

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA VYUŽITÍ STROJŮ



**Česká
zemědělská
univerzita
v Praze**

**ODPADOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ VE MĚSTĚ VELTRUSY
S NAVAZUJÍCÍM NÁVRHEM SYSTÉMU "DOOR TO DOOR"**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: doc. Ing. Vlastimil Altmann, Ph.D.

Bakalant: Tereza Pokorná

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tereza Pokorná

Aplikovaná ekologie

Název práce

Odpadové hospodářství ve městě Veltrusy s navazujícím návrhem systému "door to door".

Název anglicky

Waste management in the town of Veltrusy with the subsequent design of a "door to door" system.

Cíle práce

Na základě analýzy současného stavu odpadového hospodářství ve městě navrhnout sběr a svoz vybraných komodit v systému "od dveří ke dveřím".

Metodika

- 1 Úvod
- 2 Rešerše
- 3 Cíl práce a metodika zpracování
- 4 Návrh systému "door to door"
- 5 Diskuse
- 6 Závěr a doporučení pro praxi

Doporučený rozsah práce

cca 30 stran

Klíčová slova

komunální odpad, separovaný sběr, město, analýza, návrh systému

Doporučené zdroje informací

ALTMANN,V.,VACULÍK,P.,MIMRA, M.: (2010). Technika pro zpracování komunálního odpadu, ČZU Praha, Powerprint s.r.o., ISBN 978-80-213-2022-2, 1. vydání, 120 s.

EC, 2020a. Circular economy action plan: for a cleaner and more competitive Europe. [online]. ISBN 978-92-76-19070-7. Dostupné z:

https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/new_circular_economy_action_plan.pdf

MCKISNEY & COMPANY, 2015. Europe's circular-economy opportunity [online] [vid. 2021-01-09].

Dostupné z: <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/europes-circular-economy-opportunity#>

VOŠTOVÁ,V.,ALTMANN,V.,FRIES,J.,JEŘÁBEK,K.: (2009). Logistika odpadového hospodářství. ČVUT Praha, 5 – Technické vědy, ISBN 978-80-01-04426-1, 1. vydání, 349 s.

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Ing. Vlastimil Altmann, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra využití strojů

Elektronicky schváleno dne 31. 1. 2023

doc. Ing. Petr Šařec, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 31. 1. 2023

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 22. 03. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Vlastimila Altmanna, Ph.D. Další informace mi poskytli zaměstnanci Městského úřadu ve Veltrusích. Uvedla jsem všechny informační zdroje, ze kterých jsem čerpala.

Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

Ve Veltrusích dne:

Podpis:

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu práce panu doc. Ing. Vlastimilu Altmannovi, Ph. D. za trpělivost, odborné vedení a cenné rady při zpracování mé práce. Dále bych ráda poděkovala slečně Ing. Zhao Shuran za ochotu, pomoc a nasměrování při psaní rešerše. V neposlední řadě děkuji rodině za podporu při studiu.

ABSTRAKT

Bakalářská práce na téma „Odpadové hospodářství ve městě Veltrusy s navazujícím návrhem systému "door to door", měla za cíl navrhnout efektivnější systém nakládání s odpady a jejich podrobnou analýzu pro město Veltrusy.

Metodika práce spočívala v analýze současné produkce vybraných druhů odpadů a porovnání, zda je systém navržen optimálně nebo není. Dalším dílčím cílem bylo udělat výpočet potenciálního možného vytríděného odpadu z SKO. Kromě toho byla v práci stanovena potenciální výše finanční odměny od společnosti EKO-KOM.

Výsledky plynoucí z výsledného návrhu ukázaly snížení frekvence celkového počtu odvozů ze 150 jízd za rok na celkový počet 60, což je o více než polovinu méně. Aplikace systému by zajistila snížení dopravního zatížení ve městě a znečištění ovzduší. Zavedením systému sběru „door to door“ mohou Veltrusy využít vypočítaný potenciál k vytrídění SKO. Tím snížit jeho produkci, navýšit výtěžnost plastu, papíru a tím dosáhnout na vyšší finanční odměnu. Zároveň mohou mít občané větší motivaci k třídění, pokud budou mít sběrné nádoby na svém pozemku a nebudou nuceni docházet na blízké stanoviště.

Klíčová slova: komunální odpad, separovaný sběr, město, analýza, návrh systému

ABSTRACT

The bachelor thesis on the topic "Waste management in the town of Veltrusy with a follow-up proposal for a "door to door" system" aimed to propose a more efficient waste management system and its detailed analysis for the town of Veltrusy.

The methodology of the work consisted of analysing the current production of selected types of waste and comparing whether the system is designed optimally or not. Another sub-objective was to make a calculation of the potential sorted waste from MSW. In addition, the work determined the potential amount of financial reward from EKO-KOM.

The results from the final design showed a reduction in the frequency of the total number of collections from 150 trips per year to a total of 60, which is more than half less. The application of the system would ensure a reduction of traffic congestion in the city and air pollution. By introducing a door to door collection system, Veltrusy can use the calculated potential for sorting of WEEE. This will reduce its production, increase the recovery of plastic and paper and thus achieve a higher financial reward. At the same time, citizens may have a greater initiative to sort, if they have collection containers on their property and are not forced to go to nearby sites.

Key words: municipal waste, separate collection, city, analysis, system design

Obsah

1 Úvod	1
2 Cíl práce	2
3 Rešerše	3
3.1 Historie nakládání s odpady	3
3.1.1 První zmínky o nakládání odpadů v ČR	3
3.2 Současný stav OH v ČR	4
3.2. 1 Srovnání produkce s evropskými státy	5
3.3 Nakládání s odpady v ČR	6
3.4. Sběr odpadu.....	7
3.4 Motivační systémy zaměřené na sběr odpadu.....	12
3.4.1 Pay as you throw (PAYT).....	12
3.4.2 EKO – KOM.....	13
3.4.3 Smluvní odměny obcí.....	13
4 Metodika práce a zpracování.....	15
5 Vlastní práce	21
5.1 Charakteristika Veltrus.....	21
5.2. Analýza systému odpadového hospodářství ve Veltrusích	22
5.2.1 Vyhlášky	22
5.2.2 Výše poplatku za svoz odpadu	23
5.2.3 Svozové společnosti	23
5.2.4 Nakládání s vybranými druhy odpadu	24
5.2.5 Produkce a svoz SKO	24
5.2.6 Sběr a produkce tříděného odpadu ve městě	25
5.3 Pilotní projekt pytlového sběru odpadu	28
5.4 Náklady na odpadové hospodářství v obci.....	29
5.5 Základní hodnoty pro výpočet kapacity	30
5.5.1 Skutečný stav vytríděného odpadu.....	31
5.5.2 Potenciál k vytrídění komodit z SKO	32

5.6 Orientační výše odměny	33
5.7 Návrh systému „Door to Door“ a doporučení pro praxi	34
6 Diskuse a výsledky	37
7 Závěr a doporučení pro praxi	39
8 Přehled literatury a použitých zdrojů	40
Seznam tabulek	
Seznam obrázků	
Příloha	

SEZNAM ZKRATEK

Max.kap	maximální možná kapacita [$\text{m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$]
čs	četnost svozu [počet jízd]
pt	počet týdnů [počet]
obn	objem nádob [m^3]
pn	počet nádob [počet]
Prod.obx	produkce jednotlivých složek za všechny obyvatele [$\text{kg} \cdot \text{rok}^{-1}$]
po	počet obyvatel na 1 sběrné místo [počet]
produkce	produkce jednotlivých složek [$\text{kg} \cdot \text{obyvatel}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$]
Prod.oby	produkce jednotlivých složek za všechny obyvatele [$\text{m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$]
Ob.sl	objemová hmotnost vybraných složek z DO [kg]
Tříd.sb	výše odměny z tříděného sběru [Kč]
odměna	výše odměn stanovené EKO-KOMem
Pod.SKO	výše odměny s podílem vytříděné složky z SKO [Kč]
Pot. produkce	potenciální produkce [$\text{kg} \cdot \text{obyvatel}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$]
hmotnost SKO	celková hmotnost SKO [$\text{kg} \cdot \text{obyvatel}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$]
složka SKO	vybraná složka SKO obcí ČR [%]

1 Úvod

Odpadové hospodářství je jedním z nejdůležitějších témat současné doby, a to z důvodu rostoucího množství odpadů. Vznikají všude, kde se spotřebovávají suroviny, energie či zdroje.

Správné nakládání s odpady je dnes jednou z největších výzev, kterým lidská společnost čelí. Nesprávné nakládání s odpady, může zapříčinit negativní dopad. Současný systém nakládání s odpady se často potýká s výzvami, jako jsou nedostatečná efektivita, znečištění půdy, ohrožení biodiverzity, znečištění kolem sběrných míst a další rizika pro lidské zdraví.

Je stále důležitější hledat udržitelná řešení pro nakládání s odpady a snižování jejich negativního dopadu na životní prostředí. Cílem je analyzovat současný systém nakládání s odpady a identifikovat nedostatky stávajícího systému a představit výhody nového sběru od domu a navrhnout implementaci systému, aby bylo zajištěno jeho dlouhodobé udržení a efektivní provoz.

2 Cíl práce

Na základě analýzy současného stavu odpadového hospodářství ve městě navrhnout sběr a svoz vybraných komodit v systému "od dveří ke dveřím".

