



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV PROCESNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF PROCESS ENGINEERING

**NAKLÁDÁNÍ S OBECNÍM ODPADEM V KONTEXTU
NOVÉHO ZÁKONA O ODPADECH**

MUNICIPAL WASTE MANAGEMENT IN THE CONTEXT OF THE NEW CZECH WASTE ACT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Petr Kudela

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jiří Kropáč, Ph.D.

BRNO 2022

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav procesního inženýrství
Student: **Bc. Petr Kudela**
Studijní program: Procesní inženýrství
Studijní obor: bez specializace
Vedoucí práce: **Ing. Jiří Kropáč, Ph.D.**
Akademický rok: 2021/22

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:

Nakládání s obecním odpadem v kontextu nového Zákona o odpadech

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce se zaměřuje na materiálové toky hlavních skupin komunálního odpadu vznikajícího v českých obcích. S ohledem na cíle stanovené v aktuálním Zákoně o odpadech lze očekávat změny v produkcích jednotlivých druhů odpadů a v souvisejících nárocích pro jejich zpracování. Proto je vhodné popsat, posoudit a odhadnout očekávané změny v odpadovém hospodářství českých obcí při nakládání s komunálními odpady pro dosažení celostátních cílů nového Zákona o odpadech. Využity a vyhodnoceny budou reálné údaje o produkci a složení různých odpadových toků v českých obcích a technicko–ekonomické údaje popisující nakládání s komunálními odpady.

Cíle diplomové práce:

Popis hmotnostních toků při nakládání s komunálním odpadem v ČR.

Analýza a využití volně dostupných datových sad o českých obcích se zaměřením na odpadovou problematiku a využití těchto dat pro návrh reprezentativních skupin obcí dle jejich přístupu k nakládání s odpady.

Identifikace zpracovatelských provozů pro nakládání s odpadem z českých obcí.

Odhad změny finančních nároků pro nakládání s obecním odpadem – scénářový přístup.

Seznam doporučené literatury:

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](http://www.mzp.cz/cz/plan_odpadoveho_hospodarstvi_cr)

BEŇO, Z. Recyklace: Efektivní způsoby zpracování odpadů. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta strojního inženýrství, Ústav procesního a ekologického inženýrství, 2011. ISBN 978-80-214-4240-5.

Zákon č. 541/2020 Sb. o odpadech.

GREGOR, J. Pokročilé modely logistiky v oblasti odpadového hospodářství. Disertační práce. Brno, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2019. Dostupné na [www: http://hdl.handle.net/11012/139107](http://hdl.handle.net/11012/139107)

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2021/22

V Brně, dne

L. S.

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

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

Abstrakt

Předmětem práce je analýza hmotnostních toků při nakládání s komunálním odpadem v ČR a tomu předcházející rešerše legislativních dokumentů souvisejícími s oblastí odpadového hospodářství s důrazem na sledování legislativního vývoje aktuálně platných legislativních dokumentů v právním prostoru České republiky. V rámci popisu současného stavu zpracování odpadu byl vypracován seznam provozovaných zpracovatelských zařízení odpadu. Byly zpracovány statistické údaje produkce odpadů obcí v ČR a s rešerší legislativy související odhad změny finančních nároků sběru a svozu odpadu v souvislosti s legislativním tlakem na zvyšování podílu odděleně soustředované složky v rámci komunálního odpadu.

Klíčová slova

Zákon o odpadech, nakládání s odpady, komunální odpady, odpadové hospodářství

Abstract

The subject of the thesis is the analysis of mass flows in municipal waste management in the Czech Republic and the preceding research of legislative documents related to the area of waste management with an emphasis on monitoring the legislative development of currently valid legislative documents in the legal area of the Czech Republic. As part of the description of the current state of waste treatment, a list of waste treatment facilities in operation was drawn up. Statistical data on waste production by municipalities in the Czech Republic and an estimate of the change in the financial requirements for waste collection and collection in connection with the legislative pressure to increase the share of separately separated components in municipal waste were prepared.

Key Words

Waste Act, waste management, municipal waste, waste management

Bibliografická citace

KUDELA, Petr. *Nakládání s obecním odpadem v kontextu nového Zákona o odpadech* [online]. Brno, 2022 [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/144032>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav procesního inženýrství. Vedoucí práce Jiří Kropáč.

Prohlášení o původnosti

Prohlašuji, že předložená práce je mým původním dílem, které jsem vypracoval samostatně. Veškerá literatura a zdroje, z nichž jsem během vypracovávání diplomové práce čerpal, uvádím v seznamu použité literatury a zdrojů.

V Brně dne 20.5.2022

Bc. Petr Kudela

Poděkování

Děkuji vedoucímu Ing. Jiřímu Kropáčovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady a Ing. Jiřímu Gregorovi, Ph.D. za poskytnuté konzultace.

Také děkuji své rodině, přítelkyni a blízkému okolí za neutuchající podporu v průběhu mého studia.

Obsah

| | |
|---|----|
| 1. Úvod..... | 10 |
| 1.1. Základní pojmy používané v kontextu práce | 12 |
| 2. Motivace a cíle | 16 |
| 3. Nakládání s komunálním odpadem v rámci ČR..... | 18 |
| 3.1. Prognózy vývoje nakládání s komunálními odpady..... | 19 |
| 3.2. Doprava komunálního odpadu v ČR..... | 20 |
| 3.3. Svoz a sběr | 21 |
| 4. Legislativa | 23 |
| 4.1. Právo EU..... | 23 |
| 4.2. Právní řád ČR..... | 23 |
| 4.3. Zákon o odpadech..... | 23 |
| 4.4. Vyhláška č. 8/2021 Sb. Katalog odpadů..... | 27 |
| 4.5. Vyhláška č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady | 27 |
| 5. Recyklovatelný komunální odpad a zpracovatelská zařízení | 30 |
| 5.1. Recyklovatelný komunální odpad v rámci životního cyklu výrobku | 30 |
| 5.2. Zpracovatelská zařízení odpadu..... | 31 |
| 5.3. Typy zpracovatelských zařízení | 32 |
| 5.4. Významná zpracovatelská zařízení | 34 |
| 6. Obal v rámci komunálního odpadu | 36 |
| 6.1. Autorizované obalové společnosti | 36 |
| 6.2. EKO-KOM | 36 |
| 6.3. Systém odměn obcím..... | 38 |
| 6.4. Míra využitelnosti odpadu..... | 40 |
| 7. Modelování finančních nároků – postup, předpoklady pro vytvoření modelu..... | 41 |
| 7.1. Zdroje statistických dat..... | 42 |
| 7.2. Údaje produkce KO pro Hlavní město Praha..... | 43 |
| 7.3. Popis zpracování dat..... | 43 |
| 7.4. Clustering | 44 |
| 7.5. Mapové podklady pro svozové vzdálenosti | 49 |
| 8. Výpočetní model finančních nároků | 64 |
| 9. Závěr..... | 71 |
| 9.1. Náměty pro navazující práce..... | 72 |
| 10. Seznam použité literatury | 73 |
| 11. Seznam obrázků..... | 76 |

| | | |
|-----|------------------------------|----|
| 12. | Seznam tabulek..... | 78 |
| 13. | Seznam použitých zkratk..... | 79 |
| 14. | Seznam Příloh..... | 80 |

1. Úvod

Produkce odpadů je stará jako lidstvo samo. Moderní konzumní společnost množství produkovaného odpadu pouze umocňuje. Dle filozofické definice pojmu „konzumní společnost“ je společnost taková, kde dochází ke spotřebě materiálů v přemíře nad základními potřebami. Právě ona spotřeba materiálů ústí ve zvýšenou produkci odpadů. Například mléko většina z nás nebere od souseda do džberu, ale kupuje pasterizované v tetrapaku, skleněné, či plastové láhvi, každá potravina kromě ovoce a zeleniny potkala v rámci svého životního cyklu nějaký obalový materiál. Ovšem produkce odpadů se netýká pouze potravin, každé zboží, které dennodenně využíváme v rámci své životnosti potkalo obal, který se stal odpadem, či se samo odpadem stane. Legislativní definice odpadu je následující: „Odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje, má úmysl nebo povinnost se jí zbavit.“ [1]

Tato nadmíra produkce odpadů byla dlouhou dobu řešena intenzivním skládkováním, ovšem z řady důvodů není vhodné skládkovat vše. S hospodářským růstem a tím související transformací společnosti bylo nutno hledat jiná řešení než skládkování. Jedním z prvních možných řešení bylo spalování, které mělo za cíl především hygienickou likvidaci problematických materiálů. Toto řešení je ovšem z průmyslové pohledu relativně novodobé, pro představu, první průmyslová spalovna odpadů byla vybudována v roce 1874 v britském Nottinghamu. Spalování odpadu není ovšem tak univerzální řešení, jak se mohlo zpočátku zdát – je technicky náročné, často se ztrácí energetický a materiálový potenciál a je spojeno s různými negativními environmentálními dopady, a proto stále docházelo k intenzivnímu skládkování. S pokročilým vědeckým poznáním moderní společnosti začaly být vnímány dopady zpracování odpadu na životní prostředí. To vede k nutnosti kategorizace odpadů a jejich individuálního posuzování možného využití. [2]

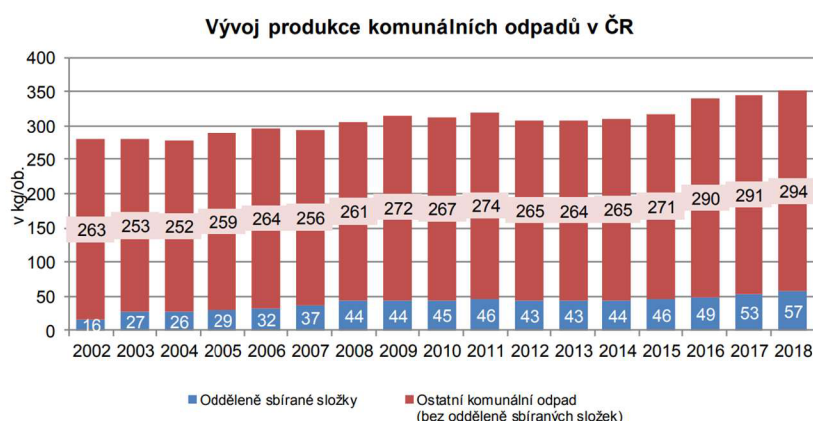
Krátkozrakost počátků konzumní společnosti byla překonávána koncepcemi předcházení vzniku odpadů, opětovným využitím, recyklací či případným energetickým využitím. V dnešním vnímání odpadu je samotná likvidace skládkováním nebo spalováním bez využití energie až poslední uvažovanou možností v rámci doporučených postupů pro nakládání.

Spolu s uvažováním environmentálního dopadu odpadů a nutností nalézat efektivní řešení pro zpracování odpadu vznikla příslušná legislativa, která má za úkol nejenom vymezit povinnosti nakládání s odpady, ale i směřovat další vývoj odpadového hospodářství. Legislativa v dnešní době platná na území ČR má podklad v legislativě Evropské unie v podobě směrnic, které dávají zemím Evropské Unie závazná doporučení pro vytváření legislativního tlaku jak na způsob zpracování odpadu, tak nepřímo na odpadovou politiku jednotlivých států, krajů a obcí. Stěžejním konceptem nakládání s odpadem je hierarchie nakládání s odpady, zakotvená v Evropských směrnicích a českých zákonech týkajících se odpadového hospodářství. Promítá se i do strategie definované dokumentem Plán odpadového hospodářství vydaného Ministerstvem životního prostředí (dále pouze MŽP) v roce 2014 a platný na období mezi roky 2015-2024, který popisuje strategii odpadového hospodářství a stanovuje hierarchické uspořádání priorit pro různé způsoby nakládání s odpady. Hierarchické uspořádání priorit je vyobrazeno na obr. 1.



Obr. 1 Infografika hierarchie nakládání s odpady, upřednostňovány jsou způsoby uvedené na obrázku od shora dolů [3]

Významnou kategorií odpadu je právě odpad komunální. Jedná se o takový odpad, který vzniká při činnosti fyzických osob na území obce, například o produkci odpadů samotných domácností. V České republice bylo k roku 2021 evidováno 6 258 obcí, z toho 609 měst (27 statutárních) a 229 městysů. Tyto obce podléhají povinnosti evidence produkce odpadů a vyhodnocení obecního systému pro nakládání s komunálními odpady. Tyto dva základní nástroje slouží jako kontrola zajištění funkčního systému odpadového hospodářství a zajištění udržitelnosti v environmentální udržitelnosti v rámci produkce a nakládání s komunálními odpady. Pro umocnění významu odpadové hospodářské politiky je na následujícím obr. 2, vycházejícího z dat Českého statistického úřadu vyobrazen vývoj produkce komunálních odpadů v ČR mezi lety 2002 a 2018. Ve sledovaném období je zřejmý rostoucí trend.



Obr. 2 Produkce KO v ČR mezi lety 2002 a 2018 [4]

Součástí aktuální české legislativy je tlak na vyšší míru přípravy pro opětovné použití KO, které znamenají výrazné nároky na způsob nakládání s odpady, což koresponduje s konceptem hierarchie nakládání s odpady. Odhadem těchto změn a s tím spojeným finančním nárokům se věnuje tato diplomová práce.

1.1. Základní pojmy používané v kontextu práce

Odpadové hospodářství

Obecně je odpadovým hospodářstvím myšlena činnost, která je zaměřena na předcházení vzniku odpadu, nakládání s odpadem, následnou péči a místo, kde je odpad trvale uložen, zprostředkování nakládání s odpady a kontrola těchto činností. [1]

Plán odpadového hospodářství

Plán odpadového hospodářství České republiky (dále POH) je nástroj pro řízení odpadového hospodářství ČR a pro realizaci dlouhodobé strategie odpadového hospodářství v ČR. [5]

Nakládání s odpady

Nakládání s odpady může mít výrazné dopady na lidské zdraví a životní prostředí, proto se řídí směrnicí evropského parlamentu a rady (ES) č. 98/2008 o odpadech, která stanovuje i hierarchii nakládání s odpady. Rozlišujeme materiálové využití odpadů (MVO), energetické využití odpadů (EVO), odstranění skládkováním a spalováním. Největším podíl zde činí materiálové využití odpadu, které v roce 2012 činilo 76 % celkového využití odpadů. [6]

Hierarchie nakládání s odpady

Reprezentuje pořadí priorit kladených na nakládání s odpadem, případně předcházení jeho vzniku. Tyto priority jsou posuzovány na základě konkrétního typu odpadu a možnostech toho, co reprezentuje nejlepší volbu z hlediska životního prostředí. Tato hierarchie vychází ze směrnice o odpadech, stejně jako v jiných členských zemích EU. Pojem hierarchie způsobů nakládání s odpady byl konkrétně definován v směrnici evropského parlamentu a rady (ES) č. 98/2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic. [7]

Dle hierarchie nakládání s odpady je pořadí priorit následující, od nejpřednostňovanějšího:

- předcházení vzniku odpadu
- příprava k opětovnému použití
- recyklace
- jiné využití (například energetické)
- odstranění odpadů.

[6, 8]

Úprava odpadů

Jedná se o zpracování odpadu (např. přímo z domácností), které je upraveno do podoby vhodné pro další zpracování. Může se jednat o:

- třídíčky odpadu i s navazujícími technologiemi pro finální úpravu odpadů
- mechanicko-biologická úpravu (nejedná se o finální úpravu odpadu), spočívající v mechanické separaci (pomocí sít, magnetických separátorů) a následnou stabilizací biodegradabilní frakce, aby tato frakce nepodléhala biologické degradaci v případě skládkování; výstupem této úpravy je většinou:
 - o lehká frakce (palivo RDF – refuse-derived fuel) – zhruba 40 %
 - o stabilizovaný bioodpad – 25 % (dalších 5 % CO₂ a 10 % vody)
 - o magnetické kovy – zhruba 5 %
 - o těžké materiály (sklo, kamínky) – zhruba 15 %
- úpravu nebezpečných odpadů pro zbavení odpadu vlastnosti, která z odpadu činí odpad nebezpečný (autokláv, hygienizace)
- úprava kalů pro využití v zemědělství (čističky odpadních vod)
- kompostárny
 - o anaerobní digesce – kontrolovaná mikrobiální přeměna organických látek bez přístupu vzduchu
 - o aerobní digesce – rozklad organických látek za přístupu vzduchu
- bioplynové
- stanice na úpravu autovraků

Neupravené odpady s výjimkou odpadů inertních a odpadů, u kterých nelze úpravou dosáhnout jejich stabilizace, změny objemu úpravou či odstranění nebezpečných vlastností je v ČR zakázáno skládkovat.

Úprava odpadů probíhá ve specializovaných zařízeních viz výše. Důležitá jsou zejména zařízení pro vytřídění materiálů využitelných komunálních odpadů (komodit) – jako jsou sklo, papír, plast a kovy. Nejvýznamnější podíl tvoří zařízení sloužící pro úpravu jednodruhových plastů. [6, 9]

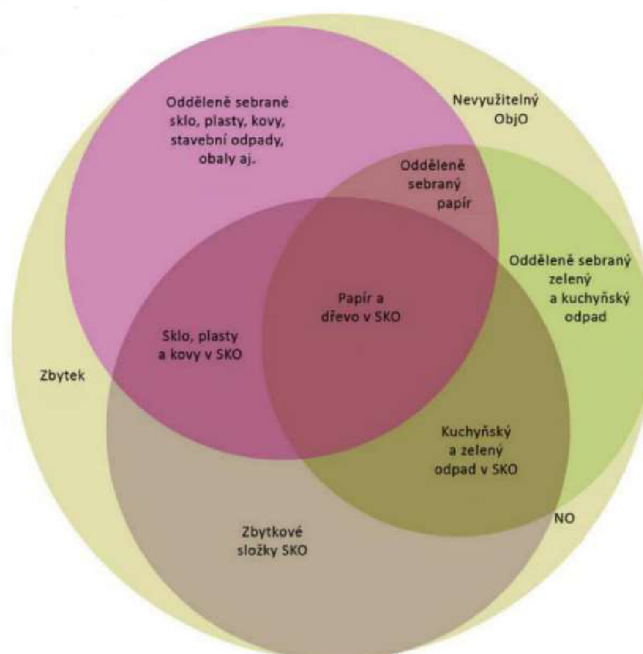
Druhotná surovina

Druhotnou surovinou se dle Zákona č. 541/2020, Zákona o odpadech (dále pouze Zákon o odpadech) rozumí materiály mající zejména charakter vedlejších produktů nebo upravených odpadů, které přestaly být odpadem poté, co splnili podmínky a kritéria materiálů získaných z výrobků podléhajících zpětnému odběru podle Zákona o výrobcích s ukončenou životností, materiálů z dalších výrobků využitelných pro další zpracování, včetně nespotřebovaných vstupních surovin, materiálů předávaných k novému využití; druhotná surovina (např. výstup z dotřídňovací linky v podobě flaků) slouží jako vstupní surovina, případně jako přídavek do výroby. [1]

Komunální odpad (KO)

Komunální odpad (dále pouze KO) je dle Zákona o odpadech definován následovně: „Komunálním odpadem se rozumí směsný a tříděný odpad z domácností, zejména papír a lepenka, sklo, kovy, plasty, biologický odpad, dřevo, textil, obaly, odpadní elektrická zařízení, odpadní baterie a akumulátory, a objemný odpad, zejména matrace a nábytek a dále směsný odpad a tříděný odpad z jiných zdrojů, pokud je co do povahy a složení podobný odpadu z domácností; komunální odpad nezahrnuje odpad z výroby, zemědělství, lesnictví, rybolovu, septiků, kanalizační sítě a čistíren odpadních vod, včetně kalů, vozidla na konci životnosti ani stavební a demoliční odpad.“ [1]

Dle katalogu odpadů je komunální odpad definován dle kategorie 20: „Komunální odpady (odpady z domácností a podobné živnostenské, průmyslové odpady a odpady z úřadů) včetně složek z odděleného sběru“. Nomenklatura složek KO je vyobrazena na obr. 3. [1]



Obr. 3 Ilustrativní obrázek složení KO (POH 2015-2024 MŽP) [6]

Kde:

ObjO – objemný odpad

NO – nebezpečný odpad

Celek (žluté podbarvení) reprezentuje KO, podmnožina nahoře (růžové podbarvení) reprezentuje materiálově využitelný odpad, podmnožina vpravo (zelené podbarvení) reprezentuje biologicky rozložitelný odpad (dále pouze jako BRKO) a podmnožina dole (hnědé podbarvení) reprezentuje směsný komunální odpad (dále pouze SKO)

Směsný komunální odpad (SKO)

Do směsného komunálního odpadu (dále pouze SKO) se zařazuje odpad, které není možné zařadit do jiné kategorie komunálního odpadu dle skupiny 20. Obecně se tedy jedná o komunální odpad, který nespadá do kategorie odpadů složek z odděleného sběru, a nebezpečných složek (neoddělené sklo, plasty, kovy, papír, dřevo, běžný kuchyňský a zelený odpad a zbytková složka tvořená odpadem spadajícím do předchozí definice) [10]

Katalog odpadů

Celým názvem Vyhláška o Katalogu odpadů a posuzování odpadů (Katalog odpadů) je vyhláška doplňující zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech. Definuje nomenklaturu jednotlivých druhů odpadů a doplňuje Zákon o odpadech.

Výhřevnost

Je množství tepla, které se uvolní dokonalým spálením jednotkového množství paliva, jestliže se spaliny ochladí na původní teplotu paliva a voda po spálení bude uvažována v kapalném stavu. Je uvažováno spalování za konstantního tlaku, či objemu. [11]

Tato veličina je významná pro posouzení odpadu pro energetické využití odpadu (dále pouze EVO) v zařízeních pro energetické využití odpadu (dále pouze ZEVO). Získaná energie je využívána ve formě tepla a elektřiny. V současné době se v ČR nachází 4 ZEVO, konkrétně v Praze-Malešicích, v Brně, v Liberci a v Chotíkově u Plzně s celkovou roční kapacitou 750 tisíc tun odpadu. Pro dosažení cílů odpadového hospodářství dle Evropské komise se ovšem dle ČEZ předpokládá nutné navýšení roční kapacity ZEVO v ČR o dalších 950 tisíc tun odpadu. [12]

Provozovatel skládky nesmí dle Zákona o odpadech od 1. ledna 2030 na skládku ukládat odpady, jejichž výhřevnost v sušině je vyšší než 6,5 MJ/kg – tedy odpady s potenciálním energetickým využitím. [1]

2. Motivace a cíle

Cíle diplomové práce dle zadání jsou:

- Popis hmotnostních toků při nakládání s komunálním odpadem v ČR
- Analýza a využití volně dostupných datových sad o českých obcích se zaměřením na odpadovou problematiku a využití těchto dat pro návrh reprezentativních skupin obcí dle jejich přístupu k nakládání s odpady
- Identifikace zpracovatelských provozů pro nakládání s odpadem z českých obcí
- Odhad změny finančních nároků pro nakládání s obecním odpadem – scénářový přístup

Důsledek snahy o optimalizaci odpadového hospodářství je příčinou vzniku příslušné odpadové legislativy. Legislativní dokumenty týkající se odpadového hospodářství mají velmi jednoznačně definovaný vývoj vzhledem k jejich původu v evropských směrniciích, která obsahují závazná doporučení pro místní legislativní prostory členských států. Pro dosažení cílů této diplomové práce je nutné prozkoumat tyto dokumenty a vyvodit z nich příslušné závěry se zaměřením zejména na Zákon o odpadech, přijatý v roce 2020 s účinností od 1.1.2021. S tím souvisí odhad týkající se změny na úrovni komunální s hlavním cílem prozkoumání důsledků změny podílu odděleně soustředěné složky. Účelem cílů Zákona o odpadech je zajistit fungování odpadového hospodářství tak, aby bylo v souladu s hierarchií odpadového hospodářství za současné sociální únosnosti a ekonomické přijatelnosti a aby bylo dosaženo cílů odpadového hospodářství stanovených v příloze č. 1 k tomuto zákonu a umožněn přechod k oběhovému hospodářství.

Pro analýzu dopadů legislativního vývoje je nutný zdroj statistických dat, ze kterých lze závěry vyvozovat, tyto podklady je nutné prozkoumat a analyzovat jejich použitelnost, a to zejména na úrovni komunální, jelikož legislativní změny cílí na dopad na komunální odpadovou politiku a nezaměřují se pouze na Českou republiku jako celek.

Nakládání s KO je zajišťováno na obecní úrovni, nicméně na území České republiky je více než 6 tisíc samosprávných obcí, a proto je značně obtížné provádět analýzu pro každou jednotlivou obec. Z tohoto důvodu se předpokládá seskupení obcí do několika skupin (clusterů). Odhad změny finančních nároků obcí bude založen na scénářovém přístupu a budou vymezeny předpoklady pro tento přístup. Lze očekávat, že nároky nové legislativy se budou svým projevem lišit pro obce různých velikostí, z tohoto důvodu by měla analýza statických podkladů tento fakt zohlednit a vytvořit skupiny obcí, pro které bude prověřen možný scénář vývoje.

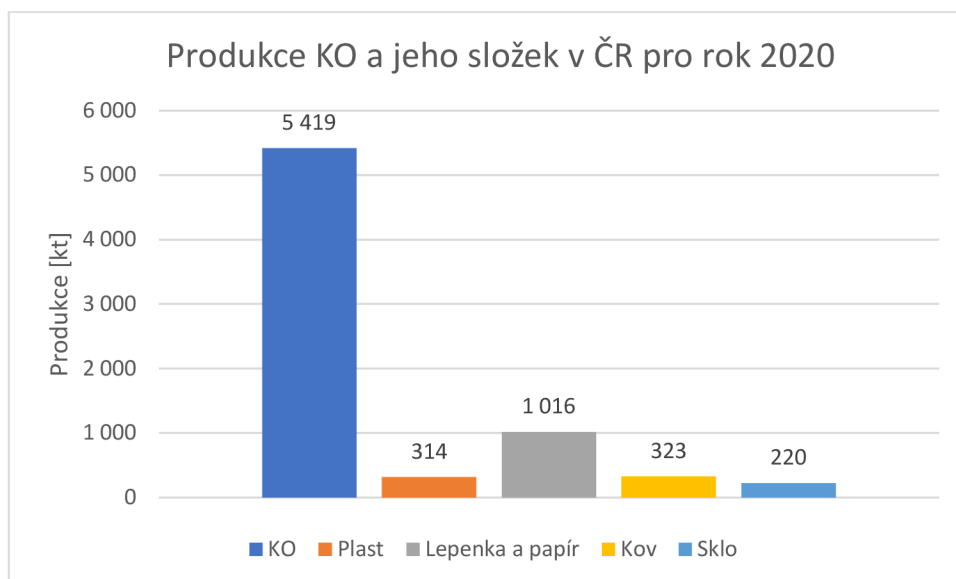
Očekávaný je přesun složek z SKO do separovaných KO a s tím související zvýšené nároky zejména na sběr, svoz a celkové nakládání s odpadem. Výpočet legislativou předepsaného podílu odděleně soustředěvané složky (hlavního legislativního cíle) podrobně popsán v kapitole Vyhláška č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady této diplomové práce.

V návaznosti na popis současné situace a analýzu dostupných statistických dat je možné dostupná obecní data využít pro odhad změny finančních provozních nároků

pro nakládání s obecním odpadem. Pro komplexní popis současné situace by měl být prověřen současný stav zpracovatelských zařízení. Lze očekávat, že zpracovatelská zařízení doznají také jistých změn, a to nejenom z důvodu technologického pokroku, ale i z důvodu legislativního vývoje vedoucího ke změnám poměru a množství zpracovávaných odpadů, čímž budou dotčeny požadavky na kapacitu zpracovatelských zařízení, respektive jejich schopnost zpracovávat odpady různých kategorií v jiných poměrech.

