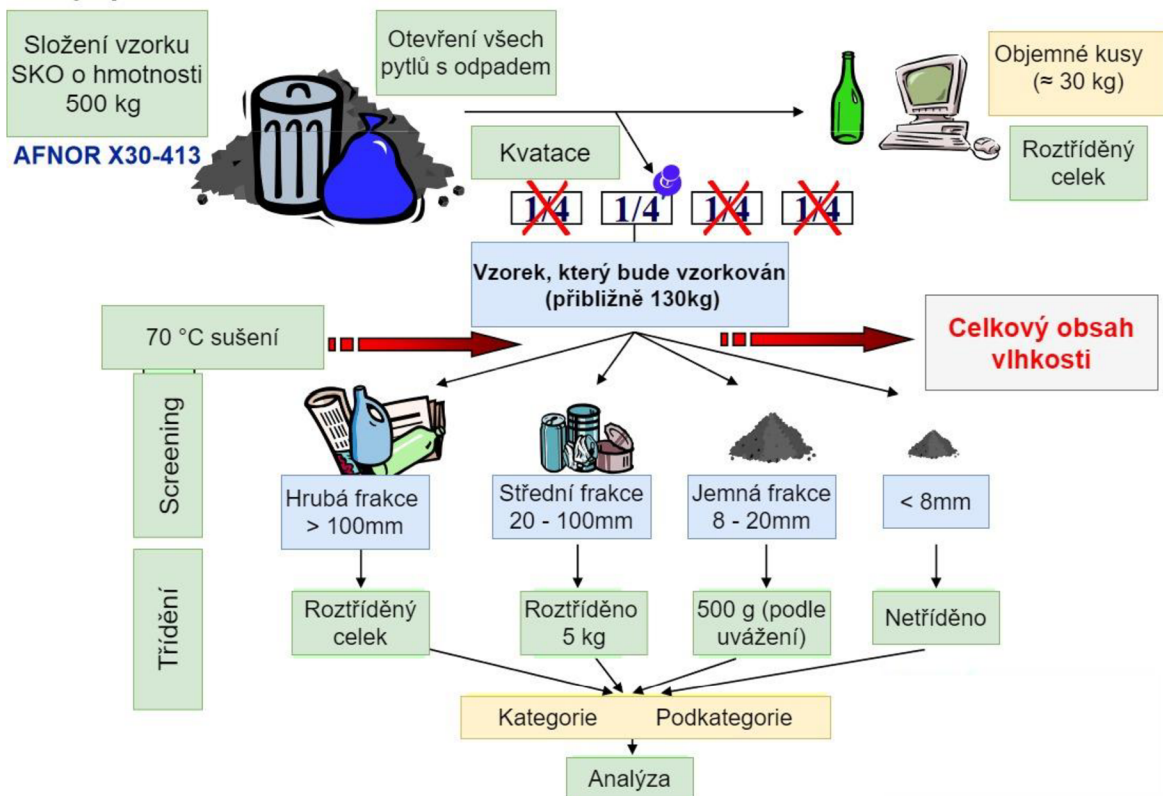
Dokument zmiňuje možnost přidání síta s oky velikosti 8 mm pro možnost dalšího třídění jemné frakce. Opakovaně je zmiňována nebezpečnost manuální manipulace s vlhkým odpadem z hygienických a bezpečnostních důvodů pro personál. [26]

Dokument dále zmiňuje možnost sušení celého vzorku, po dobu 5 dní při teplotě 170 °C. Manuální třídění suchého vzorku je bezpečnější a pohodlnější pro obsluhu a je snížen zápach. Usušení vzorku snižuje výskyt chyb způsobených různými shluky slepeného vlhkého materiálu a jemných částic. Usušený odpad je proset na rotačním sítu – Trommel², kde je oddělena frakce pod 20 mm. Množství materiálu pro analýzu je pak menší, což vede k jejímu rychlejšímu praktickému provedení a snížení nákladů na vzorkující personál [26].

Realizace rozboru

Průběh realizace rozboru je schematicky znázorněn na Obr. 8. Z deseti náhodně odebraných hromad o hmotnosti 50 kg byl vytvořen vzorek o velikosti 500 kg. V rámci vzorku byly otevřeny a vysypány všechny pytle s odpadem. Byly vytrženy objemné kusy a zbytek vzorku byl rozdělen metodou kvartace (rozdělení na 4 rovnocenné hromady a náhodné zvolení jedné z nich). Analyzovaný vzorek vážil přibližně 130 kg. Odpad byl umístěn na třídící stůl vybavený sítem s kruhovými oky o velikosti 100 mm a pod ním umístěným sítem s oky velikosti 20 mm, uspořádání a vzhled použitých sít je zobrazen na Obr. 9. Odpad byl na vrchním sítu roztříděn na výše zmíněné frakce (Tab. 16). Z mezisítné frakce (20 až 100 mm) bylo dále manuálně vytrženo 5 kg materiálu. Z jemné frakce (pod 20 mm) mohlo být podle uvážení ještě vytrženo přibližně 500 g materiálů. Podle možností mohlo být ještě pod síto s oky o velikosti 20 mm umístěno síto s oky o velikosti 8 mm. Frakce pod 8 mm už nebyla dále tříděna. [26]

² Trommel – bubnové rotační síto.



Obr. 8 Postup analýz dle MODECOM [26]

Na Obr. 9 jsou zobrazena síta s oky o průměru 100 mm a 20 mm a jejich umístění při manuálním třídění analyzovaného vzorku odpadu. Vrchní síto (100 mm) slouží jako pracovní stůl pro vzorkáře a frakce pod 100 mm propadáva na síto umístěného pod ním. Není specifikováno, zda jsou v průběhu rozboru síta nějakým způsobem protřepávána.



Obr. 9 Třídící stanoviště se síty, vlevo 100 mm, uprostřed 20 mm [26]

Laboratorní analýzy

V rámci metodiky byly prováděny laboratorní analýzy zaměřené na měření obsahu vlhkosti v každé tříděné kategorii. Po vytrídění byla část každé kategorie sušena. Sušení probíhalo po dobu 5 dní při teplotě 70 °C. Výsledkem bylo zjištění celkového množství vlhkosti obsažené ve vzorku SKO [26].

SWOT analýza

V rámci vyhodnocení předkládané metodiky byla provedena SWOT analýza, která je zpracována v Tab. 17.

Tab. 17 SWOT analýza metodiky MODECOM

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none">- Proveditelnost rozboru na základě metodiky.- Zmíněny možnosti analyzování sušeného vzorku.- Základ pro některé další metodiky.- Provádění rozborů ve všech ročních obdobích.- Využívání principů kvartace pro získávání analyzovaného podvzorku z odebraného vzorku.- Využití několika velikostí sít.	<ul style="list-style-type: none">- Zkreslení výsledků vlivem úpravy odpadu ve svozovém automobilu.- Třídění silně závisí na péči a dovednosti obsluhy, to může vést ke špatné reprodukovatelnosti.- Vzorky z různých typů svozových automobilů mohou mít různou míru ovlivnění svezeného odpadu.- Hygienická a bezpečnostní rizika při práci s vlhkým materiálem, neuspokojivé podmínky pro optimální výsledky třídění.
Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none">- Snadný převoz odpadu, který už je ve voze, není třeba vypravit zvláštní svozový automobil.- Doporučení sušení celého vzorku před vzorkováním.- Doplnění typických odpadů zastoupených v dané kategorii – zajištění návodu, pro možnost reprodukování metodiky.- Zajištění lepších pracovních podmínek, snížení hygienických a bezpečnostních rizik při práci s vlhkým materiálem.	<ul style="list-style-type: none">- Třídění silně závisí na péči a dovednosti obsluhy, to může vést ke špatné reprodukovatelnosti.- Zkreslené výsledky způsobené spojením jemných částic s hrubými při třídění vlhkého vzorku.- Zkreslení výsledků vlivem úpravy odpadu ve svozovém automobilu.- Opakovaně zmiňuje špatné pracovní podmínky a jejich nepříznivý vliv na přesnost třídění vlhkého vzorku.- Zmiňuje problémy s materiálovou hmotnostní bilancí.

Shrnutí metodiky (pro třídění vlhkého materiálu)

- **Způsob odběru vzorku:** ze svozového automobilu.
- **Velikost vzorku:** 500 kg (náhodně odebraných 10 hromad o velikosti 50 kg).
- **Příprava vzorku pro vzorkování:** využití postupu obdobného kvartaci a vybrání objemných kusů pro získání analyzovaného podvzorku o hmotnosti cca 130 kg.
- **Četnost:** neuvádí, pouze zahrnutí všech ročních období.
- **Použití mechanizace:** ne, vzorek je kvartován a tříděn manuálně.
- **Využití sít:** ano, stolní - 100 mm, 20 mm a 8 mm pro vlhký materiál.
- **Popis třídění:** manuální třídění frakcí na stolním sítu.
- **Třídící modul:** I. úroveň (13 kategorií) viz Tab. 16.
- **Odběr laboratorních vzorků:** Ano, pouze se zaměřením na zjišťování vlhkosti.
- **Relevance:** ano, vysoká, odkazuje se na ni několik dalších metodik.

5.2.3 Nordtest

Oficiální název metodiky: Nordtest method – Solid waste, particular materials, sampling

Země původu: Finsko

Rok vydání: 1995

Úvod

Soubor doporučení, vyvinutý ve Finsku v roce 1995. Účelem metody bylo získat informace o množství a složení SKO zejména vzniklého v domácnostech a jemu podobného smíšeného odpadu z různých podniků a činností, s výjimkou různého průmyslového odpadu, zemědělství, stavebnictví a demolice, výroby energie a čistírenských kalů. Podle metodiky platí, že všechny složky obsažené v odpadu, které jsou snadno detekovatelné člověkem a lze je manuálně třídít, mohou být popsány a analyzovány uvedenými zkušebními metodami. Tento popis je závislý na účelu analýzy. Metodika poskytuje tedy spíše rady a pravidla, jak by mělo být postupováno při analýzách než přesné postupy provádění kompletních analýz [27].

Tato doporučení se týkají samotné vzorkovací operace, tj. technika odběru vzorků a strategie odběru vzorků. Dále jsou obsažena doporučení týkající se výběru nádob na vzorky, zpracování vzorků, s výjimkou kombinace primárních vzorků do složených vzorků nebo přípravy vzorku na analýzu, která není vůbec zahrnuta [27].

Metodika se týká vzorkování pevných látek s maximální velikostí částic přibližně 80 mm. Zbytky obsahující větší částice musí být před odběrem vzorků nějak upraveny, metody úpravy vzorků nejsou v této metodice specifikovány, často se však jedná o drcení [27].

Odkazují se na ni další studie zaměřené na rozbor SKO:

- Edjabou et al., Dánsko (2014) – kap. 5.3.7,
- Metodika NSR (1997) (Nordvästra Skånes Renhållnings AB), Švédsko – kap. 5.3.6,
- Pop et. al., Rumunsko (2015) – kap. 5.3.19.

Základní princip metodiky

Pro správné porozumění účelům poskytnutým doporučením nejdříve metodika definuje pojmy, které se týkají jak názvosloví pro prvky analýzy, tak matematických pojmů a postupů.

Jsou to následující pojmy:

- *Přesnost* – blízkost shody mezi pozorováním a skutečnou hodnotou. Přesnost výsledku by neměla být zaměňována s mírou přesnosti.
- *Analyzovaný vzorek* – vzorek s požadovaným množstvím pevného zbytku pro konkrétní druh analýzy.
- *Složený vzorek* – kombinace primárních vzorků do jednoho vzorku. Primární vzorky se kombinují v množství úměrném velikosti populace v místě odběru vzorku.
- *Laboratorní vzorek* – vzorek odeslaný nebo přijatý do laboratoře.
- *Sledovaný vzorek*³ – oddělené množství pevných zbytků, u kterých je předpokládána reprezentativnost parametrů, které by měly být určeny.
- *Odběr vzorků na základě hmotnosti* – odběr primárních vzorků v jednotlivých hmotnostních intervalech v celém sledovaném vzorku nebo jednotlivé vzorkovací jednotce.
- *Maximální velikost částic* – velikost nejmenšího použitého síta (čtvercová mřížka) podle švédské normy SS 02 71 23, na kterém nezůstane více jak 5 % vzorku.
- *Míra přesnosti*⁴ – míra rozsahu, ve kterém se pozorování v rámci souboru navzájem shodují.
- *Rozptyl přípravy a testování (V_{PT})* – část z celkového rozptylu pocházející z přípravy a testování vzorků.
- *Primární vzorek* – vzorek původně odebraný ze zástavby před jakýmkoli zpracováním (např.: homogenizace, dělení, zmenšení velikosti nebo kombinace vzorků). Ve většině

³ Vychází z anglického „Lot“.

⁴ Z anglického „Precision“.

případů každý přírůstek vzorku tvoří jeden primární vzorek. Za určitých okolností, např. při odběru vzorku z kontinuálního proudu⁵, lze několik přírůstků vzorku kombinovat do jednoho primárního vzorku.

- *Rozptyl primárního vzorku (V_s)* – celková odchylka stanovená na základě sady primárních vzorků.
- *Pravděpodobnostní vzorkování* – vzorkování bylo prováděno tak, aby všechny částice ve sledovaném vzorku nebo vzorkovnici měly stejnou pravděpodobnost, že budou zahrnuty ve vzorku.
- *Náhodné vzorkování* – odběr vzorků se provádí podle podrobného plánu odběru vzorků, kde čas a místo odběru vzorků je stanoveno náhodně. Viz také jednoduchý náhodný výběr, stratifikovaný náhodný výběr vzorkování a systematický náhodný odběr vzorků.
- *Opakované vzorkování* – odběr primárních vzorků, které jsou postupně míchány do různých nádob k získání dvou nebo více vzorků přibližně stejné hmotnosti, z nichž každý je reprezentativní pro celý sledovaný vzorek/vzorkovací jednotku.
- *Reprezentativní vzorek* – vzorek, který uspokojivě odráží vlastnosti celé zástavby, ze které je vzorek odebrán. Reprezentativní vzorek musí odrážet zástavbu, ve které byl shromážděn s ohledem na fyzikální vlastnosti, jako je např. distribuce velikosti zrn a průměrné chemické složení.
- *Ukázkový přírůstek* - část pevných látek shromážděných v jediné operaci vzorkovače. Ve většině případů každý přírůstek vzorku tvoří jeden primární vzorek. Za určitých okolností, např. při odběru vzorků z kontinuálního proudu, lze několik přírůstků vzorku kombinovat do jednoho primárního vzorku.
- *Vzorkovač:*
 - a) Zařízení používané ke sběru vzorků.
 - b) Osoba odebírající vzorky podle plánu odběru vzorků.
- *Vzorkovací plán* – řada pokynů pro vzorkařský personál, který popisuje, jak by měl být proveden odběr jednotlivých vzorků.
- *Vzorkovací jednotka* – specifická část sledovaného vzorku, ze které se odebírají vzorky. Sledovaný vzorek se z praktických důvodů často dělí na vzorkovací jednotky pro usnadnění racionálního vzorkování.
- *Sekundární vzorek* – vzorek získaný dělením primárního vzorku nebo složeného vzorku.
- *Jednoduchý náhodný výběr* – odběr vzorků se provádí tak, aby všechny primární vzorky byly odebírány zcela náhodně.
- *Stratifikovaný náhodný odběr vzorků* – pokud pevný zbytek, který má být odebrán, vykazuje pravidelné rozdíly v kvalitě a stratifikační vrstvy s různými vlastnostmi mohou být identifikovány a izolovány, stratifikovaný náhodný odběr vzorků může zlepšit přesnost vzorkování. V každé vrstvě je prováděn jednoduchý náhodný odběr vzorků a vzorky odebrané z různých vrstev nejsou kombinovány. Statistické parametry pro celý sledovaný vzorek jsou určeny jako vážené průměry s odkazem na jejich relativní velikost.
- *Systematický náhodný odběr vzorků* – odběr vzorků se provádí tak, že první jednotka odběru vzorků, která má být tříděna, je stanovena náhodně, zatímco následné jednotky jsou vybírány v pravidelných časových, hmotnostních nebo prostorových intervalech. Tento odběr lze použít pouze v případech, že neexistují žádné pravidelné (cyklické) změny v kvalitě pevných zbytků, které jsou vzorkovány.

⁵ Z anglického „falling stream“ – např. vzorkování z dopravníkového pásu. Vzorkování je prováděno buď v časovém nebo hmotnostním intervalu (stanovení doby, po kterou je odpad odebírán nebo množství odebraného KO). Toto vzorkování probíhá náhodně a takto odebrané primární vzorky mohou být kombinovány do složených vzorků.

- *Cílový parametr* – parametr, kterého má být dosaženo analýzou odebraných vzorků.
- *Zkušební vzorek* – vzorek získaný dělením a/nebo zmenšením velikosti laboratorního vzorku pro testování nebo analýzu.
- *Vzorkování na základě času* – odběr primárních vzorků v jednotném časovém intervalu v celém sledovaném vzorku nebo vzorkovací jednotce.

Pro vzorky platí důležitost náhodnosti vzorkování. Tento požadavek má přímý vliv na zařízení pro odběr vzorků (velikost vzorkovače musí korelovat s maximální velikostí částic, aby bylo možno zahrnout maximální velikost částic a zahrnout do analýzy i největší částice obsažené ve vzorku). Další podmínkou je, aby každá přítomná částice byla fyzicky přístupná pro odběr, což je podmínka, které z praktických důvodů nemůže být často zcela splněna. Odběr jednotlivých vzorků je často závislý na konkrétním účelu zadané analýzy, ty se mohou individuálně lišit. Odlišnosti mohou nastat už v místě odběru vzorků, způsobu stratifikace nebo charakteru pevných zbytků (popel, struska a podobné zbytky, maximální velikost částic 80 mm). Pro zajištění reprezentativnosti metodika poskytuje rozsáhle statistické výpočty

Realizace rozboru

Metodika neřeší realizaci konkrétních rozborů SKO pouze poskytuje návod na zajištění reprezentativních vzorků a vyhodnocení získaných informací. Pro účely analýz definuje následné způsoby odběru vzorků:

- odběr vzorků ze zastaveného dopravníkového pásu,
- odběr vzorků z klesajícího proudu,
- odběr vzorků z jedoucího dopravníkového pásu,
- odběr vzorků ze stacionární hromady.

Procedura sbírání vzorků je závislá na konkrétním účelu analýzy. U každého odebraného vzorku je vypracován záznam o odběru vzorku, který je vypracován personálem provádějící odběr vzorku a musí obsahovat následující informace:

- jméno a adresa původce odpadu,
- adresa místa odběru (identifikace),
- datum odběru vzorku,
- čas odběru vzorku,
- osoby přítomné odběru vzorku,
- vhodnost povětrnostních podmínek při odběru vzorku,
- odhad množství SKO, ze kterého mají být odebrány vzorky,
- překážky v odběru vzorku a dokumentace stavů, které mohou mít vliv na vzorek,
- obecný popis odpadu, který má být vzorkován,
- místo provádění rozboru vzorku,
- vzorkovací zařízení,
- popis techniky vzorkování,
- každý primární vzorek musí mít samostatně zaznamenané údaje:
 - hmotnost vzorku,
 - objem vzorku,
 - čas vzorkování,
 - místo vzorkování (pokud bylo použito více míst pro analýzy vzorku),
 - specifika pozorovaná u daného vzorku,
- popis způsobu kombinování primárních vzorků do složených vzorků,

- pro složený vzorek musí být samostatně zaregistrováno:
 - které primární vzorky byly použity při kombinaci a jaké měly rozměry (objem/hmotnost),
 - čas, kdy byl vzorek skombinován,
- popis způsobu kombinování složených vzorků do dalších složených vzorků:
 - které složené vzorky byly použity při kombinaci a jaké měly parametry (objem/hmotnost),
 - čas, kdy byl vzorek skombinován,
- adresa laboratoře nebo místa, kam bude vzorek dopraven,
- poznámky [27].

Navržený záznamový list podle metodiky Nordtest je zobrazen na Obr. 10.

Doporučené množství vzorků a jejich velikost stanovuje na základě statistických principů, obecně uvádí získávání 100 až 200 vzorků pro každou reprezentativní oblast o hmotnosti 1 až 2,5 tuny. Metoda nespécifikuje způsob třídění, možnosti využití sít ani kategorie tříděných frakcí. Pouze je zmínka o nutnosti vybrání ostrých předmětů před zahájením třídění. Pro analýzy vzorků odebraných pod bodem mrazu (typické v severských zemích) doporučuje rozmrazování vzorku před analýzou.

Sampling plan	Date of sampling 20__-__-__	No.
	Objective of sampling	Starting time for sampling :

1 Names and addresses			
Name of company producing material to be sampled		Sampling site	
Address		Address	
Contact person		Contact person	
Telephone number	Telefax number	Telephone number	Telefax number

2 Material to be sampled			
Material to be sampled		Special characteristics of concern for sampling	
Max. particle size	Special precautions to be taken during sampling (i.e. protective clothing etc.)		
Sampling location	Total amount	Number of sampling units	Amount in sampling unit

3 Sampling technique and strategy			
Sampling equipment (type and size)		Sample container (type and size)	
<input type="checkbox"/> Material to be sampled needs some kind of treatment prior to sampling. Description of procedure is given in Annex No. ____			
Number of primary samples from each sampling unit		Primary sample size	
Sampling technique (how to collect one primary sample)			
Strategy for the collection of several samples			<input type="checkbox"/> Figures showing sampling locations in Annex ____

4 Combination of primary samples	
<input type="checkbox"/> Primary samples should be combined into composite samples.	<input type="checkbox"/> Primary samples should NOT be combined into composite samples. CONT. WITH POINT 5.
Total number of composite samples	Composite sample size
Description of how primary samples should be combined into composite samples	

5 Sample preservation
Description of methods for sample preservation

6 Labelling and transportation			
System of labelling samples			
Means of transportation		Special precautions to be taken during transportation	
Send samples to		Transport company	
Address		Address	
Contact person		Contact person	
Telephone number	Telefax number	Telephone number	Telefax number

7 Company responsible for sampling plan			
Sampling plan drawn up by		Address	
Contact person		Telephone number	Telefax number
Date	Signature		

Obr. 10 Ukázka záznamového listu Nordtest [27]

Matematická část metodiky Nordtest

Součástí metodiky jsou i matematické a statistické postupy pro určení minimálního rozsahu (objem, počet) vzorků a zásady a doporučení s ohledem na zajištění reprezentativního vzorku.

Požadovaná úroveň spolehlivosti a požadovaná přesnost je dána požadavky výsledky analýz, běžně se používá úroveň spolehlivosti 95 %.

Minimální počet primárních vzorků je dán rovnicí (2.1) – kde známá varianta primárního vzorku (V_s) je předmětem složitých statistických výpočtů, kterým je věnována rozsáhlá část metodiky a závisí na účelu prováděných analýz [27].

$$n = \left(\frac{t}{e}\right)^2 \cdot V_s \quad (2.1)$$

Kde:

V_s – známá varianta primárního vzorku

n – minimální počet primárních vzorků

e – přípustná chyba, obvykle rozdíl mezi horní mezí spolehlivosti a průměrem ($x_{\max} - \bar{x}$)

t – student t test pro $(n-1)$ stupňů volnosti a obvykle úroveň spolehlivosti 95 % a oboustranné rozdělení, hodnoty t pro 95% interval spolehlivosti jsou v Tab. 18 Tab. 13 Hodnoty t^* jako funkce počtu vzorků a intervalu spolehlivosti podle metodiky ASTM .

Vždy je potřeba odebrat minimálně pět primárních vzorků. Pokud při odběru vzorku není dosaženo požadované přesnosti je potřeba odebrat další vzorky [27].

Tab. 18 Hodnoty t jako funkce počtu vzorků a intervalu spolehlivosti 95 % podle metodiky Nordtest

Počet vzorků, n	95 %	Počet vzorků, n	95 %	Počet vzorků, n	95 %	Počet vzorků, n	95 %
4	2,776	18	2,101	31	2,040	44	2,015
5	2,571	19	2,093	32	2,037	45	2,014
6	2,447	20	2,086	33	2,035	46	2,013
7	2,365	21	2,080	34	2,032	47	2,012
8	2,306	22	2,074	35	2,030	48	2,011
9	2,262	23	2,069	36	2,028	49	2,010
10	2,228	24	2,064	37	2,026	50	2,009
11	2,201	25	2,060	38	2,024	55	2,004
12	2,179	26	2,056	39	2,023	60	2,000
13	2,160	27	2,052	40	2,021	70	1,994
14	2,145	28	2,048	41	2,021	80	1,990
15	2,131	29	2,045	42	2,018	90	1,987
16	2,120	30	2,042	43	2,017	100	1,984
17	2,110						

SWOT analýza metodiky:

V rámci vyhodnocení předkládané metodiky byla provedena SWOT analýza, která je zpracována v Tab. 19.

Tab. 19 SWOT analýza metodiky Nordtest

Silné stránky	Slabé stránky
- Postupy pro určení minimálního rozsahu vzorků (objem, počet). - Postupy pro získání reprezentativních vzorků.	- Neuvádí modul třídění, tříděné frakce a zastoupené odpady.

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"> - Použité statistické postupy jsou popsány pomocí příkladů jednotlivých výpočtů. - Pro získání podvzorku doporučuje kvartaci. - Možnost kombinace odebraných vzorků. - Díky postupům pro kombinaci vzorků a získání podvzorku lze pokaždé analyzovat vzorek stejné velikosti (hmotnost objem) - Odkazují se na ni další metodiky. 	<ul style="list-style-type: none"> - Velká závislost na konkrétním účelu zamýšlené studie. - Nepopisuje žádnou konkrétní studii a použité postupy v praxi.
Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none"> - Doporučení rozmrazování vzorků pod bodem mrazu (na to se odkazuje několik studií převážně ze severovýchodních zemí). 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifikace a nutnost odstranění nebezpečných předmětů před samotným tříděním.

Shrnutí metodiky:

- **Způsob odběru vzorku:** definuje několik možných způsobů na základě požadavků zamýšlené studie.
- **Velikost vzorku:** 100 až 200 vzorků pro každou oblast, čemuž má odpovídat hmotnost 1 až 2,5 tuny.
- **Příprava vzorku pro vzorkování:** pro získání podvzorku je doporučena kvartace. Při rozboru vzorků pod bodem mrazu je doporučeno jejich rozmrazení.
- **Četnost:** individuální, na základě požadavků zadané studie.
- **Použití mechanizace:** individuální, na základě požadavků zadané studie.
- **Využití sít:** neuvádí.
- **Popis třídění:** individuální, na základě požadavků zadané studie.
- **Třídící modul:** individuální, na základě požadavků zadané studie.
- **Odběr laboratorních vzorků:** ano.
- **Relevance:** ano, vysoká zejména pro statistické zpracování informací.

5.2.4 Swiss Agency for the Environment, Forest and Landscape (dále jen „SAEFL“)

Oficiální název metodiky: A survey on the composition of household waste 2001/02 by Swiss Agency for the Environment, Forest and Landscape SAEFL [28]

Země původu: Švýcarsko

Rok vydání: 2004

Úvod

Metodika publikovaná v roce 2004 ve Švýcarském Bernu agenturou Swiss Agency for the Environment, Forest and Landscape (SAEFL). Cílem bylo analyzovat složení domovních odpadů ve Švýcarsku. Během dvou průzkumů na jaře 2001 a na podzim 2002 bylo analyzováno složení 16 tun odpadů z 33 obcí. Využívány byly některé stratifikační faktory – geografická lokalita, turismus, sezónnost, systém poplatků za odpad, socio-ekonomické faktory a vliv separovaného sběru bioodpadů. Vzorky pocházely ze svozových vozů a byly tříděny manuálně pouze na první úrovni. V rámci metodiky byla porovnána extrapolovaná data z analýz s daty odděleně sebraných recyklovatelných složek a také porovnání s výsledky z předchozí studie v letech 1992/93 [28].

Základní principy metodiky

V průběhu dvou průzkumů bylo analyzováno složení 16 tun odpadu pocházejícího z 33 obcí. Odpad byl tříděn na 18 frakcí na první úrovni. Analyzovaná data byla poté extrapolována na celkové množství vyprodukovaných odpadů v těchto obcích a porovnána s hodnotami separovaných složek odpadu. Odebrané vzorky pocházely z pytlového sběru. Složení SKO z pytlů na odpadky bylo porovnáno s výsledky studie z let 1992/93 a bylo zjištěno, že se liší pouze nepatrně. Tyto změny byly znatelnější při kvantitativním porovnání výsledků. Množství nevyseparovaného papíru a lepenky se výrazně snížilo oproti výsledkům minulých studií, biologický odpad, jehož podíl je největší, zůstal téměř nezměněn. Dále bylo zjištěno, že stratifikační faktor, který nejvíce ovlivňuje složení odpadu je systém poplatků za odpad a motivační bonusy při třídění [28].

Realizace rozboru

Odebírány byly přímo pytle s odpadem, které byly následně manuálně tříděny na frakce I. úrovně. Text uvádí třídění na 18 frakcí v rámci jedné úrovně, ale v příložených podkladech jich je uvedeno pouze 17. Uvedené tříděné frakce jsou zapsány v Tab. 20 [28].

Tab. 20: Modul třídění podle SAEFL

I. úroveň

Železo
Neželezné kovy
Sklo
Papír
Lepenka
Minerální odpad
Přírodní organické produkty
Biodpad
Textil
Plastové nádoby
Ostatní plasty
Kompozitní obaly
Elektroodpad
Baterie
Ostatní kompozitní materiály
Speciální odpad
Podíl pod 8 mm

Zaznamenávána byla hmotnost každého odebraného pytle, která se pohybovala od 157 kg do 590 kg. Vzorky byly váženy vcelku před začátkem rozboru, díky čemuž byla možnost zaznamenávat ztráty vlhkosti během samotného rozboru. Odpad byl tříděn na stolech bez využití sít. Jednotlivé frakce byly tříděny do vzorkovnic, které byly následně váženy, a jejich váha byla zaznamenávána záznamového listu. Na Obr. 11 jsou znázorněny jednotlivé části průběhu rozboru odpadů [28].



Obr. 11 Postup třídění - dodaný odpad (vlevo nahoře), třídění (vpravo nahoře), rozdělení na frakce (vlevo dole), vážení a záznam (vpravo dole) [28]

Laboratorní analýzy

Hodnotí chemické složení odpadu. Přímé analyzování těchto vlastností z neupraveného odpadu je vzhledem k jeho heterogenitě časově náročné a nákladné a získané reprezentativní hodnoty by při aplikaci na celek vykazovaly vysoké odchylky. Proto byla v rámci projektu přijata metoda analýz stanovení vlastností odpadu nepřímo analýzou zbytků ze spalování. Výsledky opět porovnává s výsledky z minulých analýz [28].

SWOT analýza

V rámci vyhodnocení předkládané metodiky byla provedena SWOT analýza, která je zpracována Tab. 21.

Tab. 21 SWOT analýza metodiky SAEFL

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"> - Navazuje na předchozí metodiky a porovnává s nimi analyzovaná data. - Uplatňuje stratifikační faktory jako je sezónnost, turismus, geografická lokalita, poplatkový systém odpadů a vliv samostatného sběru bioodpadu. - Monitorování ztrát odpařením během průběhu rozboru. 	<ul style="list-style-type: none"> - Doba a místo rozboru ovlivňují míru odpaření sledované vlhkosti. - Nepřináší informace o sběrných nádobách a svozových trasách. - Heterogenita odebraných vzorků.

Příležitosti	Hrozby
- Navrhuje zavedení podkategorií pro některé frakce (např. plasty dělit na obalové a neobalové).	- Metodika byla vydána v roce 2003, přičemž rozborů pocházejí z let 2001 a 2002, tedy není už příliš aktuální.

Shrnutí metodiky

- **Způsob odběru vzorku:** pytlový sběr odpadů.
- **Velikost vzorku:** jeden pytel – 157 až 590 kg.
- **Příprava vzorku pro vzorkování:** ne.
- **Četnost:** 2 analýzy (podzim a jaro).
- **Použití mechanizace:** ne.
- **Využití sít:** ne.
- **Popis třídění:** manuální do vzorkovnic.
- **Třídící modul:** 1 úroveň (17 kategorií) viz Tab. 20.
- **Odběr laboratorních vzorků:** ano
- **Relevance:** střední, dostatečný popis rozboru, nezabývá se příliš statistickými a stratifikačními parametry, hlavní náplní je porovnání hodnot z 2001 až 2002 s hodnotami z předchozí analýzy (okolo roku 1993).

5.2.5 Solid Waste Analysis Tool (dále jen „SWA-Tool“)

Oficiální název metodiky: SWA-Tool, Development of a Methodological Tool to Enhance the Precision & Comparability of Solid Waste Analysis Data [29]

Země původu: Evropská komise – EU

Rok vydání: 2004

Úvod

Metodika byla vyvinuta v rámci projektu Evropské Komise s cílem standardizovat postupy využívané pro zjišťování složení SKO. Předkládá rozsáhlou rešerši známých poznatků v oboru nakládání se směsnými komunálními odpady. Tyto poznatky postupně shrnuje ve 24 obecných doporučení, které obsahují veškeré parametry celé studie. Mezi tyto parametry spadá především požadovaná přesnost studie, stratifikace, sběr vzorků, třídění vzorků, analýza vzorků a statistické zpracování výsledků. Tato studie doporučuje pro analýzu celý objem vzorku, není prováděno získávání podvzorku. Stratifikace je pouze doporučena dle potřeb konkrétní analýzy. Cílem SWA-Tool je poskytnout metodiku analýzy odpadů na pro použití na místní a regionální úrovni, standardizované postupy pro rozborů tuhých komunálních odpadů na území Evropské Unie [29].

Základní principy metodiky

Předložená doporučení uživatele provedou celým postupem analýz SKO od přípravných matematických výpočtů pro výběr vhodných lokalit odběru vzorků a počtu odebraných vzorků, přes postup rozboru odpadu, až po konečné zpracování a vyhodnocení výsledků s použitím pokročilých statistických metod.

Základní principy metodiky jsou shrnuty v následujících doporučeních:

- *Doporučení 1:* Výsledky se vyjadřují na úrovni spolehlivosti 95%. Hodnota relativní přesnosti celkového výsledku musí být nižší než 10% (maximální povolená odchylka pro náhodnou chybu odběru vzorků pro celkové výsledky). Hodnota relativní přesnosti pro převládající kategorie frakcí (organický odpad, papír a lepenka, plast, sklo, kov a jemný podíl) musí být nižší než 20% (maximální limit pro náhodnou chybu odběru vzorku).