Na základě těchto skutečností byly definovány následující dílčí cíle:

- 1) Charakterizovat sledované území, složení obyvatelstva a analýza typu domů a bytů.
- 2) Analyzovat způsob nakládání s vybranými druhy odpadu a vývoj poplatku za svoz.
- 3) Zhodnotit výsledky pilotního projektu „pytlový sběr“.
- 4) Posoudit výdaje a příjmy v odpadovém hospodářství ve městě.
- 5) Vypočítat produkci vytríděného odpadu a potenciálního možného zlepšení.

3 Rešerše

3.1 Historie nakládání s odpady

Odpady vznikají již od pravěku. Kmeny, které putovaly, se s tímto problémem nesetkaly, opustily lokalitu dříve, než odstranění odpadu začalo být problém. Výhodou bylo, že převážná část odpadu pocházela z přírodních materiálů, které se jednoduše rozložily. Problémy s odpadem se začaly poprvé objevovat v době lidského osídlování (Lemann, 2008).

Ve Starověku došlo k úpadku s nakládáním odpadů, řada velkých měst se potýkala s nadměrným množstvím odpadu, který byl vyhozen před dům, a dále s ním nebylo nakládáno. Důsledkem stagnujícího odpadu docházelo k znehodnocení podzemní vody, ta způsobovala nemalé zdravotní potíže (Odpadový hospodář, 2023).

Pro odpadové hospodářství bylo mezníkem 19. století. Zvětšující se města, rostoucí průmyslová výroba vedly k vyšší produkci odpadu, a to vedlo k hledání funkčních systémů v nakládání s odpady. Za městy začaly vznikat skládky odpadu, uvnitř měst byl zaveden systém sběrných nádob a svoz odpadů za město (Kochánková, 2021).

3.1.1 První zmínky o nakládání odpadů v ČR

Opatření technického a organizačního charakteru ke zlepšení čištění a odvážení odpadků se v ČR začalo řešit teprve v 18. století, především v druhé polovině 19. století. Řád o čištění ulic pro Prahu vydal purkrabí hrabě Karel Chotek. A následně došlo k zavedení přesypných nádob, kanalizace a k regulaci zacházení se stavebním odpadem. V roce 1920 se v Praze používalo 170 otevřených vozů k vyvážení odpadků. O tři roky později v roce 1923 byl zaveden nádobový systém. Od roku 1930 se začaly používat Kuka vozy (např. značky Keller und Knappich Augsburg) (Odpadový hospodář, 2023)

Podnětem pro založení systému, který by třídil a odebíral obalové odpady, byla v roce 1994 snaha nápojového průmyslu umožnit každé firmě produkující balené zboží prodávat to, co spotřebitel požaduje, paralelně nezpůsobit nárůst odpadu na skládce. V roce 1997 založilo deset akcionářů neziskovou akciovou společnost EKO-KOM. Jejím založením začaly být realizovány pilotní projekty na různé varianty a možnosti sběru obalových odpadů v několika obcích ČR (EKO-KOM, 2021b).

3.2 Současný stav OH v ČR

Pro dnešní dobu je typický rychlý rozvoj technologií a rozvoj společnosti, s postupnou zvyšující se spotřebou narůstá objem odpadů a postupně ubývá primárních surovin. Hledají se a vyvíjejí nové technologie zacílené především na recyklaci, tj. opětovné využití odpad (Kochánková, 2021).

Nárůst stavebních odpadů mírně navýšil celkové množství odpadů i mírně vzrostlo i jejich materiálové využití. V roce 2021 bylo v ČR vyprodukováno 39,9 mil. tun všech odpadů, to je o 1,393 mil. více než v roce 2020, na jednoho obyvatele tak připadalo 3 799 kg všech odpadů. Nebezpečné odpady tvořily 1,6 mil. tun, ostatní odpady 38,3 mil. tun. Z celkové produkce všech bylo využito 87 %, z toho 84 % materiálově a 3 % energeticky, zbytek skončil na skládkách (MŽP, 2021).

Z toho podstatnou skupinu tvoří komunální odpady, v roce 2021 jich obyvatele ČR vyprodukovali 5,9 mil tun, vychází to na 562 kg na obyvatele. V celkové produkci tvořil komunální odpad 14,8 %. Polovina vyprodukovaných komunálních odpadů byla využita dále, z toho 38 % materiálově a 12 % energeticky. Na skládky bylo uloženo 48 % stejného množství komunálního odpadu jako v roce 2020 (MŽP, 2021).

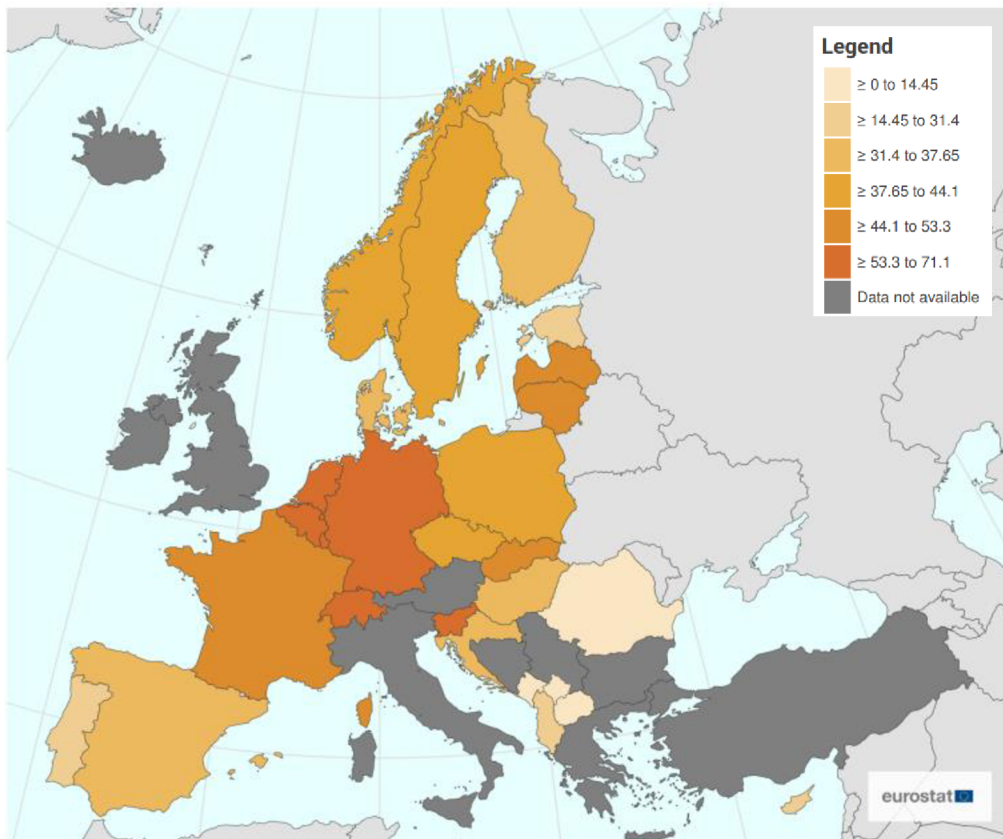
Tabulka 1: Produkce komunálních odpadů v ČR 2010-2021 [tis.t.]

Rok	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Produkce komunálních odpadů [tis. t]	5 362	5 388	5 193	5 168	5 324	5 274	5 612	5 691	5 782	5 879	5 730	5 904

(Zdroj: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpady_podrubrika/\\$FILE/OODP-Produkce_a_nakladani_2021-20221031.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpady_podrubrika/$FILE/OODP-Produkce_a_nakladani_2021-20221031.pdf))

Tabulka 1 zobrazuje produkci komunálního odpadu v ČR od roku 2010 až do roku 2021. Každý rok se hodnoty pohybují kolem 5,5 t, některé roky docházelo ke snížení. Od roku 2016 lze vidět postupný každoroční růst.

3.2. 1 Srovnání produkce s evropskými státy



Obrázek 1: Mapa míry recyklace komunálního odpadu v zemích EU

(Zdroj: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_11_60/default/map?lang=en)

Legenda v pravém horním rohu na obrázku 1 zobrazuje množství recyklovaného komunálního odpadu v poměru k celkovému množství vzniklého komunálního odpadu. Recyklace zahrnuje kompostování, materiálovou recyklaci, anaerobní rozklad a přípravu k opětovnému použití. Komunální odpad se skládá převážně z odpadu vyprodukovaného domácnostmi, ale může zahrnovat i podobné odpady vyprodukované malými podniky a státními institucemi, které jsou následně shromažďovány obcemi. V závislosti na místním systému nakládání s odpady se tato složka komunálního odpadu může v jednotlivých obcích a zemích lišit. V oblastech, které nejsou pokryty systémem sběru komunálního odpadu, se množství vyprodukovaného odpadu pouze odhaduje (Eurostat, 2023a).

Tabulka 2: Hodnoty míry recyklace ve státech EU

	2017	2018	2019	2020	2021
Belgie	53,9	54,4	54,7	51,4	53,3
Bulharsko	34,6	31,5	34,6	65,5	-
Česko	32,1	32,2	33,3	40,5	43,3
Německo	67,2	67,1	66,7	70,3	71,1
Chorvatsko	23,6	25,3	30,2	29,5	31,4
Maďarsko	35	37,4	35,9	32	34,9
Nizozemí	54,6	55,9	56,9	56,9	57,8
Polsko	33,8	34,3	34,1	38,7	40,3
Slovensko	29,8	36,3	38,5	45,3	48,9
Norsko	38,8	40,7	40,9	41	38,2

(Data převzata z: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_11_60/default/table?lang=en)

Tabulka 2 zobrazuje evropské státy v rozmezí od roku 2015 do roku 2021. Jejich procentuální úspěšnost dalšího zpracování komunálního odpadu ať už recyklací, kompostováním či nalezením další možnosti využití. Česká republika si v porovnání s jinými evropskými státy stojí velice dobře, každý rok dochází ke zlepšení zpracování odpadu oproti roku 2015, v porovnání s rokem 2021 došlo ke zlepšení o 30 %.