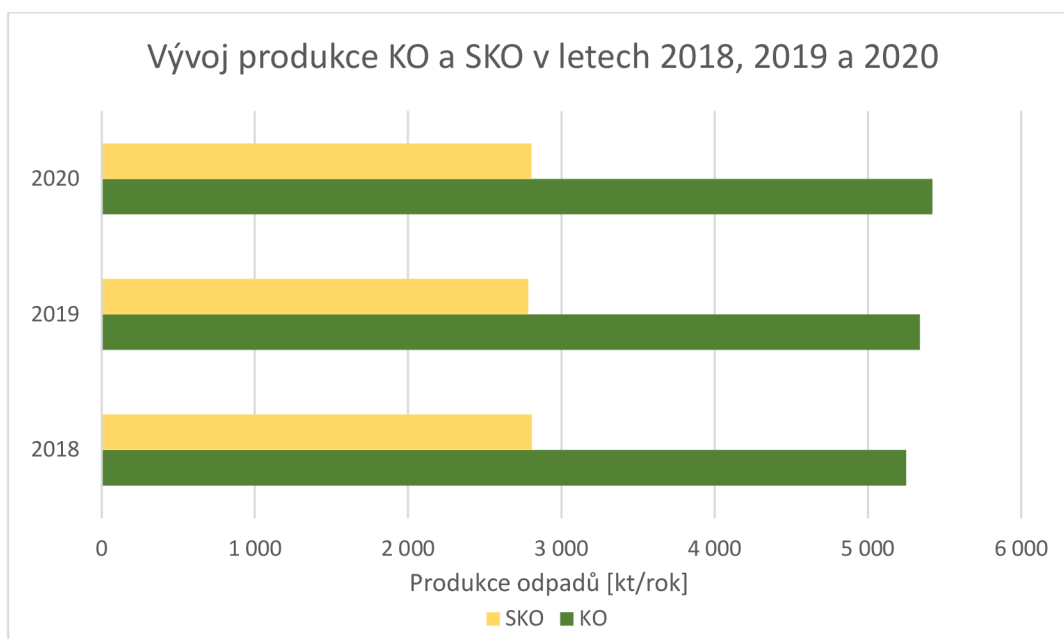
3. Nakládání s komunálním odpadem v rámci ČR

V ČR bylo dle údajů ČSÚ v roce 2020 vyprodukováno celkově 38 486 186 t odpadů. [13] Z toho tvořilo 5 418 774 t KO. Hodnoty produkce pro jednotlivé separovatelné složky KO, včetně produkce KO, jsou vyobrazeny na obr. 4..



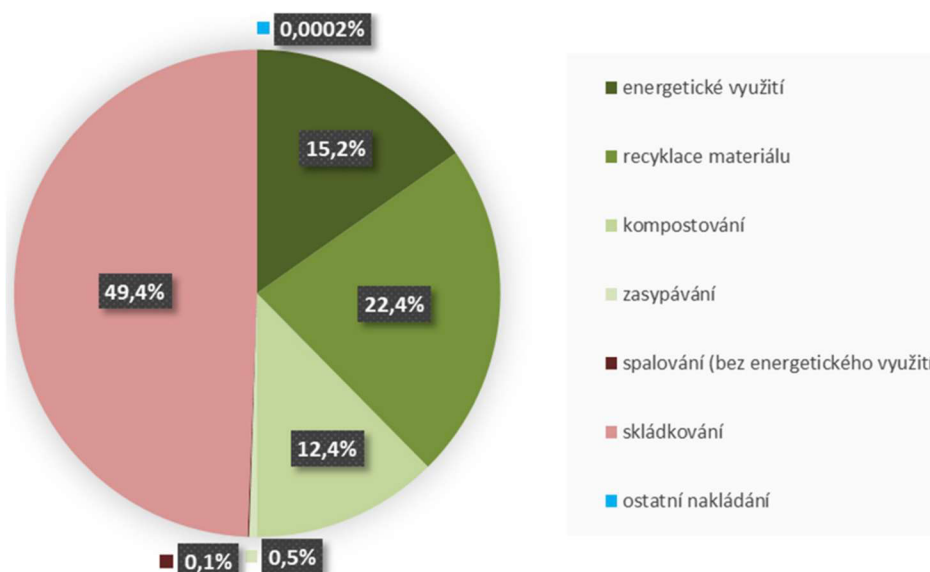
Obr. 4 Produkce KO a jeho složek v ČR pro rok 2020

Hodnoty produkce KO a SKO dle ČSÚ za roky 2018, 2019 a 2020 jsou zobrazeny na následujícím obr. 5.



Obr. 5 Vývoj produkce KO a SKO v letech 2018, 2019 a 2020

V současné době je aktuálním tématem nutná změna nakládání s odpadem, zejména omezení skládkování a nahrazení upřednostňovanějšími způsoby nakládání. Na následujícím obr. 6 je dále zastoupení různých způsobů zpracování komunálního odpadu v témže roce. Tyto údaje vycházejí z dat ČSÚ za období 2020.

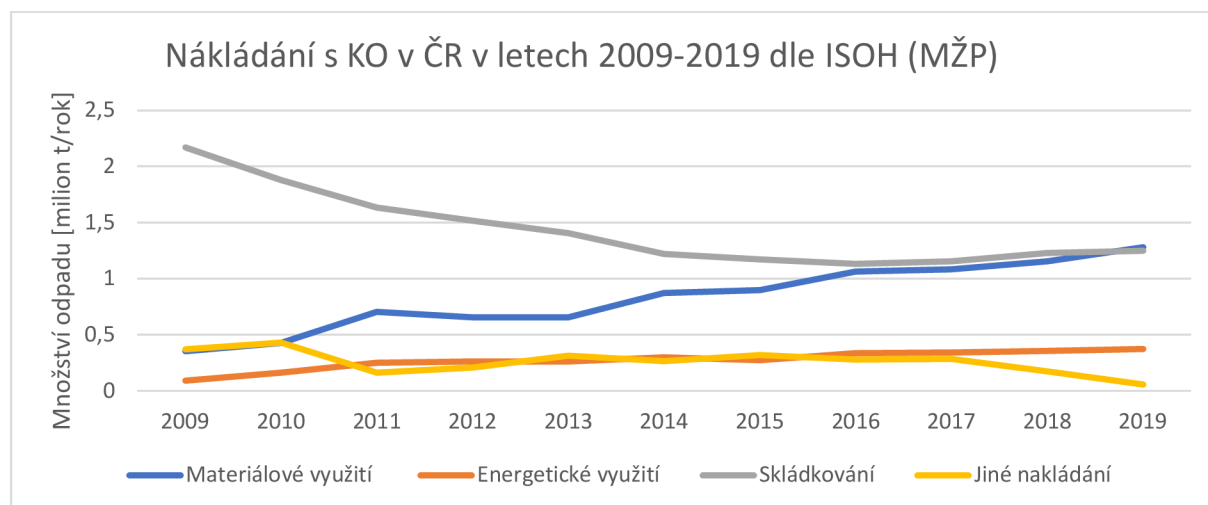


Obr. 6 Nakládání s komunálními odpady [13]

3.1. Prognózy vývoje nakládání s komunálními odpady

V roce 2012 byla MŽP vypracována prognóza produkce KO, ze které plyne, že mezi roky 2012 a 2024 by produkce komunálního odpadu měla mírně klesat. Prognóza operuje s odklonem části materiálově využitelných složek z SKO, díky kterým dochází k poklesu skládkování a výrazným nárůstem materiálového využití, kompostování, anaerobní digesce a energetického využití. Tato prognóza byla aktualizována v roce 2021 v rámci dokumentu doplňujícího POH – (1. aktualizace 2021).

Na následujícím obr. 7 je znázorněn trend nakládání s KO z období 2009–2019 dle 1. aktualizace POH z roku 2021, údaje jsou čerpány z ISOH (MŽP). [14]



Obr. 7 Nakládání s KO v ČR mezi v letech 2009 – 2019, data ISOH [14]

Dle údajů Českého statistického úřadu ovšem k mírnému poklesu celkové produkce KO docházelo pouze do roku 2013 a již v dalších letech nastal trend mírného růstu. [13]

Následující tabulka tab. 1 upřesňuje způsoby nakládání s komunálním odpadem z let 2018-2020:

| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Nakládání s komunálními odpady | 4 942 235 | 5 020 447 | 5 139 677 | 5 271 690 |
| v tom: | | | | |
| využívání | 2 583 461 | 2 585 810 | 2 668 153 | 2 662 917 |
| z toho: | | | | |
| energetické využití | 901 174 | 874 657 | 868 229 | 803 773 |
| recyklace materiálu | 1 126 741 | 1 148 379 | 1 168 559 | 1 178 537 |
| kompostování | 525 173 | 534 282 | 601 804 | 652 411 |
| zasypávání | 30 003 | 28 349 | 29 408 | 28 186 |
| odstraňování | 2 358 774 | 2 434 637 | 2 471 525 | 2 608 773 |
| v tom: | | | | |
| spalování (bez energetického využití) | 4 039 | 4 611 | 4 386 | 5 030 |
| skládkování | 2 354 734 | 2 430 026 | 2 467 138 | 2 603 743 |

Tab. 1 Údaje nakládání s komunálními odpady mezi roky 2017 a 2020 dle ČSÚ [13]

Prognóza MŽP operuje také s neustálým ročním nárůstem kapacity zařízení pro energetické využití odpadu. ČEZ a.s. (České energetické závody, dále pouze ČEZ) tuto skutečnost dávají do kontextu následovně: „Stávající roční kapacita ZEVO v České republice je přibližně 750 tisíc tun. Pokud bude chtít Česká republika splnit cíle Evropské komise v oblasti oběhového hospodářství (stanovené Směrnice 2008/98/ES o odpadech a o zrušení některých směrnic a směrnicemi tuto směrnici doplňující), bude potřeba navýšit kapacitu ZEVO o dalších 950 tisíc tun.“ Česká republika je tedy dle údajů ČEZu na méně než poloviční kapacitě pro zařízení ZEVO, než by bylo dle stanovených legislativních cílů záhodno. [6, 12, 16]

3.2. Doprava komunálního odpadu v ČR

Doprava komunálního odpadu se zpravidla dělí na dvě hlavní části a to

- svoz – jedná se o manipulaci s odpadem přímo u producenta, manipulace s jednotlivými nádobami, většinou do vzdálenosti cca 25 km
- odvoz – přeprava, doprava již svezeného odpadu obvykle o hmotnosti několika tun a na vzdálenost více než desítek kilometrů

Systém dopravy odpadu lze rozdělit na následující:

- Silniční doprava
- Železniční doprava
- Kombinovaná doprava

- Silniční doprava

Silniční doprava je nejvyužívanějším způsobem na kratší vzdálenosti do 200 km, v rámci ČR se tedy jedná o velmi vhodný způsob dopravy. Pomocí silniční dopravy lze vytvořit flexibilní a rychlý systém. Základní princip silniční dopravy komunálního odpadu lze uvažovat pro lisovaný odpad a nelisovaný odpad. V obou řetězcích je sběr jednotný, a to za pomoci svozových automobilů nebo tzv. KUKA vozů (automobil s lisovací nástavbou pro možnosti lisování odpadu na nástavbě a odvezení většího množství v rámci jednoho cyklu). K rozlišení dochází až v rámci přeložení na překládacích stanicích, kde dochází k přeložení odpadu ze svozových vozů do velkoobjemových kontejnerů. Odvozová část je řešena za pomoci nákladních automobilů, jízdních souprav nebo tahačů. [17]

- Železniční doprava

Železniční doprava je v rámci ČR spíše diskutovanou možností dopravy se zaměřením na odpady. Její začlenění by mohlo nacházet uplatnění spíše v rámci mezinárodní dopravy (doprava na delší vzdálenosti). V případě železniční dopravy je nutno zohlednit i ten aspekt, že železnice není schopna obstarat svoz odpadu, proto je nutné vždy uvažovat o kombinované dopravě. Svozová část je opět obstarávána svozovým automobilem (či KUKA vozem), železniční doprava nabývá významu až po části překladiště. [17]

Obecně železniční doprava vyžaduje nákladné investice do jízdních souprav a přípojek do zařízení, nebo překladiště.

- Kombinovaná doprava

Jedná se o situaci, kdy v rámci koncové části dopravy, tedy od překladiště k zařízení pro zpracování odpadu, je využito železniční i silniční dopravy, například v situacích, kdy zařízení pro zpracování odpadu nemůže být přímo obsluhováno železnicí. [17]

3.3. Svoz a sběr

Sběr odpadů lze kategoričtě dělit na tři hlavní způsoby sběru [18]:

- Svozový sběr (door-to-door systém)
 - o Sběrné nádoby jsou o velikosti 110 l až 1100 l a jsou vzdáleny do zhruba 50 m od bydliště
 - o Možnou podkategorií je sběr pytlový, kdy místo sběrných nádob je využíváno pytlů o objemu 40 l až 120 l
- Donáškový způsob
 - o Sběrné nádoby jsou většího objemu, zhruba 1 100 l až 5 000 l a donášková vzdálenost je maximálně 150 m
- Sběrný způsob
 - o Je využíván zejména pro složky KO

Odpadové nádoby se dělí na nádoby [18]:

- Přesypané s horním výsypem
 - o Jsou využívány pro SKO a separovaný odpad
 - o Bývají o objemu 120 l a 240 l

- Přesypné nádoby se spodním výsypem
 - Jsou využívány pro separované složky odpadu, jedná se především o tzv. separační zvony či podzemní kontejnery
 - Bývají o objemu 1 100 l až 3 500 l
- Odpadní kontejnery
 - Využívají se v případě nutnosti pokrytí nárazové produkce odpadu či pro přepravu odpadu, jsou běžně využívány u sběrného způsobu sběru
 - Dělí se na natahovací a vanové kontejnery

4. Legislativa

Níže, v navazujících podkapitolách, jsou popsány legislativní dokumenty oblasti odpadového hospodářství v rámci Evropské unie a jejich promítnutí do dokumentů místní legislativy České republiky. Nejvýznamnějším zákonem odpadového hospodářství v právním řádu ČR je Zákon o odpadech, který stanovuje konkrétní cíle pro nakládání s odpady v ČR v roce 2030.

4.1. Právo EU

Od 90. let, po podepsání Asociační dohody s ES (Evropské společenství) vznikla potřeba pro vytvoření institucionálního systému zajišťující, že povinnost provést implementaci práva EU bude zajištěna. Směrnice zvané rozhodnutí komise (EU), identifikované pořadím a rokem, jsou závazným doporučením pro členské státy, které jsou povinny transponovat tyto směrnice do místních právních řádů. Nejvýznamnějším legislativním dokumentem pro odpadovou politiku EU je Směrnice Evropského parlamentu a rady č. 98/2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic (v původním anglickém originále Waste Directive Framework), která definuje cíle odpadového hospodářství EU, včetně hierarchie priorit nakládání s odpadem, a její znění se promítá do právního řádu ČR v podobě Zákona o odpadech a z něj vyplývajících dokumentů strategií, např. POH. Tato směrnice nabyla právní platnosti v roce 2008, vzhledem k relativně dlouhé době své aktuální platnosti má plánovanou revizi na rok 2023. [7]

Navazujícím dokumentem na směrnici č. 98/2008 je Sdělení Komise Evropskému parlamentu, radě, Evropského hospodářského a sociálního výboru a výboru regionů „Nový akční plán“ (v anglickém znění tzv. Circular economy action plan), který byl vydán v březnu roku 2020 a je základním stavebním kamenem nové evropské strategie pro udržitelný růst. Plní účel směrnice č. 98/2008 a je prerekvizitou k dlouhodobému cíli EU dosažení klimatické neutrality k roku 2050. [19]

V kontextu této diplomové práce lze dále například zmínit: „Prováděcí rozhodnutí komise (EU) 2018/1147 ze dne 10. srpna 2018, kterým se stanoví závěry o nejlepších dostupných technikách (BAT) podle směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU pro zpracování odpadu“, ze kterých vyplývají „BAT – Best Available Techniques“ pro zpracování odpadu. [20]

4.2. Právní řád ČR

V rámci právního řádu ČR je stěžejním zákonem Zákon o odpadech 541/2020 Sb., ve kterém jsou, mimo jiné, definovány separační cíle a jejich vývoj. Tento zákon je doplněn Vyhláškou o podrobnostech nakládání s odpady 273/2021 Sb. a Katalogem odpadů 8/2021 Sb., který doplňuje definice pro jednotlivé druhy odpadu. Dalšími významnými zákony v oblasti komunálního odpadového hospodářství ČR jsou například Zákon o obalech 477/2001 Sb. a Zákon o výrobcích s ukončenou životností 542/2020 Sb. Konkrétní stanovené cíle se nachází v následující kapitole Zákon o odpadech. [21]

4.3. Zákon o odpadech

Zákon č. 541/2020 Sb., takzvaný Zákon o odpadech, je zákonem zajišťujícím vysokou úroveň ochrany životního prostředí a zdraví lidí a trvale udržitelné využívání

přírodních zdrojů předcházením vzniku odpadu a nakládáním s nimi v souladu s hierarchií odpadového hospodářství za současné sociální únosnosti a ekonomické přijatelnosti tak, aby bylo dosaženo cílů odpadového hospodářství a umožněn přechod k oběhovému hospodářství. [1]

Zároveň zpracovává příslušné předpisy Evropské unie a navazuje na přímo použitelné předpisy Evropské unie. Upravuje pravidla pro předcházení vzniku odpadu a pro nakládání s ním, práva a povinnosti osob v odpadovém hospodářství a působnost orgánů veřejné správy v odpadovém hospodářství. Tento zákon je novelou Zákona č. 185/2001 Sb., Zákona o odpadech.

Skládky

Poplatek za ukládání na skládku je následující (obsahuje procenta, kterými se rozpočty podílejí na výnosu poplatků). Správcem poplatku je Státní fond životního prostředí České republiky a výše poplatků je specifikována v tab. 2 a hodnoty tokových podílů se nachází v tab. 3

Základní vzorec pro kalkulaci je následující:

$$Z = M \times (A + T + S) \quad (1)$$

Kde:

Z – potřebná výše finanční záruky

M – hmotnost odpadu v tunách

A – Částka za alternativní využití

Částka uskladnění tuny odpadu po dobu 90 dnů

Jednotlivé hodnoty jsou k dispozici v tabulkách přílohy č. 8

Významnými jsou například:

| Dílčí základ poplatku za ukládání | Poplatkové období v roce | | | | | | | | | | 2030 a dále |
|-----------------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | | |
| využitelných odpadu ¹⁾ | 800 | 900 | 1 000 | 1 250 | 1 500 | 1 600 | 1 700 | 1 800 | 1 850 | 1 850 | |
| zbytkových odpadů | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 600 | 600 | 700 | 700 | 800 | |
| nebezpečných odpadů | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2 000 | |
| vybraných technologických odpadů | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | |
| sanačních odpadů | 1 000 | 1 000 | 1 000 | 1 000 | 1 000 | 1 000 | 1 000 | 1 000 | 1 000 | 1 000 | |

Tab. 2 Sazba poplatku za ukládání odpadů na skládku [1]

Poplatek za skládkování se v průběhu let bude neustále navyšovat, významnějšího navýšení potká zejména kategorii využitelných odpadů. Tento trend je důsledkem respektování hierarchie nakládání s odpadem při vytváření novely Zákona o odpadech.

Údaje následující tab. 3 vypovídají o finančních tocích poplatků z tab. 2. Je plánovaný postupný odklon výnosu z poplatků za skládkování z obecního rozpočtu do rozpočtu Státního fondu životního prostředí.

| Dílčí poplatek za ukládání | Poplatkové období v roce | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|--|
| | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 a dále | |
| využitelných odpadu ^{*)} | 60/40 | 50/50 | 45/55 | 36/64 | 28/72 | 26/74 | 24/76 | 22/78 | 20/80 | 20/80 | |
| zbytkových odpadů | 80/20 | 75/25 | 75/25 | 75/25 | 75/25 | 60/40 | 60/40 | 50/50 | 50/50 | 40/60 | |
| nebezpečných odpadů | 50/50 | 50/50 | 50/50 | 50/50 | 50/50 | 50/50 | 50/50 | 50/50 | 50/50 | 50/50 | |
| vybraných technologických odpadů | 100/0 | 100/0 | 100/0 | 100/0 | 100/0 | 100/0 | 100/0 | 100/0 | 100/0 | 100/0 | |

Tab. 3 Procenta, kterými se rozpočty podílejí na výnosu poplatků [1]

Kde hodnoty jsou poměrem ve formátu (rozpočet obce/rozpočet Státního fondu životního prostředí)

Legislativa pokrývá i výjimečné situace, ve kterých může být osvobozeno od poplatků za ukládání na skládku v rámci řešení následků krizové situace.

Dále se od poplatku za ukládání odpadů na skládku osvobozuje uložení odpadu na skládku určeného provozovatelem skládky při jeho uložení jako technologický materiál pro technické zabezpečení skládky až do 25 % celkové hmotnosti odpadů uložených na skládku v poplatkovém období. [1]

- Separáční cíle

Obec je povinna zajistit, aby odděleně soustředované recyklovatelné složky komunálního odpadu tvořily v kalendářním roce 2025 a následujících letech alespoň 60 %, v kalendářním roce 2030 a následujících letech alespoň 65 % a v kalendářním roce 2035 a následujících letech alespoň 70 % z celkového množství komunálních odpadů, kterých je v daném kalendářním roce původcem. Do výpočtu podílu mohou být zahrnuty rovněž odděleně soustředované recyklovatelné složky komunálního odpadu vznikající na území obce při činnosti nepodnikajících fyzických osob, které nejsou předávány do obecního systému. [1]

- Obsah přílohy 1 Zákona o odpadech

Příloha 1 popisovaného zákona specifikuje cíle pro nakládání s KO, tj. cíle nakládání s obecním odpadem, které se přímo týkají předmětu diplomové práce. Cíle se vztahují k období následujících 15 let a jejich přesné legislativní znění je:

1. Zvýšit do roku 2025 úroveň přípravy k opětovnému použití a úroveň recyklace komunálních odpadů nejméně na 55 % celkové hmotnosti komunálních odpadů vyprodukovaných na území České republiky. [1]

2. Zvýšit do roku 2030 úroveň přípravy k opětovnému použití a úroveň recyklace komunálních odpadů nejméně na 60 % celkové hmotnosti komunálních odpadů vyprodukovaných na území České republiky. [1]

3. Zvýšit do roku 2035 úroveň přípravy k opětovnému použití a úroveň recyklace komunálních odpadů nejméně na 65 % celkové hmotnosti komunálních odpadů vyprodukovaných na území České republiky. [1]

4. Odstraňovat uložením na skládku v roce 2035 a v letech následujících **nejvýše 10 %** z celkové hmotnosti komunálních odpadů vyprodukovaných na území České republiky. [1]

5. Energeticky využívat v roce 2035 a v letech následujících nejvýše 25 % z celkové hmotnosti komunálních odpadů vyprodukovaných na území České republiky; toto množství může být navýšeno o rozdíl mezi množstvím komunálních odpadů, které mohly být uloženy na skládku podle bodu 4, a skutečným množstvím komunálních odpadů uložených na skládku. [1]

- **Limity**

Rezervy na zajištění rekultivace a následné péče o skládku:

a) 145 Kč za 1 tunu uloženého nebezpečného odpadu, včetně nebezpečného odpadu uloženého jako technologický materiál na technické zabezpečení skládky, a komunálního odpadu, s výjimkou odpadu z azbestu

b) 75 Kč za 1 tunu uloženého ostatního odpadu a odpadu z azbestu, včetně ostatního odpadu uloženého jako technologický materiál na technické zabezpečení skládky.

S předmětem práce souvisí následující dílčí body:

- Odpad určený k odstranění smí být skladován nejvýše po dobu 1 roku, takové skladování je vymezeno v příloze č. 6 k tomuto zákonu pod kódem D15. Do uplynutí lhůty pro skladování musí být odpad odstraněn nebo předán do zařízení, kde bude odstraněn. Odpad určený k využití smí být skladován po dobu nejvýše 3 let; takové skladování je vymezeno v příloze č. 5 k tomuto zákonu pod kódem R13a. Do uplynutí lhůty pro skladování musí být odpad využit nebo předán do zařízení, kde bude využit.
- Obec je povinna určit místa pro oddělené soustředování komunálního odpadu, a to alespoň nebezpečného odpadu, papíru, plastů, skla, kovů, biologického odpadu, jedlých olejů a tuků a od 1. ledna 2025 rovněž textilu. Obec není povinna odděleně soustřeďovat odpad plastů, skla a kovů, pokud tím nedojde s ohledem na další způsob nakládání s nimi k ohrožení možnosti provedení jejich recyklace.
- Spalování komunálního odpadu se považuje za energetické využití odpadu uvedené v příloze č. 5 k tomuto zákonu pod kódem R1a pouze tehdy, pokud dosahuje vysokého stupně energetické účinnosti. Výše požadované energetické účinnosti a vzorec pro její výpočet jsou uvedeny v příloze č. 7 k tomuto zákonu.