- *Doporučení 2:* Nedoporučuje se shromažďovat všechna data uvedená v níže v dokumentu metodiky. Shromažďují se pouze údaje, které jsou důležité pro vytvoření výběrové základny a která jsou nezbytné pro vytvoření návrhu analýzy. To je velmi specifické pro jednotlivé země a může se tak lišit případ od případu.
- *Doporučení 3:* Stratifikace není povinná pro analýzu odpadu, ale může mít výhody, jak pro přesnost výsledků, tak pro získání dalších informace o nakládání s odpady.
- *Doporučení 4:* Jako základ pro výběr vzorku pro místní nebo regionální program pro analýzu odpadu se doporučuje použít stratifikovaný náhodný odběr vzorků, pokud je to možné. Bez ohledu na to, jaké stratifikační vrstvy jsou vybrány, je zásadní, aby příslušné zdroje odpadu, z nichž mají být odebrány vzorky, jako jsou odpadkové koše, mohly být přiřazeny k vybraným vrstvám a byly odebrány vzorky.
- *Doporučení 5:* Doporučuje se použít nejvýše 5 příslušných stratifikačních vrstev, použití vyššího počtu vrstev by vedlo k nárůstu nezbytného počtu vzorků (větší velikost vzorů) pro dodržení požadované přesnosti výsledků analýz.
- *Doporučení 6:* Doporučeným místem odběru vzorku je venkovní odpadkový koše/kontejner mimo domácnosti nebo odchodní objekty.
- *Doporučení 7:* Doporučená velikost vzorku by měla být založena na objemu sběrné nádoby odpadu. (Nezaměňovat s objemem odpadu obsaženého ve sběrné nádobě).
- *Doporučení 8:* Jednotlivé vzorky by měly být podobné velikosti. Doporučená velikost pro analýzu odpadů by měla být nejnižší společný jmenovatel velikosti sběrných nádob z těchto hodnot: 120 l, 240 l, 360 l, 660 l, 1 100 l, 2 400 l a 3 600 l. Nádoby, z nichž se odeberou vzorky pro analýzu a které mají objem menší než 120 l, by se měly agregovat do jedné z těchto velikostí vzorku. Příklad: Použité nádoby jsou 120 l a 240 l. Velikost vzorku by měla být 240 l. Pokud se odebírají vzorky o objemu 120 l, měly by být dvě z těchto nádob sloučeny do jedné (240 l).
- *Doporučení 9:* Pokud je znám variační koeficient analyzovaného odpadu (např. z dřívějších analýz odpadu ve stejné oblasti), měl by být použit k výpočtu požadovaného počtu jednotek odběru vzorků dle dalších matematických postupů poskytnutých dokumentem SWA Tool.
- *Doporučení 10:* Není-li variační koeficient analyzovaného odpadu znám, doporučuje se pro různé druhy odpadu následující velikost vzorku (bez ohledu na velikost jednotkového vzorku):
 - domácí odpad: 45 m³,
 - směsi domácí/komerční odpad: 80 m³,
 - komerční odpad: 100 m³.
 Tyto hodnoty vycházejí ze zkušeností z dřívějších analýz odpadů a z výsledků projektu SWA-Tool. Pokud není s těmito hodnotami dosaženo požadované přesnosti, měla by být velikost vzorku upravena pro následující sezónní kampaň, aby bylo dosaženo požadované úrovně přesnosti.
- *Doporučení 11:* Počet jednotkových vzorků jedné stratifikační vrstvy nesmí přesáhnout 6 a velikost vzorku nesmí být pro domácí odpad menší než 6 m³ (objem nádoby pro domovní odpad). U komerčních odpadů musí být počet jednotkových vzorků v jedné vrstvě 15, avšak velikost vzorku nesmí být menší než 15 m³ (objem nádoby). Tyto hodnoty jsou určena na základě zkušeností.
- *Doporučení 12:* Doporučuje doplnit plán vzorkování o náhradní náhodné lokality. Tento plán bude využit, pokud nebude možno získat vzorky odpovídající původnímu plánu vzorkování.
- *Doporučení 13:* Pokud se běžný sběr komunálního odpadu pro příslušnou lokalitu opakuje denně nebo týdně, doporučuje se, aby doba trvání odběru vzorků a sběru vzorků pokrývala

alespoň jeden týden. To umožní, aby se vzorkování odpadů rozložilo na každý pracovní den (pondělí až pátek) pokrývající celý cyklus sběru a případné změny v důsledku neprovozování svozu odpadu o víkendu.

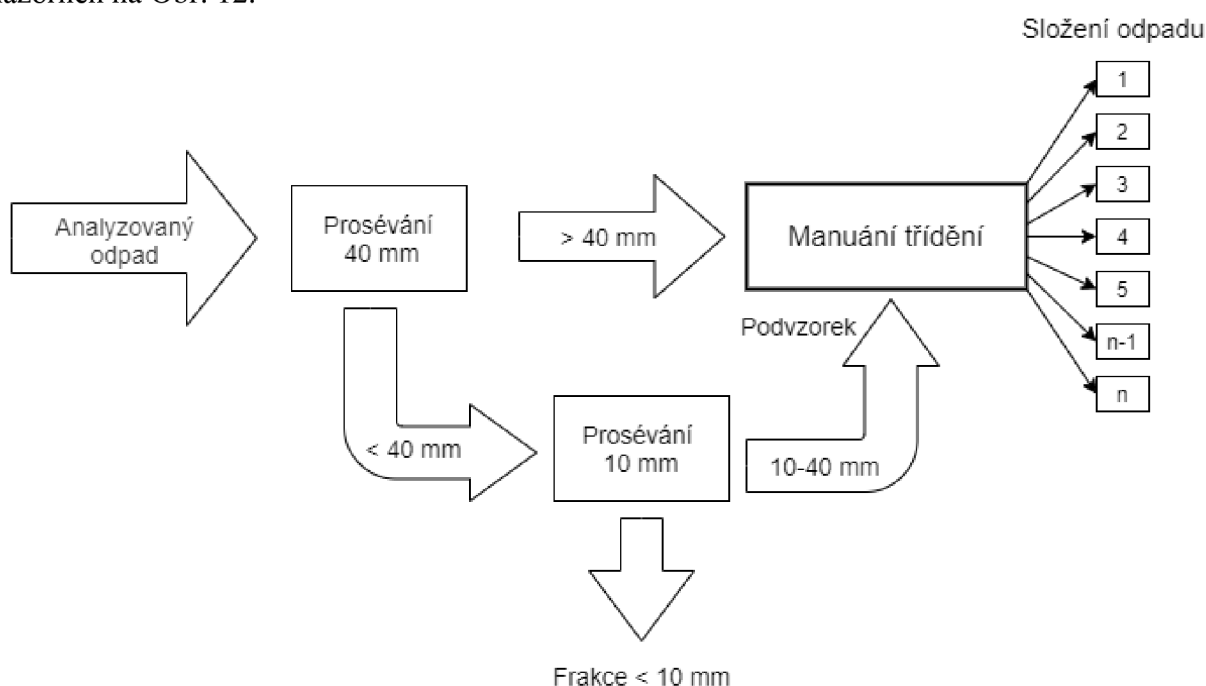
- *Doporučení 14:* Pokud se sběr odpadu pro příslušnou sběrovou lokalitu opakuje každé dva týdny (jednou za dva týdny), doporučuje se, aby doba trvání odběru vzorků a sběru vzorků pokrývala minimálně dva týdny, tj. celý cyklus sběru.
- *Doporučení 15:* Tým, provádějící odběr vzorků, by měl odebrat jednotkové vzorky z předem určených nádob jejich vyprázdněním nebo výměnou vybraného kontejneru v den pravidelného sběru. V ideálním případě by to mělo být provedeno bez informování vlastníka nemovitosti odpovědného za produkci odpadu, aby se zabránilo nepřímému ovlivnění složení odpadu.
- *Doporučení 16:* Každý odebraný vzorek by měl být označen jedinečným identifikačním referenčním kódem, který lze použít ve vlhkých podmínkách. Následující sběrná data by měla být shromážděna a zaznamenána pro každý jednotlivý vzorek týmem pro sběr vzorků odpadů v době sběru:
 - jedinečný identifikační referenční kód,
 - adresa vzorku,
 - datum odběru vzorku,
 - počet a druh kontejnerů na odpad, které byly odebrány,
 - vizuální odhad úrovně naplnění odebraných nádob na odpad,
 - vizuální odhad úrovně naplnění ostatních nádob na stejné adrese za účelem získání informací pro výpočet množství odpadu.
- *Doporučení 17:* Realizace rozboru:
 - pro každý jednotkový vzorek je vytvořen záznamový list pro analýzu odpadu,
 - jedinečný identifikační kód připojený ke každému vzorku se zaznamenává společně se záznamem o analýze odpadu, který má být proveden,
 - zaznamenává se procentuální poměr plnění nádoby na vzorky odpadu (vzorkovnice).
 - vzorkovnice se zváží na váze s přesností +/- 100 gramů (g) a zaznamená se její hmotnost,
 - aby se usnadnilo třídění, lze vzorek rozdělit na dvě počáteční frakce: nad 40 mm a pod 40 mm, prosetím sítem o velikosti ok 40 mm (Trommel), alternativně lze třídít odpad přímo na sítu o velikosti ok 40 mm, tento krok je pomocný pro tým vzorkařů, ale není povinný,
 - výše uvedená frakce 40 mm je rozdělena na 12 povinných kategorií primárního odpadu s výjimkou kategorie jemný podíl, Hmotnost každé kategorie se zaznamenává pro vzorkovnici s přesností +/- 100 g,
 - frakce pod 40 mm se dále prosévá sítem o velikosti ok 10 mm na dvě frakce: pod 10 mm a mezisítná 10 až 40 mm,
 - frakce pod 10 mm se zváží s přesností +/- 100 g a tato hmotnost se zaznamenává jako primární kategorie „jemný podíl“,
 - frakce 10 až 40 mm se váží také, homogenizací a kvartací se vytvoří reprezentativní dílčí vzorek a roztřídí se podle doporučených primárních kategorií (kategorie první úrovně). Analyzované složení dílčího podvzorku se poté aplikuje na celkovou hmotnost mezisítné frakce 10 až 40 mm. Výsledné hmotnosti se zaznamenávají a přiřazují k odpovídajícím kategoriím na první úrovni.

- *Doporučení 18:* Doporučuje se, aby stanovení optimálního počtu pracovníků třídícího týmu podle místních okolností bylo založeno na rychlosti třídění 100 kilogramů odpadu na 6 osob za hodinu.
- *Doporučení 19:* Výsledky základní hmotnosti se přenesou ze záznamového listu (papírová kopie) do listu v programu Excel, vypočítá složení odpadu a požadované statistické údaje.
- *Doporučení 20:* Výsledek každé stratifikační vrstvy musí být zvážen a vložen do správného vztahu. Celkový výsledek je vážený průměr výsledků jedné vrstvy.
- *Doporučení 21:* Celkový vznikající např. zbytkový komunální odpad z domácností lze vypočítat vynásobením průměrné hodnoty celkového vzorku celkovým počtem jednotek odběru vzorku (v dané lokalitě).
- *Doporučení 22:* V případě stratifikace je celková produkce např. domovního odpadu pro vrstvu vypočtena vynásobením průměru vzorku vrstvy celkovým počtem jednotkových vzorků ve vrstvě. K získání celkového množství odpadu je třeba přidat výsledky vrstev. Interval spolehlivosti pro stratifikovaný vzorek lze vypočítat pomocí rovnic uvedených v příloze SWA-Tool. V případě stratifikace je celková produkce např. domácího odpadu, pak lze celkové množství odpadu alternativně vypočítat vynásobením vážené průměrné hodnoty jednotlivých vzorků celkovým počtem jednotek odběru vzorků pro analyzovanou oblast.
- *Doporučení 23:* Pokud byla provedena sezónní analýza zahrnující méně než čtyři sezónní kampaně, může být rovněž nutné upravit extrapolaci výsledků tak, aby odpovídala chybějícím sezónním analýzám.
- *Doporučení 24:* Doporučuje se vykazovat a předkládat následující údaje:
 - nezpracovaná data, která by měla být prezentována a vykazována jako tabulka MS Excel,
 - statistické výpočty by měly být prezentovány a vykazovány jako tabulka MS Excel, vzorce pro výpočet statistických parametrů jsou popsány níže v matematické části metodiky, relativní interval spolehlivosti musí být vypočítán a vyjádřen jako výsledek, velmi často se zobrazuje absolutní interval spolehlivosti, který závisí na odpovídajícím průměru. Proto není možné srovnávat výsledky různých analýz odpadů,
 - vyhodnocení jednotlivých výsledků každé stratifikační vrstvy by mělo být předloženo a uvedeno jako tabulka,
 - je požadováno uvést extrapolaci celkových výsledků,
 - grafické znázornění výsledků – průměrná množství odpadů frakcí na první úrovni, pokud jsou vypočteny, by měla být prezentována graficky jako grafy MS Excel.

Tato doporučení a jejich přílohy jsou dostatečným nástrojem pro provedení rozborů tuhých SKO v souladu s metodikou SWA-Tool. Tato doporučení se netýkají zdraví a bezpečnosti. Jsou uvedeny pouze doplňující pokyny pro zdraví a bezpečnost, kdy hlavní bezpečnostní nařízení závisí na legislativě a nařízeních zemí a obcí, kde analýza probíhá. V souvislosti s různými metodami sběru odpadu v jednotlivých zemích nabízí metodika možnost úpravy tříděných kategorií a postupů analýzy.

Realizace rozboru

Každý odebraný vzorek je tříděn samostatně, opatřen identifikačním kódem a je pro něj vytvořen samostatný záznamový list. Jak již bylo uvedeno v doporučení 17 pro rozbor vzorků – odebraný bodový vzorek může být před manuálním tříděním jednotlivých frakcí proset pomocí mechanického rotačního síta (Trommel) s oky o velikosti 40 mm, nebo může třídění probíhat přímo na horizontálním sítu s oky o velikosti 40 mm. Podsítná frakce, tj. frakce pod 40 mm je proseta na sítu s oky o velikosti ok 10 mm. Z mezisítné frakce (10-40 mm) je kvartací vytvořen podvzorek, který je tříděn na frakce první úrovně dle Tab. 22. Složení takto získaného dílčího podvzorku je poté aplikováno na celkovou hmotnost mezisítné frakce (10 až 40 mm). Frakce jsou tříděny do vzorkovnic, které jsou samostatně váženy na váze s přesností +/- 100 g. Výsledné hmotnosti se zaznamenávají do záznamových listů. Tento postup je schematicky znázorněn na Obr. 12.



Obr. 12 Schéma postupu při analýze vzorku podle SWA-Tool

Povinné třídění na první úrovni obsahuje 13 kategorií a 35 doporučených kategorií na druhé úrovni. Tyto kategorie jsou zaznamenány v Tab. 22 níže. V Tab. 22 jsou uvedeny i poznámky k jednotlivým kategoriím na druhé úrovni pro usnadnění třídění a v posledním sloupci tabulky je uvedena řada zastoupených odpadů, s nimiž se běžně setkáváme v proudu komunálního odpadu. Metodika nevyklučuje zavedení dalších kategorií na třetí úrovni, pro poskytnutí dalších podrobností o složení odpadu podle místních požadavků na informace o složení tuhých komunálních odpadů.

Tab. 22 Modul třídění podle SWA-Tool

I. úroveň	II. úroveň	Poznámky	Zastoupené odpady
Organický odpad	Biologicky rozložitelný - kuchyňský/jídelní odpad	Veškeré biologicky rozložitelné odpady vznikající v domácích kuchyních nebo komerčních/průmyslových jídelnách	Chléb, kávová sedlina, vařené nebo tepelně neupravené potraviny, zbytky jídla, ovoce a zelenina, maso a ryby, krmivo pro

I. úroveň	II. úroveň	Poznámky	Zastoupené odpady
	<p data-bbox="563 416 794 551">Biologicky rozložitelný - zahradní/ odpad z parků</p> <p data-bbox="563 685 794 752">Ostatní biologicky rozložitelný odpad</p>	<p data-bbox="826 416 1114 685">Veškeré biologicky rozložitelné odpady vznikající v soukromých zahradách nebo veřejných parcích, zahradách, nebo úpravách krajiny.</p> <p data-bbox="826 685 1114 853">Veškerý biologicky rozložitelný odpad, který nespádá do žádné z výše uvedených kategorií</p>	<p data-bbox="1129 226 1394 293">domácí mazlíčky, čajové sáčky.</p> <p data-bbox="1129 416 1394 752">Květiny, ovoce a zelenina, zahradní odpad, posečená tráva, odpad ze zastřihávání živých plotů a prořezávání stromů, listů, větve stromů, plevel. Pozůstatky zvířat: kosti, fekálie</p>
Dřevo	<p data-bbox="563 853 794 898">Neupravené dřevo</p> <p data-bbox="563 1055 794 1099">Upravené dřevo</p>	<p data-bbox="826 853 1114 1021">Veškeré dřevěné/korkové předměty bez barvy, laku, konzervantů, tmelu a dalších</p> <p data-bbox="826 1055 1114 1223">Veškeré dřevěné/korkové předměty s barvou, lakem, konzervanty, tmelem a dalšími</p>	<p data-bbox="1129 853 1394 1055">Korkové zátky, korkové obaly, neupravené palety, masivní dřevo a jeho neupravené fragmenty</p> <p data-bbox="1129 1055 1394 1391">Dřevotříska, překližka, masivní dřevo a jeho upravené (ošetřené) fragmenty, opracované dřevo z plotů, ošetřený dřevěný nábytek, dřevěné kuchyňské linky, ošetřené pracovní desky</p>
Papír a lepenka	<p data-bbox="563 1391 794 1503">Papír a lepenka s vysokým leskem, tapety</p> <p data-bbox="563 1693 794 1760">Papír/karton - obalový</p>	<p data-bbox="826 1391 1114 1458">Biologicky nerozložitelný papír</p> <p data-bbox="826 1693 1114 1805">Veškeré nelesklé papírové a kartonové obaly</p>	<p data-bbox="1129 1391 1394 1693">Lesklé brožury (např. cestovní brožury), nákupní katalogy, lesklé časopisy (např. Elle, Cosmopolitan), papíry s vysokým leskem (např. fotografické papíry), odpadní tapety</p> <p data-bbox="1129 1693 1394 2029">Krabice od cereálií, kartony od čisticích prostředků, vlnitá lepenka, papírové tašky/ obaly na rychlé občerstvení, obaly na vajíčka, obaly na jiné potraviny/ krmivo pro domácí zvířata/ nepotravinové obaly,</p>

I. úroveň	II. úroveň	Poznámky	Zastoupené odpady
	<p data-bbox="563 539 655 577">Noviny</p> <p data-bbox="563 741 804 808">Ostatní papír/karton - neobalový</p>	<p data-bbox="828 539 1023 607">Volný i sešitový novinový papír</p> <p data-bbox="828 741 1112 842">Všechn papír a karton, který nebyl zmíněn jinde</p>	<p data-bbox="1128 232 1396 434">papírové pytlíky, krabice od papírových kapesníků, krabice od pracích prášků, voskované obaly na tekutiny, balicí papír</p> <p data-bbox="1128 539 1396 1240">Místní a celostátní noviny (placené i zdarma), reklamní materiály novinového typu, ostatní novinový papír Narozeninová přání, knihy, deníky, obálky, počítačové výtisky, složky a pořadače, faktury, kuchyňské utěrky, volný listový papír, dopisy, nelesklé brožury a katalogy, kancelářský papír, fotokopie, plakáty, telefonní seznamy, vstupenky, papírové kapesníky, toaletní papír, Zlaté stránky</p>
Plasty	<p data-bbox="563 1247 746 1314">Plastové fólie - obalové</p> <p data-bbox="563 1718 746 1785">Plastové fólie - neobalové</p>	<p data-bbox="828 1247 1104 1314">Všechny obalové tašky a sáčky</p> <p data-bbox="828 1718 1062 1785">Všechny neobalové tašky a sáčky</p>	<p data-bbox="1128 1247 1382 1718">Obaly od sušenek, obaly od cereálií (uvnitř krabice), potravinová fólie, sáčky na kompost/rašelinu, sáčky od mražené zeleniny, balicí fólie, plastové tašky na potraviny a krmiva, plastové tašky na nepotravinové produkty, obaly od sendvičů</p> <p data-bbox="1128 1718 1382 1883">Zahradní fólie, neobalové fólie, plastové sáčky, pytle na odpadky, nákupní tašky, plachty</p>

I. úroveň	II. úroveň	Poznámky	Zastoupené odpady
	Tvrdé plasty - lahve/nádoby	Všechny číré a barevné plastové lahve a nádoby	Všechny plastové lahve/nádoby od např: alkoholických nápojů, bělidla, čisticích prostředků, pracích prostředků, mléka, oleje, nealkoholických nápojů, octu, vody: výrobky pro domácnost/domácí zvířata/zahradu
	Tvrdé plasty - ostatní obalové	Všechny ostatní číré a barevné plastové obaly mimo lahve a nádoby	Obaly spotřebičů, tuby od čisticích výrobků, tuby od kosmetických produktů, krabičky na vejce, misky na balení potravin, tuby od potravin, krabičky na zmrzlinu, vaničky od margarínu, plastová víčka, kuličkové deodoranty, podnosy, kelímky od jogurtů, uzávěry lahví
	Tvrdé plasty - neobalové	Všechny neobalové plastové předměty	Držáky na osvěžovače vzduchu, kreditní karty, CD, hudební kazety, knoflíky, aplikátory kosmetiky/lepidel/bar ev, jednorázové žiletky, podlahové linoleum (lino), podlahové dlaždice (vinyl/plast), zahradní hadice, zahradnické náčiní, příslušenství pro domácnost/auto/zahradu, zapalovače, gramofonové desky, pera, květináče, plastové záclonové kolejnice, plastové rámy, sluneční brýle, plastové hračky, pravítka, zásobníky na osivo, boty (pouze z plastu), zubní pasty, trubky/čerpadla, video kazety

I. úroveň	II. úroveň	Poznámky	Zastoupené odpady
Sklo	Skleněné obaly číré	Veškeré číré skleněné lahve a sklenice	Lahve a sklenice od alkoholických a nealkoholických nápojů (např. pivo, cider, mléko vody, víno): sklenice od potravin (např. dětská výživa, káva, džem, nakládané okurky, omáčky): lahvičky od léků
	Skleněné obaly hnědé	Veškeré hnědé skleněné lahve a sklenice	Lahve a sklenice od alkoholických a nealkoholických nápojů (např. pivo, cider, mléko vody, víno): sklenice od potravin (např. dětská výživa, káva, džem, nakládané okurky, omáčky): lahvičky od léků
	Skleněné obaly ostatní	Veškeré barvené skleněné lahve a sklenice s výjimkou hnědých a čirých	Lahve a sklenice od alkoholických a nealkoholických nápojů (např. pivo, cider, mléko vody, víno): sklenice od potravin (např. dětská výživa, káva, džem, nakládané okurky, omáčky): lahvičky od léků
	Směsné neobalové sklo	Veškeré neobalové sklo	Nádobí (např. Pyrex ⁶ , sklenice na pití), tabulové sklo (např. stolní deska, okno, zrcadla, čelní sklo), žárovky (např. normální zářivkové, energeticky úsporné), smíšené rozbité sklo, oddělené televizní/počítačové obrazovky
Textil	Oděvy	Přírodní a umělé oděvy kromě obuvi	Kalhoty, sukně, ponožky, punčochy, punčocháče, spodní prádlo, košile, blůzy, svetry, kardigany, kabáty, klobouky, rukavice

⁶ Borosilikátové sklo, většinou používané na výrobu nádobí a laboratorního skla.

I. úroveň	II. úroveň	Poznámky	Zastoupené odpady
	Neoděvní textil	Přírodní a umělé textilie a bytový textil s výjimkou oděvů a obuvi	Klubíčka vlny, přikrývky, provázky, šňůry, koberce, tkaniny, závěsy, bytový textil a potahy, rohože, povlečení, polštáře, hadry, lana, koberečky, ručníky
Kovy	Železné obaly	Železné nádoby na potraviny, nápoje a ostatní nepotravinové produkty	Nádoby na sušenky, obaly od sycených nápojů, krmiva pro ryby a domácí mazlíčky, leštidla na boty, nealkoholických nápojů, polévek, cukroví, konzervované jídlo, aerosoly (deodoranty, parfémy, lak na vlasy)
	Neželezné obaly	Veškeré neželezné plechovky a nádoby a hliníkové fólie	Alobal (hliníková fólie), jídlo s sebou, tácky od koláčů a koláčků, nádoby na sušenky, obaly od sycených nápojů, krmiva pro ryby a domácí mazlíčky, leštidla na boty, nealkoholických nápojů, polévek, cukroví, konzervované jídlo, aerosoly (deodoranty, parfémy, lak na vlasy)
	Směsné železné kovy	Veškeré železné předměty s výjimkou nádob na potraviny, nápoje a ostatní nepotravinové produkty	Části jízdních kol, stavební materiály/materiály pro kutily, autodíly, přístroje, klíče, hřebíky, sponky, trubky, hrnce a pánve, radiátory, zavírací špendlíky, šrouby, nářadí
	Směsné neželezné kovy	Veškeré neželezné předměty s výjimkou plechovek, nádob a hliníkové fólie	Klíče, přístroje, zámky, nástroje a nářadí, autodíly, radiátory, hrnce a pánve, šrouby, hřebíky, stavební materiál/materiál pro kutily, části jízdních kol, trubky

I. úroveň	II. úroveň	Poznámky	Zastoupené odpady
Nebezpečný odpad z domácností	Baterie/akumulátory	Všechny typy baterií z domácností a autobaterií včetně nabíjecích a jednorázových	Baterie obsahující olovo, kyseliny, nikl a kadmium, ostatní baterie a akumulátory z domácností (včetně dobíjecích baterií), autobaterie
	Ostatní nebezpečný odpad	Veškery další potenciálně nebezpečný domácí odpad	Azbest, oleje na vaření, hasicí přístroje, chemikálie pro zahradu/domácnost, klihy a rozpouštědla, léky, metylované lihoviny, minerální, syntetické a nejedlé oleje a tuky a jejich filtry, barvy, fotografické chemikálie, chladiva
Komplexní produkty	Kompozitní/komplexní obaly	Jakýkoli složitý/složený obal, který nelze snadno rozdělit na jednotlivé části, a proto je obtížné jej klasicky klasifikovat	Karton potažený hliníkovou fólií, nádoby na tekutiny např. mléko, ovocný džus
	Kompozitní/komplexní neobalové výrobky	Jakýkoli složitý/složený předmět, který není obalem, který nelze snadno rozdělit na jednotlivé součásti, a proto je obtížné ho klasicky klasifikovat	Části spotřebičů, autodíly, části motorů, sandály a obuv (pouze pokud jsou tvořeny více materiály)
	Směsný elektroodpad	Veškeré domácí spotřebiče (malé i velké), IT a telekomunikační zařízení, osvětlovací zařízení, hračky, monitorovací a kontrolní přístroje	Klimatizace, záznamníky, automobilové závodní soupravy, vysavače, hodiny, sušičky na prádlo, kávovary, kompaktní zářivky, počítače, sporáky, kopírky, myčky nádobí, vrtačky, elektrické nože, elektrické sporáky/varné desky, elektrické zubní kartáčky, fax, mrazničky, fritézy, fěny, pračky, toustovače, herní konzole a ovladače, topná zařízení,

I. úroveň	II. úroveň	Poznámky	Zastoupené odpady
			regulátory topení/termostaty, výbojky s vysokou intenzitou, žehličky, notebooky, mikrovlňky, PC, váhy, šicí stroje, holící strojky, detektory kouře, sodíkové výbojky
Inertní odpady	Hlína a kameny Ostatní inertní odpady	Veškeré inertní odpady s výjimkou hlíny a kamenů	Cihly, kameny, písek, hlína, oblázky, štěrk Keramika, hliněné květináče a nádobí, vázy kamenná/keramická dlažba a obklady
Další kategorie	Pleny Zdravotnický materiál/biologický odpad Ostatní kategorie	Domácí zdravotnický odpad Jakýkoli jiný materiál, který je obtížné zařadit do jiných kategorií	Dětské jednorázové pleny Obvazy, tampony, injekční stříkačky
Jemný podíl	Podsítná frakce pod 10 mm		Popel, písek, malé fragmenty <10 mm ze všech výše uvedených kategorií

Matematická část metodiky

Pro matematické výpočty v rámci metodiky bylo nejprve potřeba definovat několik základních pojmů:

- *Interval spolehlivosti* – interval vypočtených hodnot z hodnot vzorků. Takto získané intervaly ohraničují odhadovaný parametr 100 (1- α) doby opakovaného vzorkování. Množství (1- α) se nazývá interval spolehlivosti.
- *Úroveň spolehlivosti* – pravděpodobnost spojená s intervalem spolehlivosti, který vyjadřuje pravděpodobnost, že interval bude zahrnovat studovaný parametr.
- *Proporcionální alokace* – postup přidělování, který rozděluje velikost vzorku jednotlivých vrstev při použití stratifikovaného náhodného vzorkování.
- *Standardní odchylka* – standardní odchylka sady měření x_1, x_2, \dots, x_n se rovná kladné druhé odmocnině rozptylu měření.
- *Stratifikovaný náhodný vzorek* – vzorek získaný oddělením prvků populace do nepřekrývajících se skupin, nazývaných vrstvy, a poté výběrem jednoduchého náhodného vzorku v každé vrstvě.
- *Variance* – rozptyl sady n měření x_1, x_2, \dots, x_n je průměr čtverců odchylek měření o jejich střední hodnotě.
- *Standardní chyba* – přesnost odhadu se měří pomocí jeho standardní odchylky, proto se standardní odchylka, odhadu nazývá standardní chyba.

- *Populace* – konečný nebo nekonečný soubor měření nebo jednotlivců, který zahrnuje souhrn všech možných měření v kontextu konkrétní statistické studie. Je to sady představující všechna pozorování, která jsou předmětem zájmu sběratele vzorků.
- *Rodičovská populace* – zde se jedná o celé množství odpadu (např. každodenní domácí a komerční odpad) v oblasti průzkumu.
- *Vzorek* – jakákoli podskupina populace. Podmnožina měření vybraných ze sledované populace.
- *Koeficient variace* – relativní míra variability, ve které je standardní odchylka vyjádřena jako procento střední hodnoty.
- *Návrh vzorkování* – návrh vzorkování nebo také návrh průzkumu specifikuje metodu sběru vzorku.
- *Prvek* – objekt, na kterém se provádí měření.
- *Vzorkovací jednotky* – jednotky jsou nepřekrývající se kolekce prvků z populace. V některých případech je vzorkovací jednotka samostatným prvkem.

Matematický popis vzorku – následující parametry jsou vhodnými opatřeními pro popis vzorku:

- *Počet jednotek odběru vzorku*: n
Průměrná hodnota naměřených hodnot je:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3.1)$$

- *Variace vzorku* – rozptyl sady n měření x_1, x_2, \dots, x_n , je průměr čtverců odchylek měření na jejich střední hodnotě:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (3.2)$$

- *Standardní odchylka vzorku* – standardní odchylka sady n měření $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, se rovná kladné druhé odmocnině rozptylu měření. Standardní odchylka se vypočítá rovnicí (3.3):

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3.3)$$

- *Koeficient variace vzorku* – je relativní míra variability, ve které je směrodatná odchylka vyjádřena jako procento střední hodnoty dle rovnice (3.4).

$$\text{var coeff}(x_i) = \frac{s}{\bar{x}} \quad (3.4)$$

Odvození a míra přesnosti

Použití statistických postupů v případě analýzy odpadů má dva cíle:

1. Odvození
2. Míra přesnosti

Odvození – cílem inferenční statistiky je provádět předpovědi o specifických parametrech (průměr, rozptyl, koeficient rozptylu) rodičovské populace na základě informací obsažených ve vzorku z této populace.

Míra přesnosti – statistický problém by byl neúplný bez odkazu na míru přesnosti interferenčních postupů. V odpadovém hospodářství se obvykle používají odhady intervalu pro odhad parametru populace. Když je použit odhad intervalu, dvojice čísel získaných z vypočteného odhadu se nazývá *odhad intervalu* nebo *interval spolehlivosti* (šířka pásma) pro parametr. Velké číslo, které lokalizuje horní konec intervalu, se nazývá horní mez spolehlivosti. Podobně pak číslo, které lokalizuje dolní extrém intervalu, se nazývá dolní mez spolehlivosti. *Pravděpodobnost*, že interval spolehlivosti obsahuje odhadovaný parametr, se nazývá úroveň spolehlivosti. Úroveň spolehlivosti měří podíl vzorků, které vytvářejí interval spolehlivosti obsahující parametr populace. Dobrý interval spolehlivosti je takový, který je co nejužší a má hladinu spolehlivosti blízko 1. Čím užší interval, tím přesněji je odhadovaný parametr umístěn. Čím větší je úroveň spolehlivosti, tím větší spolehlivost máme, že určitý interval obsahuje odhadovaný parametr. Čím větší úroveň spolehlivosti udává míru spolehlivosti, kterou lze umístit do limitů spolehlivosti vytvořených z dat obsažených ve vzorku. V tomto smyslu šířka intervalu a přidružená úroveň spolehlivosti měří přesnost intervalu spolehlivosti. Větší vzorky poskytují více informací k použití při tvorbě odhadu intervalu. Proto pro danou úroveň spolehlivosti platí, čím větší vzorek, tím užší bude výsledný interval spolehlivosti.

Dále jsou popsány kroky pro výpočet tzv. *relativního intervalu spolehlivosti*.

Variační koeficient odhadu – variační koeficient se dělí druhou odmocninou n . Získá se tak relativní míra variace, která popisuje odchylku podílu vzorku od skutečného podílu (v rodičovské populaci).

$$\text{var } \text{coeff}(\hat{X}) = \frac{s}{\bar{x}\sqrt{n}} \quad (3.5)$$

Maximální povolená hodnota pro náhodnou chybu vzorkování je vhodným opatřením pro popis nejistoty postupů odhadu vypočítaných podle rovnice 3.5. Maximální povolená hodnota pro náhodnou vzorkovací chybu popisuje šířku pásma intervalu spolehlivosti v určité úrovni spolehlivosti (např. $1-\alpha = 95\%$).

$$\varepsilon_{\hat{\theta}_r} = \frac{t_{\alpha;n-1} \cdot \text{var } \text{coeff}(x_i)}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \quad (3.6)$$

Kde:

$t_{\alpha;n-1}$: koeficient spolehlivosti (z tabulkového t rozdělení s pravděpodobnostní chybou α a $n-1$ stupňů volnosti).