3.3 Nakládání s odpady v ČR

Pro sběr odpadu v ČR není zavedený jednotný systém, každá obec je zodpovědná za funkčnost zavedeného systému. Obce mají rozdílné potřeby pramenící z rozdílného počtu obyvatel, oblasti, kde se nacházejí a finančních možností apod (Tomášková, 2022).

Od 1.1.2021 vešel v platnost zákon č. 541/2020 Sb., zákon o odpadech, který upravuje nakládání s odpady. „Účelem tohoto zákona je zajistit vysokou úroveň ochrany životního prostředí a zdraví lidí a trvale udržitelné využívání přírodních zdrojů předcházením vzniku odpadů a nakládáním s nimi v souladu s hierarchií odpadového hospodářství za současné sociální únosnosti a ekonomické přijatelnosti tak, aby bylo dosaženo cílů odpadového hospodářství stanovených v příloze č. 1 k tomuto zákonu a umožněn přechod k oběhovému hospodářství.“

Podle zákona č. 541/2020 Sb., o odpadech, je „komunálním odpadem směsný a tříděný odpad z domácností, zejména papír a lepenka, sklo, kovy, plasty, biologický odpad, dřevo, textil, obaly, odpadní elektrická a elektronická 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.“

Zásadní význam má správné nakládání s odpady pro účinné využití zdrojů. Z KO lze získat odděleným sběrem využitelné složky, které lze přímo po recyklaci či úpravě dále využít (např. odděleně sebraný plasty, kovy, textil, sklo aj.) (Altmann, a kol, 2010).

3.4. Sběr odpadu

Základním prvkem systému nakládání s tuhými komunálními odpady je sběr odpadu. Orgány nakládající s odpady zavádějí a navrhují strategie sběru odpadů, které jsou podmíněny vlastnostmi sběrné zóny (např. typy budov, hustota obyvatelstva) a přijatelností různých metod (European commission , 2022a).

Nádobový sběr

Pro tento systém sběru se využívá separovaných nádob na vícenásobné použití. Může se jednat o nádobový sběr s výměnou nádob nebo s vyprazdňováním nádob, tento způsob je v ČR nejrozšířenější. Pro nádobový sběr s vyprazdňováním se používají nádoby s objemem 40 - 3 200 l, od sebe jsou barevně odlišeny. Obvyklé barevné členění je: bílá – čiré sklo, zelená – barevné sklo, žlutá – plasty, modrá – papír a lepenka, oranžová – nápojové kartony, hnědá – bioodpad, černá – směsný komunální odpad. Výhodou tohoto způsobu sběru je jeho dobrá akceptovatelnost občany a možnost výběru velikosti nádoby podle typu zástavby. Naopak nevýhodou jsou vysoké investiční náklady a možnost špatně zvolené lokality stanoviště (Voštová, a kol., 2009).

Nádobový sběr s výměnou nádob je nejčastěji aplikován pro sběr papíru, barevného a čirého skla. Zvnějšku je nádoba barevně odlišena a uvnitř je rozdělena

na dvě jednotlivé složky. Lze je operativně nasadit do problémových lokalit, kvůli menšímu objemu hrozí znečištění okolí při naplnění kontejneru (Havránková, 2005).

Pytlový sběr

V domácnostech jsou sesbírány jednotlivé složky komunálního odpadu do barevně odlišených pytlů (jutové, polyetylenové) o objemu 40–120 l, které občané v den svozu odnášejí na určené místo v obci nebo před svůj dům. Nejčastěji se pytlovým sběrem získává papír a plast. Skvělá volba operativního nasazení i z hlediska nižších investičních nákladů. Problém může být obtížné umístění pytlů v domácnostech převážně v bytových domech z důvodu nedostatku místa či následné znečištění komunikace (Voštová, a kol., 2009).

Beznádobový sběr

Beznádobový sběr je většinou sběrový papír, který je shromažďován v domácnostech a ve stanovený termín je ponechán na určeném místě (v bytovém domě), nebo před domem. Tento způsob separovaného sběru se taktéž nazývá „termínovaný“ nebo sběr „dům od domu“. Kladně lze hodnotit výši výtěžnosti srovnatelnou s nádobovým sběrem a nízkými investičními náklady. Naopak negativum je nezbytné poskytování aktuálních informací ohledně svozu obyvatelům a eventuální znečištění v okolí (Voštová, a kol., 2009).

Donáškový sběr

Donáškový sběr spočívá ve vytvoření optimální sítě barevně odlišených nádob o objemu 660 – 3 200 l na vybraném území obce. Nádoby bývají umístěny v oblasti se zvýšenou frekvencí obyvatel (zastávky, školy, restaurace apod.). Donášková vzdálenost by ideálně neměla přesáhnout vzdálenost 150 m. Tento způsob sběru je pro občany známý a dobře akceptovatelný a má nižší náklady než u odvozového sběru. Nevýhodou je nižší výtěžnost tříděného sběru než u odvozového a horší dostupnost pro starší občany (Kuraš, 2014).

Odvozový sběr

V ČR se odvozový sběr používá pro sběr směsného KO, dosahuje vysoké účinnosti především v zástavbě rodinných domů. Charakteristickou vlastností je krátká docházková vzdálenost ke sběrným nádobám, která by neměla přesahovat 50 m. Umístění nádob je různé, majitelé domů je mají umístěné na svém pozemku a v den odvozu je staví před dům na veřejnou komunikaci, naopak u bytových domů bývají nádoby umístěny před vchodem (Voštová, a kol., 2009).

Ve srovnání s donáškovým sběrem je zde vyšší výtěžnost a kvalita vyříděných složek KO. Pro majitele rodinných domů je to nejvíce akceptovatelné. Pro město je to větší finanční zátěž, v lokalitě s bytovými domy se nachází méně sběrných nádob, naopak v oblasti s rodinnými domy jich je více (Havránková, 2005).

Oba představené systémy donáškový a odvozový, jsou v ČR uplatnitelné, často dochází ke kombinaci obou možností. Nebo podle faktorů, odbytu sebraných odpadů, množství a zejména finančních možností, vybere se pro obec vhodný systém (Voštová, a kol., 2009).

Stacionární sběr

Všechny způsoby separovaného sběru jsou takto označovány, když musí na určené místo pro odložení separovaných složek KO občan dojít. Donáškový i odvozový sběr lze také označit jako stacionární s výjimkou sběru „dům od domu“ a pytlového sběru. Spadají sem například také sběr baterií v prodejnách s elektrotechnikou, nebo sběr léků v lékárnách (Havránková, 2005).

Mobilní sběr

Za tento sběr se považuje přistavení dopravního prostředku ke svozu a sběru oddělených složek KO do blízkosti občanů. Řadí se sem sběr „dům od domu“, pytlový sběr a všechny odvozy na vyžádání (např. odvoz kontejneru na stavební suť). Nejčastější forma MS je shromažďování nebezpečných složek KO, ve vyhlášených termínech obcí (Havránková, 2005).

Sběr odpadů od dveří ke dveřím „Door to Door“

Sběr odpadu „ode dveří ke dveřím“ obec přistaví občanům samostatné nádoby na plast, papír či bioodpad před dům. Sběrné nádoby si občané mohou vypůjčit od obce za malý poplatek nebo zdarma. Tyto nádoby jsou pravidelně vyváženy podle harmonogramu konkrétní obce (Mirela, a kol, 2022). Cílem systému je přimět lidi lépe třídít a snížit množství vyprodukovaného KO a omezit nepořádek kolek stanovišť s veřejnými kontejnery. Systém je zaveden již v desítkách obcí, nejdříve byl určený pouze pro rodinné domy, dnes už je zaveden i v bytových domech. Výhoda systému je, že není potřeba docházet k sběrnému stanovišti, každý občan si třídění hlídá sám. Podle výsledků v zavedených obcích lze vidět výrazné snížení směsného KO a efektivnější způsob třídění (Keményová, 2021).

Zavedení systému

Pro zavedení systému je potřeba, aby daná obec zvážila všechny aspekty a měla k dispozici potřebné informace. Je nezbytné vše komplexně propočítat, aby nedocházelo k nadhodnocení či podhodnocení svozů. V důsledku toho ke zvýšení celkových nákladů. Motivem pro zavedení systému třídění door to door je pohodlnější dostupnost pro občany, je dokázáno čím dále mají lidé kontejnery tím více klesá jejich ochota třídít. V návaznosti na zvýšení tříděných složek má město možnost získat vyšší odměny od společnosti EKO-KOM. Získané finance může poté použít na doplatek za odstranění komunálního odpadu a svozu. Zavedení systému poskytne obcím a městům čistší prostor kolem kontejnerového stání. V praxi může obec či město poskytnout svým občanům vypůjčení samostatné nádoby na papír, plast či bioodpad (viz. obrázek 2). Sběr může být také uskutečněn formou pytlového nebo nádobového sběru. Nádoby jsou pravidelně sváženy dle rozpisu svozovou firmou, se kterou má obec uzavřenou smlouvu. Svoz probíhá ve většině případů jedenkrát za měsíc, obce i města na svých webových stránkách nebo úřední desce vyvěsí kalendář s přesnými daty svozu. Sběr odpadu door to door ocení převážně starší a méně pohybliví občané (Obce jinak, 2020).