4.4. Vyhláška č. 8/2021 Sb. Katalog odpadů

Celým názvem Vyhláška o Katalogu odpadů a posuzování odpadů (Katalog odpadů) je vyhláška doplňující zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech. Tato vyhláška zpracovává předpisy Evropské unie, zároveň navazuje na přímo použitelné předpisy Evropské unie a upravuje Katalog odpadů a metody posouzení a postup hodnocení odpadů. Nejvýznamnějším pro návaznost na příslušné legislativní dokumenty je kategorizace na odpadu na skupiny odpadu dle původů vzniku a konkrétního složení odpadu. Celá nomenklatura dělení odpadů je zmíněna v příloze č. 1 vyhlášky. Odpady jsou členěny dle číselné systematiky, která je tvořena třemi dvojčíslími (ve výjimečných případech je přidáno čtvrté dvojčíslí pro detailní popis). Pro příklad směsný komunální odpad je značen čísly 20 03 01, kde číslo 20 reprezentuje odpady komunální, číslo 03 ostatní komunální odpady a 01 jej upřesňuje na odpad směsný komunální. [10]

4.5. Vyhláška č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady

Tato vyhláška zpracovává příslušné předpisy Evropské unie, zároveň navazuje na přímo použitelné předpisy Evropské unie a upravuje požadavky, podrobnosti a podmínky týkající se odpadového hospodářství, a zejména klasifikaci výkonnosti odpadového hospodářství v kontextu environmentální udržitelnosti. Tato vyhláška doplňuje zákon 541/2020 Sb. Zákon o odpadech. [22]

Významná je zejména pro obce, jelikož specifikuje, jaké druhy odpadu, definovány v katalogu odpadů, vstupují do výpočtu pro podíl oddělené soustředované recyklovatelné složky, který je pro obce závazný dle zákona o odpadech a obce jsou zavázány dodržet limitní hodnoty podílu oddělené soustředované recyklovatelné složky pomocí vlastní odpadové politiky. [22]

Definice podílu odděleně soustředované složky a jeho výpočet

Následující definice vychází ze Zákona o odpadech:

„1) Obec je povinna přebrat veškerý komunální odpad vznikající na jejím území při činnosti nepodnikajících fyzických osob. Pokud obec zavedla poplatek za odkládání komunálního odpadu z nemovité věci na základě kapacity soustředovacích prostředků podle zákona o místních poplatcích, je povinna přebírat směsný komunální odpad vznikající na jejím území při činnosti nepodnikajících fyzických osob v množství odpovídajícím kapacitě soustředovacích prostředků.“ [1]

„3) Obec je povinna zajistit, aby odděleně soustředované recyklovatelné složky komunálního odpadu tvořily v kalendářním roce 2025 a následujících letech alespoň 60 %, v kalendářním roce 2030 a následujících letech alespoň 65 % a v kalendářním roce 2035 a následujících letech alespoň 70 % z celkového množství komunálních odpadů, kterých je v daném kalendářním roce původcem. Do výpočtu podílu mohou být zahrnuty rovněž **odděleně soustředované recyklovatelné složky komunálního odpadu vznikající na území obce při činnosti nepodnikajících fyzických osob**, které nejsou předávány do obecního systému.“ [1]

„Ke splnění povinností podle odstavců 1 až 3 obec nastaví obecní systém odpadového hospodářství (dále jen „obecní systém“). Obecní systém může obec nastavit obecně závaznou vyhláškou.“ [1]

Samotný pojem soustředované recyklovatelné složky a jeho podíl je dále definován v rámci Vyhlášky č. 273/2021, o podrobnostech nakládání s odpady, kde je definován jeho vzorec následovně: [22]

$$Cíl = \frac{\sum(msložka\ KO_n)z\ obecního\ syst. + \sum(msložka\ KO_n)\ mimo\ obecní\ syst.}{(m\ produkce\ KO)\ z\ obecního\ syst. + (m\ produkce\ KO)\ mimo\ obecní\ syst.} \times 100 [\%] \quad (2)$$

Kde

msložkaKO_n – jsou jednotlivé hmotnostní podíly komunálních odpadů a indexování *n* reprezentuje jednotlivé kategorie odpadů figurující ve výpočtu dle přiložené tab. 4

produkce KO – je celkovou produkcí kategorií komunálních odpadů dle přiložené tab. 5

Seznam odděleně soustředovaných recyklovatelných složek komunálního odpadu, které je možné zahrnout do výpočtu čitatele v podílu podle vzorce je stanoven v tab. 4.

| Katalogové číslo | Název odpadu |
|------------------|---|
| 20 01 01 | Papír a lepenka |
| 20 01 02 | Sklo |
| 20 01 08 | Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven |
| 20 01 10 | Oděvy |
| 20 01 11 | Textilní materiály |
| 20 01 25 | Jedlý olej a tuk |
| 20 01 38 | Dřevo |
| 20 01 39 | Plasty |
| 20 01 40 | Kovy |
| 20 02 01 | Biologicky rozložitelný odpad |

Tab. 4 Kategorie odpadů figurujících v čitateli výpočtu POSS [22]

Seznam odpadů představujících komunální odpad zahrnutý do výpočtu jmenovatele v podílu podle vzorce je stanoven v tab. 5.

| Katalogové číslo | Název odpadu |
|------------------|--|
| 20 01 01 | Papír a lepenka |
| 20 01 02 | Sklo |
| 20 01 08 | Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven |
| 20 01 10 | Oděvy |
| 20 01 11 | Textilní materiály |
| 20 01 13* | Rozpouštědla |
| 20 01 14* | Kyseliny |
| 20 01 15* | Zásady |
| 20 01 17* | Fotochemikálie |
| 20 01 19* | Pesticidy |
| 20 01 25 | Jedlý olej a tuk |
| 20 01 26* | Olej a tuk neuvedený pod číslem 20 01 25 |
| 20 01 27* | Barvy, tiskařské barvy, lepidla a pryskyřice obsahující nebezpečné látky |
| 20 01 28 | Barvy, tiskařské barvy, lepidla a pryskyřice neuvedené pod číslem 20 01 27 |
| 20 01 29* | Detergenty obsahující nebezpečné látky |
| 20 01 30 | Detergenty neuvedené pod číslem 20 01 29 |
| 20 01 31* | Nepoužitelná cytostatika |
| 20 01 32* | Jiná nepoužitelná léčiva neuvedená pod číslem 20 01 31 |
| 20 01 37* | Dřevo obsahující nebezpečné látky |
| 20 01 38 | Dřevo |
| 20 01 39 | Plasty |
| 20 01 40 | Kovy |
| 20 01 41 | Odpady z čištění komínů |
| 20 01 99 | Další frakce jinak blíže neurčené |
| 20 02 01 | Biologicky rozložitelný odpad |
| 20 02 03 | Jiný biologicky nerozložitelný odpad |
| 20 03 01 | Směsný komunální odpad |
| 20 03 02 | Odpad z tržišť |
| 20 03 03 | Uliční smetky |
| 20 03 07 | Objemný odpad |
| 20 03 99 | Komunální odpady jinak blíže neurčené |

Tab. 5 Kategorie odpadů figurujících ve jmenovateli výpočtu POSS [22]

Na základě vzorce a dvou příložených tabulek je tedy obec schopna určit, zdali splňuje legislativou stanovený limit týkající se separace odpadu definované v Zákoně o odpadech. [1]

5. Recyklovatelný komunální odpad a zpracovatelská zařízení

Každý výrobek má svůj typický životní cyklus, na počátku stojí zisk přírodních surovin a energie potřebných pro jeho výrobu. Suroviny jsou dále zpracovávány do formy polotovarů a až ve výrobním procesu získává výrobek svoji finální podobu. Poté, kdy se ho chce spotřebitel (původce) zbavit se stává odpadem. To, jakým způsobem, lze funkčnost výrobku obnovit, či znovu užít jeho součásti je individuální pro každý materiál. [23]

5.1. Recyklovatelný komunální odpad v rámci životního cyklu výrobku

- Papír

Papír je možno recyklovat obvykle 5krát. Vhodnost papíru pro recyklaci je závislá na stavu buničiny (celulózy) a znečištění papíru. Během recyklačních procesů dochází u vláken buničiny ke ztrátě pružnosti a pevnosti. U recyklace papíru je tedy recyklovatelnost konečná a jedná se tedy zejména o snížení spotřeby primární suroviny pro výrobu papíru. Recyklovaný papír má po několika recyklačních cyklech využití zejména jako obalový papír, lepenka a různé izolační materiály. [24]

- Plast

U plastů je důležité jeho důkladné vytrídění. Na trhu se vyskytují desítky až stovky různých plastů kromě základního chemického složení se můžou dále lišit přísadkami aditiv a barviv, které nelze v rámci vytrídění zanedbávat. Vytrídění probíhá jednak u původců v domácnostech, dále probíhá dotřídění na třídících linkách, které mohou být automatizované, obvykle však bývá využito manuálního třídění materiálu na pásu. Odpad se třídí na základě druhu plastu (běžně PET, PE, PP, PS) a barvy (barviva a další aditiva je téměř nemožné z plastu odstranit, nejcennější jsou tedy při sběru plasty bezbarvé či plasty generické barvy např. bílé). Jakmile je plast vytríděn na jeden druh, je drcen a tato drť je dále využívána ve výrobních procesech jako druhotná surovina nahrazující primární surovinu, výrobní proces výrobku s přísadkami recyklátu je v kontextu legislativy očekávaným krokem do budoucna. [25, 26]

Problematická recyklace plastů má počátek v jejich komerční výhodě, ta tkví v tom, že plasty mohou být přizpůsobeny různým potřebám výrobců a prodejců, z tohoto důvodu je na trhu enormní množství různých druhů plastu lišících se nejenom základním chemickým složením, ale barvou a aditivy. I přes enormní množství druhů plastů nacházejících se na trhu je zajímavým údajem, že 73 % celkového objemu výroby plastů představuje jen 5 druhů plastů a to polyethylen, polypropylen, polyvinylchlorid, polystyren a polyethyltereftalát. [27, 28]

- Sklo

Podobně jako v případě plastu je důležitá jednodruhovitost vstupní suroviny. Sklo je tříděno primárně dle barvy. Nejvhodnější pro recyklaci je standardní tabulové sklo. Po omytí a zbavení obalové skla případných etiket je sklo drceno na střepy (standardně bílé a ostatní), které nesmí obsahovat žádný netavitelný materiál. Tyto střepy dále vstupují do výrobního procesu, kde jsou taveny a využívány spolu s primární surovinou, křemičitým pískem. Mimo obalové a tabulové sklo nachází, zejména vícedruhové sklo, využití ve stavebnictví v podobě pěnového skla. [29]

- Kov

Má dlouhodobou historii ve výkupu. Hlavním cílem výkupu je zpětné získání materiálu pro jeho další využití. Běžnými druhy kovů, se kterými se v rámci komunálního odpadu setkáváme jsou hliník, železo a ocel. Hliník se zejména využívá v rámci obalového průmyslu. Po důkladném omytí je hliník, pokud je to možno, zbaven barev a je drcen, drcením vzniká hliníkový prášek, který je možné využít v hutním průmyslu jako redukční činidlo k výrobě oceli. Případně se hliníkové obaly lisují do ingotů, které se taví jako celek a využívají jako druhotná surovina. Železo a ocel se recykluje v ocelárnách metodou oxidace, běžně také přetavením v elektrických obloukových či indukčních pecích. Recyklace železa a oceli nevyžaduje důkladné vymývání a lisování do větších bloků, vzhledem k vyšší teplotě tání železa. Nečistoty jsou odstraněny přímo v peci, pokud neshoří v procesu tavení, jsou odstraňovány v podobě strusky. [30]

Speciální kategorií jsou drahé a těžké kovy, které se dostávají do zařízení zejména v rámci akumulátorů a elektroniky. [30]

- Ostatní

Z komunálního odpadu lze dále třídít a materiálově využít další okrajové složky, například akumulátory, elektroodpad nebo tonery do tiskáren

Každý výrobek má svůj typický životní cyklus, na počátku stojí zisk přírodních surovin a energie potřebných pro jeho výrobu. Suroviny jsou dále zpracovávány do formy polotovarů a až ve výrobním procesu získává výrobek svoji finální podobu. Poté, kdy se ho chce spotřebitel (původce) zbavit se stává odpadem. To, jakým způsobem, lze funkčnost výrobku obnovit, či znovu užít jeho součásti je individuální pro každý materiál. Proces zpracování probíhá ve zpracovatelských zařízeních. [23]

5.2. Zpracovatelská zařízení odpadu

Zpracovatelská zařízení odpadu podléhají centrální evidenci v rámci ISOH (Informační systém odpadového hospodářství) spravovaného MŽP. ISOH momentálně eviduje 352 provozovatelů zpracovatelských zařízení, kdy 346 provozovatelů je evidováno v kategorii s aktivní činností v ČR. Celkový počet zpracovatelských zařízení s aktivní činností je evidován na 8240. [31]

Zpracovatelská zařízení jsou dělena dle zaměření na konkrétní druh kategorie odpadu. V následující kapitole se nachází výčet typů zařízení pro jednotlivé kategorie zpracovávaného odpadu.

Pro ucelení náplně této práce byl vytvořen seznam zpracovatelských zařízení v ČR. Seznam zařízení, přiložen v rámci Příloha 1 této diplomové práce, byl vytvořen na základě seznamu provozovaných zpracovatelských zařízení z databáze Ministerstva průmyslu a obchodu (MPO) a byl doplněn o zpracovatelská zařízení z odborného portálu pro plastikářský průmysl. Bylo identifikováno 150 zpracovatelských zařízení včetně kategorie odpadu, pro které zařízení slouží. U jednotlivých zařízení byly sledovány materiálové toky – vstupu a výstupu. Výsledný seznam byl členěn do záložek dle komodit a v jednotlivých záložkách figuroval vždy název firmy, komodita, vstupní surovina, výstupní produkt, obec a celá adresa a

Dodatečné informace o zařizení, pokud byly k dispozici (např. kapacita, využívané stroje, specializace zařizení) Ukázka vytvořeného seznamu je na obr. 8. [15, 32]

| Podnik | Typ zařízení | Stavba | Objekt | Adresa | 2000 | 2010 | 2018 | |
|------------------------------------|----------------------------|--|--|----------------------------------|--|--------|-------|---------|
| PAPOS - Odstov nad Ohň | Papír | Sběrový papír | Lepenka | Odstov | Morňkovičská 251, 383 01 Odstov | 2 000 | 2 010 | 2 000 |
| Novák - Papír | Papír | Sběrový papír | Obalový papír | Louny | Střelkova 378, 460 01 Louny | 0 | 2010 | 0 000 |
| Cup | Papír | Sběrový papír | Izolační materiály | Brandyš nad Labem-Stará Boleslav | Prácheň 102/105, 250 01 Brandyš nad Labem-Stará Boleslav | 20 000 | 2010 | 350 000 |
| AMT s.r.o. Píbram | Skló | Obalové skló - střeby | Upravené střeby, pěnové skló | Píbram | Na Frusárně 168, 261 03 Píbram | | | |
| AMT s.r.o. Nové sedlo | Skló | Obalové skló - střeby | Upravené střeby, pěnové skló | Nové sedlo | Střelkovičská 307, 207 34 Nové Sedlo | | | |
| Vetropack Moravia Glás, a.s. | Skló | Obalové skló - střeby | Obalové skló | Kyjov | Havříkova 180/138, 657 01 Kyjov | | | |
| SFA Recycling, a.s. | Skló | Obalové skló - střeby, ploché skló - střeby | Upravené střeby | Stráž pod Ralskem | Stráž pod Ralskem 170, 471 27 Stráž pod Ralskem | | | |
| ENVY Recyclings s.r.o. | Skló | Obalové skló - střeby, ploché skló - střeby | Upravené střeby | Praha 10 | Ve Káňku, 401 00 Praha 10 | | | |
| REMAT Glass, s.r.o. | Skló | Obalové skló - střeby, ploché skló - střeby | Upravené střeby | Kaňčany | Kaňčany 41, 096 49 Kaňčany | | | |
| A.S.A., spol. s r.o. | Smětaný | | | Praha 8 | Gabčíkova 290/90, 182 00 Praha 8 | | | |
| ARCOPLEX s.r.o. | Kov | Kovový štět | Upravený kovový štět | Svádnov | K Ostřice 53, 739 53 Svádnov | | | |
| ANBREMETAL a.s. | Kov | Kovový štět, odpady hliníkové produkce | Upravený kovový štět, hliníkový granulát, drcené hliníkové spyny | Doboř | Příbrny 75, 263 03 Doboř | | | |
| AVEBREM samový a.s. | Kov | Kovový štět | Upravený kovový štět | Přibyl | Cenakova 3, 308 52 Přibyl | | | |
| DEMONTA Trade SE | Kov | Kovový štět | Upravený kovový štět | Brno | Želiezská 161/692, 619 00 Brno | | | |
| SKO Logistics s.r.o. | Kov | Kovový štět | Upravený kovový štět | Týnec nad Labem | Týnec 66, 281 26 Týnec nad Labem | | | |
| KOVODRŽIT GROUP CZ a.s. | Kov | Kovový štět | Upravený kovový štět | Čáslav | Prácheňská 606/63, 465 36 Čáslav | | | |
| METALMEX a.s. | Kov | Kovový štět | Měděná a manganová polotovary | Praha 1 | Sádkarská 631/34, 112 17 Praha 1 | | | |
| Masovo-kovodrcení kvalifikát, a.s. | Kov | Kovový štět | Upravený kovový štět | Ostrava - Přívoz | Bolševní 366/78, 702 00 Ostrava - Přívoz | | | |
| OPAMETAL s.r.o. | Kov | Kovový štět | Upravený kovový štět | Znojmo | Dobšická 366/26, 669 02 Znojmo | | | |
| HEMET, spol. s r.o. | Kov | Kovový štět | Upravený kovový štět | Brno | Vidělská 127, 619 00 Brno | | | |
| SP KOVODRŽIT s.r.o. | Kov | Kovový štět | Upravený kovový štět | Brno | Sádkarská 402/34, 619 00 Brno | | | |
| Tróják, a.s. | Kov | Kovový štět | Upravený kovový štět | Ostrava - Přívoz | Dobrovského 50, 702 00 Ostrava - Přívoz | | | |
| TSR Czech Republic s.r.o. | Kov | Kovový štět | Upravený kovový štět | Praha 8 | Sokolovská 192/79, 188 00 Praha 8 | | | |
| HB Hádák Brodovky | Stavební a demoliční hmoty | Stavební a demoliční odpad | Recyklování stavební a demoliční odpad | Chotobov | Zámecká 246, 391 37 Chotobov | | | |
| LUNOS s.r.o. | Stavební a demoliční hmoty | Stavební a demoliční odpad | Směsný (obalový, betonový, sádkový) odpad a tříšedla zemina | Znojmo | Jimova 82, 203 73 Znojmo | | | |
| HUTIRA - OMICE, s.r.o. | Stavební a demoliční hmoty | Stavební a demoliční odpad | Recyklování stavební a demoliční odpad | Omice | S. ev. 75, 66441, 664 41 Omice | | | |
| Sevčík Group | Stavební a demoliční hmoty | Stavební a demoliční odpad | Zemina, stavební materiál | Brno | Jilemnického 1242/51 Brno 614 00 | | | |
| Třáp Smolák s.r.o. | Stavební a demoliční hmoty | Stavební a demoliční odpad | Čištění recyklování suš. betonová recyklování suš. | Blatná | Dr. S. míje 106, Holubská, 691 41 Blatná | | | |
| Monovstav, a.s. | Stavební a demoliční hmoty | Stavební a demoliční odpad | Recyklat stavební suš. drcené kamenivo, kačovaná zemina | Brno-Řečkovice a Mokrá Hora | Maličková 1, 621 00 Brno-Řečkovice a Mokrá Hora | | | |
| STAVENÍ FIRMA PLUS s.r.o. | Stavební a demoliční hmoty | Stavební a demoliční odpad | Recyklat stavební suš. | Hodonín | Máladská 3992, 695 01 Hodonín | | | |
| TURCONEX RC, a.s. | Stavební a demoliční hmoty | Stavební a demoliční odpad | Recyklování stavební a demoliční odpad | Brno - Černá Pole | Luštěcká 200/202, 602 00 Brno - Černá Pole | | | |
| Žižo a.s. | Stavební a demoliční hmoty | Stavební a demoliční odpad, kamenivo z kolty | Recyklování kamenivo, drcená/tříšedla stavební suš. | Modřice | Brněnská 1006, 664 42 Modřice | | | |
| UKO, spol. s r.o. | Stavební a demoliční hmoty | Stavební a demoliční odpad | Recyklování stavební a demoliční odpad | Dubňany | 1. máje 1360, 696 03 Dubňany | | | |

Obr. 8 Ukázka seznamu zpracovatelských zařízení

Seznam zpracovatelských zařízení obsahoval:

- Název zařízení/provozu
- Zpracovávaný materiál/komodita
- Materiálový vstup
- Materiálový výstup
- Obec a adresa, kde se zařízení nachází
- Dodatečné informace (seznamy vykupovaných materiálů, kapacita zařízení, konkrétní modely provozovaných zařízení, případná specializace zařízení/firmy)

5.3. Typy zpracovatelských zařízení

Papír v rámci komunálního odpadu je zpracováván na papírenských strojích, kde vstupní surovinou je sběrový papír, ze kterého je následně vyráběn obalový papír, papírové pytle, boxy, lepenka, hygienický papír a různé izolační materiály.

Sklo v rámci komunálního odpadu je po procesu čištění a separace, který třídí sklo zejména dle barvy, drceno pro využití jakožto druhotná surovina, či taveno pro výrobu finálních produktů. Výstupem procesů jsou finální produktů (např. obalové sklo – lahve), upravené střeby či pěnové sklo nacházející využití ve stavebnictví. Zařízení zpracovávající sklo jsou následující:

- dotřídovací zařízení
 - o barevné separátory
 - o magnetické separátory
 - o organické separátory
- mechanická zařízení recyklačních linek úpravců – upravené střeby
 - o drtiče skla
- tavící agregát
 - o kontinuální – 50 t/den – 700 t/den
 - o diskontinuální

Plasty jsou zpracovávány po důkladném roztřídění a očištění, dle barvy (třídění dle chemického složení je možné, není ovšem provozováno v rámci žádného velkého provozu v ČR). Jednodruhové plasty (mající homogenní chemické složení v rámci druhotné suroviny), zejména PET, PVC a polystyren. Zařízení zpracovávající plastový odpad jsou následující:

- třídící linky s manuálním tříděním
- třídící linky s automatizovanými prvky: např. infračervené senzory
- linky chemické recyklace
 - o linky depolymerace
 - o pyrolýza
- extrudéry (nejčastěji šnekové)
- linky na vločkování – regranulát PET

Kovy jsou tříděny dle materiálových vlastností na, pokud možno, jedno druhové materiály, které jsou dále upravovány stříháním, lisováním, šredrováním či granulováním, aby mohly být použity jako druhotná surovina do procesu tavení. Zařízení zpracovávají kovový odpad bývají následující:

- operace úpravy tvaru
 - o lisování – paketovací lisy
 - o stříhání – hydraulické nůžky
 - o šredrování (drcení a mletí) – větší kovový odpad – zejména domácí spotřebiče – tlučky, lamače
 - o lámání
 - o briketování
 - o granulování – granulátor -> separátor -> dopravníky -> odsávací zařízení
- párací zařízení (úprava kovových kabelů)
- zařízení koncového přetavení
 - o kyslíkové konvertory – úprava surového železa
 - o obloukové pece/vysoké pece
 - o kuplovný – přetavování vratného materiálu ze sléváren

Stavební a demoliční hmoty jsou po vytřídění zpracovávány na upravenou stavební suť v zařízeních upravujících tvar jako například:

- separace pomocí elektromagnetů
- drtiče

Vozidla s ukončenou životností jsou recyklována demontáží na jednotlivé komponenty, se kterými je následně nakládáno dle jejich prvotního materiálového původu. Vozidla v rámci odpadu jsou legislativně ošetřena Vyhláškou č. 345/2021 Sb. o podrobnostech nakládání s vozidly s ukončenou životností. [33]

V rámci **odpadních elektrických a elektronických zařízení** jsou tříděny zejména akumulátory a části obsahující drahé kovy. Zbytkový materiál je drcen a lisován a dále upravován jako běžný odpad.

Použité pneumatiky a pryže jsou upravovány dle dalšího využití

- protektorování
- granulace

Odpadní baterie a akumulátory se zpracovávají dle typu zařízení, s výjimkou autobaterií s tekutým elektrolytem, které lze dobře recyklovat, rozebírají na další materiálové využití materiálových složek.

Mezi **ostatní** významná zpracovatelská zařízení lze zařadit:

- zařízení pro energetické využití odpadu
- kompostárny a bioplynové stanice

5.4. Významná zpracovatelská zařízení

Zmínku a podrobnější popis si zaslouží následující zařízení, a to z důvodu jejich významu v rámci legislativního vývoje sledovaného v práci. Hlavní dopad legislativních změn dopadá na skládky, kdy velkou část role, kterou v dnešní době skládky plní by měla být zastoupena postupy upřednostněnými dle hierarchie nakládání s odpady. Jednak je kladen větší důraz na vytrídění využitelných složek a jejich úpravu pro materiálové využití, pro zbytkový SKO se předpokládá větší využití ZEVO. To se týká spalovacích zařízení, která dle Zákona o odpadech splňují předepsanou výši energetické účinnosti předepsanou tímto právním předpisem a to konkrétně:

Pro zařízení, která získala souhlas k provozu a byla provozována před 1. lednem 2009 – 0,6

Pro zařízení, která získala souhlas k provozu zařízení po 31. prosinci 2009 – 0,65 [1]

- Zařízení pro energetické využití odpadu

Jsou zařízení, která využívají odpad způsobem obdobným jako palivo za účelem využití jeho energetického obsahu nebo jiným způsobem k výrobě energie. Tento způsob nespadá dle definice vymezené zákonem č. 541/2020 Zákona o odpadech k materiálové využití odpadu ani recyklaci odpadu. Příloha č. 5 dále přiřazuje tomuto způsobu využití odpadu kód R1 (ten je dále rozlišován dle druhu odpadu vstupujícího do procesu na kategorie R1a a R1b) a lze jej takto kategorizovat pouze za podmínky, že použitý odpad nepotřebuje po vlastním zapálení ke spalování podpůrné palivo. [1]

Samotné zařízení lze kategorizovat jako ZEVO za podmínky, vznikající teplo se použije pro potřebu vlastního nebo dalších osob za podmínek stanovených právními předpisy nebo je přímo využito pro výrobu energie nebo materiálů stanovených jinými právními předpisy. Tyto podmínky jsou popsány v §35 zákona č. 541/2020 Zákona o odpadech. [1]

V ČR byly k roku 2019 provozovány 4 ZEVO a to konkrétně [35]:

- SAKO Brno (kapacita 248 tisíc tun odpadu ročně)
- ZEVO Malešice (kapacita 330 tisíc tun odpadu ročně)
- ZEVO Termizo (kapacita 96 tisíc tun odpadu za rok)
- ZEVO Plzeň (kapacita 105 tisíc tun odpadu za rok)

- Skládky

Skládky jsou významným článkem v odpadovém hospodářství, i přes to, že se z definice výrazu nejedná přímo o zařízení zpracovávající odpad, ale o místa uložení odpadu (koncové zařízení), zejména z jejich historické prevalence nad ostatními způsoby zpracování. Nová znění zákona týkající se odpadového hospodářství ovšem implementují tendence evropské odpadové politiky a významně omezují legální využití skládek. Podmínky zákazu využívání skládek pro KO a SKO jsou specifikovány v §40 zákona č. 541/2020 Zákona o odpadech. Zákaz se týká období od 1. ledna 2030 a týká se především odpadu, jehož výhřevnost v sušině je vyšší než 6,5 MJ/kg – tento odpad je pro jeho možné materiálové využití vhodnější zpracovávat v ZEVO, či materiály, které je vhodné za stávajícího stavu vědeckého a technického pokroku možné účelně recyklovat. [1]

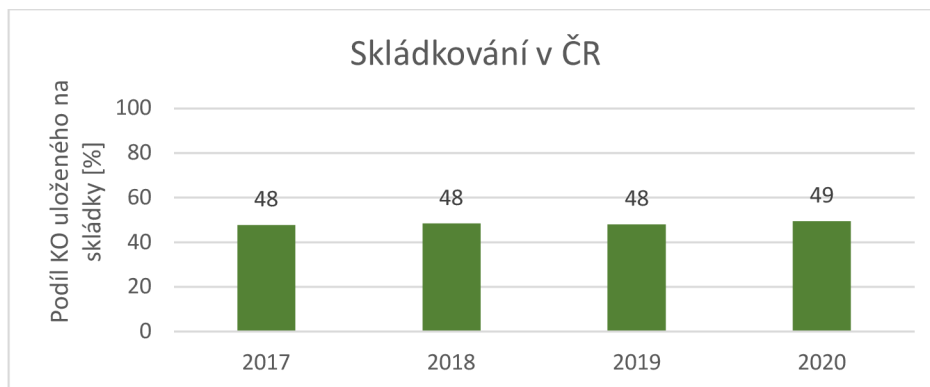
Postupné limity stanovené pro skládkování a jiné způsoby přípravy odpadu (tyto způsoby se nepřímo týkají limitace skládkování, jelikož bude nutné nalézat pro odpady, které by za současného stavu byly skládkovány, jiná využití a je potřeba postupně rozšiřovat infrastrukturu pro opětovné využití) jsou specifikovány v tab. 6:

| Způsob přípravy komunálních odpadů | Podíl celkové hmotnosti komunálních odpadů | Od roku |
|------------------------------------|--|---------|
| Opětovné použití | Minimálně 55 % | 2025 |
| Opětovné použití | Minimálně 60 % | 2030 |
| Opětovné použití | Minimálně 65 % | 2035 |
| Uložení na skládku | Nejvýše 10 % | 2035 |
| Energetické využití | Nejvýše 25 %* | 2035 |

Tab. 6 Limity pro skládkování a jiné způsoby přípravy odpadu [1]

*množství je možné navýšit o množství komunálních odpadů, které by mohly být uloženy na skládku dle současného znění zákona O odpadech.