$\text{var } \text{coeff}(x_i)$: variační koeficient jednotlivých hodnot vzorku.

$\hat{\theta}_r$: odhadovaná hodnota hledaného parametru v rodičovské populaci.

n : počet vzorkovacích jednotek.

N : počet výzkumů v rodičovské populaci.

$\sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$: korekční faktor pro $n \rightarrow N$.

Maximální povolená odchylka pro náhodnou chybu vzorkování $\varepsilon_{\hat{\theta}_r}$ je jako parametr odhadu náhodná proměnná a přibližně stejnoměrně rozdělena pro velikosti vzorků větší než 30 vzorkovacích jednotek. Tj. vyjádřená přesnost maximálního přípustného množství pro náhodnou chybu vzorkování je ovlivněna určitou pravděpodobností přípustnosti, resp.

pravděpodobnost chyby. Tato nejistota je vyjádřena faktorem $t_{\alpha; -1}$ (koeficient spolehlivosti) v rovnici 3.6. Obvykle je snaha dosáhnout pravděpodobnosti chyby $\alpha \leq 5$ procent.

Výpočet intervalu spolehlivosti

Rozptyl rodičovské populace 2σ je během analýz obvykle neznámý. Tento rozptyl lze přibližně odhadnout rozptylem vzorku $2\sigma \approx s^2$. V tomto případě je nutné použít t-rozdělení a odpovídající koeficienty spolehlivosti ($t_{\alpha; -1}$) tyto koeficienty jsou v Tab. 23.

Tab. 23 Hodnoty t jako funkce počtu vzorků a intervalu spolehlivosti podle metodiky SWA-Tool

Počet vzorků, n	90 %	95 %	Počet vzorků, n	90 %	95 %
1	6,314	12,706	19	1,729	2,093
2	2,920	4,303	20	1,725	2,086
3	2,353	3,182	21	1,721	2,080
4	2,132	2,776	22	1,717	2,074
5	2,015	2,571	23	1,714	2,069
6	1,943	2,447	24	1,711	2,064
7	1,895	2,365	25	1,708	2,060
8	1,860	2,306	26	1,706	2,056
9	1,833	2,262	27	1,703	2,052
10	1,812	2,228	28	1,701	2,048
11	1,796	2,201	29	1,699	2,045
12	1,782	2,179	30	1,697	2,042
13	1,771	2,160	35	1,690	2,030
14	1,761	2,145	40	1,684	2,021
15	1,753	2,131	45	1,679	2,014
16	1,746	2,120	50	1,676	2,009
17	1,740	2,110	60	1,671	2,000
18	1,734	2,101	120	1,658	1,980
			∞	1,645	1,960

Následuje krok za krokem postup pro výpočet intervalů spolehlivosti:

1. Výpočet \bar{x} ze vzorku.
2. Za předpokladu, že σ není známo, musí být standardní odchylka populace odhadnuta s pomocí nalezení s (směrodatná odchylka vzorku).
3. Odhad variačního koeficientu střední hodnoty pomocí rovnice 3.5.
4. Určení koeficientu spolehlivosti pomocí t-koeficientu z tabulky uvedené zdrojem spojené s požadovanou úrovní spolehlivosti.
5. Výpočet intervalu spolehlivosti C.I. pomocí rovnice 3.7:

$$C. I. = \bar{x} \pm \frac{t_{\alpha; n-1} \cdot \text{var } \textit{coeff}(x_i)}{\sqrt{n}} = \bar{x} \pm t_{\alpha; n-1} \cdot \text{var } \textit{coeff}(x_i) \quad (3.7)$$

Pro zmiňované matematické výpočty a postupy metodika obsahuje přílohu s názornými příklady.

SWOT analýza metodiky:

V rámci vyhodnocení předkládané metodiky byla provedena SWOT analýza, která je zpracována v Tab. 24.

Tab. 24 SWOT analýza metodika SWA-Tool

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"> - Proveditelnost rozboru na základě metodiky. - Využití několika velikostí (40 a 10 mm) a druhů (stolní a rotační bubnové) sít. - Uvedení typických odpadů zastoupených v dané kategorii – zajištění návodu, pro možnost reprodukování metodiky. - Ověření metodiky v podmínkách různých států EU. - Uvádí možnosti formy zpracování a prezentace získaných výsledků. - Základ pro další metodiky. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nejedná se o závaznou metodiku, ale pouze o doporučení. - Dodržení pouze některých vybraných doporučení autory navazujících studií vede k nesouladu získaný výsledků. - Vysoká heterogenita sledovaných vzorků. - Pro zvýšení přesnosti je požadován vyšší počet vzorků. - Nutnost komunikace s původci odpadu, obcemi a svozovými firmami. - Nezapomíná se na specifika svozu odpadů v některých zemích (např. pytlový sběr, různé možnosti recyklace).
Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none"> - Navržení možností pro odběry laboratorních vzorků pro účely zkoumání složení jednotlivých látkových skupin. - Lze sledovat míru zaplněnosti jednotlivých nádob. - Může sloužit ke sjednocení metodik jednotlivých států EU nebo pro porovnání již existujících metodik. 	<ul style="list-style-type: none"> - Navržení doporučení pro EU bez respektování metodik používaných v jednotlivých zemích. - Různé velikosti vzorků (různá naplněnost nádob) může vést k nepřesnosti výsledků. - Nízká anonymizace původců odpadů, návaznost analýz může být narušena nesouhlasem původců odpadu. - Vychází z evropského plánu OH z roku 2000 a v některých ohledech může být neaktuální.

Shrnutí metodiky

- **Způsob odběru vzorku:** odběr jednotlivých nádob na předem určené adrese.
- **Velikost vzorku:** měla by být nejnižší společný jmenovatel velikosti sběrných nádob z těchto hodnot: 120 l, 240 l, 360 l, 660 l, 1 100 l, 2 400 l a 3 600 l, viz doporučení 8.
- **Příprava vzorku pro vzorkování:** možnost mechanického prosetí na rotačním sítu s oky o velikosti 40 mm a příprava podvzorku z mezisítné frakce (10-40 mm) s použitím kvartace.
- **Četnost:** nespecifikují.
- **Použití mechanizace:** možnost využití mechanického rotačního síta.
- **Využití sít:** ano, rotační nebo stolní síto o velikosti ok 40 mm a síto o velikosti ok 10 mm.
- **Popis třídění:** manuální třídění do vzorkovnic.
- **Třídící modul:** 2 úrovně (13 kategorií I. úroveň a 35 kategorií II. úroveň), viz Tab. 22.
- **Odběr laboratorních vzorků:** neuvádí.
- **Relevance:** ano, vysoká.

5.3 Další zahraniční metodiky a studie

V následující části diplomové práce jsou popsány další zahraniční metodiky a studie, které se zabývaly analýzami směsných komunálních odpadů. Relevance těchto metodik a studií není, tak vysoká jako u již zmíněných. Jedná se o například o studie s neaktuálními informacemi, články, které problematiku hodnotí pouze okrajově nebo studie pocházející se zemí s příliš rozdílnými systémy OH (Afrika, Asie).

Pro účely rešerše byly stručně prozkoumány hlavní použité principy, průběh samotných rozborů, tříděné kategorie a proveden jejich stručný soupis jako příloha 1 předkládané práce.

5.3.1 Abfallwirtschaft Kitzingen

Oficiální název: Hausmüllanalyse 2012 / 2013 im Landkreis Kitzingen [30]

Země původu: Německo

Rok vydání: 2013

Analýzy směsného komunálního odpadu v německém okrese Kitzingen, které proběhly na podzim roku 2012 a na jaře 2013, zmiňuje návaznost na analýzy odpadů, které v dané lokalitě byly prováděny naposled v roce 2004. Současná studie měla za úkol ověřit účinnost zavedení identifikačního systému vyprazdňování sběrových nádob v oblasti v roce 2010. Analýzy byly prováděny SKO a pytle určené pro sběr obalových materiálů. Tyto pytle byly zařazeny do výzkumu pro ověření, zda do nich není odkládán SKO [30].

Studie se skládala ze dvou třídících kampaní – podzim 2012 a jaro 2013 s cílem eliminovat vliv sezónnosti na výsledky třídění. Plánování odběrů vzorků bylo založeno na předchozích analýzách a byl zohledněn typ obytné zástavby okresu Kitzingen. Pro snazší srovnání výsledků nové analýzy byly vybrány lokality Abtswind, Dettelbach, Kitzingen, Sommerach, Volkach a Wiesenbronn, kde proběhly analýzy i v minulosti [30].

Odběr vzorků byl uskutečněn v den pravidelného svozu, konkrétní šedé nádoby na zbytkový odpad a žluté pytle, z nichž měly být vzorky odebrány, byly náhodně vybrány v předem určených ulicích. Bylo zajištěno, aby se jednalo pouze o domovní odpad a nebyly zahrnuty odpady z jiných oblastí původu (obchody, podniky, veřejné instituce). K třídění bylo využito zařízení Fröhstockheim, pro které se nepodařilo dohledat informace ke způsobu třídění odpadů. Studie neuvádí použití sít, ale lze předpokládat, že síta byla využita pro oddělení jemného podílu a mezisítné (střední) frakce, pro které jsou uvedeny výsledky [30].

V rámci rozborů směsného komunálního odpadu z šedých sběrných nádob byl odpad tříděn na 15 jednotlivých frakcí v rámci jedné úrovně a odpad ze žlutých pytlů byl tříděn na 12 frakcí v rámci jedné úrovně, kde šlo převážně o zjištění množství a druhy odpadů, které se zde vyskytují i když do těchto pytlů nepatří. Frakce, na které byl odpad z obou typů sběru tříděn jsou uvedeny níže v Tab. 25 [30].

Tab. 25 Modul třídění podle studie Abfallwirtschaft Kitzingen, - kategorie tříděné z SKO (vlevo) a žlutých pytlů na obalové materiály

Frakce tříděné z SKO	Frakce tříděné z pytlů na obalové materiály
Různé zbytkové odpady	Plastové obaly
Plenky	Složené obaly
Hygienické papíry	Kovové obaly
Mezisítná frakce	Papírové obaly
Jemný podíl	Skleněné obaly
Oblečení / boty	Neobalové plasty
Identický plast, nebalený	Neobalové kovy
Dřevo	Tiskoviny
Organický odpad	Organický odpad
Obaly z plastu / kovu	Elektrické spotřebiče
Skleněné obaly	Zbytkový odpad
Papírový odpad	Problémový odpad
Kov	
Elektrické spotřebiče	

Frakce tříděné z SKO Problémový odpad ⁷	Frakce tříděné z pytlů na obalové materiály
--	--

Pro některé frakce byly uvedeny pro lepší představu konkrétní zastoupené odpady:

- Hygienické papíry – kuchyňské utěrky, papírové kapesníky.
- Zbytkové odpady – mimo jiné balené potraviny.
- Organický odpad – převažoval kuchyňský odpad.
- Problémový odpad – baterie, domácí chemikálie a barvy a další.
- Elektrické spotřebiče – například je uveden mobilní telefon.

Studie slouží pro porovnání výsledků v konkrétní oblasti a ověření funkčnosti zavedených systémů. Pracuje s konkrétními výsledky, ale neobsahuje příliš detailní popis postupu jejich získání. Pro účely této práce nejsou zmíněné skutečnosti příliš podstatné.

5.3.2 Affidavit

Oficiální název: Landesweite Restmüllanalyse Südtirol 2016/2017 [31]

Země původu: Itálie

Rok vydání: 2017

Studie proběhla v Itálii ve dvou etapách – podzim 2016 a jaro 2017, tato roční období byla vybrána, protože byla předpokládána nižší míra ovlivnění výsledků turismem. Celkově praktické analýzy probíhaly na pěti třídících místech (střediska pro nakládání s odpady a skládka). Postup analýz byl na všech místech totožný [31]:

- 1) Vysypání odpadu ze svozového vozu na hromadu.
- 2) Vizuální kontrola, případné odstranění odchylek (např. velké množství jednodruhových odpadů nebo objemných odpadů).
- 3) Nakladačem je naplněn odpad do vaků o známém objemu, znázorněno na Obr. 13. V rámci studie byly použity 2 velikosti bagů – 2 m³ pro větší vzorky a 1 m³, pro menší vzorky, což byla zároveň minimální velikost vzorku.

⁷ Problémový odpad z německého Problemabfall, - odpad, který je potenciálně nebezpečný při provádění analýz složení SKO.



Obr. 13 Plnění vaků o známém objemu [31]

- 4) Použití mechanického rotačního síta s otvory o velikosti 40 mm, kterým byla odstraněna frakce pod 40 mm.
- 5) Manuální vytrídění hrubé frakce (nad 40 mm) na 28 kategorií frakcí (II. úrovně).
- 6) Manuální vytrídění 11 kategorií frakcí (I úrovně) z frakce pod 40 mm na stolním sítu se čtvercovými otvory velikosti 20 mm.
- 7) Výsledky každého třídění byly zaznamenány v papírové podobě, které byla následně převedena do elektronické tabulky a zpracovaná data byla shromážděna společně s výpočty a analýzami výhřevnosti a měrné hmotnosti do závěrečné zprávy a tabulky [31].

Celé stanoviště, kde probíhalo třídění je na Obr. 14. V zadní části se nachází mechanické síto, do kterého je pásovým dopravníkem dopravován odpad. Dále je patrné použití několika různých velikostí vzorkovnic, do kterých byly jednotlivé frakce tříděny [31].



Obr. 14 Stanoviště pro provádění analýz [31]

Studie používá dvě úrovně třídění, I. úroveň je pro vytřídění použitelných frakcí z podsítné části pod 40 mm (11 kategorií frakcí) a II. úroveň třídění pro třídění frakcí na 40 mm do 28 kategorií. Tříděné kategorie frakcí jsou v Tab. 26 [31].

Tab. 26 Modul třídění podle Affidavit

I. úroveň (pod 40 mm)	II. úroveň (nad 40 mm)
Papír	Vlnitá lepenka
Lepenka	Jednovrství obalový papír
Sklo	Noviny
Železné kovy (magnetické)	Barevné výtisky
Neželezné kovy (nemagnetické)	Směsný papír (kapesníky a savý papír)
Plasty	Kompozitní materiály
Nekompostovatelný organický odpad	Nápojové obaly (TetraPack)
Textil	Tvrdé plasty
Nevyhovující odpad	Fólie
Zbytkový odpad (anorganický)	Plastové nádoby do 5 litrů objemu
Organický kompostovatelný zbytek	Plastové nádoby (nespecifikované)
	Pevné nádoby s objemem nad 5 litrů
	Polystyrén
	Hliník
	Železné kovy (magnetické)
	Neželezné kovy (nemagnetické)
	Skleněné nádoby
	Tabulové sklo
	Textil

I. úroveň (pod 40 mm)	II. úroveň (nad 40 mm)
	Pleny, obvazy, tampóny
	Organický kuchyňský odpad (kompostovatelný)
	Organický kuchyňský odpad (nekompostovatelný)
	Zahradní organický odpad
	Dřevo
	Spotřebiče a domácí elektronika
	Keramika, kameny, štěrk
	Problematické látky
	Ostatní odpad

Laboratorní analýzy se zde zabývaly stanovením obsahu vlhkosti, pro tyto účely byl odpad drcen – zmenšení částic a homogenizace [31].

Studie dále uvádí rozsáhlé výsledky analýz – celkové i pro každé z pěti zařízení kde analýzy proběhly, rozdělení tříděných kategorií frakcí na recyklovatelné, potenciálně využitelní a nerecyklovatelné [31].

5.3.3 Baba et al.

Oficiální název metodiky: Composition Analysis of Municipal Solid Waste A Case Study in Benghazi, Libya [32]

Země původu: Libye

Rok vydání: 2018

Studie zaměřená na zjišťování složení SKO v libyjském městě Běnghází. Analýzy byly rozděleny na dvě etapy – období dešťů (únor 2016) a období sucha (červen 2016), přičemž v každém období bylo odebráno 40 vzorků, s odkazem na California Integrated Waste Management Board (CIWMB). Pro získání reprezentativních vzorků byla použita řada technik odběrů vzorků – stratifikovaný odběr vzorků, systematické namátkové vzorkování a účelové vzorkování. Postup třídění studie neuvádí, pouze kategorie tříděných frakcí (I. úroveň – 10 kategorií frakcí) viz. Tab. 27 [32].

Studie uvádí souhrnné výsledky pro obě období a jejich vzájemné porovnání [32].

Tab. 27 Modul třídění podle Baba et al.

I. úroveň

Papír
Sklo
Kovy
Plasty
Textil
Nepotravinové bioodpady
Potravinový a hnilý odpad
Spalitelný odpad
Nespalitelný odpad
Nebezpečný odpad z domácností

5.3.4 Bayard et al.

Oficiální název: Characterization of selected municipal solid waste components to estimate their biodegradability [33]

Země původu: Francie

Rok vydání: 2017

Francouzská studie využívající metodiku MODECOM zaměřená na analýzu biologicky rozložitelných složek SKO. Vzorek o hmotnosti 500 kg byl odebrán na zařízení MBÚ a převezen do laboratoře, kde byl proset na sítu s oky o velikosti 20 mm a následně manuálně tříděn na kategorie frakcí I. úrovně shodně s metodikou MODECOM a přidává II. úroveň třídění konkrétních podkategorií (Tab. 28), které byly přidány pro vytřídění biologicky rozložitelných materiálů [33].

Tab. 28 Modul třídění podle Bayard et. al.

I. úroveň	II. úroveň
Fermentovatelné odpady	Potravinový odpad Ostatní bioodpad (listy, větve, ...)
Papír	Noviny Kancelářský papír Časopisy
Lepenka	Vlnitá lepenka
Kompozitní materiály	Tetrapack Biologicky nerozložitelné
Plasty	
Textil	Bavlněný textil
Kovy	
Sklo	
Nebezpečný odpad	
Hygienické odpady	Hygienické textilie Pleny
Spalitelný odpad	Dřevo
Nespalitelný odpad	
Podíl pod 20 mm	

5.3.5 Burnley et al.

Oficiální název: Assessing the composition of municipal solid waste in Wales [34]

Země původu: Velká Británie (Wales)

Rok vydání: 2007

Studie popisuje metodiku vyvinutou v roce 2006 pod záštitou agentury pro životní prostředí Anglie a Walesu (Environmental Agency of England and Wales). Praktické rozbory proběhly v dubnu a červnu 2001, říjnu a listopadu 2002 a v lednu, únoru, březnu a dubnu 2004. Velmi detailně popisuje stratifikační parametry, které ovlivňují vliv a složení SKO. Vybrané lokality byly rozlišeny geografickými, demografickými, socio-ekonomickými a dalšími parametry, jako je třeba typ svozu SKO. Některé domácnosti byly na vlastní žádost z průzkumu vyjmuty [34].

Analyzovány byly i jiné druhy odpadu než SKO, celkově bylo analyzováno 2 778 vzorků SKO, 3 611 pocházelo z recyklačních center (dotřídění odděleného sběru), 333 z komerční sféry a 3 000 vzorků objemného odpadu, dohromady bylo analyzováno 174 tun odpadu z 9 různých lokalit. Vzorky pocházely ze sběrných míst (SKO pocházel ze sběrných nádob

a pytlů). Vzorčky byly analyzovány celé, nebyly tvořeny podvzorčky. Odběr vzorků se konal vždy v den pravidelného svozu odpadu. Před zahájením hlavního výzkumu byl proveden pilotní výzkum pro otestování proveditelnosti navržených analýz, který obsahoval 13 kategorií na I. úrovni třídění a 76 podkategorií na II. úrovni. Tříděné kategorie frakcí byly na základě výsledků pilotního výzkumu upraveny na následující modul třídění, který byl tvořen dvěma úrovněmi – I. úroveň měla 13 kategorií frakcí a II. úroveň 37 kategorií frakcí, viz Tab. 29 [34].

Tab. 29 Modul třídění podle Burnley et. al.

I. úroveň	II. úroveň
Papír a lepenka	Noviny a časopisy Recyklovatelný papír Kartonové krabice Ostatní papír a lepenka
Plasty	Odpadkové pytle a tašky Balicí fólie Ostatní plastové folie Nádoby z tvrdých plastů Ostatní obaly Ostatní tvrdé plasty
Textil	Textil Koberce a rohožky
Sklo	Obalové sklo Neobalové sklo
Železné kovy	Kovové (železné) obaly od potravin/nápojové plechovky Ostatní železné kovy
Neželezné kovy	Neželezné plechovky od potravin a nápojů Ostatní neželezné kovy
Kuchyňský a zahradní odpad	Zahradní odpad Kuchyňský odpad Ostatní organický odpad
Další spalitelný odpad	Dřevo Boty Nábytek Ostatní různé spalitelné odpady
Jednorázové pleny	
Elektrické a elektronické zařízení	Bílá technika Velká elektronika Televize a monitory Ostatní elektronika a elektrotechnika
Nebezpečný odpad	Olověné/kyselinové baterie Oleje Identifikovatelný lékařský odpad Ostatní potenciálně nebezpečný
Další nespalitelný odpad	Konstrukční a demoliční odpad Ostatní nespalitelný odpad
Jemný zbytek	

5.3.6 CalEPA

Oficiální název metodiky: Statewide Waste Characterization Study [35]

Země původu: USA

Rok vydání: 1999

Studie provedená v Kalifornii institutem California Integrated Waste Management Board (CIWMB) ve dvou ročních obdobích – léto a zima. Na základě demografických a geografických rysů byl stát rozdělen na pět regionů, pro které byl statisticky odvozen potřebný počet vzorků pro zajištění jejich reprezentativnosti. V obou obdobích bylo odebráno 148 vzorků ze samostatných rodinných domů, 80 vzorků z bytových komplexů, 1 207 vzorků z komerčních podniků a 247 vzorků z pouličních sběrných nádob – celkem bylo provedeno 3 648 analýz. Tyto vzorky byly odebírány přímo u původců a následně tříděny na skládkách nebo překládacích stanicích. Kromě získání informací o složení a produkci SKO ve státě a porovnání komerční a soukromé sféry, je studie navržena pro zjištění množství plastových obalů v SKO a míry jejich recyklace podle požadavků místní legislativy. Třídění jednotlivých frakcí probíhalo manuálně [35].

Podle typu materiálu proběhlo v rámci studie třídění na dvou úrovních – I. úroveň (9 kategorií frakcí) a II. úroveň (57 kategorií frakcí), kde 8 kategorií obalových plastů na druhé úrovni bylo definováno pro potřeby této studie. Tříděné frakce jsou zapsány v Tab. 30.

Uvádí použití statistických analýz s cílem extrapolovat výsledky na celostátní úrovni [35].

Tab. 30 Modul třídění podle CalEPA

I. úroveň	II. úroveň
Papír	Vlnitá lepenka Papírové tašky Noviny Bílý knihtisk Barevný knihtisk Potištěný kancelářský papír Ostatní kancelářský papír Magazíny a katalogy Telefonní seznamy a adresáře Další papír Ostatní/Kompozitní papír
Sklo	Číré láhve a nádoby Zelené láhve a nádoby Hnědé láhve a nádoby Ostatní barevné láhve a nádoby Tabulové sklo Ostatní/Kompozitní sklo
Kovy	Ocelové plechovky Větší výrobky Ostatní železné kovy Hliníkové plechovky Ostatní neželezné kovy Ostatní/kompozitní kovy
Plasty	HDPE obaly PET obaly

I. úroveň	II. úroveň
	Další obalové plasty Fólie Pevné plastové výrobky Ostatní/kompozitní plasty
Ostatní organický	Potraviny Listy a tráva Větve Odpad z údržby stromů Zbytky ze zemědělství Hněj Textil Ostatní/kompozitní organický
Stavební a demoliční	Beton Dlažební asfalt Střešní asfalt Dřevo Sádrokarton Kameny a hlína Ostatní/kompozitní
Nebezpečný odpad z domácností	Barvy Baterie Kapaliny z automobilů a přístrojů Použité oleje Ostatní/kompozitní nebezpečný
Speciální odpady	Popel Kaly Průmyslové kaly Zdravotnický odpad Objemný odpad Pneumatiky Ostatní/kompozitní speciální
Směsný zbytek	

5.3.7 Edjabou et al.

Oficiální název: Municipal solid waste composition: Sampling methodology, statistical analyses, and case study evaluation [36]

Země původu: Dánsko

Rok vydání: 2014

Studie představuje vlastní postup analýz, při kterých se autoři odkazují na již existující a výše zmíněné metodiky např. SWA-Tool a Nordtest. Autoři prezentují metodiku jako statistiky robustní charakterizaci pevného SKO. Navržená metodika byla použita při 10 analýzách vzorků SKO odebraných z 1 445 domácností, které se nacházely v 10 podoblastech ve 3 regionech v Dánsku. Celkově bylo roztríděno během jara 2013 analyzováno 17 tun odpadu. Vzorky jsou odebírány z kontejnerů o objemu 60, 400 a 1 100 litrů, které mohou příslušet jak rodinným domům, tak domům s více bytovými jednotkami. Takto odebrané vzorky nejsou před rozbořem nijak upravovány. Třídění je prováděno manuálně a není zmíněno využití sít [36].

Tříděno je na tři úrovně: I. úroveň 10 kategorií, II. úroveň 37 kategorií a III. úroveň dalších 63 kategorií. Tyto kategorie frakcí jsou znázorněny v Tab. 31 [36].

Tab. 31 Modul třídění podle Edjabou

I. úroveň	II. úroveň	III. úroveň
Potraviny	Rostlinné zbytky Živočišné zbytky	Zpracované, kterým se dalo vyhnout Nezpracované, kterým se dalo vyhnout Nevyhnutelný potravinový odpad Zpracované, kterým se dalo vyhnout Nezpracované, kterým se dalo vyhnout Nevyhnutelný potravinový odpad
Zahradní odpad	Mrtvá zvířata a zvířecí exkrementy (kromě kočičího steliva) Zahradní odpad	Mrtvá zvířata Zvířecí exkrementy Vlhká půda Rostlinné odpad Dřeviny Zvířecí podestýlka
Papír	Letáky Knihy a brožury Časopisy a magazíny Noviny Kancelářský papír Telefonní seznamy Různý papír	Obálky Nebělený sulfátový papír Ostatní papír Recepty Samolepky Papírové kapesníky Balicí papír
Karton	Krabice z vlnité lepenky Ostatní krabice Kartonové tácky/kelímky Různé kartony	Nápojové kartony Papírové tácky a kelímky Karty a štítky Obaly na vejce a podobné Ostatní karton Roličky
Plast	Obalový plast	PET/PETE HDPE PVC/V LDPE/LLDPE PP PS Ostatní plasty značené 1-19

I. úroveň	II. úroveň	III. úroveň
	Neobalový plast Plastové fólie	Neidentifikovatelné obalové plasty PET/PETE HDPE PVC/V LDPE/LLDPE PP PS Ostatní plasty značené 1-19 Neidentifikovatelné neobalové plasty Kompozitní plasty + kovovým potahem
Kovy	Kovové obaly Neobalové kovy Hliníková fólie	Železné Neželezné Železné Neželezné
Sklo	Obalové sklo Tabulové sklo a skleněné nádobí Ostatní/speciální sklo	Čiré Zelené Hnědé
Různé spalitelné	Kompozity, hygienické odpady (pleny, tampony, kondomy a další) Textil, kůže, guma Sáčky z vysavačů Neupravené dřevo Ostatní spalitelný odpad	Tampony Kondomy Textil Kůže Guma
Inertní	Popel Kočíčí stelivo Keramika, šterk Kamení a písek Stavební a demoliční odpad z domácností	
Speciální odpady	Baterie WEEE	Velké domácí spotřebiče Malé domácí spotřebiče IT a telekomunikační zařízení Spotřební zařízení a fotovoltaické panely Osvětlovací zařízení Elektrické a elektronické nářadí (kromě velkých stacionárních nástrojů) Hračky, vybavení pro volný čas a sport

I. úroveň	II. úroveň	III. úroveň
	Ostatní nebezpečný odpad z domácností	Zdravotnické prostředky (kromě implantovaných a infikovaných produktů) Monitorovací a kontrolní přístroje Automatické dávkovače

5.3.8 Gidaracos et al.

Oficiální název: Municipal solid waste composition determination supporting the integrated solid waste management system in the island of Crete [37]

Země původu: Řecko

Rok vydání: 2005

Studie publikovaná v roce 2005 popisuje analýzu provedenou v roce 2004 na řeckém ostrově Kréta. Z velké části vychází ze zmíněné metodiky ASTM D5231-92 z roku 2003. Vzorky byly odebírány ze svozových vozů a pomocí kvartace byly získány podvzorky o velikosti 91 až 136 kg a jejich minimální počet byl vypočítán obdobným způsobem jako u ASTM. Studie byla rozložena na jeden rok, tak aby byly mapovány změny složení SKO na základě ročního období. Analýzy probíhaly opakovaně v každém ročním období na sedmi skládkách a jedné překládací stanici [37].

Třídění probíhalo manuálně na 9 kategorií frakcí na I. úrovni, viz Tab. 32 [37].

Tab. 32 Modul třídění dle Gidaracos

I. úroveň	Zastoupené odpady
Papír	Všechny druhy: časopisy, noviny, knihy, obaly, lepenka
Kuchyňský a zahradní odpad	Potravinový odpad, zahradní odpad, listy
Plasty	PVC, PET, HDPE, LDPE, ostatní
Ostatní spalitelné	Kůže, dřevo, textil, guma
Sklo	Všechny druhy a barvy skla
Kovy	Všechny kovy kromě hliníku
Hliník	Všechny druhy hliníkových odpadů
Inertní odpady	Kameny, hlína, stavební a demoliční odpad
Další odpady	Pleny, ubrousky, kapesníky a další

V rámci studie byly provedeny i laboratorní analýzy odpadu. Laboratorní vzorky byly odebrány po manuálním vytrídění a byly zjišťovány fyzikální a chemické vlastnosti – např. výhřevnost odpadu, vlhkost, prvkové složení, přítomnost těžkých kovů (hlavně rtuť a kadmium) [37].

Byl zjištěn vliv sezonnosti na složení SKO, převážně vlivem turismu [37].

5.3.9 Gomez et al.

Oficiální název: Characterization of urban solid waste in Chihuahua, Mexico [38]

Země původu: Mexiko

Rok vydání: 2008

Studie byla publikována na konci roku 2007 a online je dostupná od počátku roku 2008. Analýza probíhala v roce 2007 v mexickém městě Chihauhau, průběhu jednoho týdne bylo

odebráno 560 vzorků pevného SKO z 80 domácností ze tří sledovaných socio-ekonomických vrstev. Vzorky byly odebírány přímo u původců v domácnostech, které byly vytipovány na základě dotazníkového šetření, tyto vzorky měly velikost 2 až 46 kg [38].

Frakce byly tříděny manuálně do 15 kategorií I. úrovně, viz Tab. 33 [38].

Tab. 33 Modul třídění podle Gomez et. al.

I. úroveň

Organický odpad
Papír
Noviny a časopisy
Lepenka
Plastové obaly
Ostatní plasty
Kovy
Hliníkové plechovky
Číré sklo
Barevné sklo
Jemný zbytek
Rostlinná vlákna
Umělá vlákna
Baterie
Ostatní

Do kategorie frakcí „Ostatní“ byly tříděny pleny, hygienické odpady, drobné hračky, vlasy nebo stavební odpad [38].

Pro porovnání výsledků s dalšími existujícími studii byly kategorie sloučeny do šesti hlavních skupin: organický odpad, papír, plast, kovy, sklo a ostatní odpad [38].

5.3.10 Kadir & Sani

Oficiální název: Domestic waste disposal practice and perceptions of private sector waste management in urban Accra [39]

Země původu: Malajsie

Rok vydání: 2015

Studie byla provedena v roce 2009 ve 41 domácnostech. Majitelům domů byl rozeslán dotazník, s cílem zjistit základní informace o původcích odpadu (počet členů domácnosti, míra recyklace v domácnosti, množství produkovaného odpadu). Odběry vzorků pro analýzu prováděli samotní původci denně do dvou pytlů opatřených štítkem (jeden pytel na recyklovaný odpad a druhý na SKO). Z SKO bylo manuálně vytríděno 14 kategorií frakcí I. úrovně, přičemž každá kategorie byla vážena třikrát a pro její hmotnost byla stanovena průměrem navážených hodnot. Sledované kategorie jsou v Tab. 34 [39].

Tab. 34 Modul třídění podle Kadir & Sani

I. úroveň

Potraviny
Organický odpad
Papír
Tvrdé plasty

I. úroveň

Plastové fólie
Pleny
Sklo
Tetrapack
Nebezpečný odpad
Kovy
Guma
Textil
Zahradní odpad
Kůže

5.3.11 Liikanen et al.

Oficiální název: Updating and testing of a Finnish method for mixed municipal solid waste composition studies [40]

Země původu: Finsko

Rok vydání: 2016

Navržená studie měla za úkol analyzovat složení tuhého SKO ve městech Riihimäki (30 tis. obyv.), kde byly vzorky odebírány z bunkru spalovny a Turku (180 tis. obyv.) v místním odpadovém centru. Jednalo se o vzorky o velikosti přibližně 1m³, v prvním případě bylo odebráno 8 vzorků a ve druhém 22 vzorků. Autoři sami doporučují minimální počet 35 vzorků pro každou lokalitu pro dosažení relevantních výsledků. Rozbory probíhaly v zimě roku 2015 a vzorky byly ovlivněny mrazy, autoři se proto odkazují na metodiku Nordtest, které specifikuje některé postupy pro rozmrazování vzorků před analýzou. Nebyly sledovány typy zástavby a stratifikační vrstvy, pouze dvě již zmíněná města. Kromě samotných rozborů bylo provedeno dotazníkové šetření, do kterého bylo zapojeno 35 různých koncových zařízení odpadového hospodářství. Metodika zmiňuje vysokou časovou náročnost třídění při porovnání s jinými metodikami, uvádí 16 až 24 pracovních hodin na roztrídění přibližně 100 kg odpadu na požadované frakce. Tříděno je manuálně, autoři doporučují využití sít, ale sami je při třídění nepoužili. Tříděno je na tři úrovně: I. úroveň – 11 kategorií, II. úroveň – 27 kategorií, III. úroveň – 38 kategorií. Tyto kategorie jsou znázorněny v Tab. 35 [40].