Pro co nejplynulejší přechod na tento systém je potřeba cílené kampaně, aby byl systém občany pochopen a akceptován. Ve většině obcí je k dispozici více informačních kanálů, jedním z pilířů komunikace s občany je obecní web či mobilní rozhlas. Na veřejných prostranstvích je efektivní vyvěsit vývěsky, dále vložit letáky do schránek (EKO-KOM, 2023e).



Obrázek 2: Fotografie barevných nádob na svoz plastu, papíru a komunálního odpadu

(Zdroj: <https://moderniobec.cz/ludgerovice-zavedly-novy-system-trideni-odpadu>)

Systém „Door to Door“ v praxi

Systém funguje celosvětově, ve Španělsku v obci Hernani funguje už od roku 2010. Z prvních výsledků získaných po měsíci vyplynulo, že objem zbytkového odpadu klesl o 80 %. Na konci roku obec skládkovala díky zavedenému systému 2 412 t oproti předešlému roku, kdy to bylo 5 219 t (Marc, 2013).

V ČR tento systém také funguje a obce dosahují příznivých výsledků. Pokud jsou obce rozděleny do kategorií podle počtu obyvatel, můžeme sledovat, že sběr funguje v malých i velkých obcích.

V kategorii od 1001–2000 obyvatel je obec Želiv, systém zavedla v květnu 2020 s celkovou produkcí SKO 2 140 t, po roce fungování ukazují výsledky pokles SKO o 405 t na celkovou produkci 1 735 t (SOMPO, 2021).

V kategorii od 2001-10 000 obyvatel je město Chropyně, které vyprodukovala před zavedením v roce 2020 679,1 t SKO, v roce 2021 už činila produkce 596,9 t odpadu (Město Chropyně, 2022).

Do kategorie nad 10 000 obyvatel patří město Rokycany, door to door systém zde byl zavedený v roce 2022 a výsledky lze snadno porovnat s rokem 2021, kdy celková produkce SKO tvořila 3 309, 5 t a po zavedení systému to bylo 2 793,06 t (Komunální ekologie, 2023).

Na základě tohoto systému fungují i jiná kompletní řešení a tím je například systém MESOH.

Motivační a evidenční systém odpadového hospodářství v České republice využívá cca 100 obcí. Tento typ sběru je realizován formou pytlů nebo v podobě barevných popelnic, na sídlištích formou kontejnerů. Všechny tříděný i směsný odpad je evidován formou čárových, eventuelně QR kódů. Město má přehled o produkci celkového odpadu jednotlivých domácností, původci odpadu a počtu odvezeného odpadu. Na základě evidence jsou jednotlivým domácnostem udělovány tzv. EKO body. Na počtu získaných bodů mají jednotlivé domácnosti nárok na slevu na poplatku. MESOH oproti podobným systémům nefunguje na principu „třídíš – platíš méně“ a „netřídíš – platíš více“. Snaží se zohlednit, zda osoba kompostuje, ekologicky vytápí domácnost či předchází vzniku odpadu. Výhodou systému je aplikace, kde lze sledovat celkovou produkci odpadu všech osob přihlášených ke kontejneru (Moje odpadky, 2023).

MESOH není jediný systém řešení odpadového hospodářství v ČR, existují další modifikace např. systém JRK.

3.4 Motivační systémy zaměřené na sběr odpadu

Základem je správné vysvětlení systému občanům, aby ve třídění viděli smysl pro sebe, obec a životní prostředí.

3.4.1 Pay as you throw (PAYT)

V překladu „zaplat' kolik vyhodíš“, uplatňuje princip „znečišťovatel platí“. Poplatník platí podle skutečného množství vyprodukovaného odpadu, na základě toho mu je regulována výše poplatku. Zjednodušeně menší produkce směsného odpadu, nižší poplatek (Ukkonen, a kol., 2021).

System může fungovat ve více formách, uživatel platí za počet kilogramů nebo podle objemu nádoby. Všechny nádoby potřebují identifikaci jednotlivých uživatelů např. QR kódem nebo elektronickým čip na nádobě (European commission , 2022b).

3.4.2 EKO – KOM

Společnost EKO-KOM je autorizovanou obalovou společností, jež byla založena v roce 1997. Jedná se neziskovou akciovou společností, jejíž důležitost spočívá v provozu efektivního celorepublikového systému zajišťujícího třídění, recyklaci a využití odpadu (EKO-KOM , 2021a).

Fungování systému EKO-KOM

Celý systém je založený na spolupráci průmyslových podniků, měst a obcí. Podnikatelé a osoby produkující balené zboží si sjednají smlouvu se společností EKO-KOM a následně v každém čtvrtletí poskytnou údaj o uvedeném množství obalů, distribuovaných na trh nebo do oběhu na území České republiky. Na základě množství vzniklých obalů vyčíslí společnost EKO-KOM výši poplatku za své služby. Získané prostředky společnosti jsou dále využity na úpravu obalových produktů a také na financování sběrného systému. Finance společnosti jsou taktéž investovány do úpravy odpadů a v případě potřeby do zpracování některých specifických druhů odpadu, pro které existuje málo dostupných možností zpracování (EKO-KOM , 2023d).

3.4.3 Smluvní odměny obcí

Společnost má smluvně nastavené odměny pro obce, které jsou tvořeny několika složkami. Součtem jednotlivých složek je výsledná odměna za:

- a) zajištění míst zpětného odběru,
- b) obsluhu míst zpětného odběru,
- c) zabezpečení využití odpadů z obalů, jestliže není tato složka stanovená jako nulová,
- d) garanci energetického využití odpadů z obalů, jestliže není tato složka stanovená jako nulová (EKO-KOM , 2023c).

Povinnosti společnosti EKO-KOM

Pro efektivnost a správné fungování musí společnost EKO-KOM zajišťovat několik činností. Mezi významné činnosti patří zajištění nepřetržitého zpětného odběru a následné využití obalů. K dalšímu zpracování putují již vyříděné obaly. Systém je inspirován modely, které jsou provozovány v evropských zemích a tvoří integrovanou součást nakládání s komunálním odpadem. EKO – KOM kromě zajištění zpětného odběru a následné využití obalů a obalových produktů nabízí poradenské služby pro své klienty, informační vzdělávací programy. Vypracovává různé studie a výzkumy týkající se odpadů a dále spravuje vztahy s partnery, s kterými uzavřely smlouvu (EKO-KOM , 2023d).

4 Metodika práce a zpracování

Bakalářská práce obsahuje analýzu zájmové oblasti Veltrusy z hlediska počtu nádob, četnosti svozů, maximální možné kapacity a výpočtu současné výtěžnosti vybraných tříděných složek a jejich potenciálu k vyřídění.

Tabulka 3: Vstupní hodnoty pro výpočet maximální kapacity

Č. sloupce	1	2	3	4
Druh odpadu	Počet nádob [ks]	Objem nádob [m ³]	Četnost svozu 1x za ...	Maximální možná kapacita (objem) [m ³ .rok ⁻¹]
Papír				
Plast				
Sklo				
Nápojový kartón				
Kovy				

(vlastní zpracování podle výukových materiálů na moodle.czu.cz)

Pro výpočet maximální možné kapacity nádob [m³.rok⁻¹] byl použit následující vzorec:

$$\text{Max.kap} = \text{čs} * \text{pt} * \text{obn} * \text{pn} \quad [\text{m}^3.\text{rok}^{-1}] \quad /1/$$

Max.kap ... Maximální možná kapacita [m³.rok⁻¹]

čs ... četnost svozu [jednou za]

pt ... počet týdnů [počet]

obn ... objem nádob [m³]

pn ... počet nádob [počet]

Tabulka 4: Hodnoty skutečné produkce vyříděného odpadu

č. sloupce	1	2	3	4	5	6
Druh odpadu	Počet obyvatel města na všechny komodity [počet]	Maximální možná kapacita (objem) [m ³ .rok ⁻¹]	Produkce jednotlivých složek [kg.ob ⁻¹ .rok ⁻¹]	Produkce jednotlivých složek za všechny obyvatele [kg.rok ⁻¹]	Produkce jednotlivých složek za všechny obyvatele [m ³ .rok ⁻¹]	Systém je navržen optimálně? ANO/NE
Papír						
Plast						
Sklo						
Nápojový kartón						
Kovy						

(vlastní zpracování podle výukových materiálů na moodle.czu.cz)

Hodnoty produkce jednotlivých složek v kg na obyvatele za rok jsou převzaty od společnosti EKO-KOM a zapsány do tabulky 5. Hodnoty byly následně využity ve vzorci pro výpočet produkce jednotlivých složek za všechny obyvatele v m³ za rok.

$$Prod.obx = po * produkce \quad [kg.rok^{-1}] \quad /2/$$

Prod.obx ... produkce jednotlivých složek za všechny obyvatele [kg.rok⁻¹]

po ... počet obyvatel na 1 sběrné místo [počet]

produkce ... produkce jednotlivých složek [kg.obyvateľ⁻¹.rok⁻¹]

Tabulka 5: Produkce separovaného odpadu jednotlivých složek [kg.obyvateľ⁻¹.rok⁻¹]