Skládky jsou stále, i přes legislativní tlak, významným způsobem nakládání s komunálním odpadem, v roce 2020 tvořily KO 49% veškerých odpadů odstraněných skládkováním. Podíl odpadu uloženého na skládky a celkového vyprodukovaného komunálního odpadu byl mezi lety 2017-2020 dle statistik ČSÚ téměř stabilní, obr. 9 obsahuje graf těchto údajů.



Obr. 9 Skládkování v ČR mezi lety 2017-2020 [13]

6. Obal v rámci komunálního odpadu

Obalový odpad je tvořen potravinovými obaly a je vesměs dobře recyklovatelný vzhledem k snadnému jedno druhovému třídění a integraci do odpadové politiky ze strany výrobce, systém třídění a recyklace průmyslových obalů je zajišťován autorizovanými obalovými společnostmi. Je specifickým druhem odpadu, jelikož podléhá jiným legislativním předpisům. Pro příklad jeho podíl není brán v potaz v rámci výpočtu oddělované soustředované recyklovatelné složky pro obecní vykazování výkonnosti obecního odpadové hospodářství.

V diplomové práci je sledováno obecní financování odpadového hospodářství, pro které má podíl obalů v KO význam z důvodu finančních dotací na sběr a úpravu obalů v KO, které zajišťují tzv. autorizované obalové společnosti.

V rámci kategorizace dle vyhlášky č. 8/2021 o Katalogu odpadů spadají obalové odpady pod skupinu 15 xx xx, nicméně významný podíl obalů je přítomen i v odpadech pod katalogovou skupinou 20 xx xx, především v SKO a separovaných KO. [10]

6.1. Autorizované obalové společnosti

Autorizovaná obalová společnost je právnickou osobou založenou jako akciová společnost, které bylo vydáno rozhodnutí o autorizaci (rozhodnutí je vydáváno na dobu neurčitou, ovšem nejdéle na dobu 10 let). Rozhodnutí o autorizaci vydává Ministerstvo životního prostředí na podkladě žádosti akciové společnosti a po projednání s Ministerstvem průmyslu a obchodu a s Ministerstvem zemědělství. Autorizací se pro účely zákona o obalech rozumí oprávnění zajišťovat sdružené plnění povinnosti zpětného odběru a využití odpadu z obalů a k tomuto účelu uzavírat smlouvy o sdruženém plnění. [34]

Společnosti uvádějící obal na trh mají povinnost zpětného odběru, tuto povinnost mohou přebrat státem autorizované obalové společnosti. Přenesení povinností souvisí i se zajištěním finančních toků obcím a technickým službám, které tyto povinnosti realizují.

Podrobnější vydání rozhodnutí o autorizaci stanoví §17 zákona č. 477/2001 Sb. Zákona o obalech. [34]

6.2. EKO-KOM

Je jedinou autorizovanou obalovou společností na území ČR. Byla založena průmyslovými podniky vyrábějícími balené zboží. Jedná se o neziskovou akciovou společnost, která obhospodařuje celorepublikový systém třídění, recyklace a využití obalového odpadu. Fungování společnosti je znázorněno na následujícím obr. 10:

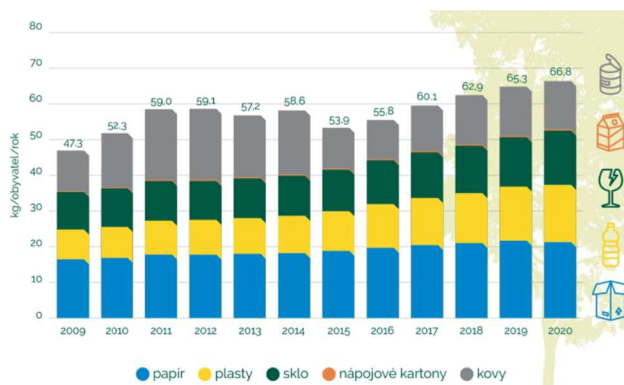


Obr. 10 Obchodní vztahy v rámci podnikání společnosti EKO-KOM [36]

Činnost systému EKO-KOM v kontextu odpadového a oběhového hospodářství spočívá zejména v poskytování „barevných“ nádob obcím, čímž zajišťuje sběrnou síť pro obyvatelstvo. EKO-KOM udává, že průměrná docházková vzdálenost k nejbližšímu sběrnému místu je pro občana 90 metrů. Tento systém sběru je dále doplněn o další způsoby sběru jako jsou pytlový sběr, sběrné dvory, sběrná střediska a výkupy. Motivací pro obce jsou finanční odměny za zajištění manipulace s odpadem. Více o těchto odměnách je uvedeno v kapitole 6.3 Systém odměn obcím. Odpad dále putuje do třídících center a zařízení zprostředkovávající další zpracování.

Systém EKO-KOM dosahuje státem požadované míry recyklace. Tento údaj je ovšem zkreslen tím, že společnost EKO-KOM vykazuje pouze recyklaci obalových odpadů. Podíl odděleně soustředěvané složky stanovené vyhláškou č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady se ovšem netýká obalových odpadů, společnost EKO-KOM tedy nepokrývá spektrum odpadů, které je v rámci podílu odděleně soustředěvané složky povinno vykazovat. Společnost EKO-KOM zastává v současné době monopolní postavení na trhu ČR.

Společnost EKO-KOM publikuje každoroční výkaz údajů, na základě kterých lze posoudit výkonost systému EKO-KOM. Na následujícím obr. 11 je vyobrazen roční vývoj množství vytríděných obalových odpadů evidovaných společnostmi EKO-KOM.



Obr. 11 Množství vytríděných obalových odpadů na obyvatele [37]

6.3. Systém odměn obcím

Výše odměn je stanovena sazebníky odměn společností EKO-KOM. EKO-KOM vyplácí finanční odměny přímo obcím, a to i v případě, že se pro naplnění podmínek pro zajištění odměny účastní jiné fyzické či právnické osoby než obec. Je tedy odpovědností obce, aby tyto finance v rámci své odpadové politiky přerozdělovala všem zúčastněným stranám. Odměny jsou rozděleny do 4 úrovní a jsou pro rok 2022 nastaveny následovně.

- Odměna za zajištění míst sběru

Pokud obec splní základní podmínku zajištění míst sběru (například rozmístí „barevné popelnice“), vytváří se pro ni automaticky nárok na základní odměnu. Další složky odměn jsou bonusové při zajištění nádob na kovy za podmínky, že obec vykázala nenulové množství vytríděných kovových odpadů sesbíraných v daném čtvrtletí prostřednictvím nádobového nebo pytlového sběru. Výše těchto odměn se nachází v tab. 7. [38]

| Položka | Výše odměny |
|---|------------------------|
| Základní odměna | 24 Kč/obyvatel/rok |
| Nádoba na kovy ve veřejné sběrné síti | 30 Kč/nádoba/čtvrtletí |
| Nádoba na kovy v individuální sběrné síti | 6 Kč/nádoba/čtvrtletí |
| Pytel na kovy | 0,50 Kč/kus |

Tab. 7 Základní odměna pro obce v rámci systému EKO-KOM [38]

- Odměna za obsluhu míst zpětného sběru

Nárok na odměnu za obsluhu míst zpětného sběru vzniká v případě, že obec byla sama schopna zajistit v rámci veřejného sběrné sítě obsluhu nádobového, pytlového či individuálního nádobového sběru organizovaného v rámci systému obce a je odstupňována dle velikosti sídla. Její výše je uvedena v tab. 8. [38]

| Velikost sídla dle počtu obyvatel | Hodnoty odměn jsou v Kč/t vytríděných obalových komunálních odpadů | | | | | | | |
|-----------------------------------|--|-------|-------------|-----------|-----------------|------------------------------------|-----------------|------------------------------------|
| | Papír | Plast | Sklo směsné | Sklo čiré | Nápojový karton | | Kov | |
| | | | | | Samostatný sběr | Sbíraný ve směsi s jinou komoditou | Samostatný sběr | Sbíraný ve směsi s jinou komoditou |
| ≤ 1 000 | 4 350 | 7 600 | 1 340 | 1 340 | 7 600 | 7 600 | 7 600 | 7 600 |
| 1 001 až 2 000 | 3 320 | 5 890 | 1 040 | 1 040 | 5 890 | 5 890 | 5 890 | 5 890 |
| 2 001 až 5 000 | 3 250 | 5 790 | 1 070 | 1 070 | 5 790 | 5 790 | 5 790 | 5 790 |
| 5 001 až 15 000 | 3 190 | 6 710 | 1 200 | 1 200 | 6 710 | 6 710 | 6 710 | 6 710 |
| 15 001 až 50 000 | 3 450 | 6 060 | 1 150 | 1 150 | 6 060 | 6 060 | 6 060 | 6 060 |
| ≥ 50 001 | 4 520 | 6 410 | 1 370 | 1 370 | 6 410 | 6 410 | 6 410 | 6 410 |

Tab. 8 Odměna za obsluhu míst nádobového, pytlového či individuálního nádobového zpětného sběru v rámci systému EKO-KOM [38]

Obec má dále nárok na odměnu v případě, že zřídí sběrný dvůr či sběrné místo pro vybrané složky komunálního odpadu, a to včetně obalové složky. Výše této odměny je odstupňovaná dle velikosti sídla a její hodnoty se nachází v tab. 9. [38]

| Velikost sídla dle počtu obyvatel | Hodnoty odměn jsou v Kč/t vyříděných obalových komunálních odpadů | | | | | | | |
|-----------------------------------|---|-------|-------------|-----------|-----------------|------------------------------------|-----------------|------------------------------------|
| | Papír | Plast | Sklo směsné | Sklo čiré | Nápojový karton | | Kov | |
| | | | | | Samostatný sběr | Sbíraný ve směsi s jinou komoditou | Samostatný sběr | Sbíraný ve směsi s jinou komoditou |
| ≤ 1 000 | 1 020 | 1 780 | 310 | 310 | 1 780 | 1 780 | 2 850 | 2 850 |
| 1 001 až 2 000 | 780 | 1 380 | 240 | 240 | 1 380 | 1 380 | 2 210 | 2 210 |
| 2 001 až 5 000 | 760 | 1 360 | 250 | 250 | 1 360 | 1 360 | 2 180 | 2 180 |
| 5 001 až 15 000 | 750 | 1 570 | 280 | 280 | 1 570 | 1 570 | 2 520 | 2 520 |
| 15 001 až 50 000 | 800 | 1 420 | 270 | 270 | 1 420 | 1 420 | 2 270 | 2 270 |
| ≥ 50 001 | 1 050 | 1 500 | 330 | 330 | 1 500 | 1 500 | 2 400 | 2 400 |

Tab. 9 Odměna za obsluhu sběrných dvorů, sběrných míst v rámci systému EKO-KOM [38]

Nárok na následující odměnu vzniká obci při zajištění výkupu, mobilního sběru, školního sběru a jiných možností sběru nezařaditelných do předchozích kategorií. U této kategorie sídla není výše odměny odstupňována dle velikosti sídla. Výše odměny se nachází v tab. 10. [38]

| Hodnoty odměn jsou v Kč/t vyříděných obalových komunálních odpadů | | | | | | | |
|---|-------|-------------|-----------|-----------------|------------------------------------|-----------------|------------------------------------|
| Papír | Plast | Sklo směsné | Sklo čiré | Nápojový karton | | Kov | |
| | | | | Samostatný sběr | Sbíraný ve směsi s jinou komoditou | Samostatný sběr | Sbíraný ve směsi s jinou komoditou |
| 590 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 1 100 | 1 100 |

Tab. 10 Odměna za obsluhu ostatních míst sběru v rámci systému EKO-KOM [38]

- Odměna za zajištění využití odpadů z obalů

Nárok na tuto odměnu vzniká, pokud obec sama zajistí zpracovatelské zařízení pro zpracování odpadů z obalů z obecního sběru. Její hodnoty se nachází v tab. 11. [38]

| Způsob sběru | Hodnoty odměn jsou v Kč/t vyříděných obalových komunálních odpadů | | | | | |
|----------------------------|---|-------|-------------|-----------|-----------------|-----|
| | Papír | Plast | Sklo směsné | Sklo čiré | Nápojový karton | Kov |
| Veřejná sběrná síť | 500 | 1000 | 100 | 100 | 160 | 30 |
| Sběrné dvory, sběrná místa | 110 | 340 | 100 | 100 | 160 | 30 |
| Ostatní způsoby sběru | 30 | 30 | 30 | 30 | 160 | 30 |

Tab. 11 Odměna za zajištění využití odpadů z obalů v rámci systému EKO-KOM [38]

- Odměna za zajištění energetického využití odpadů z obalů

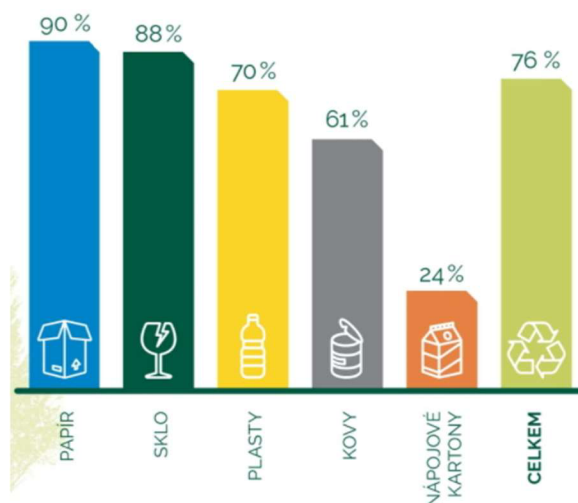
Nárok na tuto odměnu sice vzniká při zajištění energetického využití odpadů z obalů obcí, ovšem výše odměny je pro rok 2022 nulová, viz tab. 12. [38]

| Položka | Výše odměny |
|-----------------|-------------|
| Základní odměna | 0 Kč/t |

Tab. 12 Odměna za zajištění energetického využití odpadů z obalů v rámci systému EKO-KOM [38]

6.4. Míra využitelnosti odpadu

Dle autorizované obalové společnosti EKO-KOM byla míra separace obalů uvedených na tuzemský trh v roce 2020 76 %, jednotlivé podíly kategorií obalových odpadů jsou vyobrazeny na obr. 12. [37]



Obr. 12 Míra recyklace a materiálového využití systému EKO-KOM [37]

Dle ČSÚ bylo v ČR v roce 2020 v rámci celorepublikového průměru dosaženo 50% míry využitelnosti odpadu. [13]

Samotný legislativou požadovaný podíl soustředěně oddělované složky týkající se obcí a vytvářející legislativní tlak na jejich odpadovou politiku vyplývá z vyhlášky č. 273/2021 O podrobnostech nakládání s odpady a je popsán v kapitole 4.5 této diplomové práce.

7. Modelování finančních nároků – postup, předpoklady pro vytvoření modelu

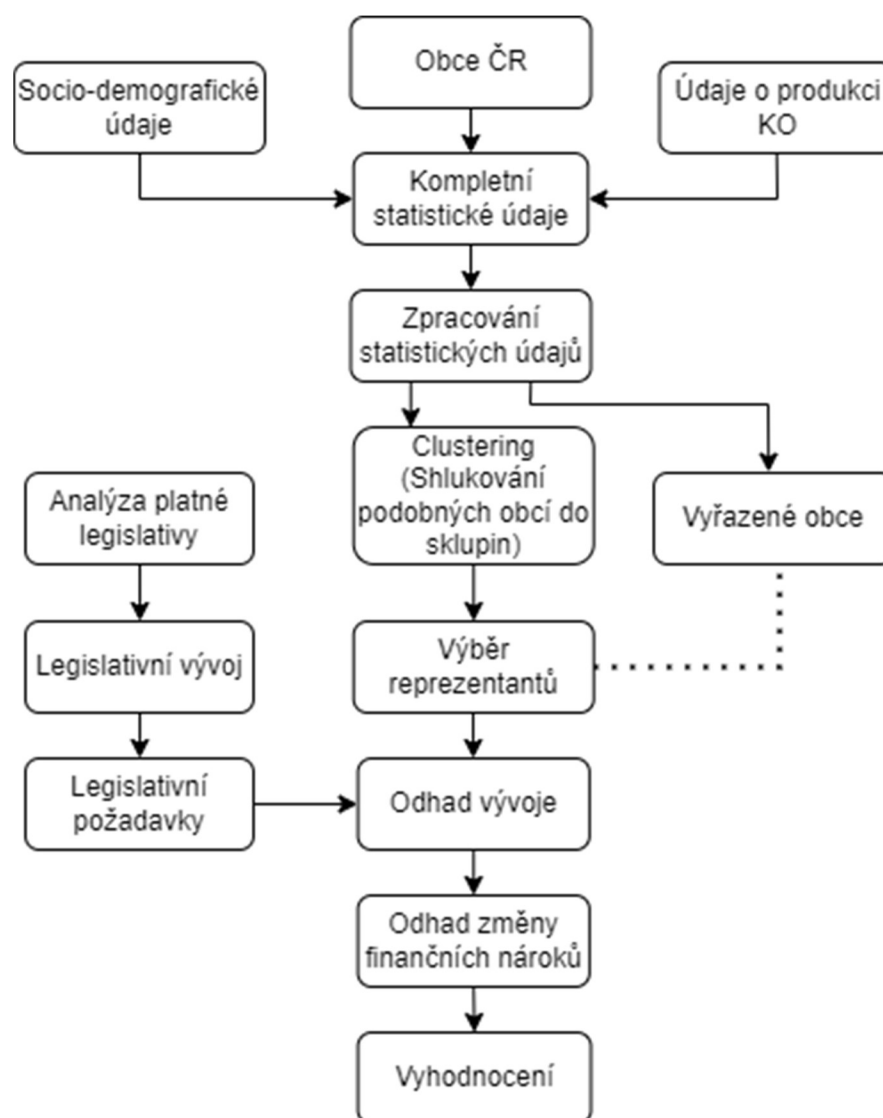
Výstupem modelu bude teoretická změna finančních nároků se zohledněním platné legislativy. K tomu účelu byla vytvořena souhrnná tabulka produkcí a socio-demografických údajů na úrovni obcí, která obsahovala následující údaje:

- Jméno obce a číslo základní územní jednotky
- Kód ORP a kód kraje
- Počet obyvatel obce
- Celková produkce KO na území obce
- Produkce jednotlivých katalogových odpadů kategorie 15 a 20
- Výpočet POSS
- Socio-demografické údaje

Údaje ORP nejsou dostatečně podrobné pro identifikaci parametrů obecní odpadové politiky, jsou příliš agregované a z hlediska nakládání s KO málo vypovídající. Tato tabulka byla členěna do clusterů – shluků, dle podobnosti znaku velikost obce (na základě počtu obyvatel). Z těchto clusterů byli vybráni zástupci (3 z každého), u každého byla analyzována délka svozové trasy a byly přidány produkce hlavních složek KO. Na základě údajů těchto reprezentantů byl vytvořen model finančních nároků svozu.

Předpokladem modelování byla neměnná celková produkce KO mezi roky 2020 a 2030, plošné a přesné dodržení legislativních limitů míry využitelnosti KO. Svoz byl uvažován dvoutýdenní, pro možnost porovnání naskrz obcemi různých velikostí.

Shrnutí metodiky řešení úlohy zpracování statistických dat s cílem vyhodnocení změny finančních nároků je načrtnut na obr. 13.



Obr. 13 Diagram metodiky vyhodnocení

7.1. Zdroje statistických dat

Kompletní statistické údaje týkající se produkce a zpracování odpadu jsou veřejně dostupné na stránkách Českého statistického úřadu a v Informačním systému odpadového hospodářství (VISOH). Údaje z obou systémů se v případě KO do určité míry liší, což je dáno rozdílnou metodikou při sběru a vyhodnocení statistických dat.

- Český statistický úřad

Veřejně dostupná statistická data týkající se produkce KO jsou k dispozici na webových stránkách Českého statistického úřadu. Tato data jsou ovšem nedostatečně podrobná z toho důvodu, že jsou zveřejňovány pro jednotlivé kraje a neexistuje veřejně dostupný souhrnný dokument, který by sdružoval produkce KO obcí v rámci celé ČR. Nicméně pro účel analýzy pro jednotlivé kraje jsou údaje dostatečné a detailní na úroveň jednotlivých obcí.

- (Veřejný) Informační systém odpadového hospodářství

Dalším možným zdrojem dat je VISOH – Veřejný informační systém odpadového hospodářství, který poskytuje detailní roční data pro jednotlivé oblasti týkající se

produkce odpadu včetně druhu kategorie odpadu, ovšem nedostává se na menší měřítko než statistiky pro obce s rozšířenou působností (dále pouze ORP). Takové měřítko může být ovšem zavádějící pro analýzu odpadového hospodářství, jelikož nepodává kompletní informace pro malé obce a obecně pro méně urbanizované regiony. Podrobnější údaje jsou dostupné z ISOH – Informačního systému odpadového hospodářství na žádost. V rámci této diplomové práce bylo pracováno s údaji z ISOH na vyžádání, aby bylo docíleno požadované přesnosti – pro jednotlivé obce. Ukázka těchto dat je na obr. 14.

| Rok | ZÚJ | Název ZÚJ | ORP | Název ORP | Kraj | Název kraje | Katalogové číslo odpadu | Název odpadu | Kategorie odpadu dle Katalogu | Kategorie odpadu ohlášená | Produkce (t) |
|------|--------|-----------|------|-----------|-------|---------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------|
| 2020 | XXXXXX | Obec 1 | 3209 | Plzeň | CZ032 | Plzeňský kraj | 150101 | Papírové a lepenkové | O | O | 4,392 |
| 2020 | XXXXXX | Obec 1 | 3209 | Plzeň | CZ032 | Plzeňský kraj | 150102 | Plastové obaly | O | O | 3,504 |
| 2020 | XXXXXX | Obec 1 | 3209 | Plzeň | CZ032 | Plzeňský kraj | 150105 | Kompozitní obaly | O | O | 0,159 |
| 2020 | XXXXXX | Obec 1 | 3209 | Plzeň | CZ032 | Plzeňský kraj | 150106 | Směsné obaly | O | O | 0,240 |
| 2020 | XXXXXX | Obec 1 | 3209 | Plzeň | CZ032 | Plzeňský kraj | 150107 | Skleněné obaly | O | O | 10,368 |
| 2020 | XXXXXX | Obec 1 | 3209 | Plzeň | CZ032 | Plzeňský kraj | 200101 | Papír a lepenka | O | O | 0,191 |
| 2020 | XXXXXX | Obec 1 | 3209 | Plzeň | CZ032 | Plzeňský kraj | 200110 | Oděvy | O | O | 8,147 |
| 2020 | XXXXXX | Obec 1 | 3209 | Plzeň | CZ032 | Plzeňský kraj | 200125 | Jedlý olej a tuk | O | O | 0,004 |
| 2020 | XXXXXX | Obec 1 | 3209 | Plzeň | CZ032 | Plzeňský kraj | 200132 | Jiná nepoužitelná léč | N | N | 0,001 |
| 2020 | XXXXXX | Obec 1 | 3209 | Plzeň | CZ032 | Plzeňský kraj | 200138 | Dřevo neuvedené po | O | O | 0,050 |
| 2020 | XXXXXX | Obec 1 | 3209 | Plzeň | CZ032 | Plzeňský kraj | 200139 | Plasty | O | O | 0,010 |
| 2020 | XXXXXX | Obec 1 | 3209 | Plzeň | CZ032 | Plzeňský kraj | 200140 | Kovy | O | O | 8,615 |
| 2020 | XXXXXX | Obec 1 | 3209 | Plzeň | CZ032 | Plzeňský kraj | 200201 | Biologicky rozložiteln | O | O | 18,750 |
| 2020 | XXXXXX | Obec 1 | 3209 | Plzeň | CZ032 | Plzeňský kraj | 200301 | Směsný komunální c | O | O | 217,860 |
| 2020 | XXXXXX | Obec 1 | 3209 | Plzeň | CZ032 | Plzeňský kraj | 200307 | Objemný odpad | O | O | 50,265 |

Obr. 14 Ukázka neveřejných údajů ISOH

7.2. Údaje produkce KO pro Hlavní město Praha

Co se týče zpracování statistických údajů je nutné stanovit, jak uvažovat produkci komunálního odpadu Hlavního města Prahy. Nejenom, že se geopolitickým řazením jedná o samostatný správní celek, tedy nejedná se o součást Středočeského kraje, ale jedná se o samostatný kraj (i dle mezinárodní kategorizace NUTS 3) a zároveň samostatnou obec, vyžaduje Praha individuální přístup při zpracování dat. Přitom co se týče produkce odpadu na obyvatele bychom měli pražské městské části uvažovat jako samostatné obce, jelikož produkcí odpadu na obyvatele odpovídají spíše ostatním ORP (tedy tzv. obec III. Stupně) v ČR. Problémy se zpracováním statických údajů Prahy ovšem pokračují i při rozdělení Prahy na městské části, jelikož Praha 1 je v rámci ČR nejvýznamnějším producentem odpadu na obyvatele – pro porovnání hodnota produkce KO na obyvatele pro Prahu 1 jsou téměř 50násobná oproti údajům pro Brno. Tato statistika je pravděpodobně pokrivena enormním množstvím společností, které produkují odpad mimo Prahu 1, ale evidující sídlo, a i produkci odpadu, právě v ní.

7.3. Popis zpracování dat

Pro dosažení finálního vyhodnocení bylo nutné nejdříve zvolit vhodný přístup pro zpracování statistických údajů pro všechny obce ČR. Pro vyhodnocení bylo nutné zpracovat údaje produkce komunálních odpadů. Pro účely zpracování byly připojeny socio-demografické údaje jednotlivých obcí, tyto údaje byly využity pro vytvoření shluků obcí vykazující jednotnou charakteristiku. Z celkového počtu 6248 obcí byly vytvořeny menší shluky pro provedení analýzy pro obce podobné velikosti, v případě

nejmenších obcí bylo dělení vytvořeno na základě výkonnosti obecní odpadové politiky a geografických údajů popisů složení katastrální výměry obce.

Pro účely zpracování dat bylo zejména využíváno Excelových funkcí pro práci s tabulkami dat a funkcí SVYHLEDAT a XLOOKUP, KDYŽ, SUMA a základních matematických funkcí a základních možností Makra v prostředí Microsoft Excel. Údaje příslušné jednotlivým obcím byly vyhledávány na základě čísla základní územní jednotky z důvodu jeho jednoznačnosti jako identifikátoru obce, aby bylo předejito možným nesrovnalostem v rámci zpracování dat kvůli duplicitě jmen obcí (například obcí jménem Nová Ves se na území ČR nachází 62).