Tab. 35 Modul třídění podle Liikanen et. al.

I. úroveň	II. úroveň	III. úroveň
Bioodpad	Kuchyňský odpad Zahradní odpad Ostatní bioodpad	Větve Ostatní zahradní odpad
Papír	Obalový papír Neobalový papír	Recyklovaný papír Ostatní neobalový papír
Lepenka a karton	Obalový karton Obalová lepenka Neobalový karton a lepenka	Obalový karton s hliníkovou vrstvou Ostatní obalový karton

I. úroveň	II. úroveň	III. úroveň
Dřevo	Obalové dřevo Ošetřené dřevo Neošetřené neobalové dřevo	Dřevo ze staveb a demolicí Ostatní neošetřené dřevo
Plast	Obalové plasty Neobalové plasty	Tvrdé obalové plasty Plastové obalové fólie Tvrdé neobalové plasty Plastové neobalové fólie
Sklo	Obalové sklo Neobalové sklo	
Kovy	Obalové kovy Neobalové kovy	Hliníkové obaly Ostatní kovové obaly
Textil, obuv a tašky	Obuv a tašky Textil	Oděvy Ostatní textil
WEEE a baterie	WEEE Malé baterie Autobaterie	Zářivky, úsporné a LED žárovky Ostatní WEEE
Nebezpečné chemikálie	Léky Ostatní nebezpečné chemikálie	
Další odpady	Další obaly Pleny a hygienické pomůcky Ostatní odpady	Ostatní spalitelné odpady Suť Ostatní nespalitelné odpady

Po provedení analýz byly na základě získaných zkušeností navrženy úpravy klasifikace frakcí odpadu:

- Bioodpad – kuchyňský odpad by měl být klasifikován přesněji na III. úrovni třídění.
- kategorie odpadu „větve“ a „ostatní zahradní odpady“ by měly být z III. úrovně odstraněny.
- Plasty – by měly být klasifikována na základě druhu materiálu (PET, HDPE).
- Textil, obuv a tašky – kategorie odpadu „oděvy“ a „ostatní textil“ by měly být z III. úrovně odstraněny.
- Recyklovatelný odpad – frakce odpadu by měly být klasifikovány na základě recyklovatelnosti, tj. možnosti materiálového využití odpadu.
- Nebezpečný odpad – všechny frakce nebezpečných odpadů by měly být zahrnuty do jedné kategorie na první úrovni.

5.3.12 Mbande

Oficiální název: Appropriate approach in measuring waste generation, composition and density in developing areas [41]

Země původu: Jihoafrická republika (JAR)

Rok vydání: 2003

Studie vznikla v roce 2003 pod záštitou Jihoafrického institutu pro stavební inženýrství (South African Institution of Civil Engineering) a obsahuje pilotní studii pro diskusi možností rozborů odpadů v rozvojových oblastech a poskytuje analýzu SKO v Jihoafrické republice. Proškolený personál odebíral pytle s odpadem přímo u producentů a pečlivě vzorky označoval. Obyvatelé nebyli předem informováni, aby nedošlo k ovlivnění vzorků. Označené vzorky byly svezeny namísto provádění rozborů samostatným vozem. Třídění probíhalo manuálně na 8 kategorií v rámci I. úrovně, viz Tab. 36 [41].

Tab. 36 Modul třídění podle Mbande

I. úroveň

Organické odpady

Papír

Sklo

Plasty

Kovy

Textil

Popel a prach

Další odpady

Autor poukazuje na nedostatečnou infrastrukturu v rozvojových zemích a celkově velmi nízkou míru svozu odpadů a třídění odpadů i v městských oblastech s vysokou hustotou zalidnění. S ohledem na tyto skutečnosti autor navrhuje alternativní metody zjišťování složení SKO, např. dotazníková šetření [41].

5.3.13 Miezahet al.

Oficiální název: Municipal solid waste characterization and quantification as a measure towards effective waste management in Ghana [42]

Země původu: Ghana

Rok vydání: 2015

Studie proběhla v roce 2014 v deseti regionech v Ghaně a přebírá některé postupy z metodiky ASTM. Vzorky byly odebírány přímo z domácností a jejich celková hmotnost byla 82 tun. Tříděno bylo manuálně na kategorie frakcí I. úrovně (9 kategorií) a II. úrovně (18 dalších kategorií) [42] viz Tab. 37.

Tab. 37 Modul třídění podle Miezahet et. al.

<u>I. úroveň</u>	<u>II. úroveň</u>
Bioodpad	Potraviny Odpady ze dvora (tráva) Dřevo Zvířecí trus
Papír	Karton Noviny

I. úroveň	II. úroveň
	Kancelářský papír Voskovaný papír
Plasty	PET HDPE PVC LDPE Polystyren Ostatní plasty
Kovy	Plechovky Šrot
Sklo	Čiré Barevné
Guma a kůže Textil Inertní odpad Ostatní	

5.3.14 Montejo

Oficiální název: Analysis and comparison of municipal solid waste and reject fraction as fuels for incineration plants [43]

Země původu: Španělsko

Rok vydání: 2011

Odkazuje se na metodiku MODECOM. Studie proběhla ve španělském regionu Castilla y León, který je největším ve Španělsku (2,5 milionů obyvatel, rozloha 94 244 km²). Cílem je porovnat složení a následně i energetický potenciál dvou toků odpadů. Jedná se o neupravené SKO a výstupní směsný odpad po úpravě v místním zařízení pro mechanicko-biologickou úpravu odpadu. Tyto odpady byly v regionu doposud převážně ukládány na skládku, která se nachází v těsné blízkosti místní MBÚ. Dokument navazuje na předchozí studii o zařízeních MBÚ [43].

Analýzy byly provedeny trojím opakováním pro 36 různých vzorků (18 neupravený SKO, 18 výstupní směsný odpad z MBÚ), které byly shromážděny z deseti zařízení MBÚ v regionu. U jednotlivých vzorků nebyly zkoumány stratifikační faktory. Velikost odebraného vzorku byla 1 000 kg a kvartací z něj byl vytvořen podvzorek o velikosti přibližně 250 kg. Tříděno bylo manuálně bez využití sít na dvě úrovně kategorií frakcí (I. úroveň 15 kategorií, II. úroveň 19 kategorií, kde byly navíc přidány podkategorie plastů), které jsou v Tab. 38. Kategorie biologicky rozložitelných odpadů byla někdy pojmenována organické odpady a obsahovala hlavně potravinový odpad.

Tab. 38 Modul třídění podle Montejo

I. úroveň	II. úroveň
Biologicky rozložitelný Papír a lepenka	
Plasty	PET HDPE PVC LDPE

I. úroveň	II. úroveň
	Mix
Sklo	
Železné kovy	
Neželezné kovy	
Celulóza	
Tetrapacky	
Textil (použité oděvy)	
Dřevo	
Guma	
Baterie	
Zahradní odpad	
Elektronika	
Stavební odpad	

Studie zmiňuje odběr laboratorních vzorků za účelem stanovení spalného tepla a vlhkosti a následný dopočet výhřevnosti.

5.3.15 Moreno et al.

Oficiální název: Mexico city's municipal solid waste characteristics and composition analysis [44]

Země původu: Mexiko

Rok vydání: 2012

Studie popisuje analýzu SKO ukládaného na skládce v hlavním městě. Analyzovaný odpad pocházel ze 13 oblastí Mexico City, kde byl náhodně odebrán na překládacích stanicích. Vzorkovací kampaň proběhla v listopadu a prosinci roku 2009. Analyzovány byly homogenní vzorky, jejichž velikost byla stanovena podle metodiky ASTM D5231-92. Jednalo se o 15 vzorků přibližně o hmotnosti 50 kg, které byly smíchány na velký vzorek o průměrné hmotnosti 500 kg, ze kterého byl pomocí kvartace získán analyzovaný podvzorek o velikosti 50 kg. Výsledky analýz a chemického složení uvádí studie pro frakce I. úrovně (15 kategorií frakcí), které jsou v Tab. 39., ale podle dostupné přílohy bylo manuálně tříděno více jednotlivých frakcí (např. obuv, tetrapacky, kompozitní obaly, voskovaný papír a dalších celkem 34) [44].

Tab. 39 Modul třídění podle Moreno et. al.

I. úroveň

Plasty
Textil
Organický odpad
Hygienické odpady
Papír
Lepenka
Stavební odpad
Železné kovy
Dřevo
Hliník
Jemný podíl
Sklo
Speciální odpad

I. úroveň

Nebezpečný odpad

Ostatní odpad

Kde speciální odpad zahrnuje léčiva, baterie, pneumatiky a ostré předměty a nebezpečný odpad zahrnuje toxické a biologické odpady [44].

V rámci studie byla provedena fyzikálně-chemická analýzy složení zaměřená na energetický potenciál SKO a obsah těžkých kovů a dalších prvků (uhlík, vodík, síra, dusík, popel). Laboratorní analýzy byly provedeny spalováním analyzovaných vzorků [44].

5.3.16 Metodika NSR

Oficiální název: Nordvästra Skånes Renhållnings AB [45]

Země původu: Švédsko

Rok vydání: 1997

Metodika byla vyvinuta za účelem analýz SKO v šesti obcích jižního Švédska s podobnými socio-ekonomickými podmínkami, ale odlišnými systémy sběru odpadu. Celkově v letech 1998 až 2004 proběhlo 26 analýz složení SKO. Studie porovnává celkové hmotnosti SKO před zavedením systému poplatků za hmotnost vyprodukovaného SKO a následně i po zavedení tříděného bioodpadu. Použitými postupy navazuje na metodiku Nodrtest, ale na rozdíl od ní je založena na praktických zkušenostech a charakterizaci SKO dle způsobu nakládání. Vzorek odpadu odpovídal nákladu běžného svozového automobilu, tedy hmotnosti 2 až 5 tun. Kvartací byl vytvořen podvzorek o hmotnosti 200 až 500 kg, který měl představovat 10 % původního vzorku. Tříděno bylo manuálně bez využití sít na 21 kategorií frakcí první úrovně, které jsou zapsány v Tab. 40 [45].

Tab. 40 Modul třídění dle NSR

I. úroveň

Noviny

Karton

Obalové fólie

Polystyrenové obaly

Tvrdé obalové plasty

Papírové obaly

Skleněné obaly

Obalové kovy

Elektronika

Bioodpad (mimo zahradního)

Zahradní odpad

Neobalový papír

Neobalové sklo

Neobalové plasty

Neobalové kovy

Textil

Dřevo

Ostatní spalitelní

Ostatní nespalitelní

Nebezpečný odpad

Ostatní

5.3.17 Petersen et. al.

Oficiální název: Quality control of waste to incineration - Waste composition analysis in Lidköping, Sweden [46]

Země původu: Švédsko

Rok vydání: 2004

Studie provedená ve švédském městě Lidköping v roce 2002 zkoumala složení SKO s cílem statistického vyhodnocení vlastností odpadu spalovaného v místním zařízení pro energetické využívání odpadu. Odpad byl náhodně odebrán ze svozových vozů a pro analýzy byly metodou kvartace vytvořeny podvorky, studie zmiňuje malé podvorky o velikosti kolem 100 kg, jejichž velikost považovali za dostatečně reprezentativní. Rozbory probíhaly po dobu pěti dnů v prázdné hale místní spalovny a každý den bylo analyzováno pět vzorků. Celkově bylo ze svozových vozů odebráno 165,7 tun SKO, ze kterého bylo analyzováno 3565 kg, individuální hmotnost vzorků byla 90 až 189 kg [46].

Odpad byl tříděn do tří hlavních kategorií (I. úroveň – biopaliva, fosilní paliva a nehořlavé látky) a 12 podkategorií (II. úroveň), jak je znázorněno v Tab. 41. Způsob třídění není ve studii blíže specifikován [46].

Tab. 41 Modul třídění podle Petersen, Berg a Rönnegard

I. úroveň	II. úroveň
Biopaliva	Bioodpad Papír/noviny Obalový papír Ostatní biopaliva
Fosilní paliva	Tvrdé obalové plasty Měkké obalové plasty Pleny Ostatní fosilní paliva
Nehořlavé látky	Obalové sklo Obalové kovy Ostatní nespalitelný odpad
Nebezpečný odpad	

V rámci studie byly provedeny laboratorní analýzy zaměřené na zjišťování obsahu vlhkosti a výhřevnost složek SKO. Biologická složka byla analyzována odděleně podle postupů metodiky Nordtest.

5.3.18 Poll et al.

Oficiální název metodiky: Greater London Authority Waste Composition Scoping Study [47]

Země původu: Velká Británie

Rok vydání: 2004

Cílem studie bylo provedení revize analýz složení SKO na území Londýna od roku 1997 do roku 2003, vypracování statisticky pevné metody získání reprezentativních vzorků a vytvoření standardizované metodiky pro analýzy SKO. Analýzy byly prováděny pro 20 z 33 londýnských čtvrtí v dubnu 2002, říjnu 2003 a dubnu 2004. Výběr vzorku byl založen na socio-ekonomických profilech původců a vzorky pocházeli z 50 domácností [47].

Jednotlivé zkoumané analýzy bylo velmi těžké vzájemně porovnat, lišily se postupy odběrů vzorků i moduly třídění. Zatímco na první úrovni (hlavní kategorie – materiály) bylo možné

porovnání udělat, na druhé úrovni (podkategorie) byly velké odlišnosti (např. jedna klasifikace rozdělovala papír na 11 podkategorií, zatímco jiná pouze na 2 – papír a lepenku). Pro posouzení bylo stanoveno 13 kategorií frakcí I. úrovně, viz Tab. 42 [47].

Tab. 42 Modul třídění podle Poll et. al.

<u>I.úroveň</u>
Papír a lepenka
Fólie
Tvrdé plasty
Textil
Ostatní spalitelné
Sklo
Ostatní nespalitelné
Organické
Železné kovy
Neželezné kovy
WEEE
Nebezpečný odpad
Podíl pod 10 mm

5.3.19 Pop et al.

Oficiální název metodiky: Survey on household waste composition generated in Cluj-Napoca, Romania during summer season [48]

Země původu: Rumunsko

Rok vydání: 2015

Cílem studie bylo přezkoumat několik nejdůležitějších metodik ze zahraničí a jejich využití v rumunském OH. Jmenovitě je zmíněna metodika SWA-Tool, ASTM a Nordtest. Studie popisuje provedení pouze letní vzorkovací kampaně ve městě Cluj-Napoca v roce 2014. Rozlišuje tři typy zástavby – rodinné domy, bytové domy a průmyslové objekty. Pro komunity větší než 200 000 obyvatel bylo doporučeno odebrat 10 vzorků a pro komunity menší než 200 000 obyvatel bylo doporučeno odebrání minimálně 5 vzorků. Doporučená velikost vzorků byla 50 kg. Pro účely analýzy bylo odebráno celkem 12 vzorků ze sběrných nádob, jejichž hmotnost se pohybovala od 46 do 1 420 kg, celková hmotnost analyzovaného odpadu byla vyšší než 5 tun. Tříděno bylo manuálně na 10 kategorií frakcí první úrovně, viz Tab. 43 [48].

Tab. 43 Modul třídění podle Pop et. al.

<u>I. úroveň</u>
Organický odpad
Papír
Plasty
Sklo
Dřevo
Kovy
Textil
Elektroodpad
Nebezpečný odpad
Ostatní

5.3.20 Reddy et al.

Oficiální název metodiky: Geotechnical properties of fresh municipal solid waste at Orchard Hills Landfill [49]

Země původu: USA

Rok vydání: 2009

Studie zaměřená na zkoumání geotechnických vlastností SKO provedená na skládce Orchard Hills (stát Illinois v USA). Sledovanými parametry byly: hydraulická vodivost, stlačitelnost, slisovatelnost anebo zkoušky pevnosti ve smyku, tedy parametry související s mechanickou úpravou odpadu. Odkazuje se na několik verzí metodiky ASTM (mimo jiné na ASTM D2974, D698 a D422). Uvádí třídění na kategorie frakcí na dvou úrovních (I. úroveň – 5 kategorií, II. úroveň – 18 kategorií), které jsou v Tab. 44. Tyto tříděné kategorie frakcí uvádí bez použitého zdroje nebo způsobu získání těchto údajů. Neuvádí ani žádné specifikace týkající se samotného odběru vzorků (způsob, velikost) [49].

Tab. 44 Modul třídění podle Reddy et. al.

I. úroveň	II. úroveň
Snadno biologicky rozložitelný	Odpad z vaření Zahradní odpad
Středně biologicky rozložitelný	Papír Lepenka Potravinový karton Sanitární odpad
Těžce biologicky rozložitelný	Textil Pleny Dřevo
Inertní odpad	Kovy Plastové láhve Ostatní plasty Speciální odpad Lékařský odpad Ostatní odpad Inertní odpad Sklo
Zbytkový odpad	Frakce pod 40 mm

5.3.21 Reinhart and McCauley-Bell

Oficiální název: Methodology for conducting composition study for discarded solid waste [50]

Země původu: USA (Florida)

Autoři Reinhart a McCauley-Bell z Floridské univerzity (University of Central Florida) publikovali v roce 2011 metodu pro zjišťování složení SKO s využitím některých parametrů metodiky ASTM. Navazuje na předchozí studie a metodiku vyvinutou v roce 1996. Metoda si klade za cíl být ekonomicky výhodnou a prakticky uplatnitelnou při zachování požadované míry statistické přesnosti. Provedeno bylo celkem 37 analýz, při kterých se počet analyzovaných vzorků pohyboval od 4 do 217 a jejich hmotnost byla od 77 kg do 899 kg.

Vzorky byly tříděny manuálně do 12 kategorií frakcí I. úrovně a 40 kategorií frakcí II. úrovně [50].

Tab. 45 Modul třídění podle Reinhart a McCauley-Bell

I. úroveň	II. úroveň
Papír	Kancelářský Novinový Vlnitá lepenka Časopisy Telefonní seznamy Ostatní
Plasty	PET HDPE Ostatní
Kovy	Plechovky od jídla Šrot Bílá technika Hliníkové plechovky Ostatní hliník
Sklo	Čiré Hnědé Zelené Ostatní
Bioodpad	Zahradní odpad Směsný bioodpad Ostatní
Stavební odpad	Omítka Dřevěný nábytek Beton Ostatní
Dřevo	Bedny Palety Překližka Řezivo Ostatní
Textil	
Elektroodpad	
Nebezpečný odpad	Baterie Lékařský odpad Ostatní
Guma	Pneumatiky Ostatní
Směsný odpad	Pleny Ostatní

5.4 Shrnutí poznatků rešerše jednotlivých studií a metodik

V rámci rešerše existujících studií a metodik (českých i zahraničních) pro rozbor smíšených komunálních odpadů, byly sledovány především klíčové parametry, pokyny a doporučení týkající se samotných rozborů odpadů. Shrnutí těchto poznatků je v následující kapitole.

5.4.1 Způsob odběru vzorku

V rámci zkoumaných studií bylo zmíněno několik způsobů získání reprezentativního vzorku pro analýzu na základě místa odběru vzorku:

- dotazník nebo statistické šetření,
- sběr vzorku u původce odpadu (např. odpadkový koš z domácnosti),
- sběr vzorku ze sběrové nádoby (popelnice a kontejnery),
- sběr vzorku ze svozových automobilů,
- sběr vzorku na zařízení pro nakládání s odpadem (překládací stanice, MBÚ, bunkr zařízení EVO nebo skládka).

Pro každý ze zmíněných způsobů sběru vzorku byla provedena SWOT analýza. SWOT analýza možnosti získávání informací o složení SKO dotazníkovým šetřením je provedena v Tab. 46.

Tab. 46 SWOT analýza dotazníkového statistického šetření

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none">- Relativně nízké náklady.- Získání informací o domácnostech (počet členů, využití kompostérů, míra recyklace, domácí mazlíčci a další).- Možnosti statistického vyhodnocení získaných dat.- Základ pro získání potřebných dat OH zejména v rozvojových zemích.	<ul style="list-style-type: none">- Složitá kontrola objektivnosti získaných informací.- Velká zodpovědnost kladená přímo na respondenty.- Omezená dostupnost statistických dat (např. jejich zpoplatnění nebo utajování na základě legislativních požadavků dané země).
Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none">- Umožňuje vytipovat oblasti nebo domácnosti pro konkrétní provedení rozborů.- Porovnání dat z dotazníků a domácností s daty svozových firem a dalšími statistickými údaji.	<ul style="list-style-type: none">- Nízká míra zaručení přesnosti (pravdivosti) získaných dat.- Využíváno převážně v rozvojových zemích.

SWOT analýza pro zhodnocení možnosti sběru vzorků SKO u původce odpadu je v Tab. 47.

Tab. 47 SWOT analýza sběru vzorků SKO u původce odpadu

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none">- Získání informací o původci (stratifikační údaje).- Nízké vzájemné ovlivnění jednotlivých vzorků před analýzou.	<ul style="list-style-type: none">- Možnost ovlivnění výsledku původcem odpadu (spojeno s nutností původce informovat v časovém předstihu, aby mohl být odběr v domácnosti/budově proveden).
Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none">- Nastavení četnosti odběrů v závislosti na svozový cyklus v oblasti.	<ul style="list-style-type: none">- Úzká spolupráce s původci odpadu.- Malé vzorky, jejichž složení nemusí být dostatečně reprezentativní.

SWOT analýza pro zhodnocení možnosti sběru vzorků SKO ze sběrové nádoby je v Tab. 48.

Tab. 48 SWOT analýza sběru vzorků SKO ze sběrové nádoby

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"> - Vzorky není před analýzou nutno upravovat (tvorba podvzorku, kvartace), to vede k uspořeni času a nízkým nárokům na použití manipulační techniky (např. kolového nakladače). - Nízká míra vzájemného ovlivnění jednotlivých frakcí a jejich snazší identifikace při třídění. - Používání nádob stejného objemu a tím zajištění shodného objemu analyzovaného vzorku. 	<ul style="list-style-type: none"> - Složitější komunikace s původci odpadu, obcí a svozovými firmami - Vyšší heterogenita SKO v jednotlivých nádobách, pro dosažení požadované přesnosti vede k potřebě vyššího počtu analyzovaných vzorků.
Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none"> - Lze sledovat míru zaplněnosti sběrných nádob. - Možnost optimalizace svozových tras a možností recyklace ve sledovaných oblastech. - Možnost smíchání vzorků z více sběrových nádob, čímž je zlepšena homogenita vzorku a je zvýšena jeho reprezentativnosti. - Možnost propojení se sběrným systémem v dané obci (např. systémy sledování zaplněnosti nádob, QR kódy) 	<ul style="list-style-type: none"> - Nestejnoměrná naplněnost nádob. - Nízká přesnost výsledků při nízkém počtu vzorků. - Nízká anonymizace, která může vést k nesouhlasu původců odpadu.

SWOT analýza pro zhodnocení možnosti sběru vzorků SKO ze svozových automobilů je v Tab. 49.

Tab. 49 SWOT analýza sběru vzorků SKO ze svozových automobilů

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"> - Homogenizovaný vzorek. - Snadný převoz odpadu na místo provádění rozboru. - Možnost rozboru stejného objemu/hmotnosti odpadu. - Statisticky nejpřesnější vzorek. - Potřeba nižšího množství analyzovaných vzorků pro získání požadované přesnosti dat. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nutná komunikace se svozovými firmami a obcemi. - Vyšší náklady na svoz vzorku. - Neposkytuje informace o sběrných nádobách, jejich naplněnosti a ani o původci. - Přestup vlhkosti mezi frakcemi vlivem lisování a rozměňování ve svozových vozech. - Ve většině případů nutná tvorba podvzorku (obvykle kvartací).
Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none"> - Možnost optimalizace svozových tras automobilů. - Pro zajištění dosažení srovnatelných výsledků je potřeba popsat proces homogenizace a tvorby analyzovaného podvzorku. - Vysoká anonymita původců odpadu. - Možnost doplnit např. dotazníkovým šetřením v oblasti za účelem stanovení stratifikačních faktorů. 	<ul style="list-style-type: none"> - Zkreslení výsledků vlivem úpravy odpadu ve svozovém automobilu. - Horší identifikace jednotlivých frakcí. - Vzorky z různých typů svozových automobilů mohou mít různou míru ovlivnění svezeneho odpadu. - Koordinace termínů se svozovými cykly.

SWOT analýza sběru vzorků SKO na zařízení pro nakládání s odpadem nebo na skládce je v Tab. 50.

Tab. 50 SWOT analýza sběru vzorků SKO na zařízení pro nakládání s odpadem

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"> - Možnost okamžitého odběru vzorku. - Zjištění složení a vlastností odpadů, které jsou přijímány do konkrétního zařízení pro účely optimální funkčnosti daného zařízení. - Minimální náklady na přepravu odpadu. 	<ul style="list-style-type: none"> - Žádné informace o původci odpadu. - Nemožnost využití stratifikace. - Není možnost zajistit reprezentativnost odebraného vzorku. - Lze očekávat potřebu využití manipulační techniky pro odběr vzorku.
Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none"> - Možnost zkoumání ovlivnění odpadu působením povětrnostních vlivů a tzv. stárnutí odpadu. - Stanovení postupu pro získání požadované velikosti vzorku (např. odběr do bagu daného objemu). 	<ul style="list-style-type: none"> - Obvykle se jedná o směs odpadů i jiných než SKO (např. objemné odpady). - Koordinace s provozovatelem a personálem zařízení.

Na základě vzdálenosti místa odběru vzorku od místa provádění analýzy a způsobu dopravy vzorků pro analýzu byly definovány následující tři možnosti:

- analýza odebraného vzorku SKO v blízkosti sběrné nádoby,
- analýza vzorků SKO pocházejících z konkrétně vybraných nádob, které byly na místo analýzy svezeny mimořádným svozem,
- analýza podvzorků SKO vytvořených ze sběru více nádob a přivezených na místo analýzy pravidelným nebo mimořádným svozem.

Pro posouzení těchto možností byly opět vytvořeny SWOT analýzy.

SWOT analýza pro posouzení možnosti odběru vzorků SKO a jeho analýzu v přímé blízkosti sběrné nádoby byla provedena v Tab. 51.

Tab. 51 SWOT analýza možnosti odběru vzorků SKO a jeho analýzou v blízkosti sběrné nádoby

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"> - Minimální ovlivnění vzorku. - Snadný výběr vzorku na základě stratifikačních faktorů. 	<ul style="list-style-type: none"> - Potřeba přesouvání vzorkařského stanoviště v rámci jednoho rozboru a s tím spojené vyšší časové nároky. - Není zajištěno zázemí pro vzorkaře (šatna, toalety). - Není zajištěno skladování pomůcek, nutné převážet při každém rozboru veškeré pomůcky.
Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none"> - Relativně rychlé plánování analýz. - Není potřeba domluva se svozovými firmami a s tím související finanční nároky. 	<ul style="list-style-type: none"> - Narušení průběhu rozboru změnami počasí. - Zajištění dostatečného prostoru v okolí nádoby pro postavení vzorkařského stanoviště. - Narušení ze strany veřejnosti. - Různá naplněnost sběrových nádob.

SWOT analýza pro posouzení možnosti odběru vzorků SKO pomocí mimořádného svozu vybraných sběrných nádob byla provedena v Tab. 52.

Tab. 52 SWOT analýza možnosti odběru vzorků SKO pomocí mimořádného svozu pouze vybraných sběrných nádob

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"> - Minimální ovlivnění vzorku. - Možnost volby vhodného místa pro provádění rozborů (zázemí pro vzorkaře, skladování pomůcek, ochrana před povětrnostními vlivy). - Informace o původci odpadu, stratifikačních faktorech a naplněnosti nádob. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nutnost zajištění mimořádného svozu a s tím spojené finanční náklady. - Náročnější příprava a plánování (vytipování vhodných nádob, součinnost se svozovou firmou a majitelem odpadu). - Různé velikosti vzorků a nízká míra jejich homogenizace.
Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none"> - Nižší časová náročnost než při rozboru přímo u sběrné nádoby (vzorkařský tým se v průběhu rozboru nepřesouvá a stanoviště je stabilní). - Optimalizace svozových tras na základě naplněnosti nádob. 	<ul style="list-style-type: none"> - Vyšší finanční nároky na mimořádný svoz. - Nízká anonymita původce vzorku. - Kontrola dodržení plánu odběru vzorků. - Nedostatečná naplněnost vybrané nádoby.

SWOT analýza pro posouzení možnosti odběru vzorků SKO pomocí běžného nebo mimořádného svozu více sběrných nádob a následného odběru podvzorku pro analýzu byla provedena v Tab. 53.

Tab. 53 SWOT analýza možnosti odběru vzorků SKO pomocí mimořádného nebo běžného svozu více sběrných nádob a následného odběru podvzorku

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"> - Možnost volby vhodného místa pro provádění rozborů (zázemí pro vzorkaře, skladování pomůcek, ochrana před povětrnostními vlivy). - Vyšší míra homogenizace SKO a tím zajištění reprezentativního vzorku. - Analyzované podvzorky mají stejnou hmotnost/objem. - Potřeba nižšího množství analyzovaných vzorků pro získání požadované přesnosti dat. 	<ul style="list-style-type: none"> - Náročnější příprava a plánování (součinnost se svozovou firmou a majitelem odpadu, zajištění tvorby podvzorku). - Neposkytuje informace o sběrných nádobách, jejich naplněnosti a ani o původci. - Přestup vlhkosti mezi frakcemi vlivem lisování a rozmělnování ve svozových vozech.
Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none"> - Možnost optimalizace svozových tras automobilů. - Pro zajištění dosažení srovnatelných výsledků je potřeba popsat proces homogenizace a tvorby analyzovaného podvzorku. - Vysoká anonymita původců odpadu. - Možnost doplnit např. dotazníkovým šetřením v oblasti za účelem stanovení stratifikačních faktorů. 	<ul style="list-style-type: none"> - Zkreslení výsledků vlivem úpravy odpadu ve svozovém automobilu. - Horší identifikace jednotlivých frakcí. - Vzorky z různých typů svozových automobilů mohou mít různou míru ovlivnění svezeneho odpadu – zajištění stejného typu svozu pro porovnávané vzorky. - Koordinace termínů se svozovými cykly.

5.4.2 Velikost vzorku

Velikost analyzovaného vzorku úzce souvisí se způsobem odběru vzorku. Nejmenší vzorky byly odebírány z domácností a jejich hmotnost byla maximálně v řádu kilogramů. Naopak největší vzorky pocházely ze svozových automobilů, jejich velikost závisela na typu svozového automobilu a nejčastěji se pohybovala od 4 do 8 tun. Z takto velkých vzorků byly pomocí kvartace vytvářeny podvzorky jejichž velikost se udávala přibližně jako hmotnost 200 kg nebo objem 1 m³.

5.4.3 Příprava vzorku pro vzorkování

Některé studie a metodiky předkládají postupy pro předúpravu vzorků pře analýzou. Nejčastější zmiňovanou metodou je **kvartace**. Jedná se metodu tvorby podvzorku z velkého vzorku, nejčastěji pocházejícího ze svozového automobilu, odpad ze svozového automobilu je vysypán (některé studie zmiňují jeho zvážení ve svozovém automobilu) na hromadu, která je rozdělena na čtvrtiny, z nich jsou dvě vybrány, smíchány a opět rozděleny na čtvrtiny, zbylé dvě jsou odstraněny. Proces pokračuje, dokud není získán vzorek pro analýzu o požadované velikosti. Tímto postupem je zajištěna i homogenizace analyzovaného vzorku.

Několik dokumentů popisuje další úpravy vzorku před samotnou analýzou, nejvíce bylo zmiňováno:

- drcení (většinou na částice předem dané velikosti),
- mechanické prosetí (odstranění jemné frakce pomocí rotačních sít, Tromelů),
- sušení,
- rozmrazení (u studií prováděných v severských zemích).

5.4.4 Četnost

Velmi variabilní parametr, souvisí s požadavky na výsledky dané studie, reprezentativnost analyzovaných vzorků a lokalitu původu odebraných vzorků. Nejdůležitějším aspektem je **zahrnutí sezónnosti**, v mírném pásu se střídají čtyři roční období (jaro, léto, podzim, zima), během nichž se mění skladba SKO v závislosti na topné sezóně, změny vegetativních podmínek nebo prázdninové období. Dalším faktorem je délka svozového cyklu v oblasti odběru vzorků.

Pro zajištění reprezentativnosti získaných výsledků a možnosti jejich statistického vyhodnocení se na základě poznatků z rešerší jeví optimální provádění rozborů souboru vzorků v každém ročním období, tedy čtyřikrát ročně.

Minimální počet vzorků bývá stanoven na základě statistických propočtů (uvádí např. ASTM) a souvisí s požadavky na přesnost výstupů a stratifikačními faktory.

5.4.5 Použití mechanizace

Při tvorbě podvzorku z velkého vzorku pocházejícího ze svozových automobilů je používán kolový nakladač, kterým je provedena kvartace i odběr analyzovaného podvzorku požadované hmotnosti/objemu.

V některých případech bylo využito mechanických rotačních sít (Tromelů), pro odstranění jemného podílu, primárně šlo o frakci pod 40 mm. Tento proces může být doplněn pásovým dopravníkem pro kontinuální přísun odpadu do síta.

5.4.6 Využití sít

Pro analýzy SKO jsou používány dva typy sít – mechanická rotační síta a stolní síta.

Nejčastěji používaným typem síta je stolní síto se čtvercovými otvory o velikosti 40×40 mm. Pro tento typ síta byla provedena SWOT analýza viz Tab. 54.

Tab. 54 SWOT analýza využití stolních sít se čtvercovými oky o velikosti 40×40 mm

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"> - Kontinuální odstraňování jemného podílu. - Umožnění třídění odpadu v pohodlné výšce (není nutno se pro jednotlivé frakce shýbat), usnadnění práce vzorkařů. - Zvýšení bezpečnosti práce z důvodu propadu drobných ostrých předmětů sítím (střepy, hřeby, žiletky). 	<ul style="list-style-type: none"> - Velké rozměry, špatná možnost převážení. - Propad sledovaných frakcí do podsítného podílu (např. tužkové baterie). - Kromě velikosti ok žádná studie neuvádí další specifika použitých sít. - Často se jedná o síta navržená pro účely analýzy, nejedná se o sériovou výrobu.
Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none"> - Specifikace prosévání a pohybu odpadu na sítu (protřepávání síta, přehrabování odpadu na sítu hráběmi a lopatami). 	<ul style="list-style-type: none"> - Při prosévání mohou do podsítné frakce propadnout i frakce, které mají jeden rozměr výrazně větší než 40 mm (např. tužky, větve). - Neexistuje normalizované síto, konstrukční provedení sít se u jednotlivých analýz může lišit.