Odpad	Hodnota separovaného sběru	Zastoupení
	[kg.obyvateľ ⁻¹ .rok ⁻¹]	[%]
Papír, lepenka	22,5	
Plasty	16,8	
Sklo směs	15,2	
Sklo bílé	-	
Nápojový karton	0,5	
Kovy	16,8	
Celkem	71,8	
Směsný KO (SKO)	194 kg	100 %

(Vlastní zpracování, data převzata z www.ekokom.cz)

Pro převedení produkce jednotlivých složek za všechny obyvatele v kg za rok na m³ bylo potřeba využít objemové hmotnosti vybraných složek z DO. Hodnoty objemové hmotnosti byly převzaty od společnosti EKO-KOM a přešpané do tabulky 6.

$$Prod. oby = \frac{Prod.obx}{Ob.sl} \quad [m^3.rok^{-1}] \quad /3/$$

Prod.oby ... produkce jednotlivých složek za všechny obyvatele [m³.rok⁻¹]

Ob.sl ... Objemová hmotnost vybraných složek z DO [kg.m³]

Tabulka 6: Objemová hmotnost složek jednotlivých složek z KO [kg.m³]

Složka z KO	
Papír	35
Plast	20
Sklo barevné	130
Sklo čiré	150
Nápojový karton	60
Kov	50

(Vlastní zpracování, data převzatá z www.ekokom.cz)

Pro vyhodnocení, zda je systém navržen optimálně či ne, je porovnávána maximální možná kapacita nádob za rok v m³ s produkcí jednotlivých složek za všechny obyvatele v m³ za rok.

Tabulka 7: Výpočet potenciálních hodnot k vyřídění SKO

č. sloupce	1	2	3	4	5	6
Druh odpadu	Maximální možná kapacita (objem) [m ³ .rok ⁻¹]	Produkce jednotlivých složek [kg.ob. ⁻¹ .rok ⁻¹]	Produkce jednotlivých složek za všechny obyvatele [t.rok ⁻¹]	Produkce jednotlivých složek za všechny obyvatele [m ³ .rok ⁻¹]	Součet obou produkcí jednotlivých složek za všechny obyvatele [m ³ .rok ⁻¹]	Systém je navržen optimálně? ANO/NE
Papír						
Plast						
Sklo						
Nápojový kartón						
Kovy						

(Vlastní zpracování podle výukových materiálů na moodle.czu.cz)

Pro spočítání potenciální produkce složek v kg na osobu za rok je potřeba použít vzorec:

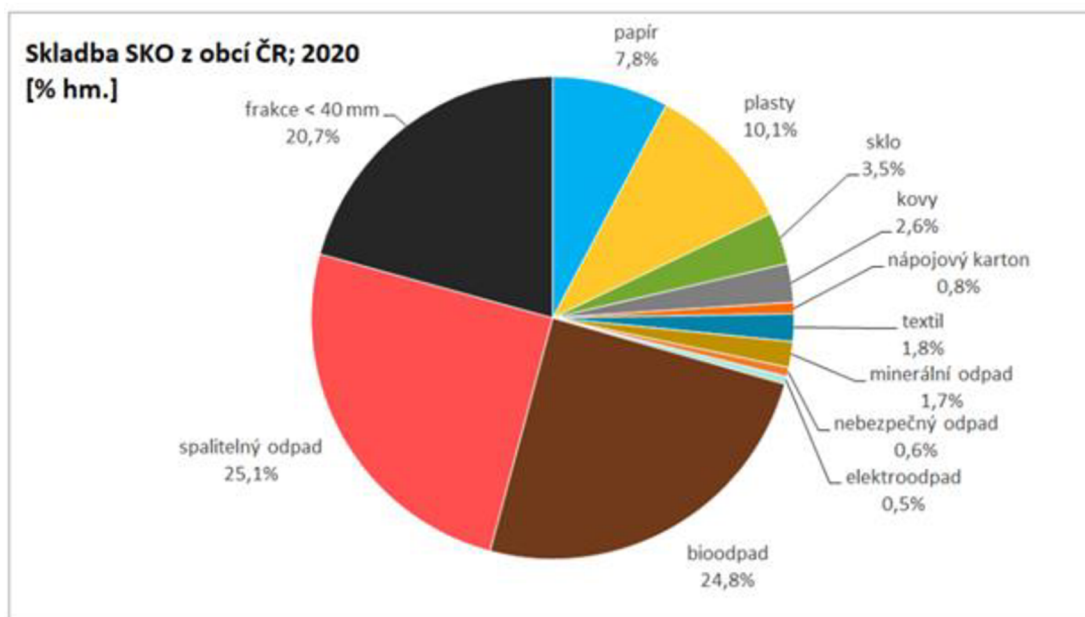
$$\text{Pot. produkce} = \text{hmotnost SKO} * \text{složka SKO} \quad [\text{kg.obyvateľ}^{-1}.\text{rok}^{-1}] \quad /4/$$

Pot. produkce ... potenciální produkce [kg.obyvateľ⁻¹.rok⁻¹]

hmotnost SKO ... celková hmotnost SKO [kg.obyvateľ⁻¹.rok⁻¹]

složka SKO ... vybraná složka SKO z obcí ČR [%]

Zda je systém navržen optimálně je zjištěno srovnáním max. kapacity a součtu produkcí.



Obrázek 3: Graf skladby SKO z obcí ČR

(Zdroj: <https://www.ekokom.cz/rozbory-skladby-smesneho-komunalniho-odpadu-z-obci-v-roce-2020/>)

Tabulka 8: Výše základních odměn pro města od 2 001 až 5 000 obyvatel

Platná od 1. 1. 2023

Veřejná sběrná síť (nádobový sběr, pytlový sběr, individuální nádob sběr organizovaný v rámci obce)

Velikost sídla	Odměna za obsluhu míst zpětného odběru (Kč/t vyříděných obalových KO, bez DPH)					
	Papír	Plast	Sklo směsné	Sklo čiré	Nápojový karton	Kov
2 001 až 5 000 obyvatel	4 260	6 900	1 070	1 070	6 900	6 900

(vlastní zpracování, data převzata z www.ekokom.cz/cz/obce-a-mesta/smluvni-odmeny-obci/)

Tabulka 9: Výpočet potenciální možné odměny za separované odpady

	Odměna za vytríděné odpady ze sledovaného stanoviště [Kč.rok ⁻¹]		
	Z tříděného sběru	S podílem vytríděné složky z SKO	Celkem
Papír			
Plast			
Sklo			
Nápojový kartón			
Kovy			

(Vlastní zpracování podle výukových materiálů na moodle.czu.cz)

Pro orientačních výpočet možných odměn za další dotřídění SKO byly použity hodnoty ze zkrácené tabulky 9, ta obsahuje hodnoty pro město Veltrusy. Celá tabulka je přiložena v příloze.

$$Tříd.sb = \frac{Prod.obx}{1000} * odměna \text{ [Kč]} \quad /5/$$

Tříd.sb ... výše odměny z tříděného sběru [Kč]

odměna ... výše odměn stanovené EKO-KOMem

Pro zjištění orientační odměny s podílem vytríděné složky z SKO byl použit vzorec:

$$Pod.SKO = \frac{Prod.obx}{1000} * odměna \text{ [Kč]} \quad /6/$$

Pod.SKO ... výše odměny s podílem vytríděné složky SKO [Kč]

5 Vlastní práce

5.1 Charakteristika Veltrus

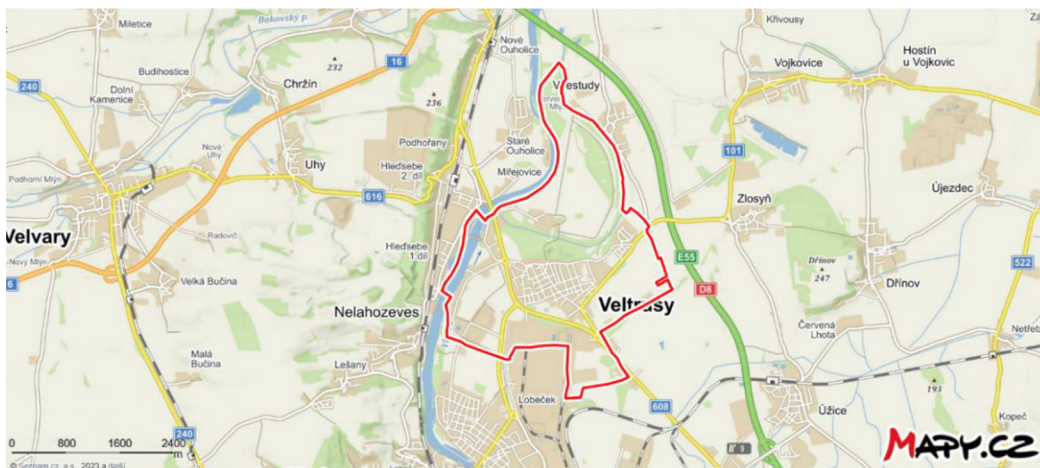
Veltrusy jsou významnou archeologickou oblastí Dolního Povltaví. První zmínka o Veltrusích pochází z roku 1226 z vlády Přemysla Otakara I., kdy bylo město darováno klášteru v Doksanech. Od té doby se zde vystřídalo minimálně 12 majitelů. Největší změny zde proběhly, když panství dostal věnem Václav Antonín Chotek (Špecinger, 1973).