Funkce SVYHLEDAT sloužila pro potřeby vyhledání dat pro nově vytvořenou tabulku z tabulky výchozí, obsahující větší množství prvků. Funkce XLOOKUP je pokročilou variantou funkce SVYHLEDAT, která umožňuje využívat větší množství argumentů kombinovaných skrz Booleovský operátor. Pro příklad: funkce SVYHLEDAT je schopna vyplnit buňku hodnotou produkce odpadu na základě čísla základní územní jednotky obce, vstupním argumentem je tedy číslo základní územní jednotky obce – tedy jednoznačný kód pro určení obce a sloupec požadované hodnoty – tedy výběr sloupce obsahující hodnoty produkce odpadu. Funkce SVYHLEDAT začíná být nedostatečnou v případě, že poskytovaná data jsou v takovém formátu, kdy pro jedno číslo základní územní jednotky je přítomno více než jeden údaj o produkci odpadu, tento případ může nastat v případě rozlišování druhů odpadu dle katalogu odpadů. Je tedy nutné využít funkci XLOOKUP a jako argument zadat shodu čísla základní územní jednotky a zároveň shodu druhu odpadu – tedy je vyhledáváno stejným mechanismem jako v případě funkce SVYHLEDAT, je ovšem pomocí logické funkce & zajištěno hledání shody na úrovni dvou hodnot zároveň a až následovně vyplnění buňky požadované hodnoty.

| | A | B | C | D | E | F |
|---|------------|--------------|--------------|---|--------------------------------|----------|
| 1 | Název obce | Název odpadu | Produkce [t] | | Produkce papíru v Nové vsi [t] | |
| 2 | Nová ves | Papír | 10 | | Papír | Nová ves |
| 3 | Adamov | Papír | 15 | | Vypiš | 10 |
| 4 | Nová ves | Sklo | 5 | | | |

Obr. 15 Ukázka funkce XLOOKUP – hledání obsahu buňky dle 2 parametrů

Kde zvýrazněná buňka obsahuje:

= XLOOKUP(E2&F2; B2: B4&C2: C4; A2: A4)

7.4. Clustering

Clustering, neboli shluková analýza, je statistickou metodou, která spočívá v třídění jednotek na shluky dle podobnosti stejného souboru znaků jednotek. Podobnost těchto prvků slouží k usnadnění práce s velkým množstvím statistických dat. Metody dělení lze obecně rozlišit na hierarchické, kde upřednostňujeme jeden znak nad druhým a druhý vnímáme pouze pro účely sekundárního dělení. A dělení ostatní, kde jsou shluky disjunktní množiny.

Počáteční úlohou bylo vytvoření nástroje na vytvoření clusterů. Finálním počet clusterů byl zadán uživatelem, výpočet fungoval na principu vyplnění buňky uživatelem, kdy uživatel zadal číslo celkového počtu požadovaných clusterů. Následně

nástroj vypočítal dle produkce komunálního odpadu množství odpadu připadající na jeden cluster a doplňoval k obcím číslo clusteru dle průběžné sumace produkce komunálního odpadu.

Vzorec pro vytvoření počtu n clusterů na základě podobné velikosti dle počtu obyvatel po sestupném seřazení obcí dle počtu obyvatel je následující:

$$n = \frac{\sum_{n_{obec}}^1 \text{počet obyvatel}}{\frac{(\text{počet obyvatel ČR})}{n_{celkem}}} \quad (3)$$

Kde:

n – určuje po zaokrouhlení nahoru pořadí clusteru obce

n_{obec} – řešená obec

n_{celkem} – počet clusterů zvolený uživatelem

Jelikož pro účely práce s clustery bylo vyhodnoceno, že optimálním počtem clusterů pro shluky obcí ČR je přibližně počet 10. To z toho důvodu, že hlavní město Praha tvoří obyvatelstvem právě zhruba desetinu celkového počtu obyvatel a následující clusterly mají reálný přesah na význam obcí v ČR.

Předem zadaný počet clusterů poskytoval také výhodu v dělení clusterů na základě více demografických údajů včetně metrik týkajících se odpadového hospodářství. V první řadě byly vyřazeny obce nevyhovující statistickému zpracování zejména z důvodu chybějících údajů. Toto vyřazení se týkalo 4 vojenských újezdů (všechny existující vojenské újezdy v ČR, 5 obcí, u kterých nebyly dostupné demografické údaje nutné k finálnímu dělení a dalších 290 obcí, které evidovaly nulové produkce odpadů ve všech kategoriích odpadů dle katalogu odpadů nebo které evidovaly nulové produkce směsného komunálního odpadu.

Jako nejvýznamnější faktor byl vyhodnocen počet obyvatel v obci, což vycházelo i z volby samotného clusteru pro Prahu, který počtem obyvatel tvoří zhruba desetinu celkového počtu obyvatel ČR. Počet obyvatel je taky vyhovujícím údajem v případě shlukování ostatních obcí ČR, jelikož má výpovědní hodnotu o významu obce v rámci ČR, kraje, regionu. Byla tedy zvolena hierarchie dělení na základě počtu obyvatel, kdy dělení na základě počtu obyvatel se ukázalo vhodné při provedení až do clusteru číslo 7. Vzniklé clusterly byly pojmenovány na základě hlavní obecné charakteristiky obcí daného clusteru. Vzniklé clusterly byly pojmenovány následovně:

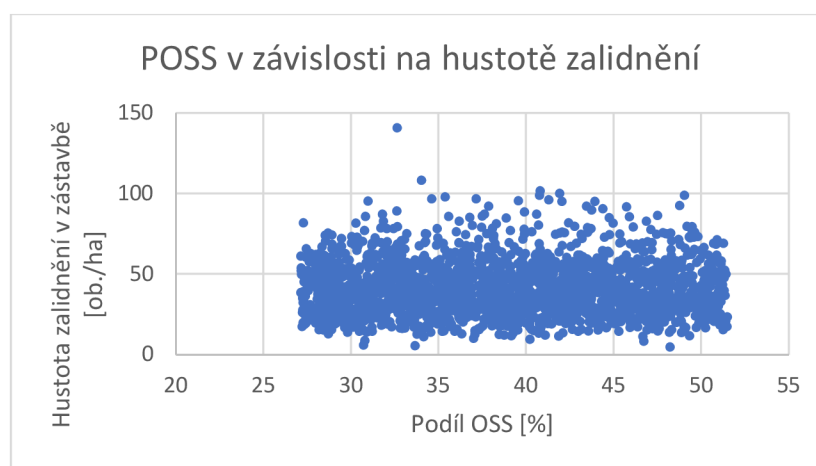
- Praha
- Velká města
- Okresní města
- Větší regionální centra
- Střední regionální centra
- Malá města (1)
- Malá města (2)
- Malé obce – vysoká separace
- Malé obce – nízká separace

- Malé obce – nízká hustota zalidnění

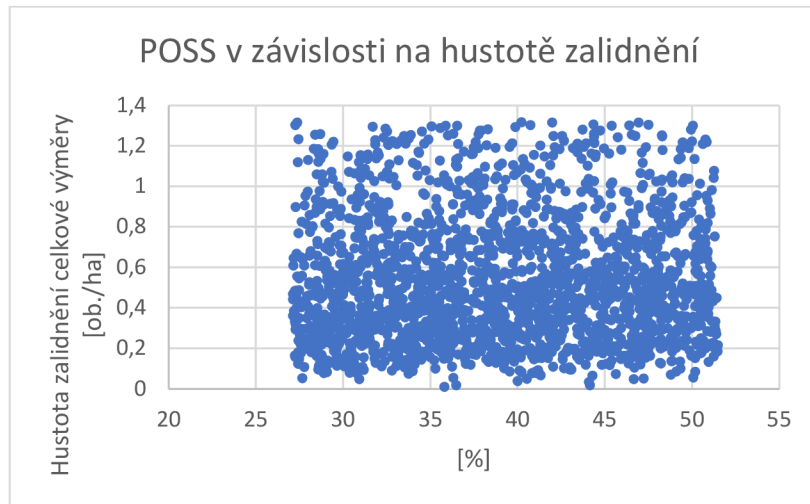
Zvláštní metodikou proběhl clustering malých obcí, kterých je v ČR velký počet (obcí evidujících pod 500 obyvatel je v ČR zhruba 5 tisíc), u těchto obcí se tedy dělení dle počtu obyvatel neukázalo jako příliš vhodné, a to i z důvodu, že se v některých případech jedná o turistické resorty, chatové oblasti, či vysídlené příhraniční obce, počet obyvatel tedy není příliš vypovídajícím údajem pro obecný popis malé obce a nevypovídá o pravděpodobném způsobu nakládání s KO. Lze například usuzovat, že svoz a sběr u takto malých obcí bude pravděpodobně obsluhován z jednoho regionálního centra a bude pokrývat více obcí najednou. Pro účely této diplomové práce bylo pro tyto obce z dostupných údajů zvoleny údaje o současném podílu odděleně separované složky.

Rozdělení na clustery 8, 9 a 10 proběhlo dle následující metodiky:

- Bylo odděleno 1600 obcí s nejvyšším podílem odděleně soustředované složky, tento počet obcí zahrnoval obce s celkovým počtem 986 989 obyvatel, tyto obce budou základem pro vytvoření clusteru číslo 8 – Malé obce vykazující vyšší míru separace
- Následně bylo odděleno 1 600 obcí s nejnižším podílem odděleně soustředované složky, tento počet zahrnoval obce s celkovým počtem 825 976 obyvatel, tyto obce byly základem pro vytvoření clusteru číslo 9 – Malé obce vykazující nižší míru separace
- Zbytek obcí vzniklý oddělením 3 200 obcí obsahoval 1 958 obcí. Tento počet byl zpracován na základě demografického údaje hustoty zalidnění. Pro zjištění statistického významu údajů pro clustery 8 a 9 bylo provedeno ověření závislosti mezi hustotou zalidnění v zástavbě a hustotou zalidnění celkové v měry vůči podílu odděleně separované složky. Závislosti POSS na hustotě zalidnění v celkové v měře a na hustotě zalidnění v celkové v měře jsou na obr. 16, respektive obr. 17.

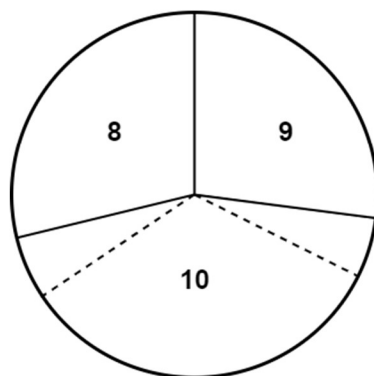


Obr. 16 POSS v závislosti na hustotě zalidnění v zástavbě



Obr. 17 POSS v závislosti na hustotě zalidnění celkové výměry

- Jelikož vyhodnocení na základě hustoty zalidnění významně nesouvisí s podílem odděleně soustředované složky, bylo předpokládáno, že následující dělení zbytkového clusteru na základě hustoty zalidnění v celkové výměře pro účely doplnění clusteru 8 a 9, nenaruší statistický význam ani jednoho z clusterů 8, 9 a 10.
- Byl tedy oddělen počet obcí (242 obcí) s celkovou sumou 300 000 obyvatel na základě nejvyšší hustoty zalidnění – pro účely vzniku clusteru 10, který shlucoval malé obce, které nejsou významně nízkým či vysokým podílem odděleně soustředované složky a zároveň se vyznačují nízkou hustotou zalidnění v celkové výměře – bylo tedy provedeno hierarchické dělení na základě 2 znaků. V clusteru číslo 10 tedy zbylo 1714 obcí zahrnujících 953 518 obyvatel, toto číslo je vyhovující pro obecnou charakteristiku ostatních clusterů – počet obyvatel. Vznikl tedy cluster číslo 10 – Malé obce vykazující nízkou hustotu zalidnění v celkové výměře. Dá se tedy předpokládat, že tyto obce budou typickým případem řídké venkovské zástavby.
- Z 242 oddělených obcí byly vytvořeny dvě poloviny vzniklé po na základě podílu odděleně soustředované složky. Polovina obcí vykazující vyšší hodnotu podílu odděleně soustředované složky byla přiřazena clusteru číslo 8 a zbylých 121 obcí bylo přiřazeno clusteru č. 9. Znárodnění toho postupu je na obr. 18.



Obr. 18 Diagram vytvoření clusterů 8, 9 a 10

V rámci zpracovávání obcí byly průběžně vyřazovány obce, které vykazují nulové produkce významných složek KO (např. SKO), vojenské újezdy a obce s chybějícími socio-demografickými údaji nutných pro finální zpracování dat. Tyto obce by při zahrnutí do zbylých clusterů nebylo možné kategorizovat, případně by příliš narušovaly výpovědní hodnotu celého clusteru.

Výsledné shrnutí clusteringu je se nachází v tab. 13. Obce spadají do clusterů sestupně dle počtu obyvatel. Hlavní město Praha zastupuje celý první cluster. Clustery 8, 9 a 10 jsou zastoupeny malými obcemi, kde není plně respektováno pravidlo o řazení dle počtu obyvatel.

| Cluster | Název | Počet obcí | Celkový počet obyvatel |
|---------|-------------------------------------|------------|------------------------|
| 1 | Praha | 1 | 1 294 513 |
| 2 | Velká města | 3 | 840 913 |
| 3 | Okresní města | 13 | 1 024 280 |
| 4 | Větší regionální centra | 32 | 1 086 635 |
| 5 | Střední regionální centra | 65 | 1 065 134 |
| 6 | Malá města (1) | 141 | 1 061 233 |
| 7 | Malá města (2) | 299 | 1 057 558 |
| 8 | Malé obce – vysoká separace | 1 722 | 1 139 656 |
| 9 | Malé obce – nízká separace | 1 722 | 972 898 |
| 10 | Malé obce – nízká hustota zalidnění | 1 714 | 953 518 |
| 11 | Vyřazené obce | 546 | 113 175 |

Tab. 13 Shrnutí výsledků clusteringu

7.5. Mapové podklady pro svozové vzdálenosti

Pro využití mapových podkladů pro odhad nájezdu svozových vozů se přirozeně nabízí veřejně dostupné Google Maps, které obsahují pravidelně aktualizované satelitní snímky povrchu včetně snímků okolí v rámci služby Street View. Tyto podklady ovšem nenabízí možnosti hlubší analýzy, jelikož jejich zdrojový kód není veřejně dostupný. Možnost odhadu nájezdu je tedy limitovaná na manuální vytvoření svozové trasy a následný odečet vzdálenosti trasy. Tento systém ovšem není systémový, je obtížné ho replikovat pro jednotlivé obce a nenabízí jednoznačné výsledky vzhledem k lidskému faktoru – vlastní vytvoření trasy je nutno provádět ručně.

K analýze svozu byly zvoleny podkladové materiály služby projektu OpenStreetMap, tato služba je tvořena komunitou uživatelů, kteří přidávají data o silnicích a cestách po celém světě. Data jsou otevřená a vystupují pod licencí Creative Commons Attribution-ShareAlike 2.0 (CC BY-SA 2.0), lze je tedy využívat pro libovolný účel, dokud je uvedeno autorství pod známkou © Příspěvatelé OpenStreetMap. Veškeré mapové podklady použité v této práci vychází z dat dostupných pod Open Database License, obsah mapových dlaždic je dostupný pod licencí CC-BY-SA a autorem těchto mapových podkladů jsou © Příspěvatelé OpenStreetMap.

Samotná funkcionalita se neliší od konkurenčních mapových podkladů. Pro účely práce se zdrojovým kódem je možné vygenerovat soubor s příponou `.osm`, který obsahuje jednotlivé uzly vybrané lokality. Tento soubor je možno dále strojově zpracovávat. Pro zpracování bylo využito scriptu psaném v jazyce Perl, kdy v Linuxové distribuci Ubuntu byl spuštěn script na jehož vstupu figuroval soubor `.osm` výměry obce. Na výstupu pak následoval výpis jednotlivých typů komunikací nacházejících se v lokalitě včetně součtu délek daného typu komunikace.

V tomto bodě, bylo zejména z důvodu časové náročnosti nutné odklonění od systémového přístupu zpracování údajů, i z tohoto důvodu byl proveden clustering. Pro posouzení svozových tras byly z každého clusteru, kromě Prahy, vybráni 3 reprezentanti, pro které byly analyzovány mapové podklady a byla pro ně následně provedeno vyhodnocení změny finančních nároků. Reprezentanti byli vybráni náhodně, vždy 1 pro každou třetinu obcí v clusteru při sestupném seřazení dle počtu obyvatel.

Níže jsou ukázky výstupů pro vybrané zástupce clusterů. Byl proveden náhodný výběr 3 obcí z každého clusteru kromě clusteru Hlavního města Prahy. Na obrázku mapového podkladu je vyobrazena katastrální výměra na základním kartografickém podkladu. Na obrázku výpisu je zmíněný výpis komunikací s vlastními délkami komunikací. Významné pro svoz jsou zejména komunikace označené:

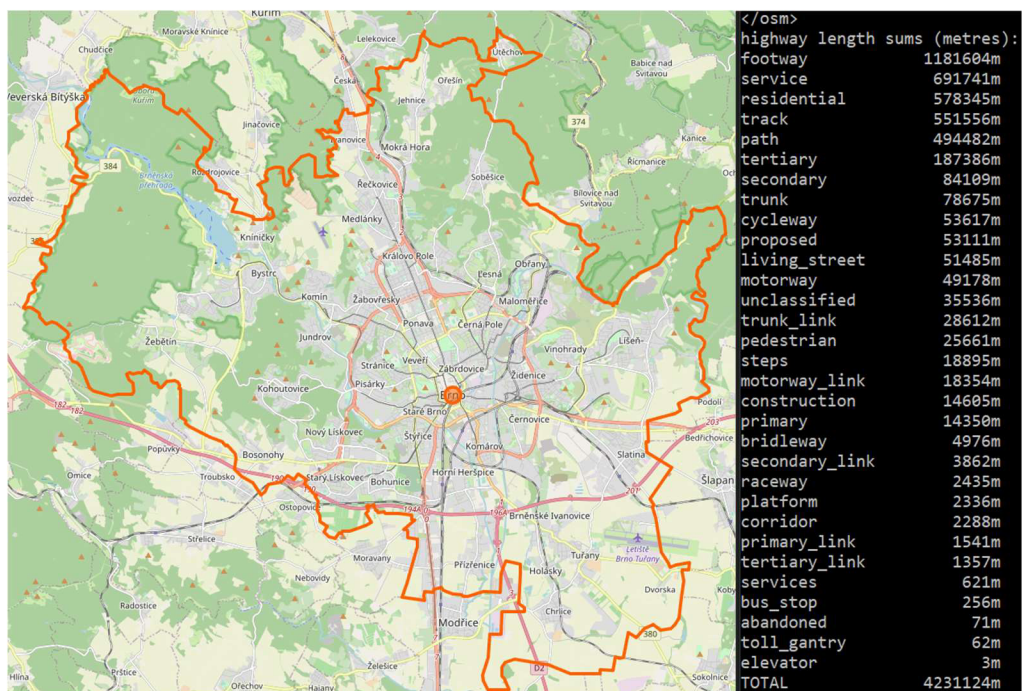
- Residential – komunikace v rezidenčních oblastech, slouží pro dopravní obsluhu bytů
- Primary, secondary a tertiary – komunikace první, druhé a třetí třídy

Velká města

Velká města jsou typická svým rozvinutým středem zahrnujícím historické centrum a radiálně navazujícím na menší shluky zástavby vzniklými z menších obcí pohlcených rozrůstající městskou aglomerací, případně umělým zásahem v podobě vzniku bytových sídlišť či satelitů rodinných domů. Lze identifikovat významnou odlišnost sídelních jednotek. Vzdálenosti mezi místy svozu jsou krátké z důvodu velké hustoty zástavby.

Obec 1

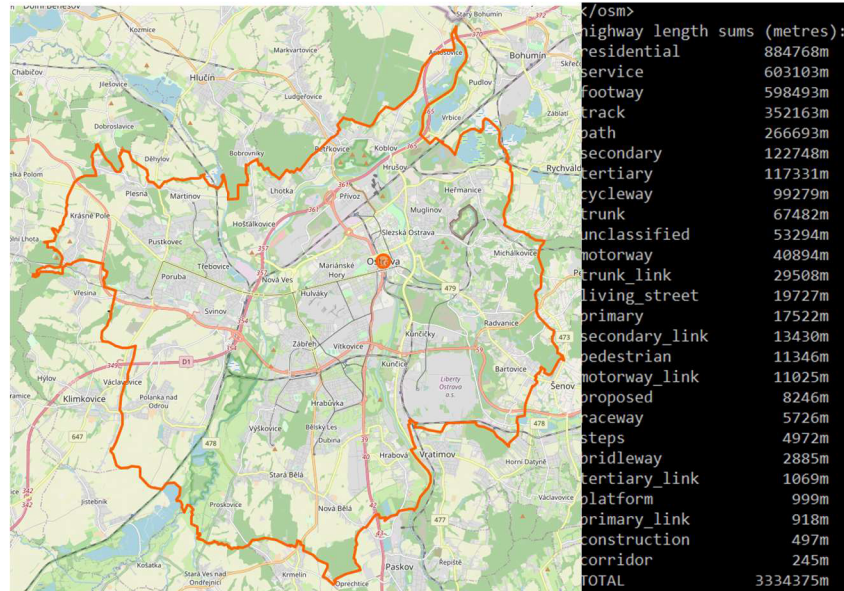
| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|----------|-----------|-----------|---------|----------|
| 379 527 | 44 326 | 71 401,0 | 12 400,8 | 36,3 | 4 712,5 | 27,16 |



Obr. 19 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 1

Obec 2

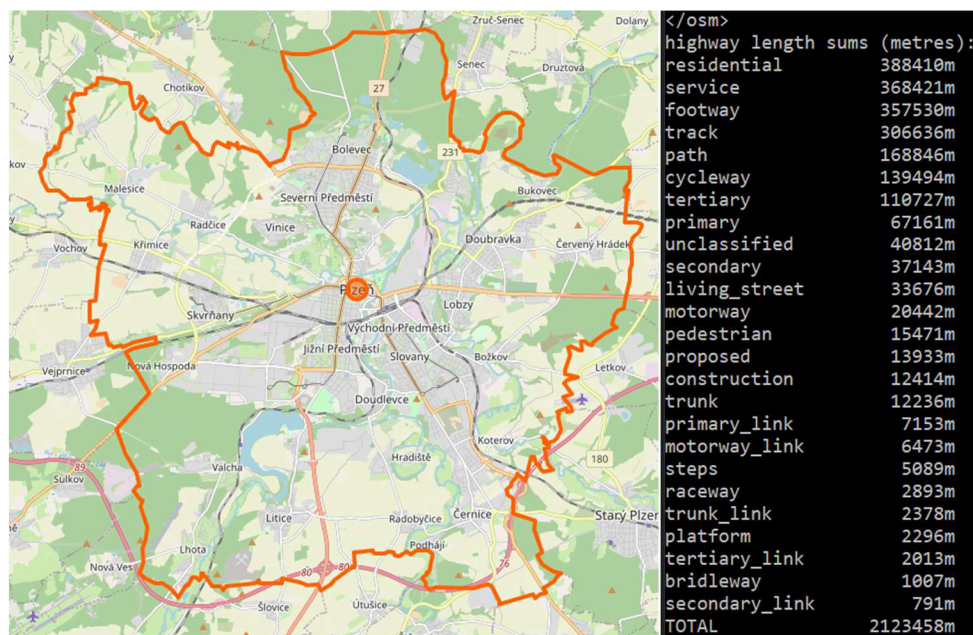
| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|----------|-----------|-----------|----------|----------|
| 290 450 | 29 762 | 50 996,0 | 8 025,5 | 3 875,7 | 19 231,9 | 45,69 |



Obr. 20 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 2

Obec 3

| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|----------|-----------|-----------|---------|----------|
| 170 936 | 19 610 | 28 310,0 | 5 567,9 | 2 646,6 | 3 991,5 | 38,64 |



Obr. 21 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 3

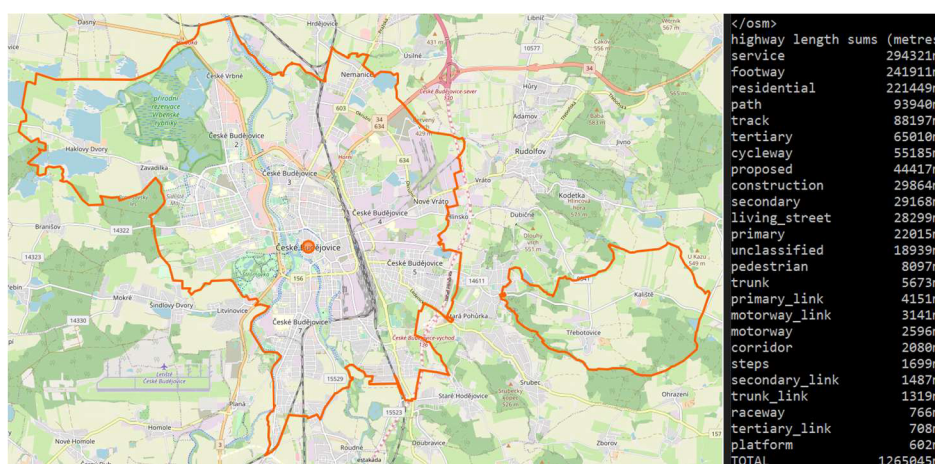
Okresní města

Okresní města jsou charakteristická svým historickým středem obdobně jako města velká, městská aglomerace nebývá natolik rozsáhlá a neseskupuje významnější množství menších osídlení. Vzdálenosti mezi místy svozu jsou krátké z důvodu velké hustoty zástavby.

Most není ovšem typickým příkladem, jelikož jeho historické město muselo odstoupit těžbě uhlí a téměř vymizelo.