5.4.7 Popis třídění

Ve zkoumaných studiích a metodikách bylo využito převážně manuálního třídění za pomoci skupiny vzorkařů. Vzorkaři třídili odpad na stolech, sítích, pásech nebo na zemi, do připravených vzorkovnic na jednotlivé kategorie frakcí. Naplněné vzorkovnice byly poté váženy a vše pečlivě zaznamenáváno.

Částečné mechanické třídění bylo v některých zmíněných studiích použito před manuálním tříděním pro odstranění jemné frakce pomocí bubnového rotačního síta.

5.4.8 Třídící modul

Variabilní kategorie frakcí na jednotlivých úrovních v souvislosti s různými požadavky na výsledky. Odpad byl dělen nejvýše na tři úrovně – I. úroveň základní materiály (8 až 15 kategorií frakcí), II. úroveň se mohla lišit nejčastěji kategorie podle možnosti recyklace nebo dělení na obalový/neobalový, III. úroveň, u které se uváděné kategorie frakcí prolínají s jině uvedenými kategoriemi druhé úrovně nebo přímo konkrétními zastoupenými odpady. Na základě nejčastěji se vyskytujících kategorií frakcí I. a II. úrovně byla sestavena Tab. 55. III. úroveň není vyhodnocena, protože se vyznačovala vysokou variabilitou spojenou s cíli studie a byla popsána u nízkého množství analyzovaných zdrojů.

Tab. 55 Modul třídění podle nejčastější kategorií frakcí zastoupených pozorovaných v rešerši

I. úroveň	II. úroveň
Papír a karton	Obalový papír Neobalový papír
Plasty	Plastové obaly Neobalové plasty
Sklo	Obalové sklo Neobalové/nevratné sklo

I. úroveň	II. úroveň
Kovy	Železné obaly Neželezné obaly Železné ostatní kovy Neželezné ostatní kovy
Biodpady	Kuchyňské odpady Zahradní odpady
Textil	
Inertní odpad (nespalitelné odpady)	
Nebezpečný odpad z domácností	Lékařský odpad Chemikálie
Elektroodpady	Elektronika Spotřebiče
Spalitelný odpad	Dřevo Kůže Guma
Hygienický odpad	
Jemný podíl (pod 40 mm)	

5.4.9 Odběr laboratorních vzorků

Laboratorní vzorky souvisí s požadavky na výstupy jednotlivých analýz a možnostmi laboratoře, které je analýza zadána. Odebrané laboratorní vzorky musí mít požadovanou velikost (často se uvádí maximální hmotnost v řádech kilogramů) a požadovanou maximální velikost částic. Pro tyto účely je často vzorek drcen, dále jsou uváděny postupy, jako je sušení nebo pálení daného vzorku. Laboratorní analýzy se provádí za účelem zjištění např.:

- vlhkosti,
- spalného tepla a výhřevnosti,
- množství konkrétních chemických látek (např. organického uhlíku, fluoridů, chloridů, dusíku, síry, těžkých kovů, polychlorované bifenyly nebo polycyklické aromatické uhlovodíky),

Problematické bývá získání dostatečně reprezentativního vzorku jednotlivých kategorií frakcí, často jsou uváděny pouze laboratorní zkoušky podsítné frakce. Výsledky laboratorních testů mohou být ovlivněny i způsobem dopravy vzorku do laboratoře a dobou prodlení mezi odběrem vzorku a samotnou laboratorní analýzou.

5.4.10 Pozorované stratifikační faktory

Velká část studií uvádí sledování různých stratifikačních faktorů, které měly vliv na složení SKO. Byly pozorovány následující faktory:

- typ obytné zástavby,
- socio-ekonomické faktory a spotřebě domácnosti,
- vzdělanost obyvatel,
- komerční sféra (vliv průmyslu),
- vliv přítomnosti specifických staveb (např. nákupní střediska),
- vliv přítomnosti specifických lokalit (např. zahrádkářské kolonie),

- vliv atraktivnosti oblasti (turistický ruch),
- vliv sezónnosti.

Volba sledovaného stratifikačního faktoru souvisela s cíli dané studie, vůbec nejčastěji byl zmiňován typ obytné zástavby a sezónnost.

Stručný přehled základních principů obsažených v jednotlivých studiích je zpracován jako Příloha 1 předkládané práce.

6. PRAKTICKÁ REALIZACE TERENNÍCH PRÁČÍ

Cílem předkládané diplomové práce bylo navrhnout a popsat postup pro provádění terénních rozborů SKO za účelem stanovení jeho složení a k tomu potřebných úkonů. Popsány byly přípravné práce, postupy realizace samotných analýz a zpracování výsledků dílčích rozborů.

6.1 Sledované typy zástavby

V zahraničních studiích již byly některé typy zástavby popsány a v některých jsou rozlišovány mírně rozdílné typy, než se nacházejí v ČR. V souvislosti se sledováním změn ve složení SKO na území ČR byly stanoveny následující 4 typy zástavby na základě možnosti lokálního spalování kalorických frakcí odpadu, kompostování přímo u původce.

- **Sídlištní zástavba** – sestává se z bytových domů, u kterých převládá dálkové zásobování teplem, není předpokládána možnost spalování kalorických složek KO, možnost kompostování ani dlouhodobějšího shromažďování tříditelných frakcí.
- **Venkovská zástavba** – zástavba je tvořena převážně rodinnými domy se zahradami, kdy je předpokládáno převažující lokální vytápění tuhými palivy a s tím související spalování odpadu v domácích topeništích. Možnost využívání kompostování s využitím zahradních kompostérů a jeho následné využívání a může docházet i ke zkrmování některých druhů bioodpadů domácími zvířaty a dobyt看em.
- **Smíšená zástavba** – jedná se převážně o starší zástavbu bytových domů, které jsou vytápěny smíšeným ústředním, etážovým či lokálním vytápěním plynem či elektřinou.
- **Vilová zástavba** – je tvořena rodinnými domy a vilami se zahradami, které jsou většinou vytápěny plynem či elektřinou. Není předpokládána možnost spalování odpadu v lokálních topeništích, ale podobně jako u venkovské zástavby je zde možnost kompostování a využívání kompostu s rozdílem, že zde nedochází ke zkrmování bioodpadů domácími zvířaty a dobyt看em.

6.2 Velikost vzorku podle typu zástavby a způsobu odběru vzorku

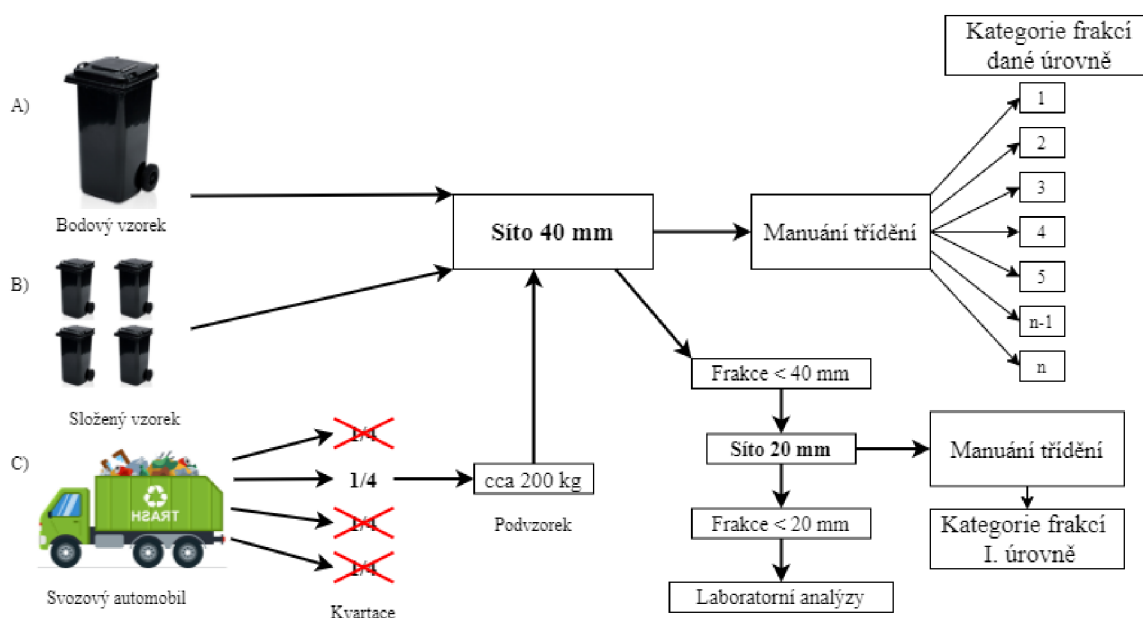
S ohledem na typ zástavby a způsob sběru odpadu v dané oblasti se liší velikost vzorků. Na základě proběhlých rozborů byly definovány 3 velikosti vzorků a způsoby jejich úpravy pro analýzu.

- **Způsob A – bodový vzorek** – sběr vzorku přímo v domácnosti např. odpadkový koš z domácnosti (nebylo v rámci praktických rozborů prováděno), sběr vzorků ze sběrných nádob (popelnice) na čísle popisném. V praxi byl využit speciální svaz odpadu vybraných sběrných nádob, který vyžaduje spolupráci s obcí/technickými službami, které odeberou vzorky do igelitových pytlů s vyšší gramáží a shromáždí je na místo rozboru. Možnost provádění rozboru přímo u vybrané nádoby, který nebyl prováděn z důvodu vysoké časové náročnosti na přesun jednotlivých stanovišť, pomůcek a absence jakéhokoli zázemí. Jedná se o malé vzorky, jejichž roztřídění nebývá časově náročné, tříděny bývají na kategorie frakcí III. úrovně, z nichž často některé nejsou vůbec zastoupeny. U těchto vzorků dochází k velmi nízké míře ovlivnění parametrů, ale mají velmi heterogenní složení.
- **Způsob B – složený vzorek** – sběr většího objemu odpadu, nebo odebrání více menších vzorků a jejich sloučení do jednoho analyzovaného vzorku. Sběr a třídění

vzorku je obdobné jako u bodových vzorků, vzhledem k většímu objemu odpadu je vyšší časová náročnost analyzování jednoho vzorku.

- **Způsob C – vzorek ze svozového automobilu** – je závislý na spolupráci s technickými službami nebo svozovou firmou a zajištění místa rozboru. Pomocí kvartace je vytvořen **podvzorek** o přibližné velikosti 200 kg, odpovídá obsahu kontejneru nebo velké nádoby o velikosti 1 m³. Odpad je homogenizovaný a poskytuje reprezentativní informace o složení SKO v dané oblasti. V souvislosti s druhem použitého svozového automobilu (viz kap. 4.3) může docházet k ovlivnění vzorku např. z důvodu prostupu vlhkosti mezi jednotlivými frakcemi. Podsítná frakce je vhodná pro experimentální rozbor podsítné frakce a laboratorní analýzy.

Schématické znázornění průběhu rozboru analyzovaného vzorku v závislosti na jeho velikosti je na Obr. 15. Operativně je znázorněna možnost zařazení síta s menšími oky (20 mm) pro další třídění frakce pod 40 mm na kategorie frakcí I. úrovně.



Obr. 15 Schéma průběhu rozborů s ohledem na velikost vzorku

6.3 Přípravné práce spojené s rozboru

Přípravné úkony pro provedení praktických analýz jsou především v kompetenci supervizora (osoba odpovědná za celkové provádění rozborů):

- Zajištění dostatečného počtu pracovníků.
- Proškolení vzorkařů – seznámení se základními postupem prací, pracovní náplní vzorkaře a bezpečností práce.
- Výběr lokalit pro analýzy a určení velikosti a způsobu odebraných vzorků v dané lokalitě. Zohlednění různých typů zástavby, rozdílů ve způsobech svozu, možnosti recyklace a přítomnosti koncových zařízení pro některé druhy odpadů.
- Zajištění odpadu pro vzorkování a místa uskutečnění rozboru – domluva s poskytovatelem, zajištění technického vybavení v místě rozboru případně

skladování technického vybavení, zajištění prostoru, kde bude vzorkování probíhat a zázemí pro vzorkařský tým (toalety, sprchy, šatny).

- Zajištění pomůcek.

6.4 Bezpečnost při provádění rozborů

Průběh analýz odpadů seřídí legislativou ČR a Zákoníkem práce. Pro zajištění bezpečnosti vzorkařského týmu jsou zajištěny ochranné pomůcky specifikované v kapitole 6.5. Vzorkaři jsou proškoleni o BOZP a při pohybu na zařízení pro nakládání s odpady dbají pokynů obsluhy a supervizora.

Při odběru vzorku a chystání stanovišť:

- dbát zvýšené opatrnosti při vysypávání vzorku – odlétávání skleněných, plastových nebo kovových částic, riziko prasknutí nádoby (ze které je vzorek odebrán, nebo té do které je vysypáván),
- výběr místa pro stanoviště – rovná zpevněná plocha v blízkosti odebraného vzorku o dostatečné rozloze pro postavení stanovišť a jejich bezpečného fungování, která je dostatečně vzdálena od manipulačních a jinak rušných míst.

Nebezpečí ve vzorku:

- ostré objekty (hřebíky, žiletky, injekční stříkačky, kusy skla a jiné) – je třeba odstraňovat opatrně a při prvním zpozorování,
- potenciálně nebezpečné odpady z domácností (spreje, barvy a ředidla, jiné chemické látky, léky, zdravotní odpad a jiné) – je třeba je vytržít, než dojde k poškození jejich obalu,
- nádoby s neznámou/nebezpečnou tekutinou – tyto nádoby je zakázáno otevírat a je potřeba je vytržít do příslušné vzorkovnice při první možné příležitosti, aby nedošlo k rozbití nádoby.

Bezpečnost pro zajištění správných výsledků:

- včasnost rozboru odebraného vzorku, tj. aby vzorek nebyl „uležený“ a neměl tendence k biologickému rozkladu, nebo nedošlo k jeho ovlivnění počasím,
- zajištění odebraného vzorku a místa provádění rozboru proti povětrnostním vlivům,
- seřízení měřicích přístrojů,
- proškolení personálu o správnosti odběru vzorku a jeho třídění na jednotlivé kategorie frakcí včetně kontroly a konzultace jednotlivých frakcí v průběhu rozboru vzorku.

6.5 Použité pomůcky

Pomůcky potřebné pro zajištění správnosti průběhu rozboru, zaznamenání výsledků a bezpečnosti celého vzorkařského týmu.

- **Technologická váha** – certifikovaná váha pro obchodní vážení, maximální nosnost 60 kg s váživostí 5 g. Váha disponuje oddělitelným indikátorem na kabelu délky 1 m, to může být využito např. při vážení objemnějších vzorkovnic nebo frakcí, jejichž rozměry by zakrývaly indikátor. Váha je vybavena vestavěným akumulátorem pro použití v místech bez možnosti připojení do elektrické sítě. Výdrž baterie je přibližně 50 hodin nepřetržitého provozu bez podsvitu [50]. Stav baterie váhy je třeba kontrolovat v dostatečném předstihu před dalším rozbořem. Váha je vždy přivezena

na místo konání rozboru supervizorem a je doporučeno pro rozборы používat stejnou váhu nebo několik vah se stejnými parametry pro zajištění konzistentních výsledků.



Obr. 16 Přenosná váha můstková CAS PB 30/60 kg [50]

- **Stabilní stůl pod technologickou váhu a hlavní stanoviště supervizora** – může být zajištěn v místě rozboru nebo přivezen na místo vzorkařským týmem. Pro provedené terénní práce byl použit skládací kovoplastový pracovní stůl viz Obr. 17, který byl na místa rozborů dopravován.



Obr. 17 Skládací kovoplastový stůl [51]

- **Fotoaparát** – digitální fotoaparát nebo kvalitní mobilní telefon, včetně záložní baterie a paměťové karty, ze kterých budou moci být fotografie přeneseny do počítače.
- **Vzorkovnice** – kbelíky, stavební vědra, maltníky (objem 60 l, 80 l, a více litrů dle potřeby).
- **Síta** – pro účely analýz byla navržena síta, která se sestávají z kovové sítě se čtvercovými oky a dřevěného rámu. Použitá síta:
 - stolní síto – síť s oky 40 mm,
 - stolní síto – síť s oky 20 mm,
 - stolní síto – síť s oky 10 mm,
 - síto pro upevnění na maltník 60 l (oka 20 mm a 10 mm),
 - síto pro upevnění na maltník 80 l (oka 20 mm a 10 mm).
- **Podstavce pro stolní síta** – dřevěný rám navržených sítí je uzpůsoben pevnému zachycení do kovových podstavců na řezání, které jsou běžně dostupné na trhu, viz Obr. 18. Současně je požadavek na skladnost a snadný převoz.



Obr. 18 Kovové podstave na řezání – podstavce pro síta [51]

- **Ochranné pomůcky** – pomůcky pro zajištění bezpečnosti vzorkovacího týmu při provádění analýz a nakládání s odpadem – jednorázové overaly a respirátory, rukavice (doporučené 2 vrstvy – jednorázové gumové a máčené pracovní rukavice), ochranné brýle, desinfekce.
- **Další pomůcky** – nůž, hrábě, lopaty, lopatky, smetáky, igelitové pytle propisky, šroubovák, digitální teploměr a stopky, laminované výtisky tabulky tříděných kategorií frakcí, další dle terénní potřeby.
- **Mobilní box na uložení vybavení.**
- **Záznamové listy.**
- **Dokumentace o poskytnutém odpadu.**
- **Lékárnička.**

6.5.1 Finanční zhodnocení nákladů na pomůcky pro provádění rozborů

Odhad ceny potřebných pomůcek na provedení jednoho rozboru odpadu je znázorněn v Tab. 56 a Tab. 57. Pro kalkulaci byly zvoleny průměrné ceny v českých e-shopech bez zohlednění akcí a množstevních a věrnostních slev a odhady na základě průzkumu trhu. Ceny byly analyzovány po pandemické situaci COVID-19 – 06/2020.

Náklady na pomůcky potřebné pro provedení rozboru mohou být považovány za jednorázové a tyto pomůcky mohou být na jednotlivé rozborů dopravovány.

Tab. 56 Náklady na pomůcky potřebné při rozboru SKO

	Cena za kus (Kč)	Počet kusů na jeden rozbor	Cena na jeden rozbor (Kč)
Váha	6 782	1	6 782
Pracovní stůl	2 483	1	2 483
Podstavce	2 344	1	2 344
Stavební vědro 20 l	35	25	875
Maltník 60 l	99	8	792
Maltník 80 l	135	8	1 080
Box	1 479	1	1 479
Fotoaparát	6 000	1	6 000
Síto (40x40 mm) ⁸	2 000	1	2 000
Lopatka	62	2	124
Dezinfekce	100	1	100
Celkem	21 519		24 059

Náklady na jednorázové pomůcky je třeba připočítávat k celkovým nákladům na provedení jednoho rozboru. Tyto náklady se mohou lišit v závislosti na počtu členů vzorkařského týmu (počítáno je pro obvyklý počet 5 – čtyři vzorkaři a supervizor).

Tab. 57 Náklady na jednorázové pomůcky

	Cena za kus (Kč) ⁹	Počet kusů na jeden rozbor	Cena na jeden rozbor (Kč)
Overall	110	5	550
Ochranné brýle	162	5	810
Latexové rukavice	3	5	15
Máčené rukavice	20	5	100
Respirátor FFP2	53	5	265
Respirátor FFP3	260	5	1 299
Celkem	348		3 039

Jednorázové náklady na jeden výjezd pětičlenného vzorkařského týmu činí přibližně 1 700 Kč (údaj 6/2020) při použití respirátorů třídy FFP2, a 3 000 (údaj 6/2020) při použití respirátorů třídy FFP3, v této částce není zahrnuto cestovné, stravné ani mzdy členů vzorkařského týmu. Dále nejsou zahrnuty náklady na ochranné oblečení a ochranou obuv. Náklady na technologické vybavení činí přibližně 24 000 Kč, toto vybavení je na místa rozborů dopravováno.

6.6 Vybavení místa pro analýzu

Místo pro průběh analýzy musí disponovat zpevněnou plochou, které je chráněna před povětrnostními vlivy a přístupem pro dopravu a dočasné uskladnění odebraných vzorků. Dále je požadováno základní zázemí pro vzorkařský tým (toalety, šatna). Je doporučeno zajištění

⁸ Cena je odhadnuta na základě nákladů na použitou kovovou mříž daných rozměrů a materiálu pro výrobu rámu.

⁹ Uvedené ceny jsou pro červen 2020, kdy lze ceny považovat za relativně ustálené po prudkém nárůstu v březnu 2020 v souvislosti se světovou pandemií, i přesto jsou ceny jednorázových pomůcek vyšší (v některých případech i několikanásobně) než na podzim 2019.

základního vybavení pro manipulaci se vzorkem (hrábě, lopaty, smetáky) a skladovací prostory pro objemné pomůcky (síta, podstavce, vzorkovnice).

6.7 Rozbor separovaného papíru a plastu

V úvodní části nastavování způsobu provedení praktických rozborů SKO bylo provedeno několik rozborů separovaného papíru a plastu. Tyto rozборы byly provedeny pro získání přehledu o jednotlivých druzích těchto odpadů a možnostech jejich rozlišení v případě jejich přítomnosti v SKO.

Pro účely těchto rozborů byly vybrány kontejnery na tříděný odpad o objemu 1 100 l v lokalitě 1. Požadována byla jejich naplněnost alespoň 75 %. Tyto rozборы proběhly bez využití sít, přičemž vzorek byl vysypán na zem a rozhrábnut hráběmi nebo lopatou, viz Obr. 19. Po vytrídění byl zbylý odpad, který nebyl zařazen do žádné ze stanovených kategorií, smeten a zvážen a zařazen jako zbytek. Separovaný papír a plast byl tříděn na kategorie frakcí uvedené v Tab. 58.



Obr. 19 Ukázka z praktického rozboru separovaného plastu

Tab. 58 Tříděné kategorie frakcí separovaného papíru a plastu

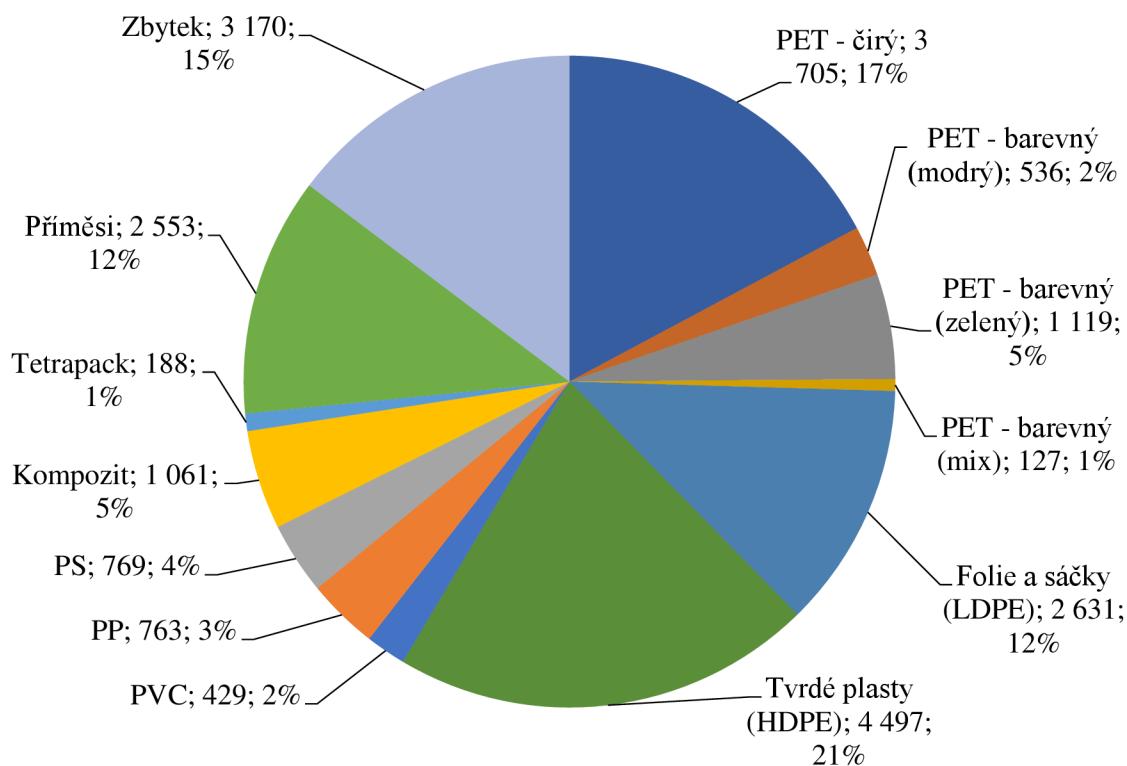
Separovaný papír	Separovaný plast
Lepenka a karton	PET – čirý
Časopisy a letáky	PET – barevný (modrý)
Novinový papír	PET – barevný (zelený)
Kancelářský papír	PET – barevný (mix)
Obaly na šunku	Folie a sáčky (LDPE)
Obaly od vajíček	Tvrdé plasty (HDPE)
Ostatní (recyklovatelný)	PVC
Ostatní (nerecyklovatelný)	PP
Příměsi a nečistoty	PS
Kompozity	Kompozit
	Tetrapack
	Příměsi
	Zbytek

Ukázka naměřených hodnot jednotlivých sledovaných kategorií frakcí při rozbořech separovaného plastu a papíru je znázorněna v Tab. 59 grafické znázornění těchto dat je na Obr. 20. (plasty) a Obr. 21 (papír). U plastů byl nejvyšší podíl PET láhvi (dohromady téměř 25 %) a poté tvrdých plastů (21 %), ve vzorky byly příměsi materiálů, které do tříděného plastu nepatří (12 %) a plastů nezařaditelných do žádné z uvedených kategorií (15 %). U separovaného papíru byl podíl příměsí zanedbatelný a nejvyšší hmotnostní podíl zaujímaly kategorie lepenka a karton (35 %) a časopisy a letáky (30 %).

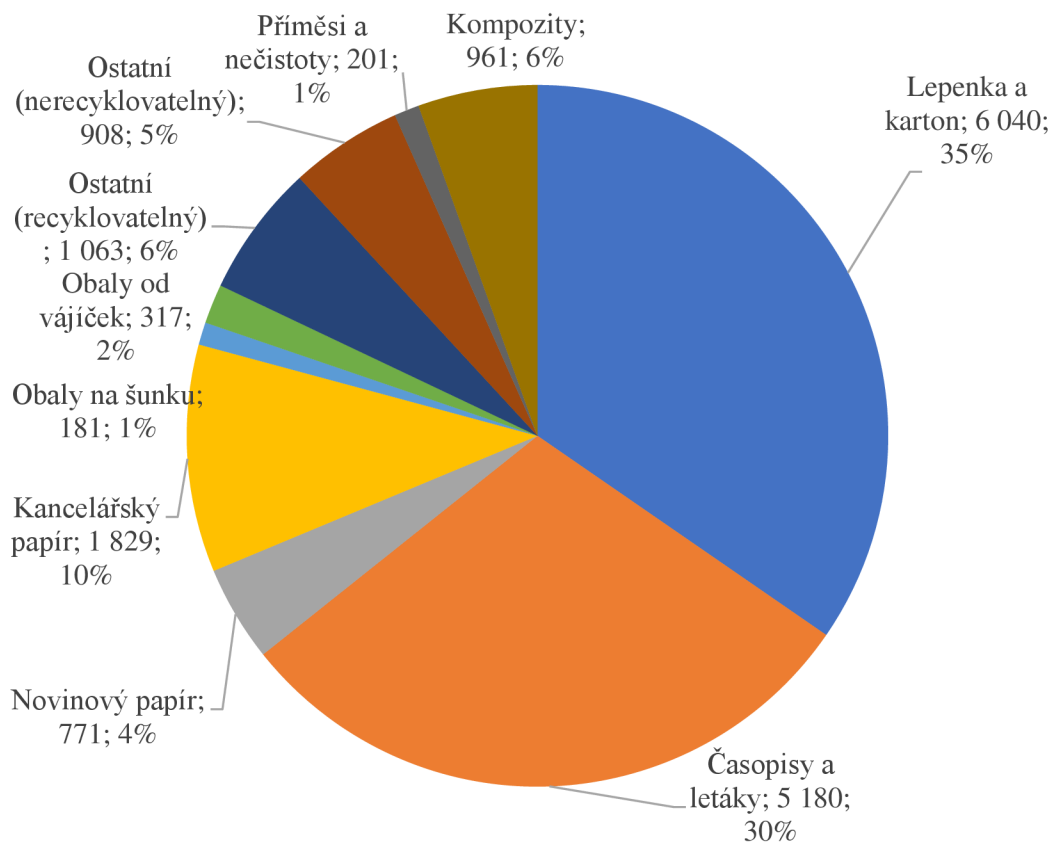
Tab. 59 Ukázka dat z analýz separovaného plastu a papíru

Separovaný plast		
Kategorie frakcí	Váha [g]	Podíl %
PET – čirý	3 705	17,19%
PET – barevný (modrý)	536	2,49%
PET – barevný (zelený)	1 119	5,19%
PET – barevný (mix)	127	0,59%
Folie a sáčky (LDPE)	2 631	12,21%
Tvrdé plasty (HDPE)	4 497	20,87%
PVC	429	1,99%
PP	763	3,54%
PS	769	3,57%
Kompozit	1 061	4,92%
Tetrapack	188	0,87%
Příměsi	2 553	11,85%
Zbytek	3 170	14,71%
CELKEM	21 548	100%

Separovaný papír		
Kategorie frakcí	Váha [g]	Podíl %
Lepenka a karton	6 040	34,61%
Časopisy a letáky	5 180	29,68%
Novinový papír	771	4,42%
Kancelářský papír	1 829	10,48%
Obaly na šunku	181	1,04%
Obaly od vajčiček	317	1,82%
Ostatní (recyklovatelný)	1 063	6,09%
Ostatní (nerecyklovatelný)	908	5,20%
Příměsi a nečistoty	201	1,15%
Kompozity	961	5,51%
CELKEM	17 451	100%



Obr. 20 Ukázka výsledků rozboru vzorku separovaného plastu



Obr. 21 Ukázka výsledků rozboru vzorku separovaného papíru

6.8 Realizace rozboru

Po příjezdu celého vzorkařského týmu na místo konání rozborů jsou vyloženy z automobilu a vyndány ze skladu veškeré potřebné pomůcky. Odebrané vzorky jsou nachystané a označené v blízkosti místa kde budou tříděny. Pověřená osoba předá tyto vzorky a související dokumentaci supervizorovi. Poté jsou sestavena stanoviště vzorkařů a stanoviště supervizora.

Rozbor probíhá dle schématu na Obr. 15 na kategorie frakcí předem stanovené úrovně třídění dle Tab. 60, je doporučeno umístění laminované tištěné verze, tak aby byla k dispozici po celou dobu průběhu rozboru.

Tab. 60 Anonymizovaný modul třídění

I. úroveň	II. úroveň	III. úroveň
1. Papír	1.1. Kategorie frakcí	1.1.1. Kategorie frakcí
		1.1.2. Kategorie frakcí
	1.2. Kategorie frakcí	1.2.1. Kategorie frakcí
		1.2.2. Kategorie frakcí
	1.3. Kategorie frakcí	
2. Plast	2.1. Kategorie frakcí	2.1.1. Kategorie frakcí
		2.1.2. Kategorie frakcí
		2.1.3. Kategorie frakcí
		2.1.4. Kategorie frakcí
		2.1.5. Kategorie frakcí

I. úroveň	II. úroveň	III. úroveň
		2.1.6. Kategorie frakcí
	2.2. Kategorie frakcí	
3. Bioodpad	3.1. Kategorie frakcí	3.1.1. Kategorie frakcí
		3.1.2. Kategorie frakcí
		3.1.3. Kategorie frakcí
	3.2. Kategorie frakcí	
4. Dřevo		
5. Sklo	5.1. Kategorie frakcí	
	5.2. Kategorie frakcí	
6. Kovy	6.1. Kategorie frakcí	6.1.1. Kategorie frakcí
		6.1.2. Kategorie frakcí
		6.1.3. Kategorie frakcí
	6.2. Kategorie frakcí	6.2.1. Kategorie frakcí
		6.2.2. Kategorie frakcí
7. Textil	7.1. Kategorie frakcí	
	7.2. Kategorie frakcí	
8. Kompozitní obaly	8.1. Kategorie frakcí	
	8.2. Kategorie frakcí	
9. Elektrozařízení		
10. Baterie a akumulátory		
11. Další odpady	11.1. Kategorie frakcí	
	11.2. Kategorie frakcí	
	11.3. Kategorie frakcí	
	11.4. Kategorie frakcí	
	11.5. Kategorie frakcí	
12. Jemný podíl pod 40 mm		

6.8.1 Stanoviště vzorkařů

Stanoviště vyžaduje zpevněnou plochu, které je zajištěna proti atmosférickým vlivům (déšť, vítr, sníh a další). Nejlépe je provádět rozbor v kryté hale s dostatečným odvětráváním, nebo na zastřešeném venkovním prostranství. Stanoviště je třeba sestavit v blízkosti odebraného vzorku, aby nebyla nutná výrazná manipulace se vzorkem. Stanoviště je tvořeno sítím o velikosti 1×2 m umístěné na podstavcích, na jehož delší straně vždy pracuje 1 až 2 vzorkaři, kteří mají kolem sebe rozmístěny vzorkovnice. Ukázka stanoviště vzorkařů je na Obr. 22. Pro třídění kategorií frakcí na III. úrovni bylo využito stavebních věder o objemu 20 l a maltníků o objemu 60 l nebo 80 l. Prostor pro sestavení stanoviště by měl mít minimální velikost 5×5 m, aby se kolem síta vešli vzorkaři a dostatečný počet vzorkovnic a zároveň byl ponechán prostor pro procházení, aby mohli být vzorkovnice váženy v průběhu rozboru. Vzorkovnice nejsou pevně označeny pro kategorii tříděného odpadu, to je rozhodnuto na základě složení aktuálního analyzovaného vzorku. Po vizuálním posouzení vzorku je rozhodnuto o frakcích, které budou tříděny do větších vzorkovnic (např. plastové fólie nebo hygienické odpady). Na základě zkušenosti jsou umístovány 2 velké a 2 menší vzorkovnice na síto, aby na ně dosáhli všichni vzorkaři, a třídí se do nich nejčastěji zastoupené frakce. Zbylé vzorkovnice jsou na zemi v okolí

vzorkařů. Vzorkaři mezi sebou komunikují tak, aby každý věděl, co je tříděno do jednotlivých vzorkovnic.