S rostoucím postavením V. A. Chotka, byla potřeba vzniku reprezentačního sídla. V. A. Chotek nechal postavit nedaleko břehu Vltavy a Veltrus malý lovecký zámek, který je vrcholnou barokní stavbou, jejíž založení se dokládá k roku 1704. Na dvoře stojí řada alegorických soch, představující měsíce a roční období. Sochy pochází z dílny Matyáše Bernarda Brauna (Národní památkový ústav, 2023). Zámek je obklopen parkem, který je volně přístupný veřejnosti, zároveň patří mezi 5 nejstarších přírodně krajinářských parků v Čechách (Veltrusy, 2023a).

Areál je spravován Národním památkovým ústavem, který ho v roce 2002 prohlásil za národní kulturní památku (Národní památkový ústav, 2023).

Další zajímavou historickou památkou je kaple Kinských. Kaple byla postavena na památku skonu Ferdinanda Kinského, který si tu při pádu z koně rozbil lebku a v důsledku toho zemřel.

Než byla hladina Vltavy regulovaná, obec a okolí sužovaly četné povodně. Řeka tvořila kolem svých dvou koryt spoustu tůní a slepých ramen. Občas docházelo k zaplavení Veltrus ze všech stran. I v dnešní době zde občas dochází k záplavám, v porovnání s pohromami před regulací jsou bezvýznamné (Špecinger, 1973). Největší povodně postihly město v roce 2002.



Obrázek 4: Mapa geografického umístění obce Veltrusy

(Zdroj:

<https://mapy.cz/zakladni?l=0&q=veltrusy&source=muni&id=3908&ds=2&x=14.3260264&y=50.2780754&z=13>)

Popisované území se nachází ve Středočeském kraji v okrese Mělník. Svoji rozlohou se město rozprostírá na rozloze 801 ha v nadmořské výšce 172 m n. m. (Mistopisy.cz, 2023). K 1.1.2022 žilo ve městě 2 263 obyvatel (ČSÚ , 2022a).

Podle Sčítání lidu, domů a bytů (SLDB) 2021 se ve Veltrusích nachází celkem 705 obydlených domů. Z toho je 689 rodinných domů a 16 bytových (ČSÚ , 2021b).

5.2. Analýza systému odpadového hospodářství ve Veltrusích

5.2.1 Vyhlášky

Obecně závazná vyhláška č. 2/2021 stanovuje systém odpadového hospodářství ve Veltrusích. Ve vyhlášce je uvedeno, jak odděleně soustřeďovat tříděný odpad, kde soustřeďovat nebezpečné složky komunálního odpadu, objemný odpad a směsný komunální odpad. Dále je tam stanoveno, jak nakládat s movitými věcmi v rámci předcházení vzniku odpadu či jak nakládat s výrobky s ukončenou životností. Vyhláška č. 3/2021 o místním poplatku za obecní systém odpadového hospodářství stanovuje výši poplatku za odpadové hospodářství ve městě.

5.2.2 Výše poplatku za svoz odpadu

Výše poplatku za svoz a odstranění odpadu se postupem let navyšovala. Do roku 2017 se výdaje v odpadovém hospodářství na osobu pohybovaly kolem 1000 Kč. Výše poplatku pro občany činila 500 Kč na osobu a město doplácelo přibližně polovinu. Z důvodu zvýšení celkových nákladů města v odpadovém hospodářství na 1 500 Kč na osobu došlo v roce 2018 k navýšení poplatku na 600 Kč na osobu. V letech 2019 a 2020 se celkové náklady stále pohybovaly kolem stejné částky a město stále doplácelo cca 900 Kč na osobu. V důsledku toho v roce 2021 došlo k dalšímu zvýšení poplatku, a to na 800 Kč na osobu, tato částka zůstává stejná i v letošním roce 2023. Poplatek neplatí pro děti do čtyř let (Veltrusy, 2021b).

5.2.3 Svozové společnosti

Svoz směšného komunálního odpadu a tříděného odpadu zajišťuje společnost FCC Česká ep., s.r.o. ve spolupráci se společností Recovera Využití Zdrojů (Strategický plán Veltrusy, 2019). Firma FCC patří k významným evropským firmám, které se zabývají nakládáním s odpady a poskytují komunální služby. Majitelem společnosti je od roku 2006 španělská společnost FCC. Firma působí v České republice od roku 1991, v současnosti je v ČR největší společností v odpadovém hospodářství (FCC Environment, 2023). Recovera je nově od dubna 2022, přejmenovaná společnost SUEZ CZ, kdy se sloučily i její dvě dceřiné společnosti Recovera Facility (SUEZ Facility) a Recovera Technický servis (SUEZ Technický servis). Společnost recykluje plastové odpady a snaží se najít další materiálové nebo energetické využití pro odpad, aby nekončil na skládce. Zasadila se o omezení skládkování a byla u založení České asociace oběhového hospodářství (Recovera, 2022).

Technické služby města (organizační složka města) obstarávají část činností v odpadovém hospodářství – pravidelný svoz bioodpadu, chod odpadkových košů, úklid a péči o zeleň (Vrbová, 2018).

Ve městě se nachází kontejnery a sběrné místo na použitý textil, který sváží společnost DIMATEX CZ spol. s. r. o. a TextilEco a. s.

Město má uzavřenou smlouvu s ASEKOL s. r. o. a ELEKTROWIN a. s. na svoz použitých elektrozařízení a baterek na místech zpětného odběru (Vrbová, 2018).

5.2.4 Nakládání s vybranými druhy odpadu

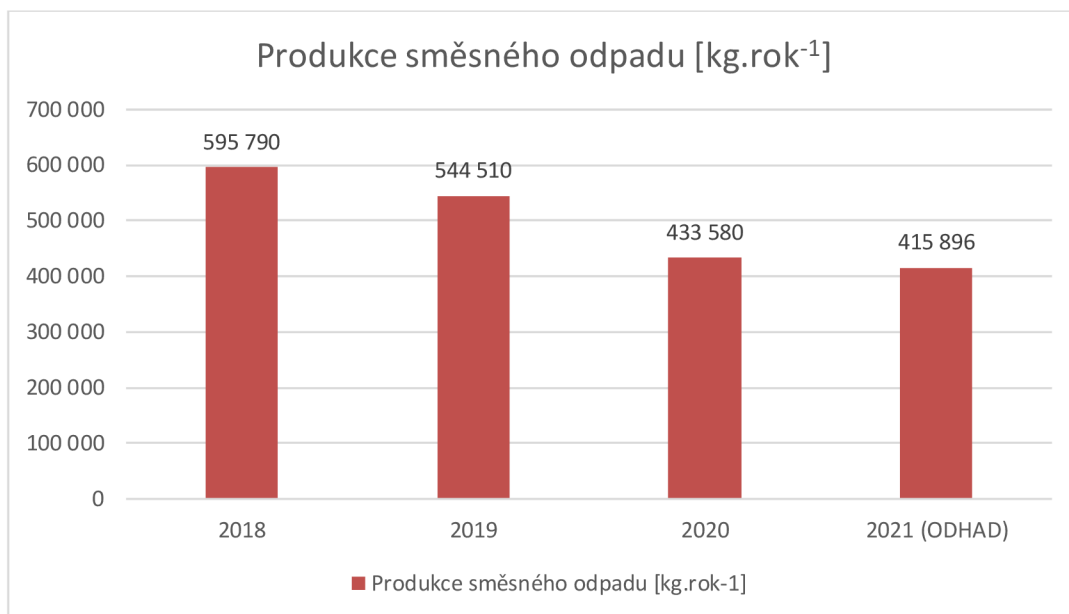
Podle obecně závazné vyhlášky č. 2/2021 jsou občané povinni odděleně soustřeďovat následující složky:

- a) papír,
- b) plasty,
- c) nápojové kartony,
- d) sklo,
- e) kovy,
- f) biologicky rozložitelné odpady,
- g) nebezpečné odpady,
- h) objemný odpad,
- i) jedlé oleje a tuky,
- j) směsný komunální odpad (zbytkový komunální odpad po vytrídění využitelných složek, objemných a nebezpečných odpadů).

5.2.5 Produkce a svoz SKO

Četnost svozu komunálního odpadu je jedenkrát za čtrnáct dní ve čtvrtek, město je rozdělené na dvě části, lichý týden se sváží lokalita u hřbitova a sudý týden lokalita u školy včetně ulice Palackého. Rodinné domy mají svoje vlastní popelnice se známkami doma nebo postavené na svém pozemku, zatímco domy s bytovými jednotkami mají společný kontejner o objemu 1 100 l, podle počtu bytových jednotek je stanoven počet kontejnerů pro danou lokalitu (Veltrusy , 2023c).

Směsný komunální odpad je následně svážen především na skládku Uhy (Strategický plán Veltrusy, 2019).