Obec 4

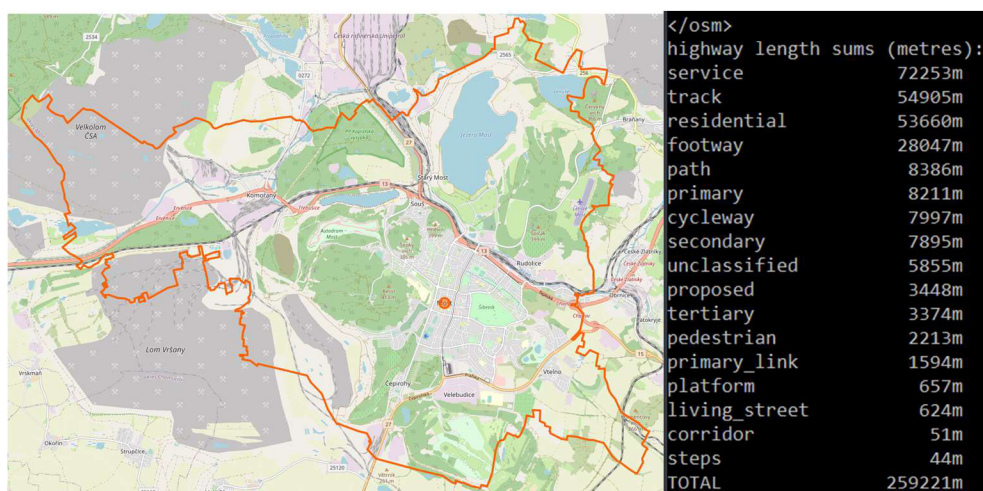
| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|----------|-----------|-----------|---------|----------|
| 93 863 | 12 104 | 18 375,6 | 4 601,9 | 1 419,0 | 8 599,0 | 48,80 |



Obr. 22 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 4

Obec 5

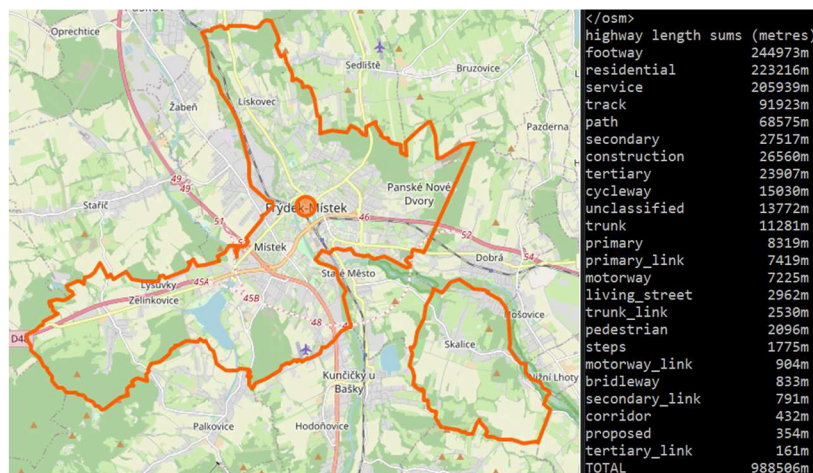
| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|----------|-----------|-----------|---------|----------|
| 66 644 | 4 034 | 13 716,8 | 430,4 | 0,4 | 735,3 | 45,69 |



Obr. 23 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 5

Obec 6

| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|----------|-----------|-----------|---------|----------|
| 56 334 | 6 270 | 10 146,0 | 1 139,0 | 757,5 | 4 810,7 | 43,45 |



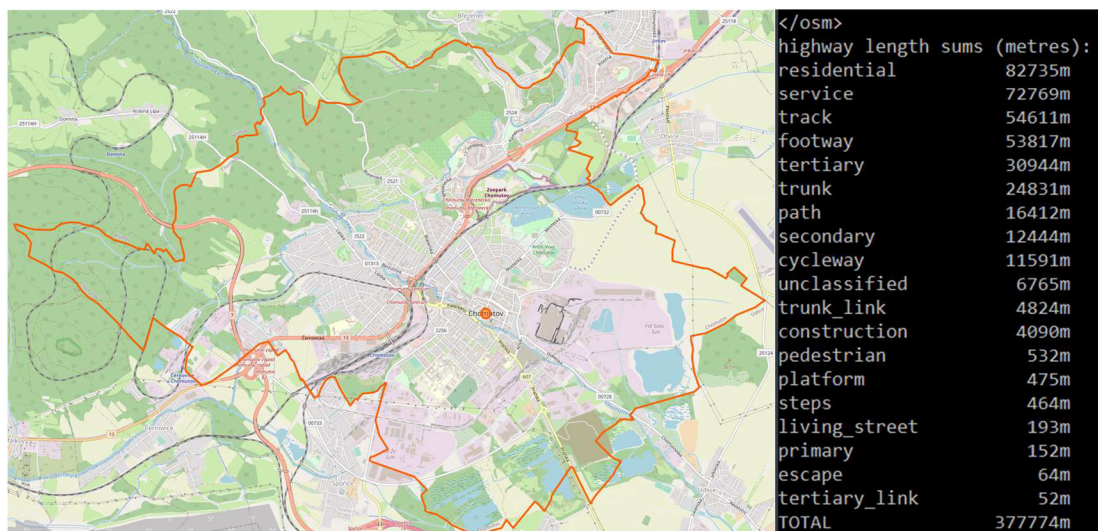
Obr. 24 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 6

Větší regionální centra

Větší regionální centra nemívají větší historické centrum, obvykle se jedná o uskupení domů v okolí hlavního náměstí a centrum se rozléhá spíše podél hlavní cesty. U větších regionálních center lze stále pozorovat typické městské prvky, ovšem u menších může v celkové výměře převládat zemědělská plocha oproti městské zástavbě. Stále je zde možné pozorovat jistou míru aglomerace.

Obec 7

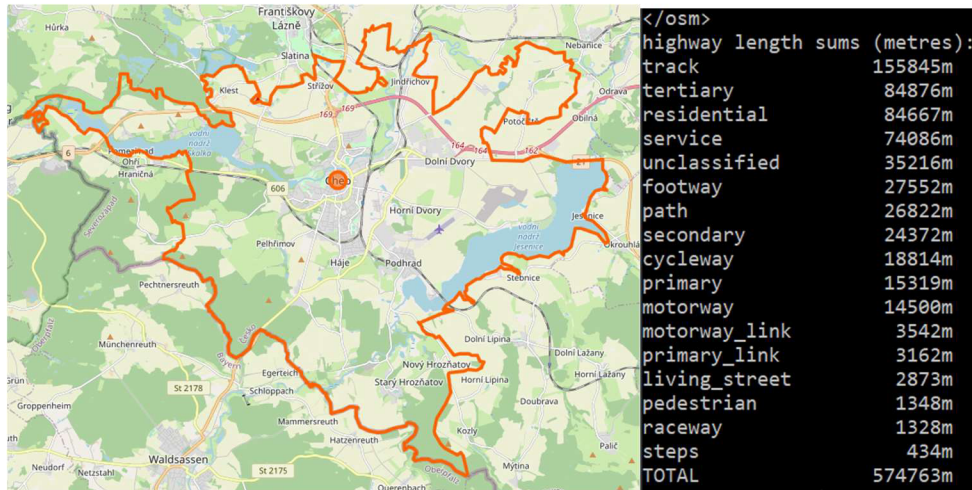
| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|---------|-----------|-----------|---------|----------|
| 48 666 | 4 581 | 6 886,1 | 1 396,2 | 420,8 | 936,3 | 30,48 |



Obr. 25 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 7

Obec 8

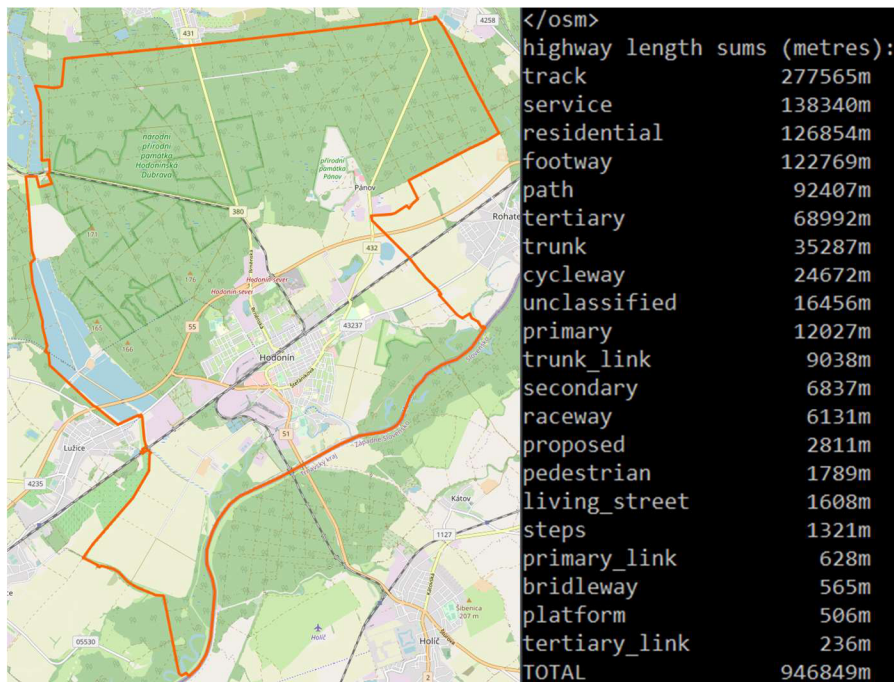
| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|---------|-----------|-----------|---------|----------|
| 32 171 | 3 534 | 6 041,6 | 774,6 | 502,5 | 3 735,0 | 38,86 |



Obr. 26 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 8

Obec 9

| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|---------|-----------|-----------|---------|----------|
| 24 683 | 2 870 | 5 008,0 | 1 009,4 | 187,4 | 806,9 | 31,00 |



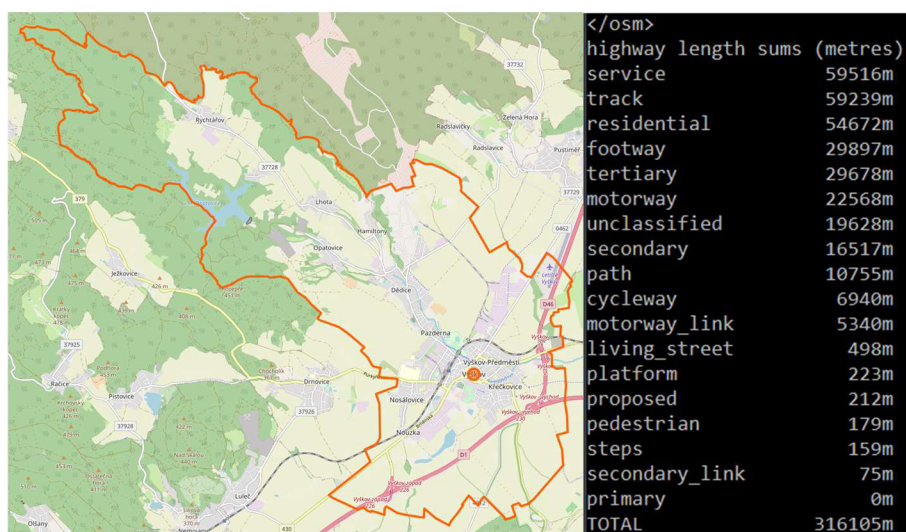
Obr. 27 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 9

Střední regionální centra

Střední regionální centra se vyznačují významným podílem zemědělské plochy v celkové výměře a větším množstvím menších osídlení v rámci celkové výměry, kde správním centrem je největší osídlení v katastrální výměře obce. Tato menší osídlení ovšem nebývají celistvě seskupena s centrálním osídlením.

Obec 10

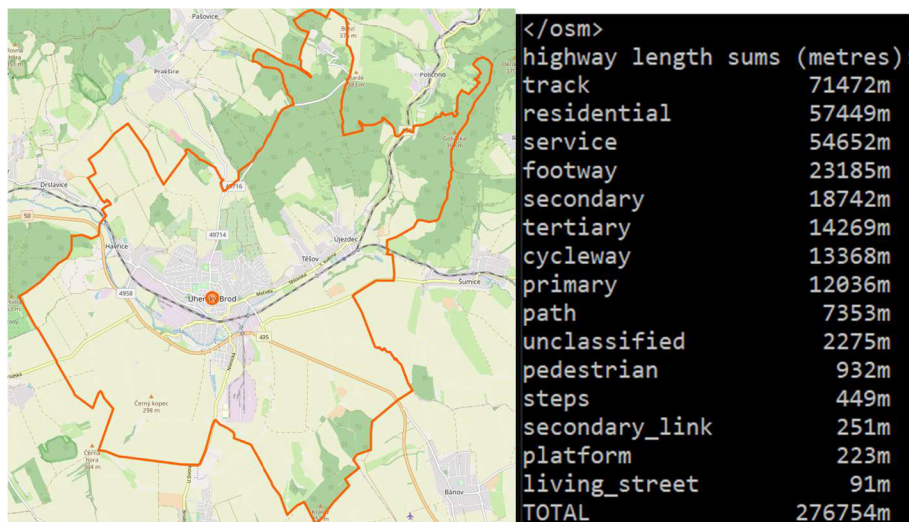
| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|---------|-----------|-----------|---------|----------|
| 20 999 | 3 976 | 2 765,4 | 974,2 | 321,0 | 1 256,0 | 47,40 |



Obr. 28 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 10

Obec 11

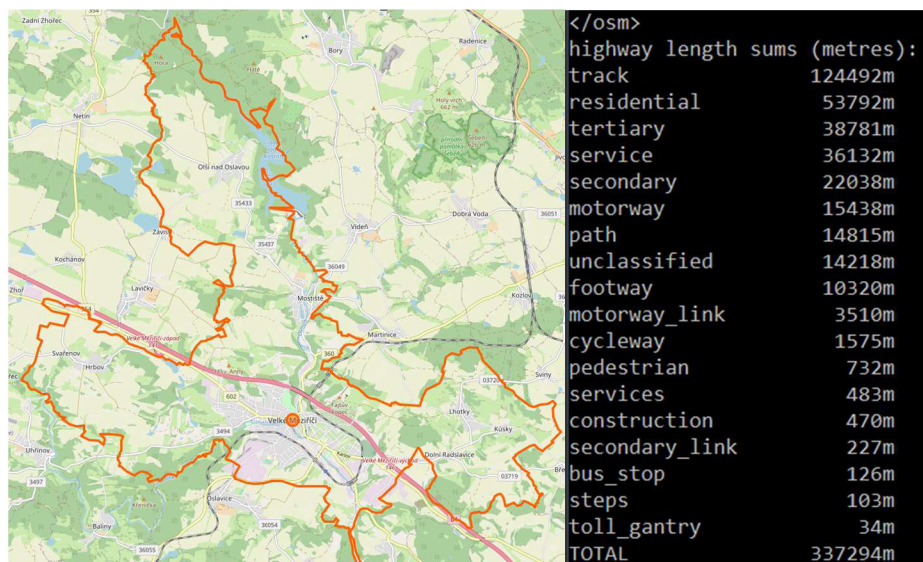
| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|---------|-----------|-----------|---------|----------|
| 16 522 | 3 347 | 2 543,6 | 480,7 | 263,1 | 1 689,4 | 48,10 |



Obr. 29 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 11

Obec 12

| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|---------|-----------|-----------|---------|----------|
| 11 536 | 2 603 | 2 164,1 | 351,0 | 308,8 | 1 318,0 | 45,40 |



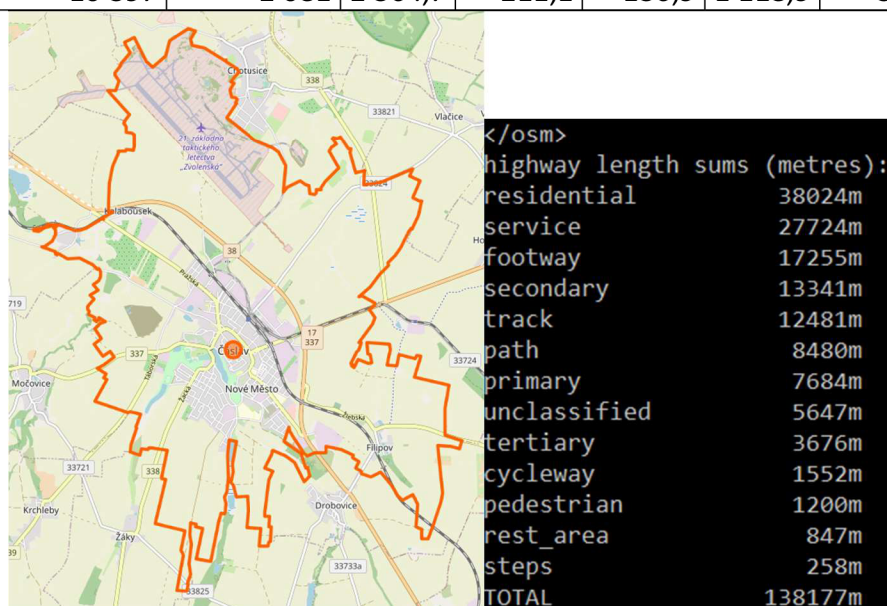
Obr. 30 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 12

Malá města (1)

Osídlení v malých městech je koncertováno podél historické hlavní třídy, obce často pozbývají centrálního náměstí. Často se jedná o satelitní obce větších měst. V katastrální výměře převládá zemědělská plocha.

Obec 13

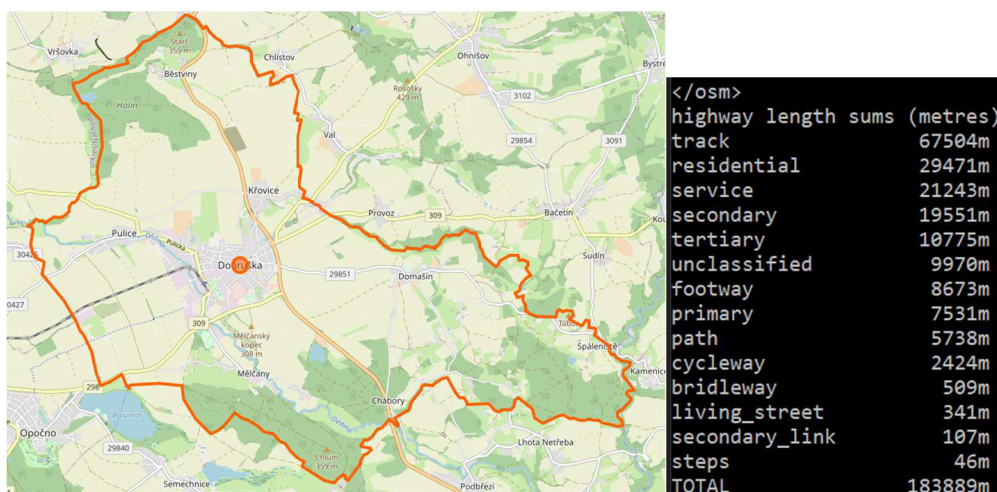
| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|---------|-----------|-----------|---------|----------|
| 10 397 | 2 081 | 2 364,7 | 211,1 | 136,9 | 1 118,9 | 38,80 |



Obr. 31 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 13

Obec 14

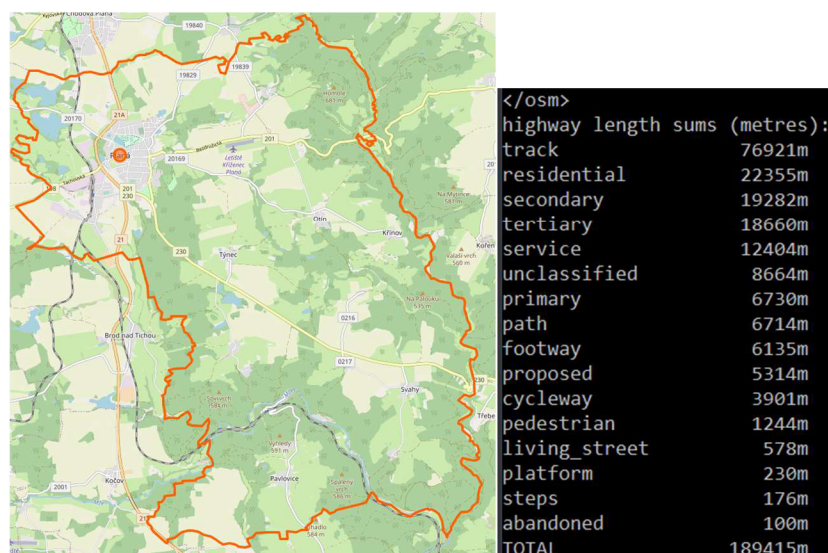
| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|---------|-----------|-----------|---------|----------|
| 6 734 | 1 474 | 1 527,6 | 158,4 | 129,5 | 30,6 | 22,40 |



Obr. 32 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 14

Obec 15

| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|---------|-----------|-----------|---------|----------|
| 5 411 | 1 136 | 829,7 | 195,2 | 137,7 | 220,7 | 47,45 |

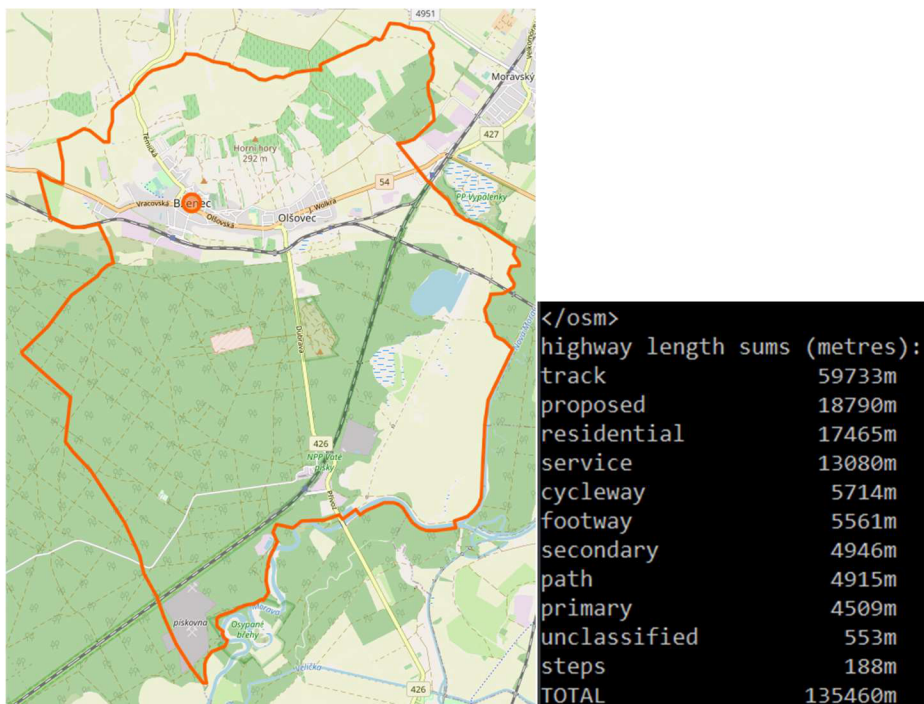


Obr. 33 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 15

Malá města (2)

Obec 16

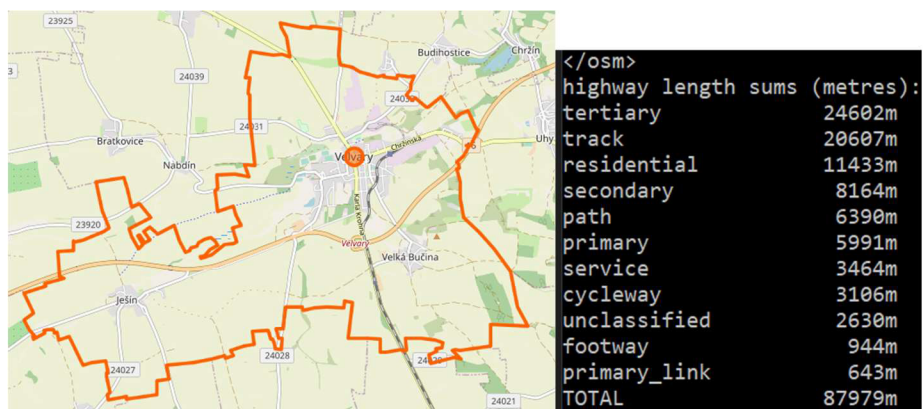
| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|---------|-----------|-----------|---------|----------|
| 4 331 | 1 431 | 698,0 | 74,5 | 92,0 | 532,9 | 44,20 |



Obr. 34 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 16

Obec 17

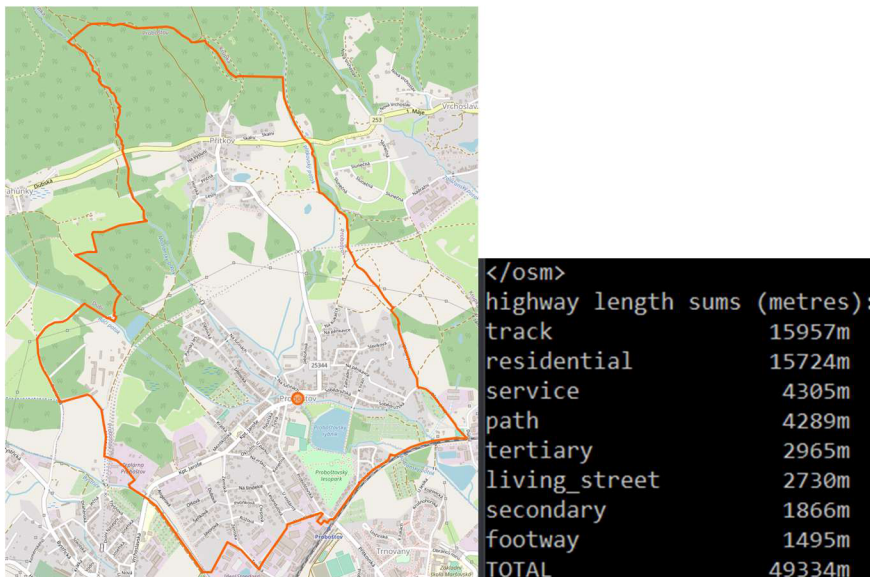
| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|---------|-----------|-----------|---------|----------|
| 3 031 | 945 | 554,0 | 112,5 | 73,4 | 259,6 | 43,30 |



Obr. 35 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 17

Obec 18

| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|---------|-----------|-----------|---------|----------|
| 2 684 | 761 | 554,7 | 62,3 | 48,0 | 418,3 | 46,50 |

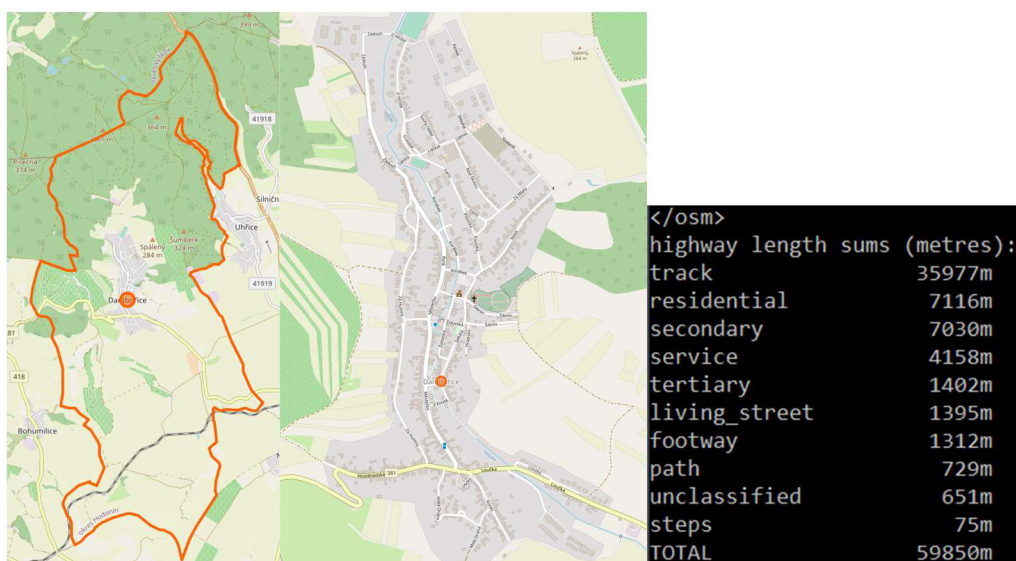


Obr. 36 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 18

Malé obce s vysokou mírou separace

Obec 19

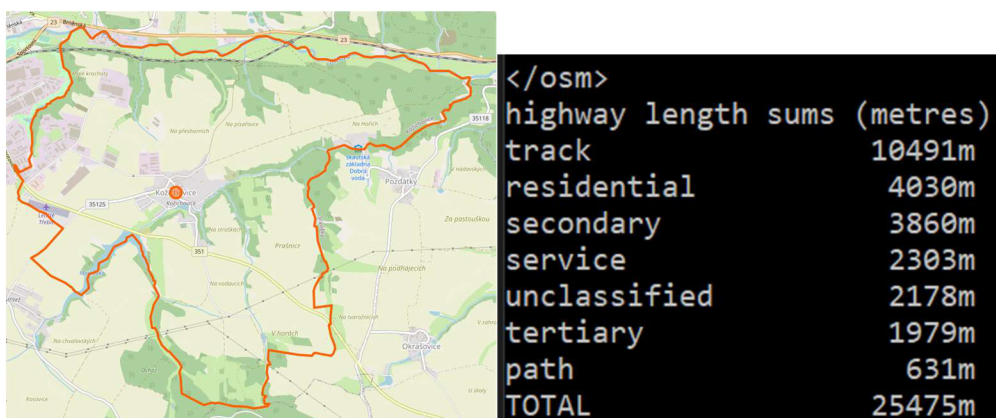
| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|---------|-----------|-----------|---------|----------|
| 1 408 | 529 | 249,4 | 26,0 | 18,5 | 196,3 | 48,00 |