Při rozboru na I. nebo II. úrovni stačí menší počet vzorkovnic, nebo mohou být na každé straně síta tříděny všechny kategorie frakcí. Velké kusy odpadu (koberce, pytle stavebního materiálu), které patří do jedné kategorie, jsou vybrány ze vzorku zvlášť a je možno je vážit bez vzorkovnice. Bez vzorkovnice byly váženy i některé málo zastoupené kategorie frakcí, jejichž celková hmotnost by byla zkreslena samotnou vahou prázdné vzorkovnice.

S ohledem na velikost vzorku, počet vzorkařů a vybavení, může být toto stanoviště znásobeno za účelem roztřídění většího objemu vzorků.



Obr. 22 Ukázka stanoviště vzorkařů s rozestavením vzorkařů a rozmístěním vzorkovnic

6.8.2 Stanoviště supervizora

Stanoviště supervizora slouží hlavně k vážení vzorkovnic a zaznamenávání získaných informací. Vyžaduje rovný a stabilní stůl dostatečné velikosti, aby se na něj vešla váha a záznamové listy. Kromě váhy se zde nachází i záznamové listy a další dokumentace. Ukázka stanoviště supervizora je na Obr. 23.



Obr. 23 Stanoviště supervizora

6.8.3 Sítová analýza a praktické části rozboru SKO

Třídění probíhá na stolním sítu s oky o velikosti 40 mm. K sítu se na delší stranu postaví 1 až 2 vzorkaři, kteří si kolem sebe rozestaví vzorkovnice, do kterých budou tříděny příslušné frakce podle stanovených kategorií dané úrovně. Odpad je postupně nakládán na síto, kde je tříděn, tak aby nedocházelo k přílišnému zaplnění síta a bylo možno odpad na sítu přesouvat a částice menší 40 mm snáze propadly do podsítné frakce. Po umístění na síto jsou nožem otevřeny plastové pytle s odpadem. Každý vzorkař si na základě prvotně vytříděných frakcí určí, které frakce bude třídít do vzorkovnic ve svém okolí (je doporučeno, aby byl jeden vzorkař zodpovědný na jednu kategorii první úrovně a tu sám třídil na kategorie II. a III. úrovně). Mezi vzorkaři dochází k předávání jednotlivých frakcí, mezi vzorkaři je důležitá komunikace a koordinace. Na začátku každého rozboru je zvážena jedna prázdná vzorkovnice od každého druhu použitých vzorkovnic. Tříděno je na stanovené kategorie frakcí, které jsou specifikovány v Příloze 2 předkládané práce. Tříděno bývá vždy na nejpodrobnější z požadovaných úrovní a ostatní jsou poté dopočítány jako součty jednotlivých kategorií nižší úrovně. Pokud to charakter předmětu dovoluje, je doporučeno oddělit jednotlivé druhy materiálu (např. fólie od krabičky z tvrdého plastu, slupky zabalené do novin a další).

V průběhu rozboru jsou pořizovány fotografie. Na počátku je vyfotografován celý vzorek, v průběhu jsou foceny vážené vzorkovnice, odpady vážené bez vzorkovnic a speciální druhy odpadů, jejichž výskyt není častý a podsítná část vzorku.

Při rozbořech jsou k dispozici různé velikosti vzorkovnic. Po vizuálním posouzení vzorku a na základě zkušeností vzorkařských týmů jsou některým kategoriím frakcí přiřazeny větší vzorkovnice. Většinou se jedná o odpady, které jsou hojně zastoupeny v každém vzorku (plastové fólie, zbytky jídla, hygienické odpady) nebo frakce větších rozměrů (komplexní produkty, stavební materiály, textil). Vzorkovnice nejsou štítkovány a přiřazeny přímo k některé kategorii frakcí, což umožňuje variabilitu použití nádob podle konkrétního složení analyzovaného vzorku.

Vzorkovnice jsou váženy při naplnění, tedy i v průběhu rozboru. Vážená vzorkovnice může být okamžitě po odebrání nahrazena jinou prázdnou vzorkovnicí nebo je zvážena, vyfotografována, hmotnost zaznamenána do záznamového listu a po vyprázdnění na příslušné místo je vrácena na místo odkud byla odebrána.

Využití síta usnadňuje práci vzorkařů – vzorkaři pracují vzpřímeně, jemný podíl postupně propadává a nekumuluje se v prostoru probíhajícího třídění.

6.8.4 Ukončení rozboru

Rozbor vzorku končí odstraněním veškerých frakcí a nečistot ze síta. Poté jsou všechny vzorkovnice váženy, fotografovány a jejich hmotnost je zaznamenána. Vyfocena je podsítná část (pod 40 mm), které je následně nabrána do vzorkovnic a zvážena. Rozmístění vzorkovnic u dalšího vzorku je doporučeno stejně jako u předchozího pro lepší orientaci vzorkařů.

Ukončení rozboru je po zvážení a zdokumentování vzorkovnic a podsítné frakce posledního vzorku. Veškeré vytríděné frakce jsou umístěny do předem určených sběrných nádob nebo míst k tomu určeným. Síto je očištěno a sundáno z podstavců. Podstavce jsou složeny a místo průběhu analýzy je zameteno a uvedeno do stavu před rozbořem. Pokud to místo průběhu rozboru dovoluje, jsou vzorkovnice omyty a osušeny. Jednorázové ochranné pomůcky, které vzorkařský tým používal během analýzy, jsou vyhozeny a zlikvidovány příslušným způsobem. Veškeré vybavení je překontrolováno a naloženo do vozu nebo uloženo na místo určené k jeho skladování.

6.9 Zpracování výsledků rozboru

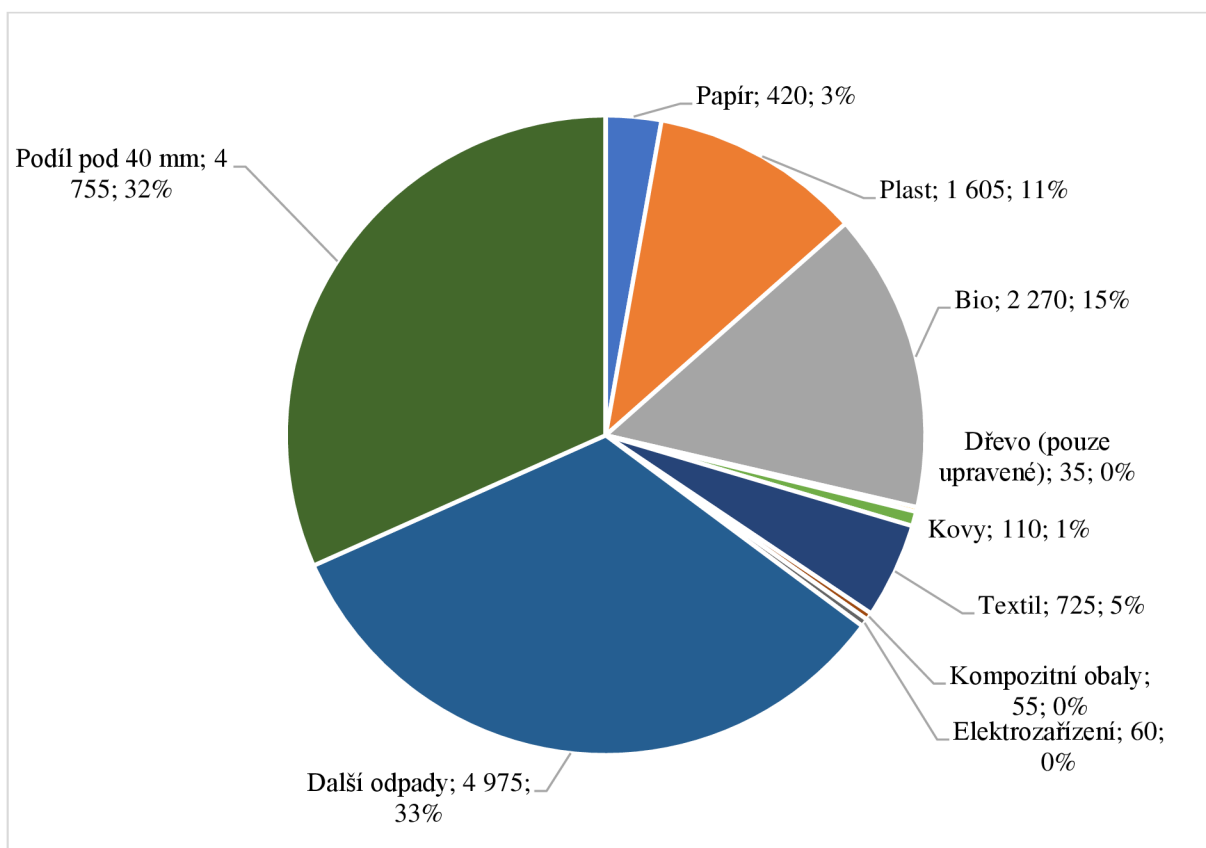
Pro elektronické zpracování dílčích výsledků jednotlivých rozborů byl vytvořen program v prostředí MS Excel, který je přílohou této práce, jedná se o Přílohu 3. Do listu „Výpočet“ jsou zapisovány příslušné hodnoty navážených vzorkovnic shodným způsobem jako na fyzický záznamový list v průběhu rozboru. Pro snazší orientaci je doporučeno hodnoty navážené v různých vzorkovnicích (případně bez vzorkovnice) barevně odlišit. V tabulce je nutno vyplnit váhu použitých prázdných vzorkovnic. Šablona je připravena pro použití až šesti různých druhů vzorkovnic pro analýzu jednoho vzorku. Po přenesení navážených hodnot do elektronické podoby, jsou pro každou kategorii frakcí spočítány použité vzorkovnice a celkový počet jednotlivých druhů vzorkovnic je zapsán do příslušného pole. Ve sloupci „Hmotnost složky“ je poté automaticky dopočítána celková hmotnost příslušné kategorie frakcí v celém analyzovaném vzorku. Obdobným způsobem jsou v listu „Výpočet“ vyplněny tabulky pro všechny vzorky daného rozboru. Primárně je tato šablona vytvořena pro vzorky tříděné na kategorie III. úrovně, ale lze ji použít i pro třídění na I. a II. úrovni.

Každému jednotlivému vzorku je věnován jeden list, který obsahuje protokol o odběru vzorku, tabulku hodnot pro jednotlivé kategorie frakcí na analyzovaných úrovních a jejich procentuální zastoupení v celém vzorku, grafy kategorií frakcí.

Protokol o odběru vzorku je vyplňován zvlášť pro každý vzorek a obsahuje informace o rozboru vzorku, odběru a původu vzorku, použitých zařízeních, podmínkách rozboru a informace o provedení laboratorních analýz. Protokol o odběru vzorku je zobrazen na Obr. 25.

Tabulka výsledků daného rozboru viz Tab. 61, obsahuje výsledné hodnoty hmotnosti jednotlivých kategorií frakcí dopočtených v listu „Výpočet“ (primárně nastaveno na kategorie III. úrovně), přepočet hmotností na procenta celku a dopočet hmotností a procentuálního zastoupení v I. a II. úrovni. Pro účely závěrečné zprávy jsou v listu „Tabulky“ generovány tabulky pro jednotlivé úrovně zvlášť.

Výsledky jsou znázorněny graficky, viz Obr. 24 pro každou úroveň třídění u každého vzorku. Graf obsahuje popisek jednotlivého vzorku, který se sestává z čísla vzorku a úrovně třídění. V grafu jsou uvedeny hmotnosti jednotlivých kategorií frakcí v gramech a příslušné hmotnostní procento.



Obr. 24 Ukázka grafického znázornění výsledků rozboru - hmotnost a procentuální zastoupení jednotlivých frakcí úrovně I, popis: komodita, hmotnost v g, % z celku

PROTOKOL O ODBĚRU VZORKU			
Označení odběru vzorku:			
Datum odběru:			
Podpis vedoucího vzorkaře:			
SLOŽENÍ TÝMU			
Supervizor:			
Vzorkař:			
OBECNÉ INFORMACE			
Původce odpadu:		Zákazník:	
Místo odběru odpadu:		Odběr provedl:	
CÍL VZORKOVÁNÍ			
ODPAD			
Druh odpadu:		Odhad obsahu vlhkosti:	
Popis (barva, zápach, konzistence...):			
METODIKA VZORKOVÁNÍ			
Popis odpadu, který byl vzorkován:			
Identifikace problémů, které mohou mít vliv na program vzorkování:			
Místo, datum a čas odběru:			
Osoby přítomné při odběru:			
Popis použité metody vzorkování:			
Použité zařízení:			
Použitá váha:			
Velikost dílčího vzorku:			
Charakter vzorku:			
Bezpečnostní opatření:			
DĚLENÍ PŘEDÚPRAVA VZORKU			
Určení místa (venku, terén, uvnitř):			
Čas zahájení:		Čas ukončení:	
ODCHYLKY OD PLÁNU VZORKOVÁNÍ			
Podrobnosti:			
ODBĚR VZORKŮ PRO CHEMICKÉ ANALÝZY			
Doručení do zkušební laboratoře:			
Počet předaných vzorků:			
Přijato kým:		Podpis:	
Laboratoř:		Datum:	

Obr. 25 Ukázkový protokol o odběru vzorku

Tab. 61 Ukázka formátu výsledných hodnot jednotlivých kategorií pro daný vzorek

I. úroveň	Váha [g]	[%]	II. úroveň	Váha [g]	[%]	III. úroveň	Váha [g]	[%]
1. Papír	210	4,36%	1.1. Kategorie frakcí	155	3,22%	1.1.1. Kategorie frakcí	155	3,22%
						1.1.2. Kategorie frakcí	0	0,00%
			1.2. Kategorie frakcí	30	0,62%	1.2.1. Kategorie frakcí	0	0,00%
						1.2.2. Kategorie frakcí	30	0,62%
			1.3. Kategorie frakcí	25	0,52%		25	0,52%
2. Plast	85	1,77%	2.1. Kategorie frakcí	85	1,77%	2.1.1. Kategorie frakcí	85	1,77%
						2.1.2. Kategorie frakcí	0	0,00%
						2.1.3. Kategorie frakcí	0	0,00%
						2.1.4. Kategorie frakcí	0	0,00%
						2.1.5. Kategorie frakcí	0	0,00%
			2.1.6. Kategorie frakcí	0	0,00%			
2.2. Kategorie frakcí	0	0,00%		0	0,00%			
3. Boodpad	3 570	74,14%	3.1. Kategorie frakcí	0	0,00%	3.1.1. Kategorie frakcí	0	0,00%
						3.1.2. Kategorie frakcí	0	0,00%
						3.1.3. Kategorie frakcí	0	0,00%
			3.2. Kategorie frakcí	3 570	74,14%		3 570	74,14%
4. Dřevo	0	0,00%		0	0,00%		0	0,00%
5. Sklo	0	0,00%	5.1. Kategorie frakcí	0	0,00%		0	0,00%
			5.2. Kategorie frakcí	0	0,00%		0	0,00%
6. Kovy	65	1,35%	6.1. Kategorie frakcí	65	1,35%	6.1.1. Kategorie frakcí	40	0,83%
						6.1.2. Kategorie frakcí	25	0,52%
						6.1.3. Kategorie frakcí	0	0,00%
			6.2. Kategorie frakcí	0	0,00%	6.2.1. Kategorie frakcí	0	0,00%
						6.2.2. Kategorie frakcí	0	0,00%
7. Textil	0	0,00%	7.1. Kategorie frakcí	0	0,00%		0	0,00%
			7.2. Kategorie frakcí	0	0,00%		0	0,00%
8. Kompozitní obaly	95	1,97%	8.1. Kategorie frakcí	35	0,73%		35	0,73%
			8.2. Kategorie frakcí	60	1,25%		60	1,25%
9. Elektrozařízení	0	0,00%		0	0,00%		0	0,00%
10. Baterie a akumulátory	0	0,00%		0	0,00%		0	0,00%
11. Další odpady	380	7,89%	11.1. Kategorie frakcí	0	0,00%	11.1. Kategorie frakcí	0	0,00%
			11.2. Kategorie frakcí	0	0,00%		0	0,00%
			11.3. Kategorie frakcí	335	6,96%	11.3. Kategorie frakcí	335	6,96%
			11.4. Kategorie frakcí	0	0,00%		0	0,00%
			11.5. Kategorie frakcí	45	0,93%		45	0,93%
12. Jemný podíl pod 40 mm	410	8,52%		410	8,52%		410	8,52%
Celkem	4 815	100,00%		4 815	100,00%		4 815	100,00%

Ke každému rozboru je vypracována závěrečná zpráva, která obsahuje základní informace o rozboru (datum, místo rozboru a původu odpadu, složení vzorkařského týmu, počet analyzovaných vzorků a druh odpadu), stručné informace o lokalitě původu odpadu, tabulky naměřených a dopočtených hodnot (hmotnosti a procenta) pro každý vzorek a úroveň třídění, grafické znázornění výsledků pro každý vzorek, vybrané fotografie z terénu a stručný závěr shrnující celý rozbor a nejvíce zastoupené kategorie v jednotlivých vzorcích a celkovou hmotnost vzorků.

6.10 Databáze rozborů

Souhrnný dokument v MS Excel, který obsahuje základní informace o všech rozborech, které proběhly v rámci celé studie. Tento dokument obsahuje informace jako je datum konání rozboru a příslušný kvartál vztahující se k projektu, v rámci něhož studie vznikla, místo daného rozboru, dobu trvání, stručná charakteristika počasí, složení vzorkařského týmu, druh analyzovaného odpadu, počet vzorků, dále mohou být přidány informace o provedení laboratorních analýz a názvech příslušného excelového dokumentu se zpracovanými hodnotami a závěrečné zprávy příslušného rozboru.

6.11 Navštívené lokality

Lokality, které byly navštíveny za účelem provádění praktických rozborů SKO, jejich specifika, stratifikační faktory a informace týkající se místa a průběhu rozborů SKO. Pro tyto lokality bylo provedeno vyhodnocení získaných dat a je uvedeno v následující kapitole (kap. 7).

6.11.1 Lokalita 1

Obec v Jihomoravském kraji, která je typickým představitelem venkovské zástavby, převažují zde rodinné domy se zahradami a vytápěním na tuhá paliva. Počet obyvatel je cca 1 000. V obci jsou na několika místech umístěny sběrné nádoby na separovaný KO a v obecní vyhlášce jsou specifikovány frakce, které do daných nádob přísluší. V obci se nachází nádoby na separovaný papír (modré), plast (žlutý), sklo (zelené) a železo. Pro nebezpečné odpady, elektroniku, pneumatiky a další dojíždí do obce specializovaná firma, která provádí jejich sběr.

Pro nakládání s BRO je v obci zřízena komunitní kompostárna s plánovanou roční kapacitou 305 tun. V rámci projektu výstavby kompostárny obec pořídila 300 kusů kompostérů pro svoje občany.

Rozbory v Lokalitě 1 probíhaly na volném prostranství za obecním úřadem. Obec zajistila bodové vzorky, které byly odebrány z popelnic o velikosti 110 až 120 l u domů občanů do igelitových pytlů, které vlastním svozem přepravila na místo konání rozboru.

6.11.2 Lokalita 2

Krajské město řadí se do kategorie 100 000 obyvatel a více. V lokalitě jsou rozborů prováděny v areálu zařízení pro nakládání s odpady, kam je odpad svážen různými typy svozových automobilů. Vzorek odpadu je odebrán ze svozového vozu, který je v některých případech vybaven lisem. Analyzované vzorky pocházejí z různých částí města, ve kterých je rozdílná zástavba, můžeme zde vybrat části s venkovskou, vilovou i sídlištní zástavbou. Četnost svozu je rozdílná, ale pro dané lokality (ulice a čísla popisná) lze dohledat v systému svozové firmy.

Z těchto velkých vzorků jsou připraveny podvzorky o obsahu 1 m³. Hmotnost jednotlivých podvzorků je v rozmezí 150 až 250 kg. Rozbory jsou prováděny na sítěch, k dispozici byly dva

druhy sít – velké s třemi velikostmi ok (40 mm, 20 mm, 10 mm) a menší s oky o velikosti 40 mm.

6.11.3 Lokalita 3

Obec s rozšířenou působností ležící (ORP) ve Zlínském kraji, která má přibližně 5 000 obyvatel. Zástavba je zde sídlištní a vilová, typ vytápění je zde kombinací plynofikace a spalování tuhých paliv. Třídění využitelných složek KO je dáno místní vyhláškou a jsou zajištěny sběrné nádoby odpovídajících barev na sběrných místech. V obci je zřízen sběrný dvůr odpadů, na kterém mohou občané ORP a okolních obcí odevzdávat všechny typy vytríděných odpadů (papír, sklo, plasty, kovové obaly, bioodpad, nápojové kartony, žárovky a žárovky, vysloužilé elektrospotřebiče, oleje a tuky, objemné odpady, nebezpečné odpady a další) s výjimkou stavebních odpadů, které jsou ukládány na skládku.

Velikost vzorků v této lokalitě byla vždy jeden naplněný kontejner o objemu 1 100 l a několik menších vzorků z nádob o objemu 120 nebo 240 l, které byly při odběru přesypány do bagů a následně dopraveny na místo rozboru místní svozovou firmou. Tyto vzorky byly analyzovány v areálu místního sběrného dvora, v uzavřené hale, kde byly minimálně ovlivněny povětrnostními podmínkami.

7. ZÁVĚREČNÉ VYHODNOCENÍ REALIZOVANÝCH ROZBORŮ

Pro vyhodnocení realizovaných rozborů byla vybrána data pro celkem 16 různých vzorků. Data byla vybrána náhodně pro posouzení rozdílů ve složení SKO ve výše zmíněných navštívených lokalitách a na základě typu zástavby, ze které analyzovaný odpad pocházel. Data vybraná pro posouzení jsou přehledně sumarizována v Tab. 62.

Tab. 62 Data z terénních rozborů vybraná pro vyhodnocení

Vzorek	Lokalita	Papír	Plast	Bio	Dřevo	Sklo	Kovy	Textil	Kompozitní obaly	Elektro	Baterie a akumulátory	Další odpady	Jemný podíl (pod 40 mm)	Celkem	Hmotnost [kg]
1	1	34,0 %	17,8 %	0,0 %	0,0 %	4,6 %	0,5 %	0,0 %	0,5 %	0,0 %	0,0 %	19,9 %	22,6 %	100 %	9,4
2	1	8,8 %	10,5 %	12,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	6,1 %	0,5 %	0,0 %	0,0 %	49,2 %	12,8 %	100 %	3,3
3	1	3,4 %	2,7 %	27,0 %	0,0 %	0,0 %	2,2 %	0,0 %	0,8 %	0,3 %	0,0 %	46,4 %	17,2 %	100 %	7,1
4	1	0,7 %	4,1 %	15,5 %	0,0 %	1,7 %	0,1 %	2,3 %	0,2 %	0,3 %	0,0 %	66,2 %	8,8 %	100 %	8,7
5	1	5,6 %	9,6 %	37,2 %	0,0 %	0,0 %	2,2 %	0,0 %	0,8 %	1,5 %	0,0 %	11,2 %	31,9 %	100 %	9,2
6	2	7,6 %	6,6 %	26,4 %	0,3 %	4,4 %	1,8 %	1,9 %	1,9 %	0,0 %	0,0 %	25,7 %	23,3 %	100 %	195,0
7	2	9,4 %	7,8 %	30,2 %	6,9 %	3,8 %	1,6 %	3,4 %	2,1 %	0,1 %	0,0 %	14,9 %	19,9 %	100 %	163,7
8	2	5,8 %	7,2 %	22,7 %	0,3 %	4,1 %	1,2 %	1,7 %	1,6 %	0,0 %	0,0 %	20,7 %	34,8 %	100 %	228,3
9	2	8,6 %	8,7 %	29,8 %	0,4 %	4,7 %	3,2 %	1,8 %	2,2 %	1,2 %	0,0 %	20,5 %	18,9 %	100 %	166,4
10	2	3,3 %	10,5 %	6,7 %	0,5 %	1,8 %	1,9 %	2,0 %	0,9 %	0,4 %	0,1 %	16,6 %	55,4 %	100 %	323,5
11	3	8,0 %	13,1 %	39,0 %	0,0 %	3,2 %	2,5 %	5,4 %	2,2 %	0,0 %	0,0 %	11,1 %	15,5 %	100 %	12,0
12	3	2,4 %	3,6 %	39,9 %	0,0 %	0,0 %	0,9 %	4,1 %	1,1 %	0,0 %	0,0 %	41,9 %	6,0 %	100 %	15,0
13	3	1,0 %	10,6 %	68,9 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,8 %	0,5 %	0,3 %	0,0 %	1,7 %	16,1 %	100 %	15,0
14	3	2,3 %	1,7 %	48,8 %	0,0 %	0,0 %	5,0 %	0,0 %	1,4 %	0,0 %	0,0 %	5,0 %	35,8 %	100 %	12,4
15	3	2,0 %	6,9 %	34,1 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	12,0 %	5,7 %	5,9 %	0,0 %	19,3 %	13,6 %	100 %	9,2
16	3	1,2 %	4,1 %	24,4 %	0,0 %	6,7 %	0,9 %	0,0 %	1,5 %	0,0 %	0,0 %	14,1 %	47,2 %	100 %	17,6

Pro vyhodnocení získaných výsledků byly využity vybrané základní statistické charakteristiky. Tyto charakteristiky vychází z obecných postupů a postupů doporučených v metodice SWA-Tool 5.2.5.

Výběrový průměr

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (4.1)$$

Kde n udává četnost výběru, x_i je hodnota i -tého měření náhodné veličiny.

Hmotnostní zlomek

$$mf_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^j w_i} \quad (4.2)$$

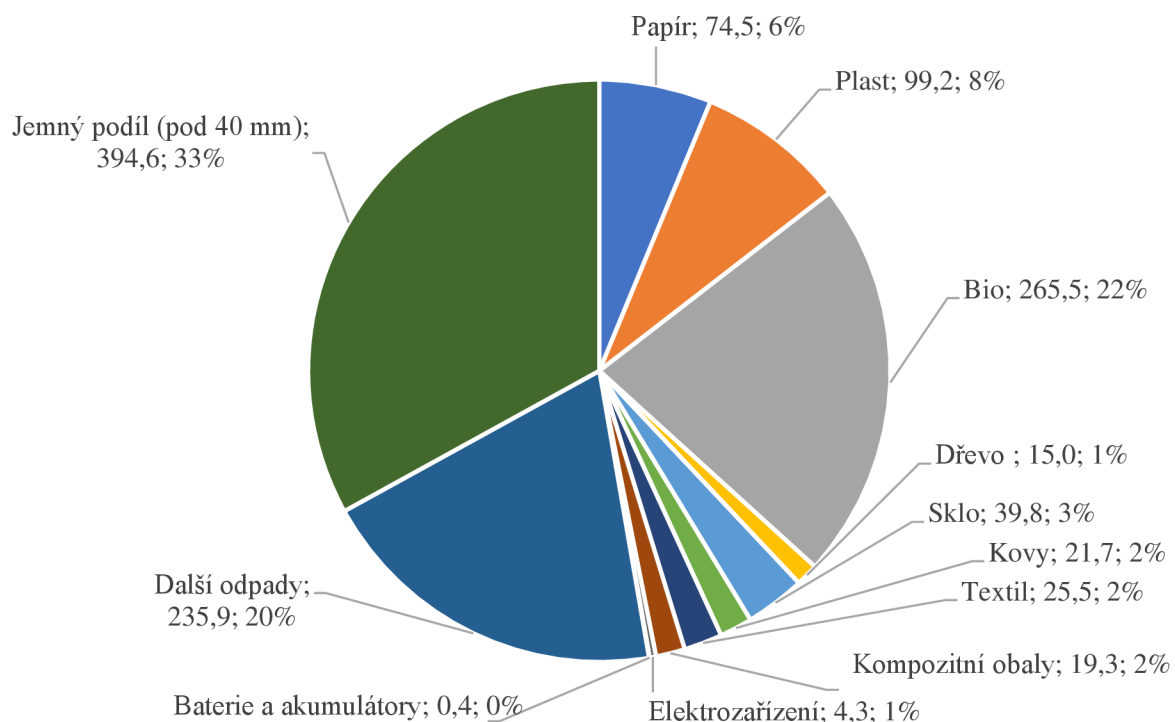
Kde: w_i je hmotnost kategorie frakcí i a j je počet frakcí.

Pomocí rovnic 4.1 a 4.2 byla vyhodnocena data uvedená v Tab. 62. Vyhodnocení celkové hmotnosti, průměrné hmotnosti a procenta zastoupení jednotlivých kategorií frakcí jsou znázorněna v Tab. 63. Celkově byla vyhodnocena data pro 16 analyzovaných vzorků jejichž celková hmotnost byla 1 196 kg. Průměrná hmotnost analyzovaného vzorku byla 75 kg.

Tab. 63 Celková hmotnost jednotlivých frakcí I. úrovně v analyzovaných vzorcích a zastoupení v celku

Kategorie frakcí	Celková hmotnost [kg]	Průměrná hmotnost [kg]	Procento zastoupení
Papír	74,5	4,7	6%
Plast	99,2	6,2	8%
Bio	265,5	16,6	22%
Dřevo	15,0	0,9	1%
Sklo	39,8	2,5	3%
Kovy	21,7	1,4	2%
Textil	25,5	1,6	2%
Kompozitní obaly	19,3	1,2	2%
Elektrozařízení	4,3	0,3	0%
Baterie a akumulátory	0,4	0,0	0%
Další odpady	235,9	14,7	20%
Jemný podíl (pod 40 mm)	394,6	24,7	33%
Celkem	1 196	75	100%

Grafické znázornění hmotnosti a procentuálního zastoupení jednotlivých kategorií frakcí I. úrovně v analyzovaných vzorcích je zobrazeno na Obr. 26. Je patrné, že největší zastoupení v SKO má jemná podíl pod 40 mm (33 %) a dále byl pozorován velký podíl bioodpadů (22 %) a dalších odpadů (20 %).



Obr. 26 Celková hmotnost a procentuální zastoupení jednotlivých frakcí úrovně I, popis: kategorie, hmotnost v kg, % z celku

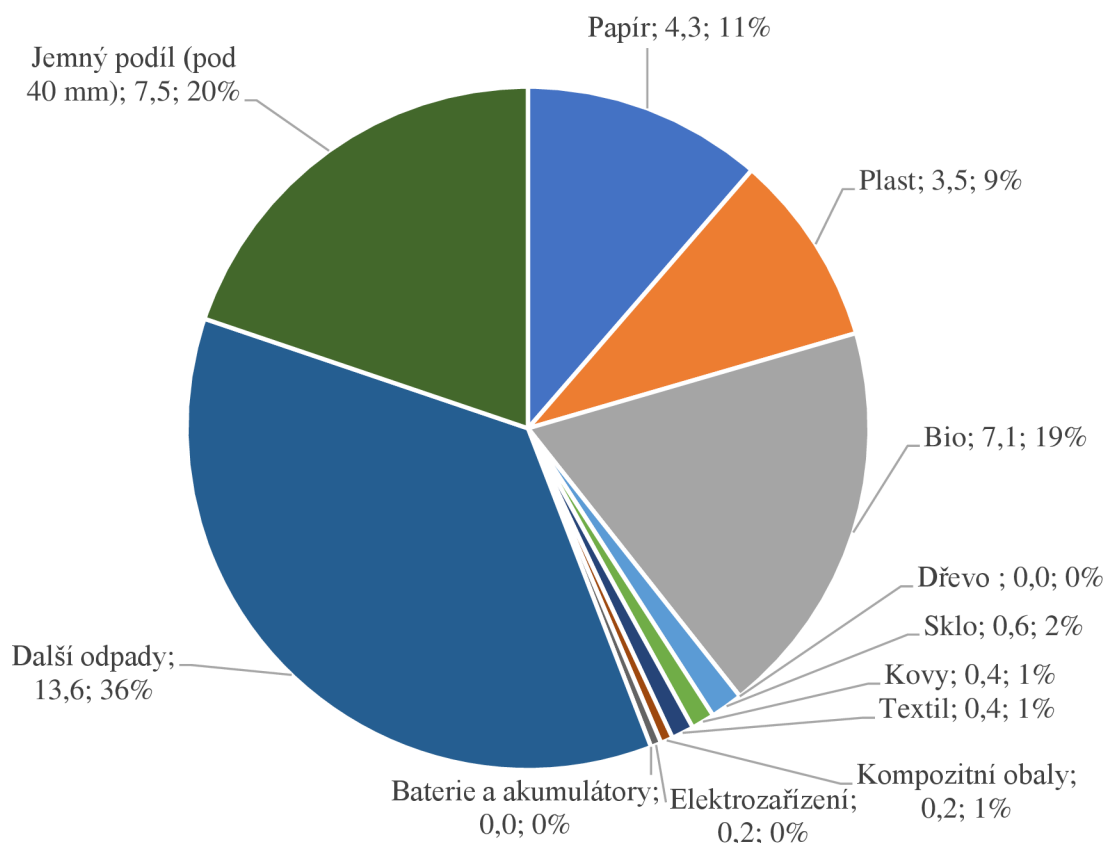
Obdobně bylo provedeno vyhodnocení analyzovaných vzorků pro jednotlivé navštívené lokality popsané v kap. 6.11.

Lokalita 1

Z lokality 1 bylo vyhodnoceno 5 vzorků, které všechny pocházely z venkovské zástavby. Celková hmotnost posuzovaných vzorků byla 38 kg a průměrná hmotnost jednoho analyzovaného vzorku byla 7,6 kg. Výsledné celkové hmotnosti jednotlivých kategorií a procentuální zastoupení frakcí I. úrovně v analyzovaných vzorcích jsou zaznamenány v Tab. 64 a graficky znázorněny na Obr. 27.