Obrázek 5: Graf produkce směsného odpadu

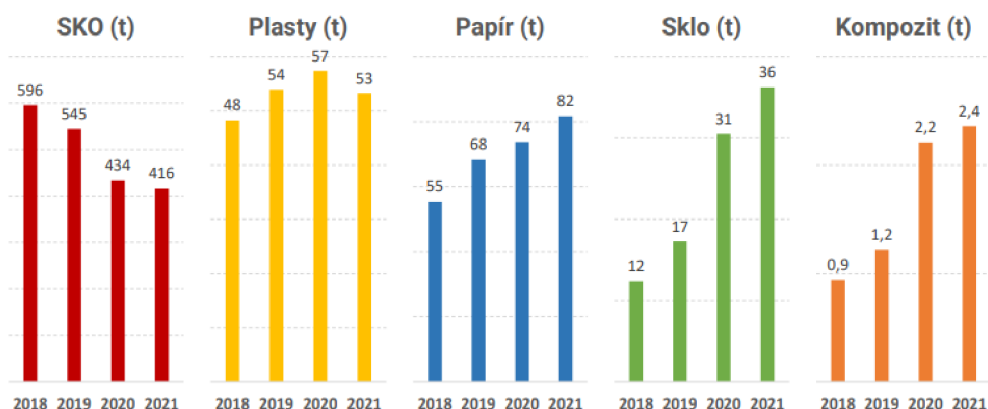
Obrázek 5 ukazuje celkovou produkci směsného odpadu, z toho vyplývá, že produkce každý rok klesá, v roce 2018 celkové množství vyprodukovaného směsného odpadu tvořilo 595 790 kg za rok na osobu tak připadlo 282, 2 kg za rok. V porovnání s celorepublikovým průměrem, který činil 198,5 kg za rok, vyplývá silné převýšení průměru. V roce 2019 tvořila celková produkce 544 510 kg za rok, na osobu tak spadalo 255,5 kg za rok. Celorepublikový průměr měl hodnotu 195,6 kg na osobu, což bylo mnohonásobně menší. K největšímu snížení celkového množství směsného odpadu došlo v roce 2020, a to na 433 580 kg za rok. V porovnání s rokem 2018 došlo celkově ke snížení o 110 930 kg za rok. Na osobu tak spadalo 196,4 kg za rok, což bylo nejbližší celorepublikovému průměru, který činil 198 kg za rok. (Veltrusy , 2021b). Pro výpočet celorepublikového průměru byla využita data z MŽP (MŽP, 2021).

Po sjednocení údajů MŽP a ČSÚ produkce komunálních odpadů v ČR odpovídá zhruba průměru EU (Eurostat, 2023b).

5.2.6 Sběr a produkce tříděného odpadu ve městě

V obci je zaveden donáškový systém sběru s osmi sběrnými stanovišti. Všechny kontejnery mají stejný objem 1 100 l. Na každém stanovišti se nachází kontejner na sklo, papír a plast. Počet kontejnerů na plast a papír se stanovuje podle

předpokládané velikosti zástavby a počtu obyvatel, kteří dané sběrné místo využívají. Převážně se jedná o jeden až tři kontejnery, ostatní druhy kontejnerů jsou po jednom kuse. Všechny sběrné nádoby mají své typické barvy modré nádoby – papír, zelené nádoby – sklo, žluté nádoby – plast, černé nádoby s oranžovým víkem – nápojové kartony, světle šedé nádoby (zvony) – kovy, černé nádoby s červeným víkem a otvorem na láhve – jedlé oleje a tuky, hnědé nádoby – bioodpad. V obci se nachází celkem patnáct nádob na papír, dvacet nádob na plast, osm nádob na barevné sklo, osm nádob na nápojový karton, čtyři nádoby na kov, dvě nádoby na pleny, tři nádoby na textil, dvě nádoby na elektro a dvě nádoby na olej. Svoz papíru a plastu probíhá třikrát týdně, papír je svážen úterý, pátek, neděle, zatímco plast je svážen pondělí, středa a sobota. Kovy, oleje a tetrapaky jsou sváženy jedenkrát za měsíc (Veltrusy , 2023d). Popelnice na bioodpad jsou poskytnuty domácnostem na vyžádání, roční poplatek činí 1 330 Kč. Jejich svoz probíhá jednou za čtrnáct dní, každé sudé pondělí (Veltrusy , 2023c).

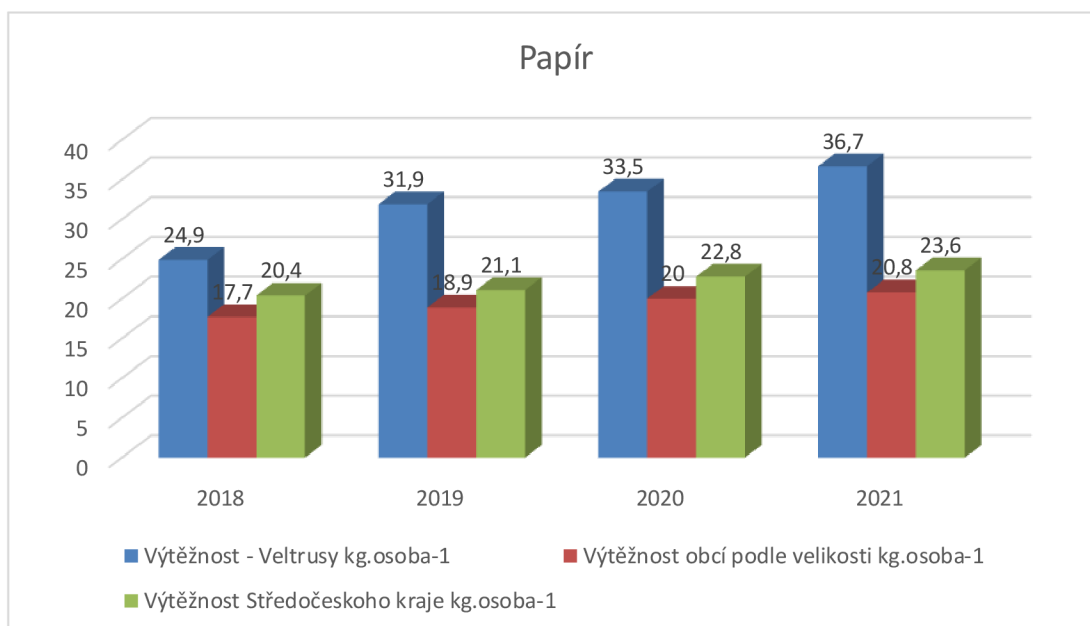


Obrázek 6: Graf produkce vybraných odpadů za poslední čtyři roky – rok 2021 je odhad

(Zdroj: Beseda města Veltrusy)

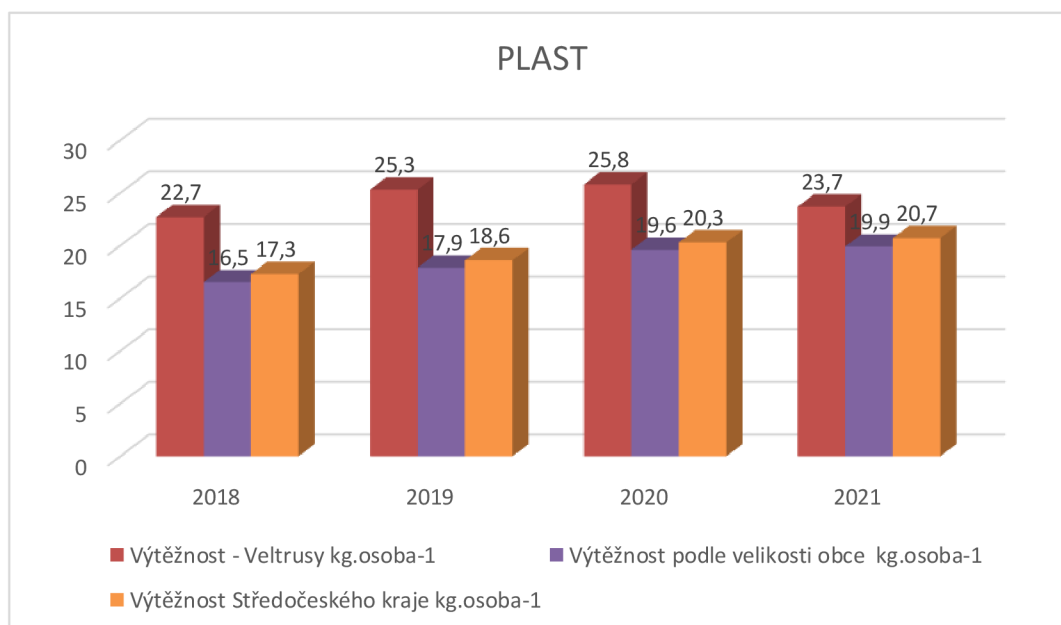
Na obrázku 6 je zobrazeno srovnání v průběhu čtyř let pět tříděných složek. Z grafu smíšeného komunálního odpadu vyplývá, že každý rok dochází ke snížení produkce, a naopak navýšení dalších tříděných složek. U grafu s plasty je pozorována zvýšená míra třídění, i když v 2021 se předpokládá menší vytříděnost. Je předpokládáno, že je to v důsledku konce epidemie nemoci koronaviru COVID – 19 a návratu zpět do práce. Z grafu s množstvím vyprodukovaného papíru vyplývá konstantní růst a předpokládá se tak i v dalších letech. Postupně je pozorován zvýšený zájem o třídění skla. Největší rozdíl v produkci je v roce 2018 a roce 2020,

kdy došlo k zvýšení vytříděnosti o 19 t. U tetrapaku neboli kompozitu je zaznamenán poměrně velký nárůst, pokud je srovnáván rok 2018, kdy to bylo pouze 0,9 t, v roce 2019 bylo vytříděno o 1,2 t více.