Obr. 37 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 19

Obec 20

| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|---------|-----------|-----------|---------|----------|
| 414 | 159 | 68,0 | 45,5 | 7,1 | 8,9 | 55,30 |

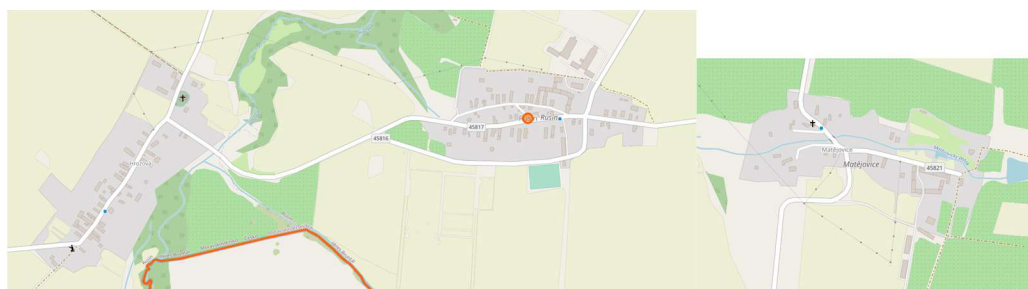
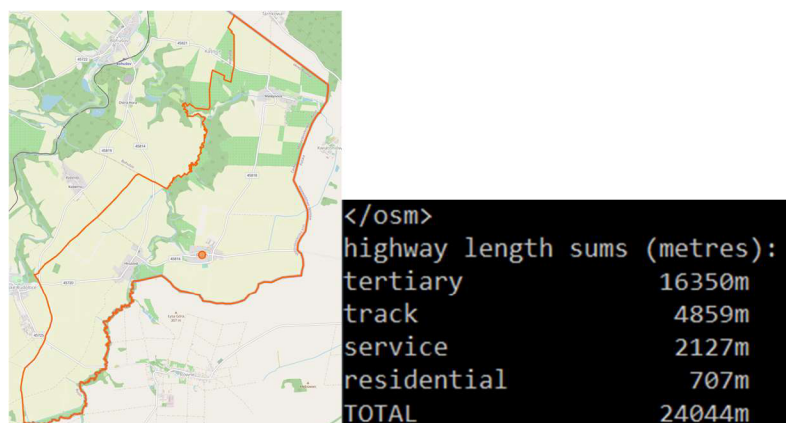


Obr. 38 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 20

Obec 21

| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|---------|-----------|-----------|---------|----------|
| 146 | 103 | 44,3 | 1,8 | 2,0 | 68,1 | 61,10 |

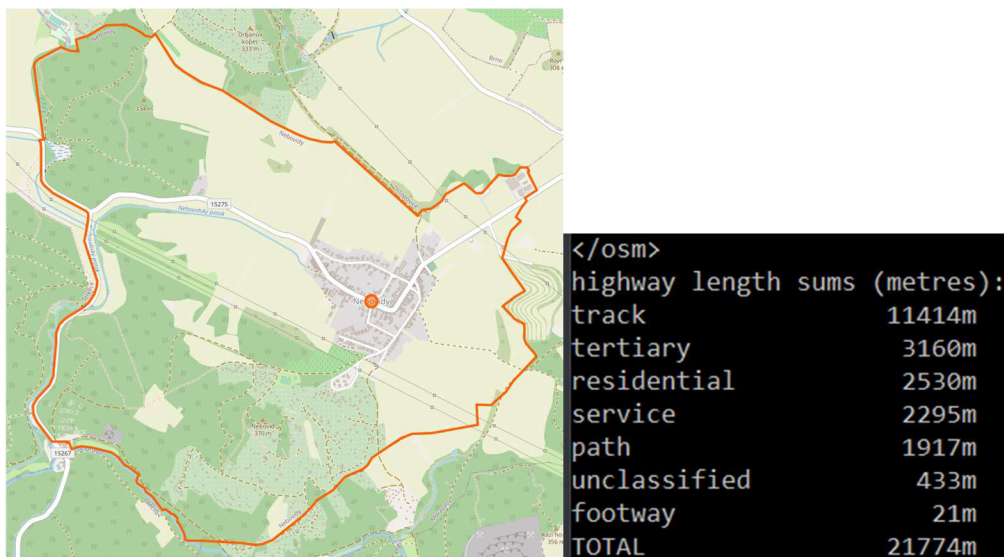
Poznámka – příhraniční obec složená ze 3 menších osídlení



Obr. 39 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 21

Malé obce s nízkou mírou separace
Obec 22

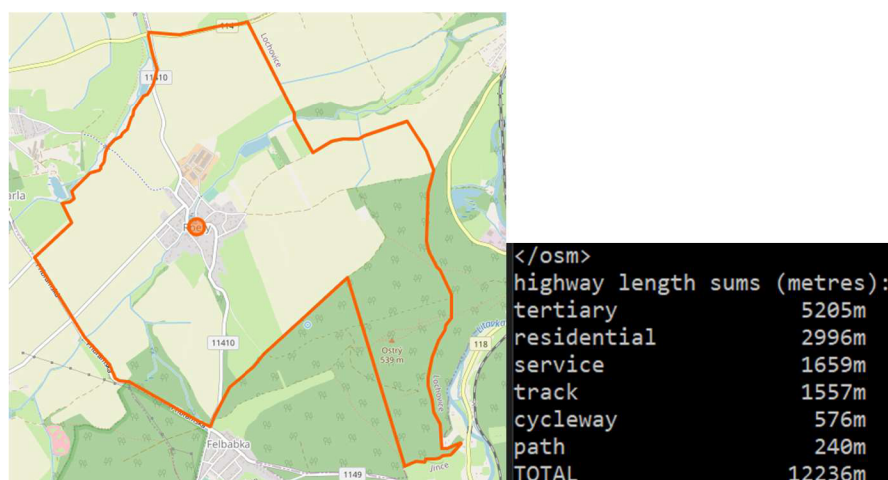
| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|---------|-----------|-----------|---------|----------|
| 762 | 277 | 201,3 | 16,2 | 17,5 | 28,2 | 33,20 |



Obr. 40 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 22

Obec 23

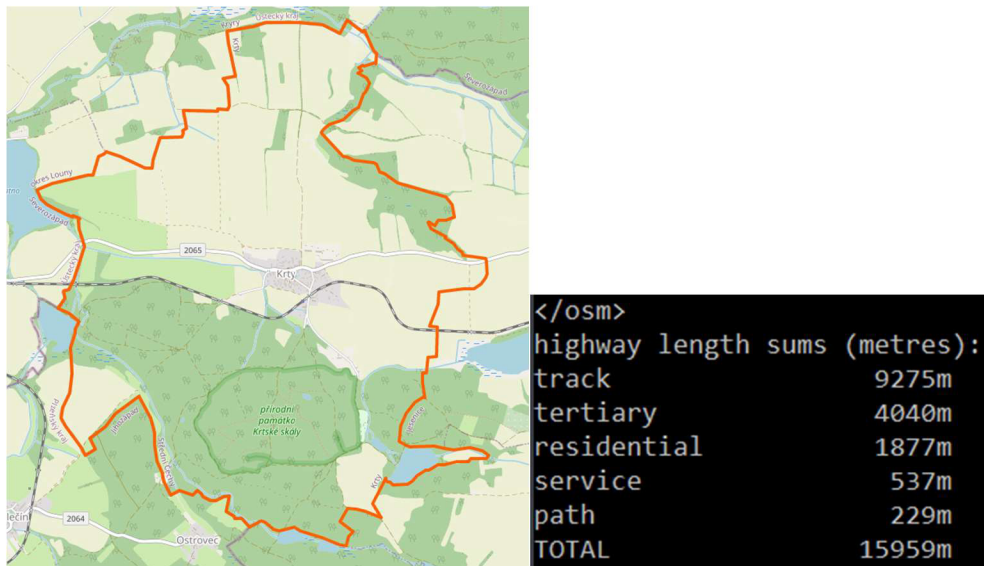
| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|---------|-----------|-----------|---------|----------|
| 505 | 170 | 120,6 | 7,6 | 6,2 | 0,0 | 13,00 |



Obr. 41 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 23

Obec 24

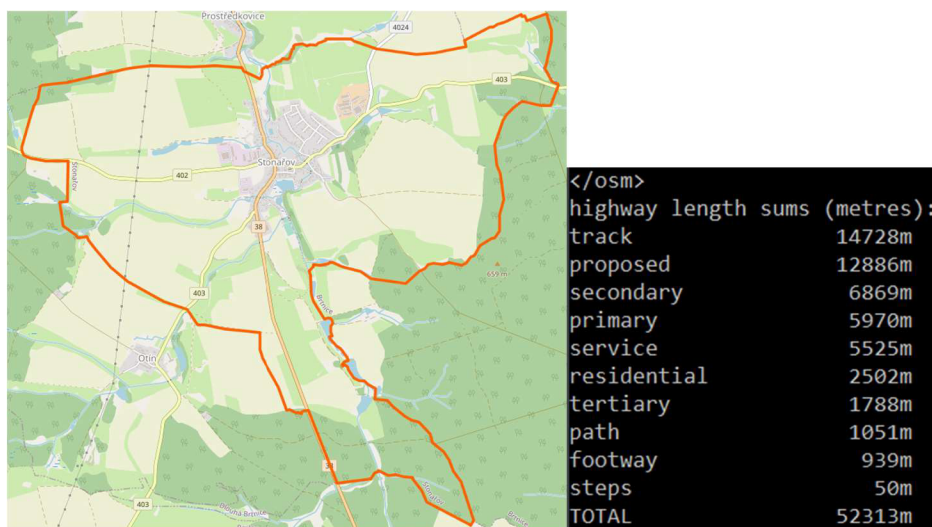
| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|---------|-----------|-----------|---------|----------|
| 119 | 64 | 29,6 | 1,9 | 3,6 | 0,2 | 22,70 |



Obr. 42 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 24

Malé obce s nízkou hustotou zalidnění Obec 25

| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|---------|-----------|-----------|---------|----------|
| 1 075 | 369 | 191,0 | 0,0 | 0,0 | 45,6 | 30,90 |

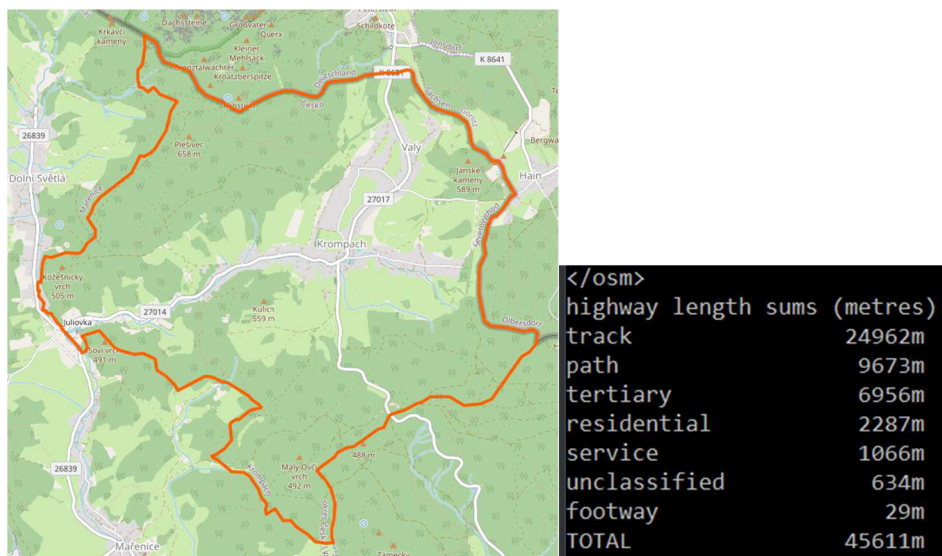


Obr. 43 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 25

Obec 26

| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|---------|-----------|-----------|---------|----------|
| 165 | 220 | 85,9 | 6,0 | 6,7 | 32,4 | 31,90 |

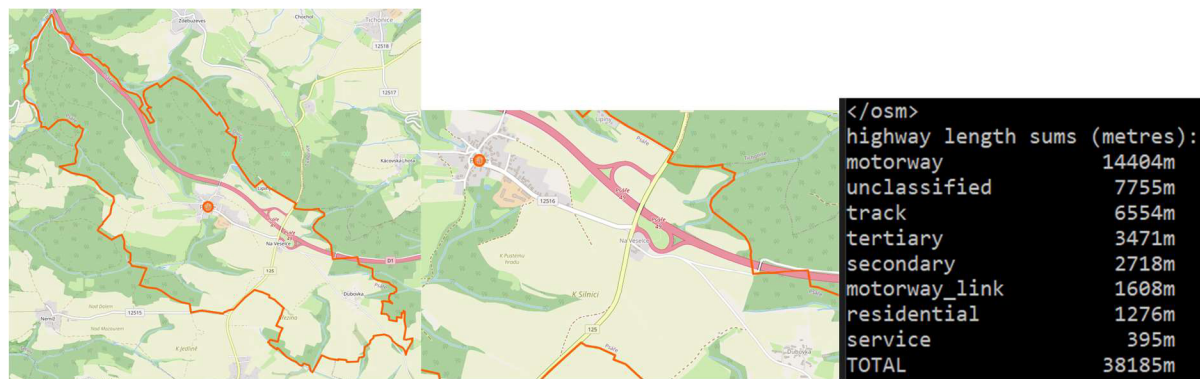
Poznámka – příhraniční obec



Obr. 44 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 26

Obec 27

| Počet obyvatel | Počet adres | SKO [t] | Papír [t] | Plast [t] | Bio [t] | POSS [%] |
|----------------|-------------|---------|-----------|-----------|---------|----------|
| 127 | 85 | 47,6 | 4,1 | 3,7 | 19,9 | 36,10 |



Obr. 45 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 27

8. Výpočetní model finančních nároků

V první řadě je nutné stanovit okrajové podmínky výpočtového modelu, těmi je následující:

- neměnná celková produkce KO mezi roky 2020 a 2030
- neměnná cena svozu na jednotku délky svozové trasy
- svoz probíhá stejnými vozidly
- u každého adresního bodu jsou k dispozici nádoby na každou uvažovanou kategorii KO (SKO, plast, lepenka a papír, kov, sklo, BRKO)

Pro výpočet vstupních parametrů bylo nutné odhadnout velikost změny hmotnosti významných kategorií odpadu v případě dodržení legislativních cílů. Tyto estimace byly provedeny pro legislativní cíle pro rok 2030. Legislativa definuje cíl hodnoty podílu odděleně soustředěvané složky pro rok 2030 60 %. Předpokladem odhadu je exaktní dodržení legislativního cíle a neměnná celková produkce komunálních odpadů obce. Výpočty týkající se kapitoly 8 jsou přiloženy v rámci příloha 2 této diplomové práce.

Lze předpokládat, že při dodržení POSS pro rok 2030 se zvýší vykazované hodnoty pro separovaný komunální odpad na úkor hodnoty produkce SKO. S využitím statistických údajů o vyprodukované hmotnosti kategorie komunálních odpadů pro odpady SKO (20 03 01), papír (20 01 01), sklo (20 01 02), plast (20 01 39), kov (20 01 40) a BRKO (02 02 01). Byl proveden výpočet dle následujících vzorců:

Pro SKO:

$$m_{2030} = \frac{POSS_{2030}}{POSS_n} m_n [t] \quad (4)$$

Kde:

$POSS_{2030}$ – legislativní cíl POSS pro rok 2030 (60 %) [%]

$POSS_n$ – současný POSS obce [%]

m_n – současná produkce SKO [t]

m_{2030} – odhadovaná hmotnost vyprodukovaného SKO [t]

Pro ostatní odpady:

$$m_{2030} = \frac{POSS_n}{POSS_{2030}} m_n [t] \quad (5)$$

Kde:

$POSS_{2030}$ – legislativní cíl POSS pro rok 2030 (60 %) [%]

$POSS_n$ – současný POSS obce [%]

m_n – současná produkce odpadu [t]

m_{2030} – odhadovaná hmotnost vyprodukovaného odpadu [t]

Hodnoty průměrných produkcí složek KO k roku 2020 na obec dle clusteru se nachází v následující tab. 14.

| Cluster | SKO [t] | Papír [t] | Sklo [t] | Plast [t] | Kov [t] | BRKO [t] |
|---------|----------|-----------|----------|-----------|---------|----------|
| 2 | 50 235,7 | 9 161,8 | 3 626,8 | 3 796,9 | 8 935,1 | 9 312,0 |
| 3 | 14 079,5 | 2 826,6 | 770,8 | 923,2 | 2 814,3 | 4 715,0 |
| 4 | 5 978,6 | 1 145,7 | 340,7 | 380,5 | 695,0 | 1 826,1 |
| 5 | 2 491,0 | 612,3 | 238,7 | 299,1 | 489,3 | 1 421,1 |
| 6 | 1 574,0 | 228,1 | 102,8 | 135,4 | 149,8 | 456,7 |
| 7 | 602,2 | 85,5 | 48,1 | 71,3 | 113,7 | 403,6 |
| 8 | 120,6 | 25,2 | 6,9 | 9,2 | 29,8 | 91,1 |
| 9 | 117,2 | 8,8 | 6,3 | 9,1 | 14,6 | 9,5 |
| 10 | 108,2 | 10,2 | 11,7 | 10,0 | 16,4 | 32,6 |

Tab. 14 Průměrné produkce složek KO na obec dle clusteru k roku 2020

Odhadované hodnoty při uvažování přesného dodržení legislativního limitu POSS pro rok 2030 jsou v následující tab. 15, hodnoty jsou průměrnou produkcí na obec vytvořenou na základě vybraných reprezentantů jednotlivých clusterů.

| Cluster | SKO [t] | Papír [t] | Sklo [t] | Plast [t] | Kov [t] | BRKO [t] |
|---------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|
| 2 | 29 795,3 | 16 571,2 | 6 446,2 | 6 350,4 | 14 801,4 | 13 954,6 |
| 3 | 10 912,7 | 3 618,3 | 997,2 | 1 188,9 | 3 666,5 | 6 060,4 |
| 4 | 3 332,9 | 2 133,0 | 621,2 | 675,1 | 1 305,3 | 3 057,2 |
| 5 | 1 953,8 | 778,7 | 304,9 | 382,9 | 617,9 | 1 813,0 |
| 6 | 918,5 | 404,6 | 197,6 | 245,3 | 233,2 | 697,1 |
| 7 | 448,0 | 115,7 | 65,1 | 96,3 | 153,9 | 541,0 |
| 8 | 102,4 | 28,7 | 8,2 | 11,0 | 35,5 | 107,3 |
| 9 | 49,6 | 23,6 | 17,0 | 23,3 | 26,9 | 17,2 |
| 10 | 57,6 | 19,2 | 22,2 | 18,9 | 31,8 | 60,9 |

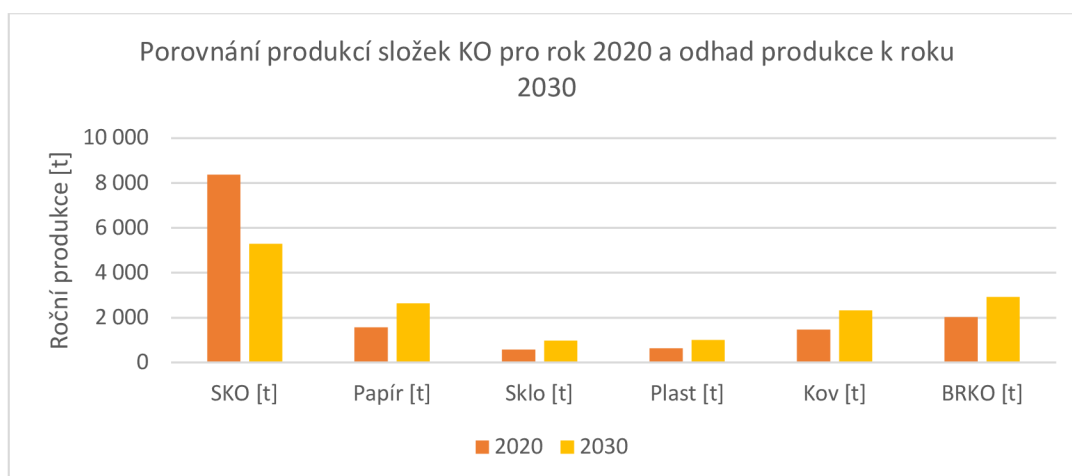
Tab. 15 Odhad pro rok 2030 průměrných produkcí složek KO na obec dle clusteru

V následující tab. 16 jsou uvedeny procentuální hodnoty očekávané změny produkce složek KO pro rok 2030 v porovnání s produkcemi k roku 2020. A porovnání produkce k roku 2020 a odhadu k roku 2030 se nachází na obr. 46.

| Cluster | SKO [t] | Papír [t] | Sklo [t] | Plast [t] | Kov [t] | BRKO [t] |
|---------|---------|-----------|----------|-----------|---------|----------|
| 2 | 59,3 % | 180,9 % | 177,7 % | 167,3 % | 165,7 % | 149,9 % |
| 3 | 77,5 % | 128,0 % | 129,4 % | 128,8 % | 130,3 % | 128,5 % |
| 4 | 55,7 % | 186,2 % | 182,3 % | 177,4 % | 187,8 % | 167,4 % |
| 5 | 78,4 % | 127,2 % | 127,7 % | 128,0 % | 126,3 % | 127,6 % |
| 6 | 58,4 % | 177,4 % | 192,2 % | 181,2 % | 155,7 % | 152,6 % |
| 7 | 74,4 % | 135,3 % | 135,3 % | 135,2 % | 135,4 % | 134,0 % |
| 8 | 85,0 % | 113,9 % | 118,8 % | 118,8 % | 119,2 % | 117,8 % |
| 9 | 42,3 % | 268,6 % | 269,8 % | 255,5 % | 183,9 % | 181,3 % |
| 10 | 53,2 % | 189,2 % | 189,7 % | 189,3 % | 194,1 % | 186,5 % |

Tab. 16 Odhadované změny produkce složek KO k roku 2030

Kde hodnoty jsou vyjádřeny jako procentuální změna produkcí složek KO k roku 2030 oproti produkcím k roku 2020.



Obr. 46 Porovnání produkcí složek KO pro rok 2020 a odhad produkce k roku 2030

Na základě stanovené produkce pro rok 2020, teoretickému odhadu produkce pro rok 2030, doplnění klíčových demografických údajů o počet obyvatel a adresních bodů lze vyčíslit další parametry pro podporu výpočtu svozu jako například: produkce na adresní bod, produkce na osobu a další. Po doplnění nezbytných parametrů lze pokračovat na teoretický odhad ekonomiky svozu. Byl doplněn odhad adres na jeden svozový cyklus, počet směn na vůz a počet pracovních dní. [18]

Příklad uveden na SKO, kde je uvažováno 250 adres na 1 svozový cyklus, při 2 směnách a pětidenním pracovním týdnem. Svoz se uvažuje ve dvoutýdenních cyklech a odhady svozových hodnot při těchto parametrech se nachází v tab. 17.

| Cluster | Produkce na adresní bod na 2 týdny [kg/adresa] | Počet nutných cyklů [-] | Nutný počet aut [-] | Průměrný náklad na vozidlo [t] |
|---------|--|-------------------------|---------------------|--------------------------------|
| 2 | 61,13 | 124,93 | 6,25 | 7,64 |
| 3 | 83,80 | 29,88 | 1,49 | 10,48 |
| 4 | 63,56 | 14,65 | 0,73 | 7,95 |
| 5 | 29,32 | 13,23 | 0,66 | 3,66 |
| 6 | 37,22 | 6,25 | 0,31 | 4,65 |
| 7 | 23,11 | 4,18 | 0,21 | 2,89 |
| 8 | 17,05 | 1,05 | 0,05 | 2,13 |
| 9 | 24,34 | 0,68 | 0,03 | 3,04 |
| 10 | 18,82 | 0,90 | 0,04 | 2,35 |

Tab. 17 Odhad svozových parametrů SKO

Dále byla provedena analýza svozových tras s podkladem v metodice popsané v kap 7.5. Bylo nutné prověřit, jaké typy komunikací jsou při dané velikosti obce nejvýznamnější pro svozové trasy. Bylo zjištěno, že pro obce clusterů 2–7 sehrávají dominantní role komunikace rezidenční, po clusteru 7 byl identifikován zlom, kde se obce stávají natolik malými, že velká část svozové trasy je tvořena jednou hlavní komunikací procházející obcí. Tyto komunikace jsou obecně řazeny do komunikací třetí třídy, je ovšem nutné individuálně posoudit kategorii hlavní komunikace a zahrnout její délku do výpočtu. Průměrné délky svozové trasy obce pro jednotlivé clustery jsou uvedeny v tab. 18.

| Cluster | Rezidenční [m] | 1. třídy [m] | 2. třídy [m] | 3. třídy [m] | Výpočtová délka komunikace [m] |
|---------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------------------------|
| 2 | 617,17 | 33,01 | 81,33 | 138,48 | 617,17 |
| 3 | 166,11 | 12,85 | 21,53 | 32,38 | 166,11 |
| 4 | 98,09 | 9,17 | 14,55 | 61,60 | 98,09 |
| 5 | 55,30 | 4,01 | 19,10 | 27,58 | 55,30 |
| 6 | 29,95 | 7,32 | 17,39 | 11,04 | 29,95 |
| 7 | 14,87 | 3,50 | 4,99 | 9,19 | 14,87 |
| 8 | 3,95 | 0,00 | 3,63 | 6,58 | 10,53 |
| 9 | 2,47 | 0,00 | 0,00 | 3,93 | 6,39 |
| 10 | 2,02 | 1,99 | 3,20 | 4,07 | 8,38 |

Tab. 18 Průměrné délky komunikací a výpočtová délka svozové trasy

Pro celkové ekonomické zhodnocení byla za pomoci technickoekonomického modelu (dále pouze TE) modelu vyčíslena průměrná cena 75,-/km pro svozový vůz. S touto cenou bylo následně počítáno pro teoretické stanovení celkových ročních nákladů pro realizaci svozu. Výsledné hodnoty jsou v následující tab. 19.

| Cluster | SKO [kč/rok] | Papír [kč/rok] | Sklo [kč/rok] | Plast [kč/rok] | Kov [kč/rok] | Brko [kč/rok] |
|---------|--------------|----------------|---------------|----------------|--------------|---------------|
| 2 | 154 920 755 | 193 650 944 | 258 201 258 | 77 460 378 | 258 201 258 | 227 824 640 |
| 3 | 11 170 763 | 13 963 454 | 18 617 939 | 5 585 382 | 18 617 939 | 16 427 593 |
| 4 | 2 709 962 | 3 387 453 | 4 516 604 | 1 354 981 | 4 516 604 | 3 985 239 |
| 5 | 1 429 163 | 1 786 454 | 2 381 939 | 714 582 | 2 381 939 | 2 101 711 |
| 6 | 384 705 | 480 881 | 641 175 | 192 353 | 641 175 | 565 743 |
| 7 | 124 183 | 155 228 | 206 971 | 62 091 | 206 971 | 182 622 |
| 8 | 18 768 | 23 460 | 31 279 | 9 384 | 31 279 | 27 599 |
| 9 | 8 254 | 10 317 | 13 756 | 4 127 | 13 756 | 12 138 |
| 10 | 17 042 | 21 303 | 28 403 | 8 521 | 28 403 | 25 062 |

Tab. 19 Celkové roční průměrné náklady svozu pro obce clusteru

Pro odhad vývoje ceny je nutno tyto údaje přepočítat na cenu svozu na tunu odpadu. Při podělení hodnot tab. 19 celkovou roční produkcí jednotlivých složek KO získáváme údaj o průměrných nákladech na svoz tuny odpadu pro obce clusteru.