Tab. 64 Lokalita 1: celková hmotnost jednotlivých kategorií frakcí I. a procentuální zastoupení v celku

Kategorie frakcí	Celková hmotnost [kg]	Průměrná hmotnost [kg]	Procento zastoupení
Papír	4,3	0,9	11%
Plast	3,5	0,7	9%
Bio	7,1	1,4	19%
Dřevo	0,0	0,0	0%
Sklo	0,6	0,1	2%
Kovy	0,4	0,1	1%
Textil	0,4	0,1	1%
Kompozitní obaly	0,2	0,0	1%
Elektrozařízení	0,2	0,0	1%
Baterie a akumulátory	0,0	0,0	0%
Další odpady	13,6	2,7	36%
Jemný podíl (pod 40 mm)	7,5	1,5	20%
Celkem	37,8	7,6	100%



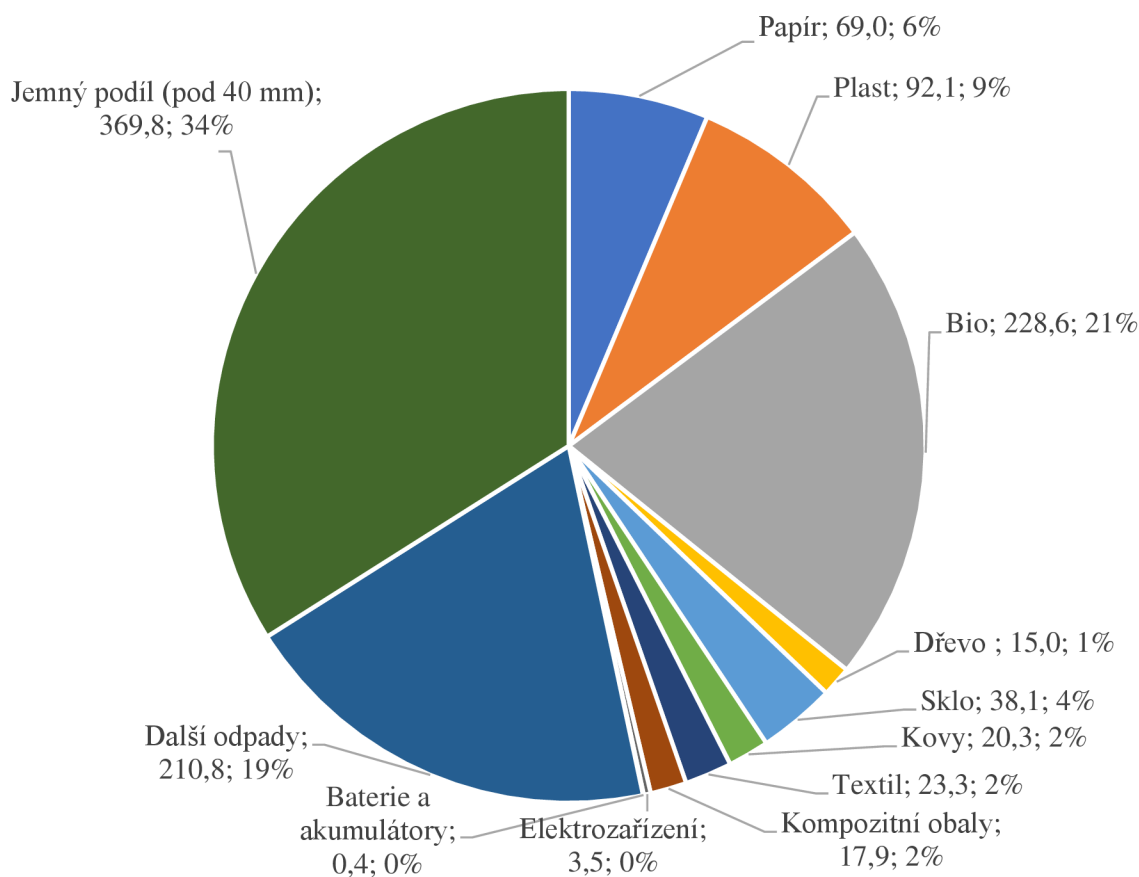
Obr. 27 Lokalita 1: hmotnost a procentuální zastoupení jednotlivých frakcí úrovně I, popis: kategorie frakcí, hmotnost v kg, % z celku

Lokalita 2

Z lokality 2 bylo vyhodnoceno 5 vzorků, z nichž 3 pocházely ze sídlištní zástavby, 1 z venkovské zástavby a 1 z vilové zástavby. Celková hmotnost posuzovaných vzorků byla 1 089 kg a průměrná hmotnost jednoho analyzovaného vzorku byla 181,4 kg. Výsledné celkové hmotnosti jednotlivých kategorií a procentuální zastoupení frakcí I. úrovně v analyzovaných vzorcích jsou zaznamenány Tab. 65 a graficky znázorněny na Obr. 28.

Tab. 65 Lokalita 2: celková hmotnost jednotlivých kategorií frakcí I. a procentuální zastoupení v celku

Kategorie frakcí	Celková hmotnost [kg]	Průměrná hmotnost [kg]	Procento zastoupení
Papír	69,0	11,5	6%
Plast	92,1	15,3	8%
Bio	228,6	38,1	21%
Dřevo	15,0	2,5	1%
Sklo	38,1	6,3	3%
Kovy	20,3	3,4	2%
Textil	23,3	3,9	2%
Kompozitní obaly	17,9	3,0	2%
Elektrozařízení	3,5	0,6	0%
Baterie a akumulátory	0,4	0,1	0%
Další odpady	210,8	35,1	19%
Jemný podíl (pod 40 mm)	369,8	61,6	34%
Celkem	1088,6	181,4	100%



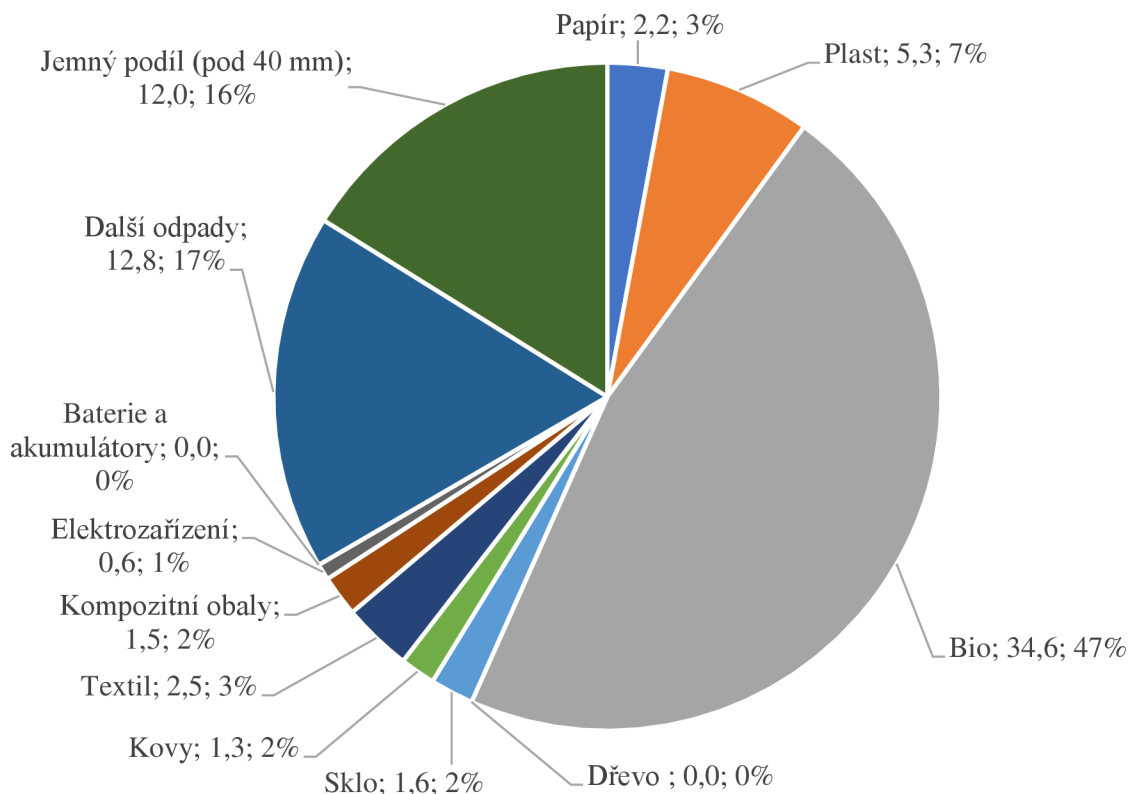
Obr. 28 Lokalita 2: hmotnost a procentuální zastoupení jednotlivých frakcí úrovně I, popis: kategorie frakcí, hmotnost v kg, % z celku

Lokalita 3

Z lokality 3 bylo vyhodnoceno 6 vzorků, které všechny pocházely z vilové zástavby. Celková hmotnost posuzovaných vzorků byla 81 kg a průměrná hmotnost jednoho analyzovaného vzorku byla 13,6 kg. Výsledné celkové hmotnosti jednotlivých kategorií a procentuální zastoupení frakcí I. úrovně v analyzovaných vzorcích jsou zaznamenány v Tab. 66 a graficky znázorněny v Obr. 29.

Tab. 66 Lokalita 3: celková hmotnost jednotlivých kategorií frakcí I. úrovně a procentuální zastoupení v celku

Kategorie frakcí	Celková hmotnost [kg]	Průměrná hmotnost [kg]	Procento zastoupení
Papír	2,2	0,4	3%
Plast	5,3	0,9	6%
Bio	34,6	5,8	42%
Dřevo	0,0	0,0	0%
Sklo	1,6	0,3	2%
Kovy	1,3	0,2	2%
Textil	2,5	0,4	3%
Kompozitní obaly	1,5	0,2	2%
Elektrozařízení	0,6	0,1	1%
Baterie a akumulátory	0,0	0,0	0%
Další odpady	12,8	2,1	16%
Jemný podíl (pod 40 mm)	12,0	2,0	15%
Celkem	81,3	13,6	100%



Obr. 29 Lokalita 3: hmotnost a procentuální zastoupení jednotlivých frakcí úrovně I, popis: kategorie frakcí, hmotnost v kg, % z celku

Z vyhodnocení je patrné, že analyzované vzorky z lokality 2 byly výrazně větší než vzorky z lokality 1 a 3. To bylo způsobeno rozdílným způsobem odběru vzorků (Lokalita 1 a 3 měla bodové vzorky, zatímco lokalita 2 disponovala podvzorky vytvořenými ze vzorků odebraných ze svozových automobilů). Pro budoucí zajištění srovnatelnějších výsledků z jednotlivých lokalit a reprezentativnějších vzorků pro analýzu lze doporučit odběr větších vzorků v lokalitách 1 a 3 nebo vytvoření složených vzorků pro analýzu.

Ze získaných hodnot lze konstatovat, že zastoupení bioodpadu v lokalitě 1 a 2 bylo podobné, ale v lokalitě 3 bylo výrazně vyšší, to mohlo být způsobeno vyšším množstvím domů se zahradami (než v lokalitě 2), ale nižší mírou možnosti kompostovat (než v lokalitě 1). U vzorků z lokality 2 je patrné vyšší zastoupení podílu pod 40 mm, což je způsobeno, tím, že vzorky pocházely ze svozových vozů, které byly vybaveny lisem.

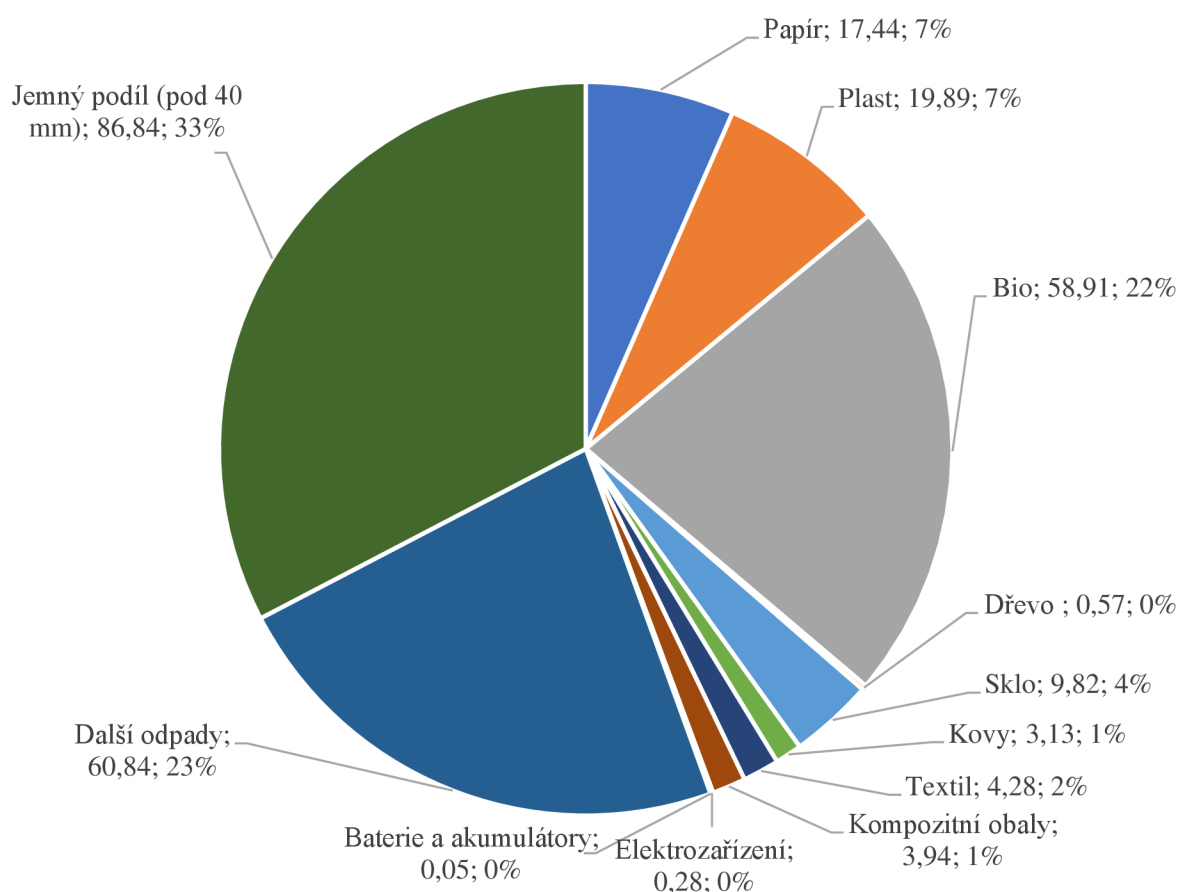
Obdobně bylo provedeno vyhodnocení dat pro sledované typy obytné zástavby (definované v kap. 6.1).

Venkovská zástavba

Z 16 analyzovaných vzorků pocházelo z venkovské zástavby 6 vzorků. Celková hmotnost těchto vzorků byla 266 kg a jejich průměrná hmotnost byla 44,3 kg. Výsledné celkové hmotnosti jednotlivých kategorií a procentuální zastoupení frakcí I. úrovně v analyzovaných vzorcích jsou zaznamenány v Tab. 67 a graficky znázorněny na Obr. 30.

Tab. 67 Venkovská zástavba: celková hmotnost jednotlivých kategorií frakcí I. úrovně a procentuální zastoupení v celku

Kategorie frakcí	Celková hmotnost [kg]	Průměrná hmotnost [kg]	Procento zastoupení
Papír	17,4	2,9	7%
Plast	19,9	3,3	7%
Bio	58,9	9,8	22%
Dřevo	0,6	0,1	0%
Sklo	9,8	1,6	4%
Kovy	3,1	0,5	1%
Textil	4,3	0,7	2%
Kompozitní obaly	3,9	0,7	1%
Elektrozařízení	0,3	0,0	0%
Baterie a akumulátory	0,0	0,0	0%
Další odpady	60,8	10,1	23%
Jemný podíl (pod 40 mm)	86,8	14,5	33%
Celkem	266,0	44,3	100%



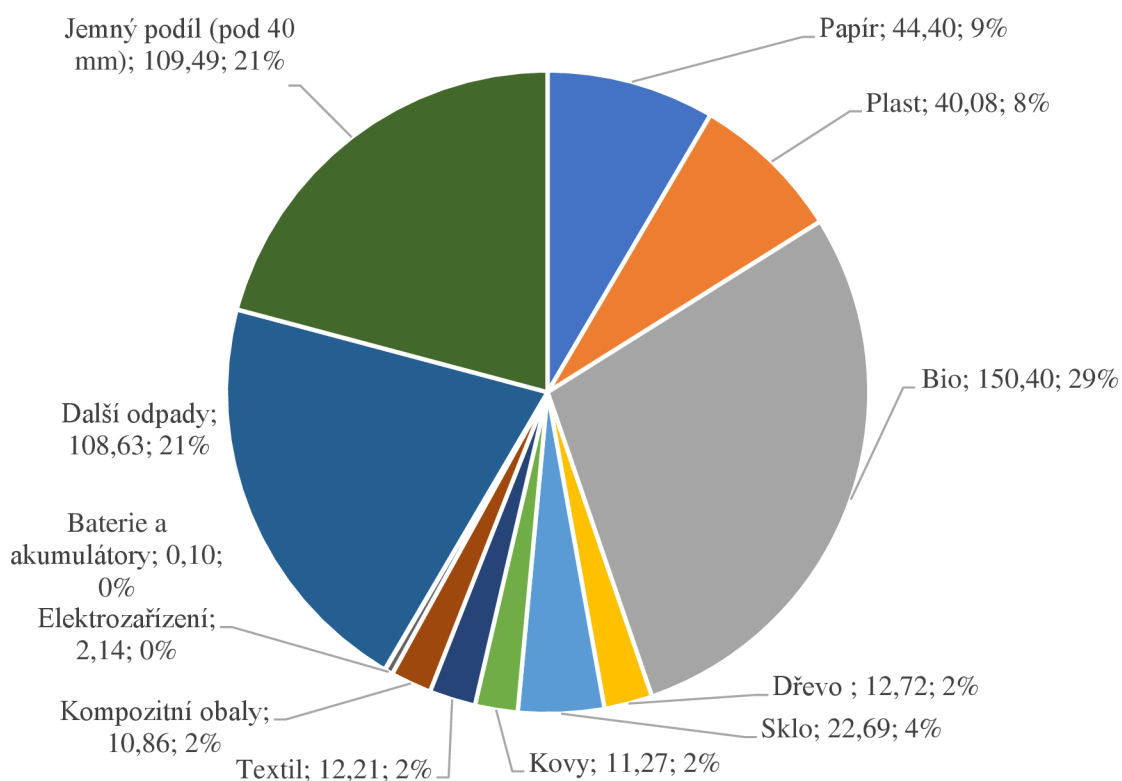
Obr. 30 Venkovská zástavba: hmotnost a procentuální zastoupení jednotlivých frakcí úrovně I, popis: kategorie frakcí, hmotnost v kg, % z celku

Sídlištní zástavba

Z 16 analyzovaných vzorků pocházely ze sídlištní zástavby 3 vzorky. Celková hmotnost těchto vzorků byla 525 kg a jejich průměrná hmotnost byla 175 kg. Výsledné celkové hmotnosti jednotlivých kategorií a procentuální zastoupení frakcí I. úrovně v analyzovaných vzorcích jsou zaznamenány v Tab. 68 a graficky znázorněny na Obr. 31.

Tab. 68 Sídlištní zástavba: celková hmotnost jednotlivých kategorií frakcí I. úrovně a procentuální zastoupení v celku

Kategorie frakcí	Celková hmotnost [kg]	Průměrná hmotnost [kg]	Procento zastoupení
Papír	44,4	14,8	8%
Plast	40,1	13,4	8%
Bio	150,4	50,1	29%
Dřevo	12,7	4,2	2%
Sklo	22,7	7,6	4%
Kovy	11,3	3,8	2%
Textil	12,2	4,1	2%
Kompozitní obaly	10,9	3,6	2%
Elektrozařízení	2,1	0,7	0%
Baterie a akumulátory	0,1	0,0	0%
Další odpady	108,6	36,2	21%
Jemný podíl (pod 40 mm)	109,5	36,5	21%
Celkem	525,0	175,0	100%



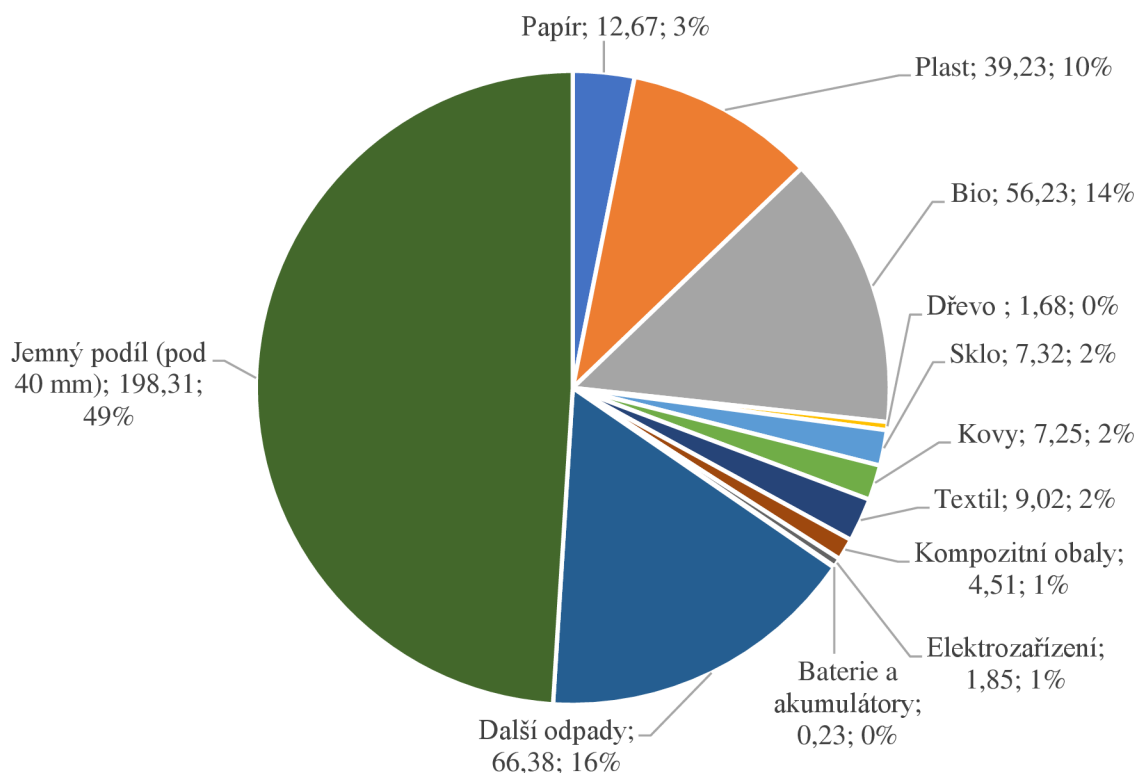
Obr. 31 Sídlištní zástavba: hmotnost a procentuální zastoupení jednotlivých frakcí úrovně I, popis: kategorie frakcí, hmotnost v kg, % z celku

Vilová zástavba

Z 16 analyzovaných vzorků pocházelo z vilové zástavby 7 vzorků. Celková hmotnost těchto vzorků byla 405 kg a jejich průměrná hmotnost byla 57,81 kg. Výsledné celkové hmotnosti jednotlivých kategorií a procentuální zastoupení frakcí I. úrovně v analyzovaných vzorcích jsou zaznamenány v Tab. 69 a graficky znázorněny v Obr. 32.

Tab. 69 Vilová zástavba: celková hmotnost jednotlivých kategorií frakcí I. úrovně a procentuální zastoupení v celku

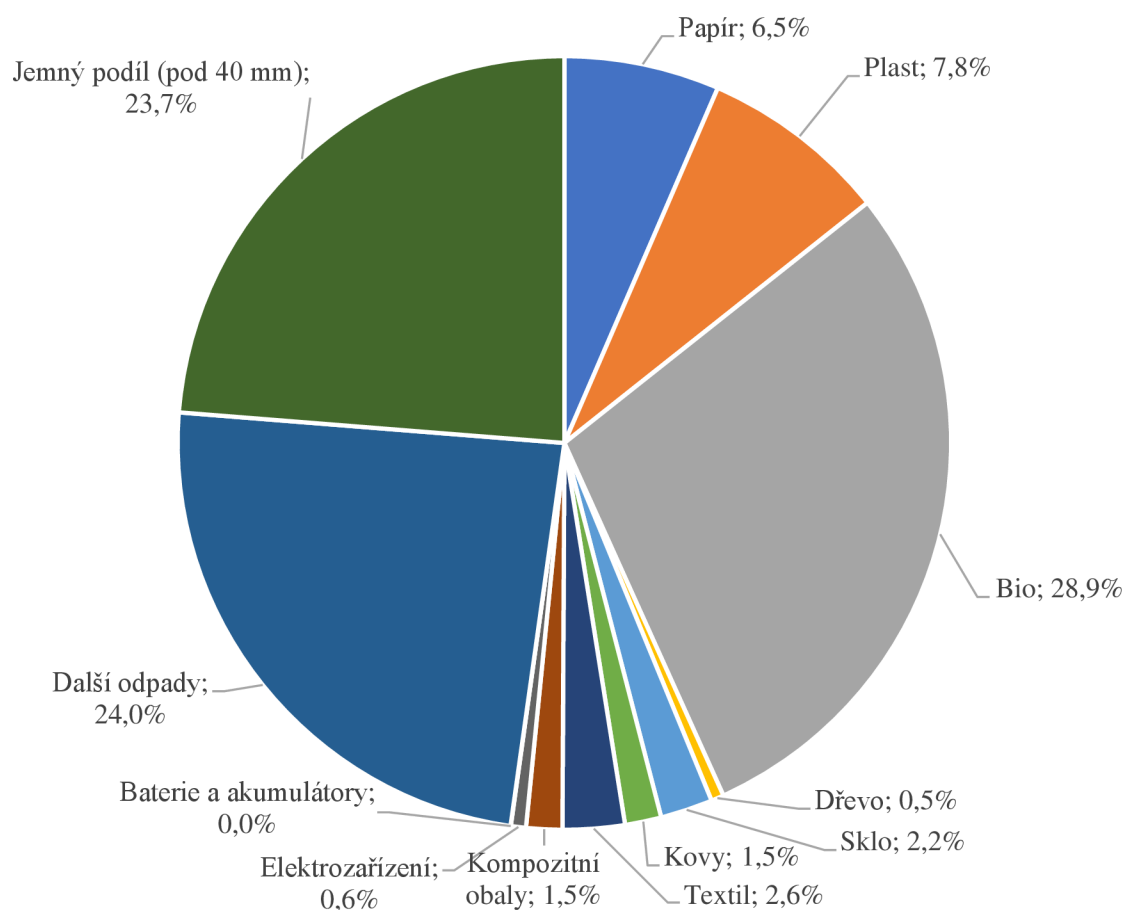
Kategorie frakcí	Celková hmotnost [kg]	Průměrná hmotnost [kg]	Procento zastoupení
Papír	12,7	1,8	3%
Plast	39,2	5,6	10%
Bio	56,2	8,0	14%
Dřevo	1,7	0,2	0%
Sklo	7,3	1,0	2%
Kovy	7,2	1,0	2%
Textil	9,0	1,3	2%
Kompozitní obaly	4,5	0,6	1%
Elektrozařízení	1,8	0,3	0%
Baterie a akumulátory	0,2	0,0	0%
Další odpady	66,4	9,5	16%
Jemný podíl (pod 40 mm)	198,3	28,3	49%
Celkem	404,7	57,8	100%



Obr. 32 Vilová zástavba: hmotnost a procentuální zastoupení jednotlivých frakcí úrovně I, popis: kategorie frakcí, hmotnost v kg, % z celku

Při porovnání analyzovaných hodnot je patrné, že složení SKO ve sledovaných typech obytné zástavby se výrazně neliší, vyšší zastoupení jemného podílu v datech pro vilovou zástavbu je koresponduje s nižší hodnotou biologických odpadů, které jsou ve velké míře zastoupeny právě v podsítné frakci. Výsledky vyvrací předpoklad vyššího zastoupení bioodpadů v SKO za sídlištní zástavby oproti jejich podílu v SKO z venkovské zástavby.

Následovalo statistické vyhodnocení výsledků rozborů. Toto vyhodnocení vychází z procentuálního zastoupení jednotlivých kategorií frakcí v analyzovaném SKO a nerespektuje různé hmotnosti jednotlivých vzorků. Průměrné procentuální zastoupení jednotlivých frakcí je znázorněno na Obr. 33.



Obr. 33 Průměrné procentuální zastoupení jednotlivých kategorií frakcí I. úrovně

Pro znázornění rozptylu analyzovaných dat byla data rozdělena do 4 skupin na základě kvartilů.

Kvartil

Ve statistice je kvartil typ kvantilu a jsou to tři body, které rozdělují seřazená data do čtyř stejných skupin (podle počtu čísel, v tomto případě počtu analyzovaných vzorků), z nichž každá představuje čtvrtinu vzorku dat.

Existují tři kvartily: první kvartil (Q1), druhý kvartil (Q2), a třetí kvartil (Q3). První kvartil (dolní kvartil), se rovná 25. percentilu dat (oddělí nejmenších 25 % dat od nejvyšších 75 %). Druhý (střední) kvartil (*medián*) souboru dat se rovná 50. percentilu dat (rozdělí setříděná data na poloviny). Třetí kvartil, tzv. horní kvartil je roven 75. percentilu dat. (oddělí nejmenších 75 % dat od nejvyšších 25 %).

Výpočet jednotlivých kvartilů pro **uspořádaný soubor** hodnot:

První kvantil (Q1) je počítán rovnicí (3.3):

$$Q1 = x_{(N+1)/4} \quad (4.3)$$

Druhý kvantil (Q2 = medián) je počítán rovnicí (3.4):

$$Q2 = \tilde{x} = x_{(N+1)/2} \quad (4.4)$$

Třetí kvantil (Q3) je počítán rovnicí (3.5):

$$Q3 = x_{(3N+1)/4} \quad (4.5)$$

Kde N je počet pozorování. To platí pro případ, kdy je lichý počet prvků (existuje prostřední prvek). V opačném případě se vezme průměr dvou prostředních prvků.

Hodnoty jednotlivých kvartilů lze vypočítat v MS Excel pomocí příkazu **QUARTIL (pole; kvartil)**, kdy na pozici „pole“ je vložen soubor dat, který nemusí být uspořádaný a na pozici „kvartil“ je zadán požadovaný kvartil (1, 2 nebo 3).

Vypočtené kvartily a minimální a maximální hodnoty zastoupení jednotlivých kategorií frakcí jsou uvedeny v Tab. 70.

Po vypočtení kvartilů bylo možno analyzovaná data zobrazit pomocí krabicového grafu Obr. 34, na kterém je znázorněno průměrné procentuální zastoupení jednotlivých kategorií frakcí v analyzovaném SKO, znázorněn je rozptyl naměřených hodnot, kdy pruh uvnitř boxů značí medián naměřených hodnot, tj. 50 % naměřených hodnot leželo pod touto hodnotou a 50 % nad ní. Oblast ohraničená boxem představuje 50 % naměřených hodnot, přičemž 25 % hodnot bylo ve spodní části a 25 % ve vrchní. Chybové úsečky značí extrémy naměřených hodnot, tedy maximum a minimum každé kategorie frakcí.

Jako další možnost posouzení analyzovaných dat byl zvolen výpočet výběrové směrodatné odchylky a intervalu spolehlivosti.

Výběrová směrodatná odchylka

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4.6)$$

Směrodatná odchylka představuje míru variability zkoumaného prvku, tj. jak moc se liší složení jednotlivých vzorků SKO od střední hodnoty, resp. výběrového průměru.

Interval spolehlivosti

Výpočet intervalového odhadu pro střední hodnotu veličiny pocházející z normálního rozdělení pravděpodobnosti je dán rovnicí (4.7). Do tohoto intervalu náleží střední hodnota rozdělení s 95% pravděpodobností.

$$\mu_0 \in \left(\bar{x} - \frac{s}{\sqrt{n}} t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1); \bar{x} + \frac{s}{\sqrt{n}} t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1) \right) \quad (4.7)$$

Střední hodnota μ_0 náleží do uvedeného intervalu s pravděpodobností $1 - \alpha$. Označení $t_{n-1}(\alpha)$ představuje α kvantil t rozdělení o $n - 1$ stupních volnosti. Parametr t byl zvolen na základě tabulky. Pro účely vyhodnocení dat v této práci byla vybrána data z 16 různých měření, proto byl kvantil t při normálním rozdělení ($\alpha = 0,05$) zvolen $t = 2,231$. Uvažovaná podmínka pro dolní mez intervalu spolehlivosti je $\mu_0 \geq 0$. Tyto vypočtené hodnoty jsou v Tab. 71.