Odhad průměrné ceny svozu na tunu odpadu pro obce clusteru k roku 2020 je uveden v tab. 20.

| Cluster | SKO [kč/t] | Papír [kč/t] | Sklo [kč/t] | Plast [kč/t] | Kov [kč/t] | Brko [kč/t] |
|---------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|-------------|
| 2 | 3 083 | 21 136 | 71 192 | 20 401 | 28 897 | 24 465 |
| 3 | 793 | 4 940 | 24 154 | 6 050 | 6 615 | 3 484 |
| 4 | 453 | 2 956 | 13 255 | 3 560 | 6 499 | 2 182 |
| 5 | 573 | 2 917 | 9 978 | 2 388 | 4 868 | 1 478 |
| 6 | 244 | 2 107 | 6 235 | 1 421 | 4 281 | 1 238 |
| 7 | 206 | 1 814 | 4 300 | 871 | 1 820 | 452 |
| 8 | 155 | 930 | 4 555 | 1 016 | 1 050 | 302 |
| 9 | 70 | 1 172 | 2 183 | 453 | 942 | 1 282 |
| 10 | 157 | 2 095 | 2 427 | 855 | 1 735 | 768 |

Tab. 20 Odhad průměrné ceny svozu na tunu odpadu pro obce clusteru k roku 2020

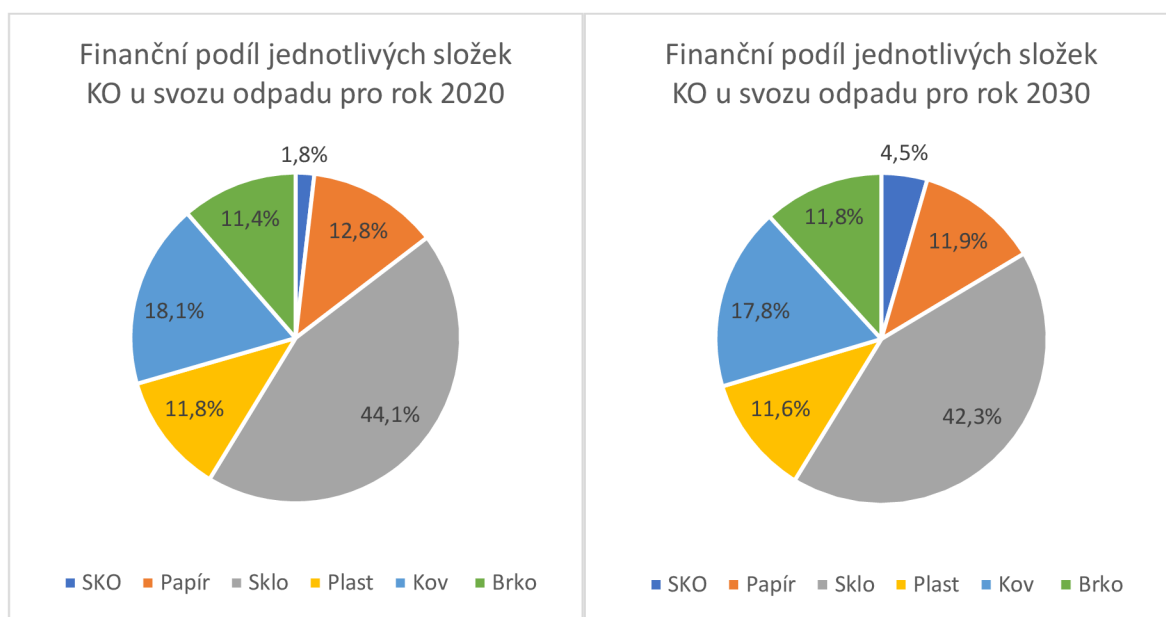
Odhad průměrné ceny svozu na tunu odpadu pro obce clusteru k roku 2030 je uveden v tab. 21.

| Cluster | SKO [kč/t] | Papír [kč/t] | Sklo [kč/t] | Plast [kč/t] | Kov [kč/t] | Brko [kč/t] |
|---------|------------|--------------|-------------|--------------|------------|-------------|
| 2 | 5 199,5 | 11 686,0 | 40 054,5 | 12 197,7 | 17 444,4 | 16 326,1 |
| 3 | 1 023,6 | 3 859,1 | 18 670,5 | 4 698,1 | 5 077,8 | 2 710,6 |
| 4 | 813,1 | 1 588,1 | 7 270,6 | 2 007,0 | 3 460,2 | 1 303,5 |
| 5 | 731,5 | 2 294,2 | 7 811,6 | 1 866,5 | 3 854,7 | 1 159,2 |
| 6 | 418,8 | 1 188,5 | 3 244,2 | 784,3 | 2 749,0 | 811,6 |
| 7 | 277,2 | 1 341,7 | 3 177,4 | 644,4 | 1 344,5 | 337,6 |
| 8 | 183,2 | 817,1 | 3 835,6 | 855,6 | 881,6 | 257,2 |
| 9 | 166,5 | 436,4 | 809,3 | 177,5 | 512,3 | 707,2 |
| 10 | 296,1 | 1 107,4 | 1 280,0 | 451,5 | 893,9 | 411,8 |

Tab. 21 Odhad průměrné ceny svozu na tunu odpadu pro obce clusteru k roku 2030

Vzhledem k metodice výpočtu zvoleného modelu procentuální navýšení ceny na tunu odpadu mezi roku 2020 a 2030 odpovídá procentuálnímu navýšení produkce odpadu vyobrazeného v tab. 16.

Porovnání výsledků ekonomického zhodnocení pro průměrný podíl nákladů jednotlivých složek KO pro scénář pro rok 2020 a scénář pro rok 2030 je na následujícím obr. 47.



Obr. 47 Porovnání finančních nákladů svozu pro scénář 2020 a scénář 2030

Byl ověřen předpoklad, že se snížením produkce SKO poklesne cena nákladů na tunu svozu SKO, u separovaných složek KO tomu bude naopak. Finanční podíl na svoz tuny odpadu se významně zvýší pouze v případě SKO, ostatní složky zaznamenají lehký pokles v podílu.

9. Závěr

Diplomová práce se zabývala odhadem změny finančních nároků na svoz odpadu se zohledněním nového Zákona o odpadech (č. 541/2020). Tento zákon stanovuje konkrétní cíle pro roky 2025, 2030 a 2035. Klíčovým předpokladem je zvýšení podílu odděleně soustředěné složky. Diplomová práce cílila zejména na rok 2030, kdy byl hlavním předpokladem 60% podíl odděleně soustředěvané složky. Tento parametr dával předpoklad pro stanovení okrajových podmínek pro celkový výpočet.

Pro provedení odhadu finančních nároků byla sepsána rešerše legislativních dokumentů právního řádu ČR týkajících se odpadového hospodářství včetně jejich pozadí v environmentální politice a legislativě EU. Byla zpracována sada statistických dat produkce odpadu a socio-demografických údajů pro obce ČR. Po stanovení okrajových podmínek byly vyčísleny finanční nároky a byla vyhodnocena jejich změna pro rok 2030.

Úvodní teoretické kapitoly definují klíčové pojmy, jako je definice odpadu, pojmy jako odpad komunální a jeho složky. V těchto kapitolách je shrnut vývoj produkce a nakládání s odpady v ČR a jeho doprava a sběr. Dále se zabývá legislativními dokumenty jako je Zákon o odpadech, Katalogem odpadů a Vyhláškou o podrobnostech nakládání s odpady. Klíčovým pojmem, se kterými tyto dokumenty operují a který je zakotven v Směrnici Evropské parlamentu a rady č. 98/2008 – v tzv. Waste Directive Framework je hierarchie nakládání s odpadem, která specifikuje priority způsobů nakládání s odpadem a je tedy stěžejní pro obsah legislativy odpadového hospodářství. Navazující kapitoly jsou stručným teoretickým úvodem do problematiky odpadového hospodářství a cirkulární ekonomiky.

Pro dosažení cílů této diplomové práce byl vytvořen seznam zpracovatelských zařízení, byly prozkoumány možné zdroje statistických údajů o produkci komunálních odpadů na úrovni obcí. Byl sestaven dokument obsahující detailní produkce komunálních odpadů. Pro vytvoření systémového přístupu k problematice byl proveden tzv. clustering obcí, který popisoval obce v ČR v návaznosti na společné znaky. Prioritně se vycházelo z volně dostupných údajů ČSÚ. V prvním kroku byl clustering proveden na základě počtu obyvatel pro jednotlivé obce a následně byly vyhodnoceny ty obce, u kterých byl proveden clustering na základě výkonnosti obecní odpadové politiky. V průběhu statistických analýz byly taktéž vyřazeny obce, které nedisponovaly kompletními informacemi.

Takto zpracovaná data umožňují návaznost pro navazující práce a výběr reprezentantů dle jednotlivých clusterů.

Dalším nedílným krokem bylo zpracování mapových podkladů z projektu Open Street Map pro výpočet délky svozových tras u náhodně vybraných reprezentantů.

Podklady byly detailně zpracovány a za pomoci skriptu byly vypsány délky jednotlivých druhů komunikací na zvoleném území. Tyto údaje byly využity v závěru pro odhad průměrných ročních nákladů pro jednotlivé reprezentanty.

Výstupem práce je srovnání nákladů pro rok 2020 a 2030. Pro jeho výpočet byly nastaveny konkrétní okrajové podmínky.

Závěr práce se věnuje vyhodnocení připraveného modelu. Dá se očekávat, že se podíl SKO v rámci celkové produkce KO výrazně sníží, jelikož průměrná POSS na území ČR byla pro rok 2020 zhruba 36 %, což je významný rozdíl oproti stanovému legislativnímu cíli pro rok 2030. Podíl separovatelných složek KO se naopak navýší. Byl tedy potvrzen prvotní předpoklad vycházející z legislativního limitu. Za pomoci TE modelu byla vyhodnocena ekonomika svozu a následně odhadnuta průměrná cena za svoz odpadu.

Lze předpokládat, že při snížení produkce SKO se zvýší cena svozu za jednotku hmotnosti, trend bude opačný v případě separovatelných složek KO, kdy cena svozu za jednotku hmotnosti se očekává nižší z důvodu zvýšené produkce separovatelných složek. Předpokladem jsou stejné svozové trasy pouze s rozdílem jiné převážené tonáže.

9.1. Náměty pro navazující práce

Možným zlepšením výpočetního modelu je zkvalitnění dostupných datových sad. Veřejně dostupné údaje neposkytují pro účely vyhodnocení výkonosti komunální odpadové politiky dostatečně podrobné údaje – pokrývají pouze obce s rozšířenou působností, nikoliv obce samotné.

V rámci zpracování clusteringu by bylo možné zahrnout více faktorů (ať už socio-demografických, či ekonomických), především na úrovni obcí s menším počtem obyvatel. Tato skupina obcí je typická významnými rozdíly fyzické struktury obce při stejné velikosti (dle počtu obyvatel). Volba reprezentativních obcí by mohla být provedena jiným než náhodným výběrem (v rámci této DP byl náhodný výběr omezen na třetiny dle velikostí obce v rámci clusteru, potenciálně by ovšem mohla být zvolena sofistikovanější metoda, která bude popisnější pro charakteristiky obcí v rámci jednoho clusteru).

Navazující práce mohou prozkoumat oblast terénního průzkumu odpadového hospodářství a specifikovat možnosti navýšení POSS v rámci reprezentativních obcí. Analýza provedená v práci se zaměřuje pouze na plošné navýšení POSS v rámci obcí ČR. Poznatky by vhodně mohl doplnit i terénní průzkum, orientovaný na skutečné podíly se zaměřením na papír, plast, sklo, kov a BRKO.

Celkové zaměření této práce se týká pouze hlavních aspektů nakládání s KO, které se přímo týkají obcí. Navazující práce mohou doplnit finanční toky spojené s celkovým nakládáním, tedy i s úpravou a koncovým zpracováním KO. Pro tento krok byl v práci vytvořen seznam zařízení dle dostupných údajů databáze MPO a seznamu zařízení z odborného portálu pro plastikářský průmysl, dostupný v příloha 1 této diplomové práce.

Navazující práce se mohou věnovat zohlednění dlouhodobé prognózy a posoudit dodržení legislativních limitů pro posuzované roky (tedy 2030 a 2035).

Pokročilé navazující činnosti mohou spočívat v reálném zohlednění nádob na adresních bodech, v sestavení variabilních scénářů pro posuzované roky (2020, 2030 a 2035) a v nastavení nových okrajových podmínek, které budou zpřesňovat výpočet.

10. Seznam použité literatury

- [1] *Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech* [online]. 2020 [vid. 2022-05-06]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-541>
- [2] HERBERT, Lewis. *Corporate Identity Guide : The Chartered Institution of Wastes Management*. 2002.
- [3] PIKALOVÁ, Iva. *Třídění odpadu pohledem práva* [online]. [vid. 2022-05-06]. Dostupné z: <https://odpady-online.cz/trideni-odpadu-pohledem-prava/>
- [4] ČSÚ. *Malý lexikon obcí České republiky - 2021* [online]. 2021 [vid. 2022-05-06]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/maly-lexikon-obci-ceske-republiky-2021>
- [5] ROUBÍČKOVÁ, Petra. *Nový Plán odpadového hospodářství ČR je vypořádán* [online]. 2014 [vid. 2022-05-15]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/news_141201_POH_vlada
- [6] MINISTERSTVO PRO MÍSTNÍ ROZVOJ ČR. *Plán odpadového hospodářství ČR 2015–2024. Databáze strategií - portál pro strategické řízení* [online]. [vid. 2022-05-06]. Dostupné z: <https://www.databaze-strategie.cz/cz/mzp/strategie/plan-odpadoveho-hospodarstvi-cr-2015-2024?typ=struktura>
- [7] *Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008* [online]. 2008 [vid. 2022-05-06]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex:32008L0098>
- [8] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Odpadové hospodářství* [online]. [vid. 2022-05-06]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/odpadove_hospodarstvi
- [9] HABART, Jan. *Integrovaný systém nakládání s odpady, mechanicko biologická úprava a dynamický respirační index jako ukazatel biologické stability*. *Biom.cz* [online]. 2003, 5(8) [vid. 2022-05-06]. ISSN 1801-2655. Dostupné z: <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/integrovaný-system-nakladani-s-odpady-mechanicko-biologiccka-uprava-a-dynamicky-respiracni-index-jako-ukazatel-biologicke>
- [10] *Vyhláška č. 8/2021 Sb., o Katalogu odpadů a posuzování vlastností odpadů (Katalog odpadů)* [online]. 2021 [vid. 2022-05-06]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-8>
- [11] *ČSN ISO 1928 (441352)* [online]. [vid. 2022-05-06]. Dostupné z: <https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-iso-1928-441352-205351.html>
- [12] SKUPINA ČEZ. *Co je ZEVO* [online]. [vid. 2022-05-06]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/zevo/co-je-zevo.html>
- [13] ING. BOUŠKOVÁ MARIE. *PRODUKCE, VYUŽITÍ A ODSTRANĚNÍ ODPADŮ GENERATION, RECOVERY AND DISPOSAL OF WASTE* [online]. 2021 [vid. 2022-05-06]. Dostupné z: www.czso.cz
- [14] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Plán odpadového hospodářství České republiky pro období 2015–2024 s výhledem do roku 2035 (1. Aktualizace 2021). OZNÁMENÍ KONCEPCE*. 2021.
- [15] *Analýza současného stavu vybraných komodit druhotných surovin a jejich zdrojů včetně vize rozvoje daného odvětví. Podklad pro aktualizaci Politiky druhotných surovin České republiky* [online]. 2018 [vid. 2021-12-10]. Dostupné z: https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/politika-druhotnych-surovin-cr/2019/1/Analyza_Podkladovy-material-pro-PDS-CR_1.pdf
- [16] EVROPSKÁ KOMISE. *Oběhové hospodářství ve městech* [online]. [vid. 2022-05-15]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/priority-themes-eu-cities/circular-economy-cities_cs

- [17] GREGOR, Jiří. *Pokročilé modely logistiky v oblasti odpadového hospodářství | Digitální knihovna VUT v Brně* [online]. Brno, 2019 [vid. 2022-05-06]. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství. . Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11012/139107>
- [18] KOUTNÁ MARIE. *Transportní systémy v odpadovém hospodářství* [online]. Brno, 2018 [vid. 2022-05-17]. Vysoké učení technické v Brně. Dostupné z: https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=173867
- [19] EVROPSKÁ KOMISE. *Nový akční plán pro oběhové hospodářství* [online]. 2020 [vid. 2022-04-12]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:52020DC0098>
- [20] *SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2010/75/EU* [online]. 2010 [vid. 2022-05-06]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex:32010L0075>
- [21] WHELANOVÁ, Markéta. Implementace práva EU do českého právního řádu – metody a problémy. nedatováno.
- [22] *Vyhláška č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady* [online]. 2021 [vid. 2022-05-06]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-273>
- [23] CENTRUM INOVACÍ A ROZVOJE. *Životní cyklus výrobku* [online]. [vid. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.cir.cz/>
- [24] CONCEPT42. *JAK SE RECYKLUJE PAPÍR* [online]. [vid. 2022-05-06]. Dostupné z: <https://www.trideniodpadu.cz/jak-se-recykluje-papir>
- [25] CONCEPT42. *JAK SE RECYKLUJE PLAST* [online]. [vid. 2022-05-06]. Dostupné z: <https://www.trideniodpadu.cz/jak-se-recykluje-plast>
- [26] *Rozdělení plastů – VACULA s.r.o.* [online]. [vid. 2022-05-17]. Dostupné z: <https://www.vacula.cz/prehled-polymeru/rozdeleni-plastu/>
- [27] BĚHÁLEK LUBOŠ. *Termoplasty – základní druhy* [online]. [vid. 2022-05-17]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/180/18.html>
- [28] *Plastový odpad a jeho recyklace v EU. Zpravodajství | Evropský parlament* [online]. 2021 [vid. 2022-05-17]. Dostupné z: <https://www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/society/20181212STO21610/plastovy-odpad-a-jeho-recyklace-v-eu-infografika>
- [29] CONCEPT42. *JAK SE RECYKLUJE SKLO* [online]. [vid. 2022-05-06]. Dostupné z: <https://www.trideniodpadu.cz/jak-se-recykluje-sklo>
- [30] CONCEPT42. *KOVY* [online]. [vid. 2022-05-17]. Dostupné z: <https://www.trideniodpadu.cz/kovy>
- [31] *Vyhledávání zařízení | Registr zařízení a spisů* [online]. [vid. 2022-05-06]. Dostupné z: <https://isoh.mzp.cz/RegistrZarizeni/Main/Vyhledat>
- [32] *Zpracování plastů - katalog firem* [online]. [vid. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.plasticportal.cz/cs/zpracovani-plastu/ka/832/>
- [33] *345/2021 Sb. Vyhláška o podrobnostech nakládání s vozidly s ukončenou životností* [online]. 2021 [vid. 2022-05-17]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-345>
- [34] *Autorizovaná obalová společnost | epravo.cz* [online]. [vid. 2022-05-06]. Dostupné z: <https://www.epravo.cz/top/clanky/autorizovana-obalova-spolecnost-17708.html#:~>
- [35] ALEŠ DUFKA. Druhotné zdroje energie MPO. *Statistika energetického využívání odpadů 1989-*

2019 [online]. nedatováno [vid. 2022-05-20]. Dostupné z: www.mpo.cz

- [36] EKO-KOM. *O společnosti a systému* [online]. nedatováno [vid. 2022-05-06]. Dostupné z: <https://www.ekokom.cz/cz/ostatni/o-spolecnosti/system-eko-kom/o-spolecnosti-a-systemu/>
- [37] EKO-KOM. *Výroční shrnutí 2020* [online]. 2020 [vid. 2022-05-06]. Dostupné z: https://www.ekokom.cz/wp-content/uploads/2021/09/Ekokom_vyrocní_shrnutí_2020_elektronické.pdf
- [38] EKO-KOM. *Sazebníky odměn od 1.1.2022* [online]. 2020 [vid. 2022-05-12]. Dostupné z: https://www.ekokom.cz/wp-content/uploads/2021/12/Priloha_3_Sazebníky_odmen_od_1Q_2022.pdf

11. Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obr. 1 Infografika hierarchie nakládání s odpady, upřednostňovány jsou způsoby uvedené na obrázku od shora dolů [3] | 11 |
| Obr. 2 Produkce KO v ČR mezi lety 2002 a 2018 [4] | 11 |
| Obr. 3 Ilustrativní obrázek složení KO (POH 2015-2024 MŽP) [6] | 14 |
| Obr. 4 Produkce KO a jeho složek v ČR pro rok 2020 | 18 |
| Obr. 5 Vývoj produkce KO a SKO v letech 2018, 2019 a 2020 | 18 |
| Obr. 6 Nakládání s komunálními odpady [13]..... | 19 |
| Obr. 7 Nakládání s KO v ČR mezi v letech 2009 – 2019, data ISOH [14] | 19 |
| Obr. 8 Ukázka seznamu zpracovatelských zařízení | 32 |
| Obr. 9 Skládkování v ČR mezi lety 2017-2020 [13]..... | 35 |
| Obr. 10 Obchodní vztahy v rámci podnikání společnosti EKO-KOM [36]..... | 37 |
| Obr. 11 Množství vytríděných obalových odpadů na obyvatele [37]..... | 37 |
| Obr. 12 Míra recyklace a materiálového využití systému EKO-KOM [37]..... | 40 |
| Obr. 13 Diagram metodiky vyhodnocení..... | 42 |
| Obr. 14 Ukázka neveřejných údajů ISOH..... | 43 |
| Obr. 15 Ukázka funkce XLOOKUP – hledání obsahu buňky dle 2 parametrů | 44 |
| Obr. 16 POSS v závislosti na hustotě zalidnění v zástavbě | 46 |
| Obr. 17 POSS v závislosti na hustotě zalidnění celkové výměry..... | 47 |
| Obr. 18 Diagram vytvoření clusterů 8, 9 a 10 | 48 |
| Obr. 19 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 1 | 50 |
| Obr. 20 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 2 | 51 |
| Obr. 21 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 3 | 51 |
| Obr. 22 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 4 | 52 |
| Obr. 23 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 5 | 52 |
| Obr. 24 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 6 | 53 |
| Obr. 25 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 7 | 53 |
| Obr. 26 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 8 | 54 |
| Obr. 27 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 9 | 54 |
| Obr. 28 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 10 | 55 |
| Obr. 29 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 11 | 55 |
| Obr. 30 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 12 | 56 |
| Obr. 31 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 13 | 56 |
| Obr. 32 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 14 | 57 |
| Obr. 33 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 15 | 57 |
| Obr. 34 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 16 | 58 |
| Obr. 35 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 17 | 58 |
| Obr. 36 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 18 | 59 |
| Obr. 37 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 19 | 59 |
| Obr. 38 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 20 | 60 |
| Obr. 39 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 21 | 60 |
| Obr. 40 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 22 | 61 |
| Obr. 41 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 23 | 61 |
| Obr. 42 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 24 | 62 |
| Obr. 43 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 25 | 62 |
| Obr. 44 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 26 | 63 |

| | |
|---|----|
| Obr. 45 Mapové podklady a délka komunikací pro Obec 27 | 63 |
| Obr. 46 Porovnání produkcí složek KO pro rok 2020 a odhad produkce k roku 2030 | 66 |
| Obr. 47 Porovnání finančních nákladů svozu pro scénář 2020 a scénář 2030..... | 70 |

12. Seznam tabulek

| | |
|--|--|
| Tab. 1 Údaje nakládání s komunálními odpady mezi roky 2017 a 2020 dle ČSÚ [13] | 20 |
| Tab. 2 Sazba poplatku za ukládání odpadů na skládku [1] | 24 |
| Tab. 3 Procenta, kterými se rozpočty podílejí na výnosu poplatků [1] | 25 |
| Tab. 4 Kategorie odpadů figurujících v čitateli výpočtu POSS [22] | 28 |
| Tab. 5 Kategorie odpadů figurujících ve jmenovateli výpočtu POSS [22] | 29 |
| Tab. 6 Limity pro skládkování a jiné způsoby přípravy odpadu [1] | 35 |
| Tab. 7 Základní odměna pro obce v rámci systému EKO-KOM [38] | 38 |
| Tab. 8 Odměna za obsluhu míst nádobového, pytlového či individuálního nádobového zpětného sběru v rámci systému EKO-KOM [38] | 38 |
| Tab. 9 Odměna za obsluhu sběrných dvorů, sběrných míst v rámci systému EKO-KOM [38] | 39 |
| Tab. 10 Odměna za obsluhu ostatních míst sběru v rámci systému EKO-KOM [38] | 39 |
| Tab. 11 Odměna za zajištění využití odpadů z obalů v rámci systému EKO-KOM [38] | 39 |
| Tab. 12 Odměna za zajištění energetického využití odpadů z obalů v rámci systému EKO-KOM [38] | 40 |
| Tab. 13 Shrnutí výsledků clusteringu | 48 |
| Tab. 14 Průměrné produkci složek KO na obec dle clusteru k roku 2020 | 65 |
| Tab. 15 Odhad pro rok 2030 průměrných produkcí složek KO na obec dle clusteru | 65 |
| Tab. 16 Odhadované změny produkce složek KO k roku 2030 | 66 |
| Tab. 17 Odhad svozových parametrů SKO | 67 |
| Tab. 18 Průměrné délky komunikací a výpočtová délka svozové trasy | 68 |
| Tab. 19 Celkové roční průměrné náklady svozu pro obce clusteru | 68 |
| Tab. 20 Odhad průměrné ceny svozu na tunu odpadu pro obce clusteru k roku 2020 | 69 |
| Tab. 21 Odhad průměrné ceny svozu na tunu odpadu pro obce clusteru k roku 2030 | 69 |
| Tab. 22 Procentuální změna ceny svozu dle složek KO mezi roky 2020 a 2030 | Chyba! Záložka není definována. |

13. Seznam použitých zkratk

| Zkratka | Význam |
|---------|---|
| KO | Komunální odpad |
| BRKO | Biologicky rozložitelný odpad |
| ČR | Česká republika |
| ČSÚ | Český statistický úřad |
| EU | Evropská unie |
| EVO | Energetické využití odpadu |
| ISOH | Informační systém odpadového hospodářství |
| MPO | Ministerstvo průmyslu a obchodu |
| MŽP | Ministerstvo životního prostředí |
| NO | Nebezpečný odpad |
| ObjO | Objemný odpad |
| OSM | Open Street Map |
| PE | Polyethylen |
| PET | Polyethylentereftalát |
| POH | Plán odpadového hospodářství |
| POSS | Podíl odděleně soustředované složky |
| PP | Polypropylen |
| PS | Polystyren |
| SKO | Směsný komunální odpad |
| TE | technickoekonomický (model) |
| VISOH | Veřejný informační systém odpadového hospodářství |
| ZEVO | Zařízení pro energetické využití odpadu |

14. Seznam Příloh

*Příloha 1 Seznam zpracovatelských zařízení v MS Excel, název souboru
Priloha_1_DP_Petr_Kudela*

*Příloha 2 TE vyhodnocení finančních nároků svozu v MS Excel, název souboru
Priloha_2_DP_Petr_Kudela*