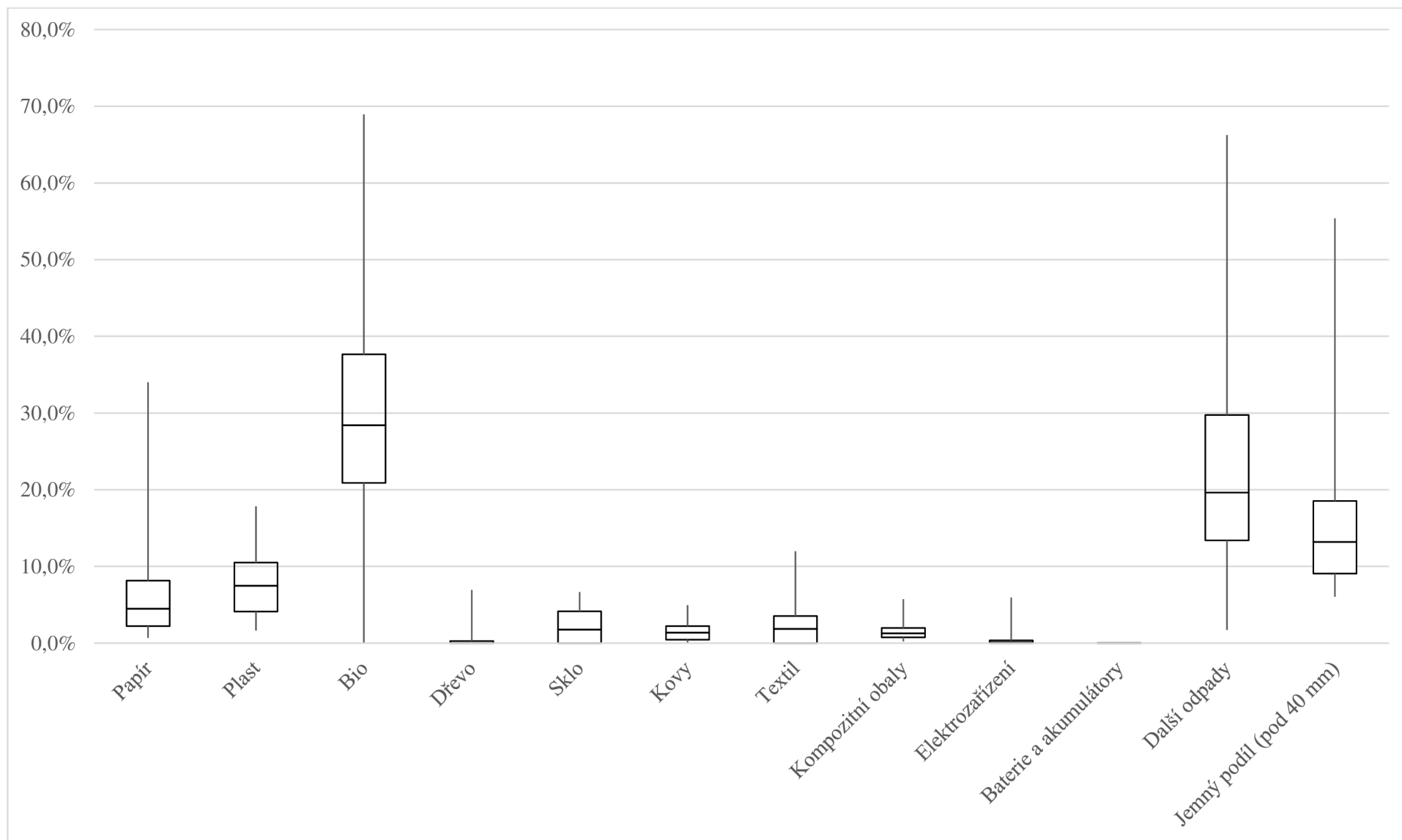
Z vyhodnocených dat je patrné, že je velká variabilita ve složení SKO. Pro ustálení trendu nebo mediánových hodnot je nutno zajistit více měření. Obecně lze konstatovat, že převládajícími kategoriemi jsou bioodpady, další odpady a jemný podíl pod 40 mm. Z tohoto důvodu jsou pro budoucí analýzy zvažovány možnosti zařazení sít s oky 20 mm a 10 mm pro další analýzy frakce pod 40 mm.

Tab. 70 Vypočtené hodnoty kvartilů Q1, Q2 (medián) a Q3, minimální a maximální naměřené hodnoty

	Papír	Plast	Bio	Dřevo	Sklo	Kovy	Textil	Kompozitní obaly	Elektro	Baterie a akumulátory	Další odpady	Jemný podíl (pod 40 mm)
MIN	0,7%	1,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	1,7%	6,0%
Q1	2,2%	4,1%	20,9%	0,0%	0,0%	0,5%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	13,4%	15,0%
Q2	4,5%	7,5%	28,4%	0,0%	1,7%	1,4%	1,9%	1,3%	0,1%	0,0%	19,6%	19,4%
Q3	8,2%	10,5%	37,7%	0,3%	4,1%	2,2%	3,5%	2,0%	0,4%	0,0%	29,8%	32,6%
MAX	34,0%	17,8%	68,9%	6,9%	6,7%	5,0%	12,0%	5,7%	5,9%	0,1%	66,2%	55,4%

Tab. 71 Vypočtené hodnoty průměrného zastoupení jednotlivých kategorií frakcí, výběrové směrodatné odchylky a horní a dolní meze intervalu spolehlivosti

	Papír	Plast	Bio	Dřevo	Sklo	Kovy	Textil	Kompozitní obaly	Elektro	Baterie a akumulátory	Další odpady	Jemný podíl (pod 40 mm)
Průměr	6,5%	7,8%	28,9%	0,5%	2,2%	1,5%	2,6%	1,5%	0,6%	0,0%	24,0%	23,7%
Výběrová směrodatná odchylka	8%	4%	17%	2%	2%	1%	3%	1%	1%	0%	18%	14%
Dolní mez	2,3%	5,6%	20,0%	0,0%	1,0%	0,8%	0,9%	0,8%	0,0%	0,0%	14,6%	16,4%
Horní mez	10,7%	10,1%	37,8%	1,4%	3,4%	2,2%	4,3%	2,2%	1,4%	0,0%	33,5%	31,1%



Obr. 34 Krabicový graf: průměrné procentuální zastoupení jednotlivých kategorií frakcí I. úrovně v analyzovaném SKO

8. ZÁVĚR

Předkládaná diplomová práce se zabývá praktickými rozbory KO, resp. SKO. Jedním z hlavních cílů bylo seznámení se s problematikou realizace rozborů odpadů. Za tímto účelem byla provedena analýza současného stavu rozborů odpadů, vyvození závěrů a implementace těchto závěrů do praktické realizace terénních prací.

Byla provedena detailní rešerše hlavních metodik analytického stanovování složení SKO a studií zabývajících se touto problematikou. V rámci rešerše bylo celkově prozkoumáno 31 metodik a studií, které byly provedeny a jsou používány na území České republiky i v zahraničí, v souvislosti s tím byly prozkoumány legislativní dokumenty platné v českém OH.

Sledovány byly zejména klíčové parametry pro praktické provedení rozborů SKO, kterými jsou:

- způsob odběru vzorku,
- velikost vzorku pro analýzu,
- četnost provedení měření,
- použití mechanizace,
- využití sít,
- popis třídění,
- třídící modul a typické frakce zastoupené v jednotlivých kategoriích,
- odběr laboratorních vzorků (způsob a účel),
- statistické metody pro vyhodnocení výsledků a zajištění jejich požadované přesnosti.

Tyto získané poznatky byly využity pro návrh a provedení praktické realizace terénních prací. Byly popsány konkrétní stratifikační parametry ovlivňující složení SKO a související se zajištěním reprezentativnosti a náhodnosti odebraných vzorků.

V praktické části práce byly popsány veškeré úkony pro praktickou realizovatelnost rozborů odpadů, v souvislosti s probíhajícím projektem TIRMSZP719.

Před samotnou realizací rozborů SKO byla stanovena možná rizika a popsány postupy, jak se jim vyvarovat. Byly specifikovány pomůcky potřebné pro správný průběh jednotlivých rozborů a zajištění bezpečnosti vzorkařského týmu, pro tyto pomůcky byla vytvořena ekonomická rozvaha. Následovalo popsání jednotlivých stanovišť a úkonů, ke kterým jednotlivá stanoviště slouží. Popsán byl samotný průběh rozboru SKO s využitím síta s oky o velikosti 40 mm podle daného modulu třídění. Následně byly uvedeny informace o ukončení analýzy vzorku a celého rozboru.

V další části bylo popsáno elektronické zpracování informací z terénu a popsány lokality navštívené při praktických analýzách SKO popsaných v této práci.

Na závěr byly statisticky vyhodnoceny výsledky jednotlivých rozborů pomocí základních statistických metod. Byla vyhodnocena pouze data pro kategorie frakcí I. úrovně. Z vyhodnocení výsledků je patrné, že byla vysoká variabilita získaných dat o složení SKO. Nejvíce patrné odchylky jsou zejména u bioodpadů a dalších odpadů (zvolené kategorie frakcí na I. úrovni). Pro zajištění výsledků s vyšší spolehlivostí by bylo nutné zvýšit četnost měření nebo zajistit vzorky odpovídající velikosti v jednotlivých lokalitách, např. vytvořením složeného vzorku.

Závěrem lze konstatovat, že v rámci předkládané diplomové práce byl vytvořen přehledný souhrn jak teoretických, tak i praktických poznatků, které mohou pomoci při realizaci terénních prací či souvisejících rozhodovacích aktivitách.

9. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon č.185/2001 Sb., Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů.,: Platné znění. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Praha, 2001, ročník 2001, číslo 185.
- [2] WILDOVÁ, Kristýna. *Mechanicko-biologické způsoby zpracování odpadu*. Brno, 2017. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Ing. Jiří Kropáč Ph.D.
- [3] ČESKÁ REPUBLIKA. Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady: Platné znění. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Praha, 2001, ročník 2001, číslo 383.
- [4] ČESKÁ REPUBLIKA. Vyhláška č. 93/2016 Sb., o Katalogu odpadů: Platné znění. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Praha, 2016, ročník 2016, číslo 93.
- [5] ČESKÁ REPUBLIKA. Vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Praha, 2005, ročník 2005, číslo 294.
- [6] ČESKÁ REPUBLIKA. Vyhláška č. 94/2016 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Praha, 2016, ročník 2016, číslo 94.
- [7] ČESKÁ REPUBLIKA. Vyhláška č. 321/2016 Sb., o rozsahu a způsobu zajištění odděleného soustředování složek komunálních odpadů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Praha, 2016, číslo 321.
- [8] ČESKÁ REPUBLIKA. Vyhláška č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady). In: *Sbírka zákonů České republiky*. Praha, 2008, číslo 341.
- [9] ČSN EN 14899. *Charakterizace odpadů - Vzorkování odpadů - Zásady přípravy programu vzorkování a jeho použití*. Český normalizační institut, 2006.
- [10] ČESKÁ REPUBLIKA. Nařízení vlády č. 495/2001 Sb.: Nařízení vlády , kterým se stanoví rozsah a bližší podmínky poskytování ochranných pracovních prostředků, mycích, čisticích a dezinfekčních prostředků. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2001, číslo 495.
- [11] ČESKÁ REPUBLIKA. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.: Nařízení vlády , kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2007, číslo 361.
- [12] Péče o pracovní prostředí při nakládání s odpady a při sanačních pracích. *BOZP info: Oborový portál pro BOZP* [online]. b.r. [cit. 2020-06-13]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/pece-o-pracovni-prostredi-pri-nakladani-s-odpady-pri-sanacnich-pracich>
- [13] RODRIGUES, Susana, Graça MARTINHO a Ana PIRES. Waste collection systems. Part A: a taxonomy. *Journal of Cleaner Production*. 2016, **113**, 374-387. DOI:

- 10.1016/j.jclepro.2015.09.143. ISSN 09596526. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652615018405>
- [14] Odpadové nádoby. In: *HUKA: Vše pro dům a zahradu* [online]. b.r. [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: <https://www.huka.cz/odpadove-nadoby>
- [15] KOUTNÁ, M. *Transportní systémy v odpadovém hospodářství*. Brno, 2018. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Ing. Jiří Gregor Ph.D.
- [16] BENEŠOVÁ, et al. *Metodika vzorkování a analýz skladby směsného domovního odpadu* [online]. In: . UK v Praze, Přírodovědecká fakulta, Ústav pro životní prostředí, b.r. [cit. 2020-03-11]. Dostupné z: http://www.komunalniodpad.eu/download/Metodika_vzorkovani.pdf
- [17] BENEŠOVÁ, L. a B. ČERNÍK. *Výzkum vlastností komunálních odpadů a optimalizace jejich využívání* [online]. In: . b.r. [cit. 2020-04-26]. Dostupné z: http://www.komunalniodpad.eu/download/Prubezna_zprava_-odpady__2008_web.pdf
- [18] LUKÁČ D. *Skladba domovního odpadu v ČR. Sborník konference Odpady a obce 2017, 18. ročník, Hradec Králové, 14. a 15. červen 2018* [online]. b.r. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: https://www.ekokom.cz/uploads/attachments/OD/SBORN%C3%8DK%2017_20170619.pdf
- [19] EKO-KOM, A.S. *Již déle než 10 let se společnost EKO-KOM pravidelně zabývá skladbou směsného komunálního odpadu produkovaného českými domácnostmi – a nejinak tomu bylo i v roce 2018*. [online]. In: . Praha, b.r. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.ekokom.cz/news/715/56/Skladba-smesneho-komunalniho-odpadu-z-domacnosti-cR>
- [20] HRABINA, D. *Skladba domovního odpadu v ČR. Sborník konference Odpady a obce 2017, 18. ročník, Hradec Králové, 14. a 15. červen 2018, s. 57-58* [online]. b.r. [cit. 2020-06-23]. Dostupné z: https://www.ekokom.cz/uploads/attachments/OD/SBORN%C3%8DK%2017_20170619.pdf
- [21] *Green Solution* [online]. Praha, b.r. [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: <http://www.gsolution.cz/>
- [22] Rozbory směsných komunálních odpadů: Zjednodušený postup vzorkování, rozborů a analýz SKO pro posouzení účinnosti separeca a vlastností odpadů. In: *Odpadová poradenská: Pro odpadové hospodářství obcí a měst* [online]. b.r. [cit. 2020-05-16].
- [23] Fyzické analýzy odpadu. In: *Institut cirkulární ekonomiky* [online]. INCIEN, 2020 [cit. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://incien.org/nase-projekty/samospravy/>
- [24] *MOJE ODPADKY* [online]. 2020 [cit. 2020-06-12]. Dostupné z: <https://www.mojeodpadky.cz/>
- [25] *ASTM: D5231-92. USA* [online]. In: . b.r. [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: <http://dl.mozh.org/uploads/141642738205921.pdf>
- [26] BRGM. *New MSW sampling and characterization methodologies* [online]. France, b.r. [cit. 2020-03-02]. Dostupné z:

http://www.iwa.tuwien.ac.at/newa2008/presentations/Wavrer_New%20MSW%20sampling.pdf

- [27] Nordtest method: Solis waste, particulate materials: sampling [online]. In: . Tekniikantie, Finsko: NORDTEST, b.r. [cit. 2020-03-11]. ISSN 1238-4445. Dostupné z: http://www.nordtest.info/images/documents/nt-methods/environment/NT%20envir%200004_Solid%20waste,%20particulate%20materials_Sampling_Nordtest%20Method.pdf
- [28] SAEFL. A survey of the composition of household waste 2001/02. In: *Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape* [online]. b.r. [cit. 2020-03-11]. Dostupné z: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/en/home/topics/waste/publications-studies/publications/composition-household-waste-2001-02.html>
- [29] IC consulenten ZT GmbH, *Methodology for the Analysis of Solid Waste (SWA-Tool) User Version, 2004. 5th Framework Program EU*. [online]. In: . b.r. [cit. 2020-03-10]. Dostupné z: <https://www.wien.gv.at/meu/fdb/pdf/swa-tool-759-ma48.pdf>
- [30] Abfallwirtschaft Landratsamt Kitzinger. In: : *Hausmüllanalyse 2012 / 2013 im Landkreis Kitzingen* [online]. b.r. [cit. 2020-04-18]. Dostupné z: https://www.abfallwelt.de/fileadmin/Abfallwelt/Dokumente/Abfallbilanz/Hausmuellanalyse_2013_web.pdf
- [31] AFFIDAVIT. *Landesagentur für Umwelt Bozen. Landesweite Restmüllanalyse Südtirol 2016/2017* [online]. In: . b.r. [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: https://umwelt.provinz.bz.it/downloads/06_relazione_ultima_con_PP_de.pdf
- [32] BABA, Faisal Ali Mohamed, Miraç AYDIN a Idris IMNEISI. Composition Analysis of Municipal Solid Waste A Case Study in Benghazi, Libya. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*. 2018, **6**(3), 387-395. DOI: 10.24925/turjaf.v6i3.387-395.1455. ISSN 2148-127X. Dostupné také z: <http://www.agrifoodscience.com/index.php/TURJAF/article/view/1455>
- [33] BAYARD, R., H. BENBELKACEM, R. GOURDON a P. BUFFIÈRE. Characterization of selected municipal solid waste components to estimate their biodegradability. *Journal of Environmental Management* [online]. 2018, **216**, 4-12 [cit. 2020-06-22]. DOI: 10.1016/j.jenvman.2017.04.087. ISSN 03014797. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301479717304425>
- [34] BURNLEY, S.J., J.C. ELLIS, R. FLOWERDEW, A.J. POLL a H. PROSSER. Assessing the composition of municipal solid waste in Wales. *Resources, Conservation and Recycling*. 2007, **49**(3), 264-283. DOI: 10.1016/j.resconrec.2006.03.015. ISSN 09213449. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921344906000620>
- [35] *Californation Environmental Protection Agency (CalEPA): Contractor's Report to the Board, Statewide Waste Characterization Study: Results and Final Report* [online]. In: . 1999 [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: <https://www2.calrecycle.ca.gov/WasteCharacterization/PubExtracts/34000009/ExecSummary.pdf>
- [36] EDJABOU, Maklawe Essonanawe, Morten Bang JENSEN, Ramona GÖTZE, Kostyantyn PIVNENKO, Claus PETERSEN, Charlotte SCHEUTZ a Thomas Fruergaard ASTRUP. Municipal solid waste composition: Sampling methodology,

- statistical analyses, and case study evaluation. *Waste Management*. 2015, **36**, 12-23. DOI: 10.1016/j.wasman.2014.11.009. ISSN 0956053X. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0956053X14005261>
- [37] GIDARAKOS, E., G. HAVAS a P. NTZAMILIS. Municipal solid waste composition determination supporting the integrated solid waste management system in the island of Crete. *Waste Management*. 2006, **26**(6), 668-679. DOI: 10.1016/j.wasman.2005.07.018. ISSN 0956053X. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0956053X05002011>
- [38] GOMEZ, Guadalupe, Montserrat MENESES, Lourdes BALLINAS a Francesc CASTELLS. Characterization of urban solid waste in Chihuahua, Mexico. *Waste Management*. 2008, **28**(12), 2465-2471. DOI: 10.1016/j.wasman.2007.10.023. ISSN 0956053X. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0956053X07004126>
- [39] KADIR, A A a M S A M SANI. Solid Waste Composition Study at Taman Universiti, Parit Raja, Batu Pahat. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2016, **136**. DOI: 10.1088/1757-899X/136/1/012048. ISSN 1757-8981. Dostupné také z: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/136/1/012048>
- [40] LIIKANEN, M., O. SAHIMAA, M. HUPPONEN, J. HAVUKAINEN, J. SORVARI a M. HORTTANAINEN. Updating and testing of a Finnish method for mixed municipal solid waste composition studies. *Waste Management*. 2016, **52**, 25-33. DOI: 10.1016/j.wasman.2016.03.022. ISSN 0956053X. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0956053X16301064>
- [41] MBANDE, Ch. *Appropriate approach in measuring waste generation, composition and density in developing areas* [online]. In: . b.r. [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: https://www.saice.org.za/downloads/journal/vol45-3-2003/civileng_v45_n3_a.pdf
- [42] MIEZAH, Kodwo, Kwasi OBIRI-DANSO, Zsófia KÁDÁR, Bernard FEI-BAFFOE a Moses Y. MENSAH. Municipal solid waste characterization and quantification as a measure towards effective waste management in Ghana. *Waste Management*. 2015, **46**, 15-27. DOI: 10.1016/j.wasman.2015.09.009. ISSN 0956053X. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0956053X15301185>
- [43] MONTEJO, Cristina, Carlos COSTA, Pedro RAMOS a María del Carmen MÁRQUEZ. Analysis and comparison of municipal solid waste and reject fraction as fuels for incineration plants. *Applied Thermal Engineering*. 2011, **31**(13), 2135-2140. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2011.03.041. ISSN 13594311. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1359431111001992>
- [44] MORENO, A. D. et. al. *Mexico City's Municipal Solid Waste Characteristics and Composition Analysis* [online]. In: . b.r. [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v29n1/v29n1a4.pdf>
- [45] DAHLÉN, Lisa, Sanita VUKICEVIC, Jan-Erik MEIJER a Anders LAGERKVIST. Comparison of different collection systems for sorted household waste in Sweden. *Waste Management*. 2007, **27**(10), 1298-1305. DOI: 10.1016/j.wasman.2006.06.016. ISSN 0956053X. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0956053X06002169>

- [46] PETERSEN, Cecilia Mattsson, Per E.O. BERG a Lars RÖNNEGÅRD. *Quality control of waste to incineration - waste composition analysis in Lidköping, Sweden*. 2016, **23**(6), 527-533. DOI: 10.1177/0734242X05060710. ISSN 0734-242X. Dostupné také z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0734242X05060710>
- [47] POLL, J. *Greater London Authority Waste Composition Scoping Study* [online]. In: . 2004 [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://statesassembly.gov.je/scrutinyreviewresearches/2007/s-11220-1189-1972007.pdf>
- [48] POP, Ioana Nicoleta, Calin BACIU a Nicoleta BICAN-BRISAN. SURVEY ON HOUSEHOLD WASTE COMPOSITION GENERATED IN CLUJ-NAPOCA, ROMANIA DURING THE SUMMER SEASON. *Environmental Engineering and Management Journal*. 2015, **14**(11), 2643-2651. DOI: 10.30638/eemj.2015.270. ISSN 1582-9596. Dostupné také z: http://www.eemj.icpm.tuiasi.ro/pdfs/vol14/no11/4_107_Fogarasi_15.pdf
- [49] REDDY, Krishna R., Hiroshan HETTIARACHCHI, Naveen S. PARAKALLA, Janardhanan GANGATHULASI a Jean E. BOGNER. Geotechnical properties of fresh municipal solid waste at Orchard Hills Landfill, USA. *Waste Management*. 2009, **29**(2), 952-959. DOI: 10.1016/j.wasman.2008.05.011. ISSN 0956053X. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0956053X08002468>
- [50] SFEIR, Hala, Debra R. REINHART a Pamela R. MCCAULEY-BELL. *An Evaluation of Municipal Solid Waste Composition Bias Sources*. 2011, **49**(9), 1096-1102. DOI: 10.1080/10473289.1999.10463903. ISSN 1096-2247. Dostupné také z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10473289.1999.10463903>
- [51] *ZEMAN váhy* [online]. 2020 [cit. 2020-04-05]. Dostupné z: <https://www.vahy-pokladny-systemy.cz/689-prenosna-vaha-mustkova-cas-pb-30-60-kg>
- [52] *Nářadí Tona Expert: STANLEY a DeWALT* [online]. Kolín, 2020 [cit. 2020-04-05]. Dostupné z: <https://www.stanley-works.cz/podstavce--kozy/kovove-podstavce-pro-rezani--dewalt-dwst1-75676/>
- [53] Obec Louka. *Oficiální stránka obce Louka* [online]. Louka, 2020 [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: <https://www.obcelouka.cz/>
- [54] *Mikroregion Horňácko: Komunitní kompostárna Louka* [online]. Jihomoravský kraj, 2020 [cit. 2020-03-28]. Dostupné z: <https://www.hornacko.info/prehled-projektu/komunitni-kompostarna-louka/>
- [55] MBANDE, Ch. 2003.

10. SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Katalogová čísla vybraných složek KO	19
Tab. 2 Modul třídění podle SP/2f1/132/08	29
Tab. 3 SWOT analýza metodiky SP/2f1/132/08	32
Tab. 4 Modul třídění podle metodiky společnosti EKO-KOM	33
Tab. 5 SWOT analýza metodiky podle EKO-KOM.....	35
Tab. 6 Modul třídění Odpadová poradenská	37
Tab. 7 SWOT analýza studie Odpadové poradenské	38
Tab. 8 Modul třídění podle INCIEN	39
Tab. 9 SWOT analýza rozborů podle INCIEN.....	39
Tab. 10 Modul třídění podle MOJE ODPADKY	41
Tab. 11 SWOT analýza třídění posled MOJE ODPADKY.....	41
Tab. 12 ASTM – modul třídění a typické odpad spadající to jednotlivých kategorií	43
Tab. 13 Hodnoty t^* jako funkce počtu vzorků a intervalu spolehlivosti podle metodiky ASTM [25]	46
Tab. 14 Hodnoty \bar{x} a směrodatných odchylek [25]	46
Tab. 15 SWOT analýza metodiky ASTM	47
Tab. 16 Modul třídění podle metodiky MODECOM	48
Tab. 17 SWOT analýza metodiky MODECOM	51
Tab. 18 Hodnoty t jako funkce počtu vzorků a intervalu spolehlivosti 95 % podle metodiky Nordtest	57
Tab. 19 SWOT analýza metodiky Nordtest.....	57
Tab. 20: Modul třídění podle SAEFL.....	59
Tab. 21 SWOT analýza metodiky SAEFL	60
Tab. 22 Modul třídění podle SWA-Tool	65
Tab. 23 Hodnoty t jako funkce počtu vzorků a intervalu spolehlivosti podle metodiky SWA-Tool	75
Tab. 24 SWOT analýza metodika SWA-Tool.....	76
Tab. 25 Modul třídění podle studie Abfallwirtschaft Kitzingen, (I. úroveň) kategorie tříděné z SKO (vlevo) a žlutých pytlů na obalové materiály	77
Tab. 26 Modul třídění podle Affidavit	80
Tab. 27 Modul třídění podle Baba et al.	81
Tab. 28 Modul třídění podle Bayard et. al.	82
Tab. 29 Modul třídění podle Burnley et. al.	83
Tab. 30 Modul třídění podle CalEPA.....	84
Tab. 31 Modul třídění podle Edjabou.....	86
Tab. 32 Modul třídění dle Gidakos.....	88
Tab. 33 Modul třídění podle Gomez et. al.	89
Tab. 34 Modul třídění podle Kadir & Sani.....	89
Tab. 35 Modul třídění podle Liikanen et. al.	90
Tab. 36 Modul třídění podle Mbande.....	92
Tab. 37 Modul třídění podle Miezahet et. al.	92
Tab. 38 Modul třídění podle Montejo	93
Tab. 39 Modul třídění podle Moreno et. al.....	94
Tab. 40 Modul třídění dle NSR	95

Tab. 41 Modul třídění podle Petersen, Berg a Rønnegard	96
Tab. 42 Modul třídění podle Poll et. al.	97
Tab. 43 Modul třídění podle Pop et. al.	97
Tab. 44 Modul třídění podle Reddy et. al.	98
Tab. 45 Modul třídění podle Reinhart a McCauley-Bell.....	99
Tab. 46 SWOT analýza dotazníkového statistického šetření	100
Tab. 47 SWOT analýza sběru vzorků SKO u původce odpadu	100
Tab. 48 SWOT analýza sběru vzorků SKO ze sběrové nádoby	101
Tab. 49 SWOT analýza sběru vzorků SKO ze svozových automobilů.....	101
Tab. 50 SWOT analýza sběru vzorků SKO na zařízení pro nakládání s odpadem	102
Tab. 51 SWOT analýza možnosti odběru vzorků SKO a jeho analýzou v blízkosti sběrné nádoby	102
Tab. 52 SWOT analýza možnosti odběru vzorků SKO pomocí mimořádného svozu pouze vybraných sběrných nádob.....	103
Tab. 53 SWOT analýza možnosti odběru vzorků SKO pomocí mimořádného nebo běžného svozu více sběrných nádob a následného odběru podvzorku.....	103
Tab. 54 SWOT analýza využití stolních sít se čtvercovými oky o velikosti 40×40 mm ..	105
Tab. 55 Modul třídění podle nejčastější kategorií frakcí zastoupených pozorovaných v rešerši	105
Tab. 56 Náklady na pomůcky potřebné při rozboru SKO	114
Tab. 57 Náklady na jednorázové pomůcky	114
Tab. 58 Tříděné kategorie frakcí separovaného papíru a plastu.....	115
Tab. 59 Ukázka dat z analýz separovaného plastu a papíru	116
Tab. 60 Anonymizovaný modul třídění.....	117
Tab. 61 Ukázka formátu výsledných hodnot jednotlivých kategorií pro daný vzorek.....	124
Tab. 62 Data z terénních rozborů vybraná pro vyhodnocení	128
Tab. 63 Celková hmotnost jednotlivých frakcí I. úrovně v analyzovaných vzorcích a zastoupení v celku	129
Tab. 64 Lokalita 1: celková hmotnost jednotlivých kategorií frakcí I. a procentuální zastoupení v celku	130
Tab. 65 Lokalita 2: celková hmotnost jednotlivých kategorií frakcí I. a procentuální zastoupení v celku	131
Tab. 66 Lokalita 3: celková hmotnost jednotlivých kategorií frakcí I. úrovně a procentuální zastoupení v celku	132
Tab. 67 Venkovská zástavba: celková hmotnost jednotlivých kategorií frakcí I. úrovně a procentuální zastoupení v celku	134
Tab. 68 Sídlištní zástavba: celková hmotnost jednotlivých kategorií frakcí I. úrovně a procentuální zastoupení v celku	135
Tab. 69 Vilová zástavba: celková hmotnost jednotlivých kategorií frakcí I. úrovně a procentuální zastoupení v celku	136
Tab. 70 Vypočtené hodnoty kvartilů Q1, Q2 (medián) a Q3, minimální a maximální naměřené hodnoty	140
Tab. 71 Vypočtené hodnoty průměrného zastoupení jednotlivých kategorií frakcí, výběrové směrodatné odchylky a horní a dolní meze intervalu spolehlivosti	140

11. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Hierarchie nakládání s odpady [2].....	10
Obr. 2 Vztahy mezi základními prvky programu zkoušení vlastností SKO dle normy ČSN EN 14899 [9]	21
Obr. 3 Ukázka typických sběrných nádob - 110 l, 240 l a 1 100 l (zleva) [15].....	25
Obr. 4 Svozové automobily s lisem: A) lineární lis, B) rotační lis [14].....	25
Obr. 5 Ukázka navrženého záznamového listu metodiky SP/2f1/132/08 [16].....	31
Obr. 6 Fotografie rozboru odpadu podle Odpadové poradenské - stanoviště vzorkařů (vlevo nahoře), hlavní vzorek odpadů (vpravo nahoře), kvartace pomocí nakladače (vlevo dole) a frakce pod 40 mm (vpravo dole) [22].....	36
Obr. 7 Záznamový list ASTM [25]	45
Obr. 8 Postup analýz dle MODECOM [26]	50
Obr. 9 Třídící stanoviště se sítí, vlevo 100 mm, uprostřed 20 mm [26].....	50
Obr. 10 Ukázka záznamového listu Nordtest [27]	56
Obr. 11 Postup třídění - dodaný odpad (vlevo nahoře), třídění (vpravo nahoře), rozdělení na frakce (vlevo dole), vážení a záznam (vpravo dole) [28].....	60
Obr. 12 Schéma postupu při analýze vzorku podle SWA-Tool	65
Obr. 13 Plnění vaků o známém objemu [31].....	79
Obr. 14 Stanoviště pro provádění analýz [31].....	80
Obr. 15 Schéma průběhu rozborů s ohledem na velikost vzorku.....	109
Obr. 16 Přenosná váha můstková CAS PB 30/60 kg [50].....	111
Obr. 17 Skládací kovoplastový stůl [51]	112
Obr. 18 Kovové podstave na řezání – podstavce pro síta [51].....	113
Obr. 19 Ukázka z praktického rozboru separovaného plastu	115
Obr. 20 Ukázka výsledků rozboru vzorku separovaného plastu	116
Obr. 21 Ukázka výsledků rozboru vzorku separovaného papíru.....	117
Obr. 22 Ukázka stanoviště vzorkařů s rozestavením vzorkařů a rozmístěním vzorkovnic	119
Obr. 23 Stanoviště supervizora.....	120
Obr. 24 Ukázka grafického znázornění výsledků rozboru - hmotnost a procentuální zastoupení jednotlivých frakcí úrovně I, popis: komodita, hmotnost v g, % z celku.....	122
Obr. 25 Ukázkový protokol o odběru vzorku.....	123
Obr. 26 Celková hmotnost a procentuální zastoupení jednotlivých frakcí úrovně I, popis: kategorie, hmotnost v kg, % z celku	130
Obr. 27 Lokalita 1: hmotnost a procentuální zastoupení jednotlivých frakcí úrovně I, popis: kategorie frakcí, hmotnost v kg, % z celku	131
Obr. 28 Lokalita 2: hmotnost a procentuální zastoupení jednotlivých frakcí úrovně I, popis: kategorie frakcí, hmotnost v kg, % z celku	132
Obr. 29 Lokalita 3: hmotnost a procentuální zastoupení jednotlivých frakcí úrovně I, popis: kategorie frakcí, hmotnost v kg, % z celku	133
Obr. 30 Venkovská zástavba: hmotnost a procentuální zastoupení jednotlivých frakcí úrovně I, popis: kategorie frakcí, hmotnost v kg, % z celku	134
Obr. 31 Sídlištní zástavba: hmotnost a procentuální zastoupení jednotlivých frakcí úrovně I, popis: kategorie frakcí, hmotnost v kg, % z celku	135

Obr. 32 Vilová zástavba: hmotnost a procentuální zastoupení jednotlivých frakcí úrovně I, popis: kategorie frakcí, hmotnost v kg, % z celku	136
Obr. 33 Průměrné procentuální zastoupení jednotlivých kategorií frakcí I. úrovně	137
Obr. 34 Krabicový graf: průměrné procentuální zastoupení jednotlivých kategorií frakcí I. úrovně v analyzovaném SKO.....	141

12. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ASTM	American Society for Testing and Materials
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
BRO	Biologicky rozložitelný odpad
BRO	Biologicky rozložitelný odpad
CIWMB	California Integrated Waste Management Board
ČOV	Čistírna odpadních vod
ČR	Česká republika
EU	Evropská unie
EVO	Energetické využití odpadu
FFP	Filtering face piece - maska na tvář s filtrem
HDPE	High density polyethylene - vysokohustotní polyethylen.
INCIEN	Institut cirkulární ekonomiky
JAR	Jihoafrická republika
KO	Komunální odpad
LDPE	Low density polyethylene - nízkohustotní polyethylen.
MAX	Maximum
MBÚ	Mechanicko-biologická úprava
MESOH	Motivační a evidenční systém odpadového hospodářství
MIN	Minimum
MSW	Municipal Solid Waste
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
OH	Odpadové hospodářství
ORP	Obec s rozšířenou působností
PBB	Polybromované bifenyly
PBDE	Polybromované difenylétery
PCB	Polychlorované bifenyly
PET	Polyethylentereftalát
POH	Plán odpadového hospodářství
PP	Polypropylen
PS	Polystyren
PVC	Polyvinylchlorid
Q1	První kvartil
Q2	Druhý kvartil (medián)
Q3	Třetí kvartil
SAEFL	Swiss Agency for the Environment, Forest and Landscape
SKO	Směsný komunální odpad
SWA-Tool	Solid Waste Analysis Tool
SWOT	Strengths, Weakness, Opportunities, Threats
TNI	Technické normalizační informace
USA	Spojené Státy Americké
WEEE	Waste Electrical and Electronic Equipment
ZEVO	Zařízení pro energetické využití odpadu

13. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Rešerše metodik a studií

Příloha 2 – Katalog odpadů

Příloha 3 – Šablona pro elektronické zpracování dat z rozboru