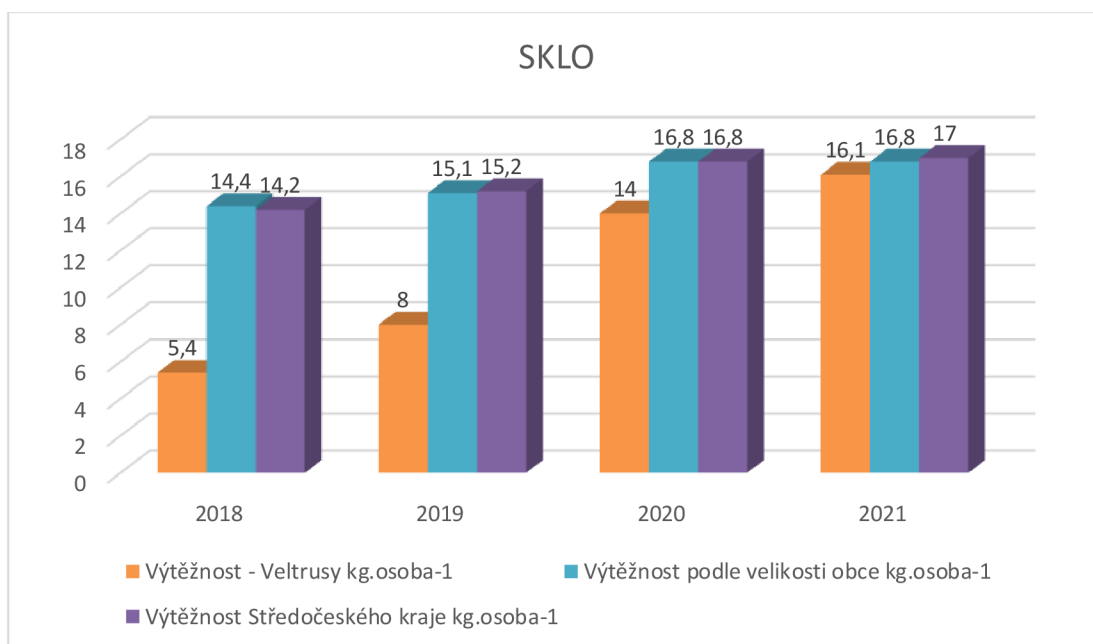
Obrázek 7: Graf srovnání výtěžnosti papíru města s krajem a obcí podobné velikosti

Na obrázku 7 s výtěžností papíru jsou zobrazeny tři sloupce z různých kategorií. Město v porovnání s oběma kategoriemi vytřídí nadprůměrné množství papíru, např. v roce 2020 je to o jednu třetinu více v porovnání s městy podobným počtem obyvatel (EKO-KOM , 2022f).



Obrázek 8: Graf srovnání výtěžnosti plastu města s krajem a městy podobné velikosti

Na obrázku 8 je zobrazena výtěžnost plastu a její srovnání. Město má nejen vyšší vytříděnost na osobu, než mají obce s podobným počtem obyvatel, ale než je průměrná vytříděnost Středočeského kraje. Naopak z grafu vyplývá podobná vytříděnost průměru Středočeského kraje a obce s počtem obyvatel v rozmezí 1 001 až 4 000 (EKO-KOM , 2022f).



Obrázek 9: Graf srovnání výtěžnosti skla s krajem a městy s podobným počtem obyvatel

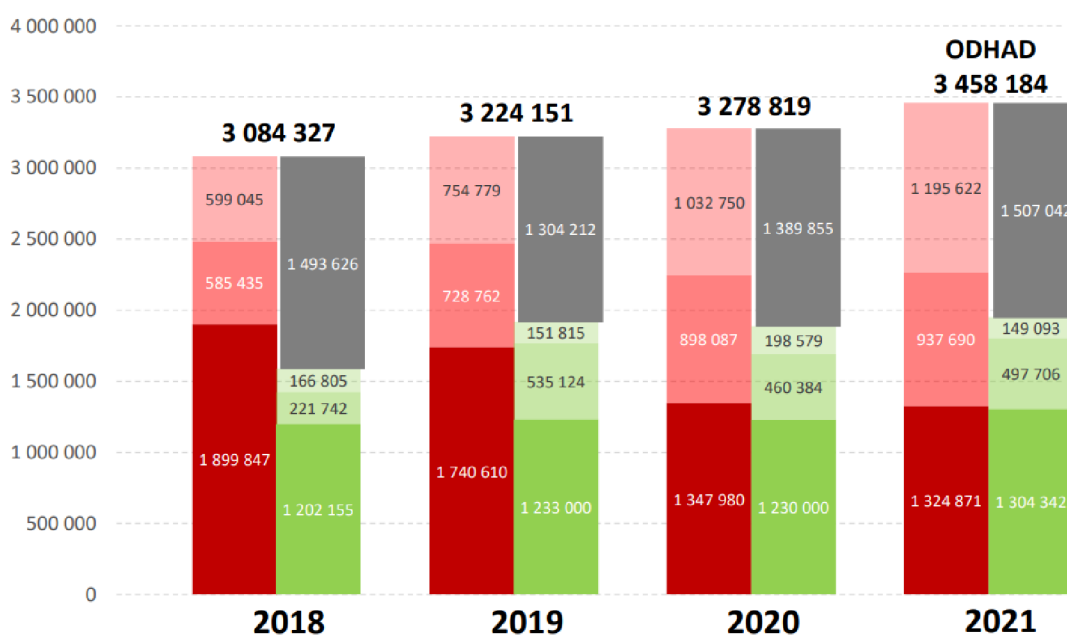
Obrázek 9 ukazuje vytříděnost skla. Každým rokem je pozorován stoupající zájem o třídění skla, pokud je porovnán rok 2018 s rokem 2020 tak průměrná výtěžnost města je už srovnatelná s krajským průměrem i s dalšími obcemi o stejné velikosti.

5.3 Pilotní projekt pytlového sběru odpadu

Pilotní projekt začal fungovat v roce 2020, cílem bylo zvýšit efektivitu třídění. Koncepte tohoto návrhu nebyla dostatečně promyšlená a prokázala zvýšení nákladů na svoz. Nebyla vybraná oblast, kde by byl tento typ sběru testován, ale tato možnost byla nabídnuta všem domácnostem bez ohledu na to, v jaké části města bydlí. Dalším problémem byla malá propagace a seznámení občanů s tímto systémem a zefektivněním celého sběru či ukázáním výsledků obcí, kde tento systém plně

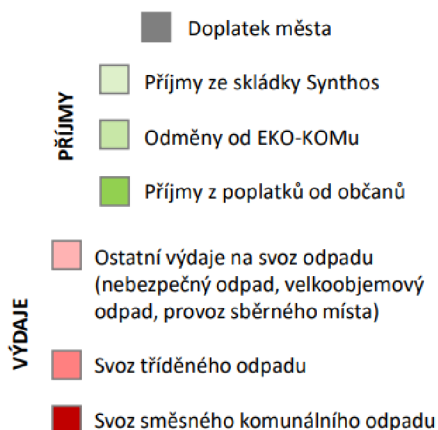
funguje. I přes malou propagaci se do projektu zapojilo 277 domácností, které za rok fungování vytrídily 2,14 t papíru a 6,06 t plastu. V roce 2021 se připojilo k dosavadním 277 domácnostem dalších 24 domácností, z toho si pytle v první polovině roku vyzvedlo 163 domácností. Pytlový sběr byl zrušen postupně, v lednu 2021 byl naposledy svoz papíru a na konci roku 2021 byl zrušen i svoz plastu. Produkce papíru byla 0,62 t za měsíc leden a produkce plastu 7,94 t. Svoz zajišťovaly Technické služby města. Pytlový sběr byl zrušen z důvodu malé výtěžnosti papíru i plastu a příliš vysokým nákladům (Veltrusy, 2021b).

5.4 Náklady na odpadové hospodářství v obci



Obrázek 10: Graf výdajů za odpadové hospodářství ve Veltrusích v Kč (Zdroj: Beseda města Veltrusy)

LEGENDA:



Na obrázku 10 jsou zobrazeny poslední čtyři roky s kompletním popisem výdajů a příjmů. V každém roce je vidět, že došlo ke snížení výdajů za svoz komunálního odpadu díky jeho lepší separaci. A na základě toho roste výše získané odměny od EKO-KOMu. Dalšími významnými příjmy jsou poplatky od občanů, který tvoří největší část. V letech 2018 až 2020 nedošlo k navýšení poplatků od občanů a mírné zvýšení příjmů je způsobeno nárůstem obyvatel. Rok 2021 je specifický tím, že došlo k zvýšení poplatku pro občany. V důsledku navýšení poplatku se předpokládá zmenšení rozdílu mezi náklady a výnosy. Odhadovaný rozdíl činí cca 20 529 Kč. Největším rostoucím výdajem pro město je svoz nebezpečného odpadu, velkoobjemového odpadu a provoz sběrného místa. K největšímu navýšení došlo mezi rokem 2019 a 2020, kdy to bylo cca 280 000 Kč. Město pravidelně doplácí ze své pokladny cca 1 500 000 Kč (Veltrusy, 2021b). Graf ukazuje, že každým rokem stoupá svoz nebezpečného odpadu, a nabízí se otázka, zda je separace na sběrném místě dostačující a není zde prostor pro jeho zlepšení.

5.5 Základní hodnoty pro výpočet kapacity

Tabulka 10: Maximální možná kapacita všech nádob

Číslo sloupce	1	2	3	4
Druh odpadu	Počet nádob [ks]	Objem nádob [m ³]	Četnost svozu x krát za rok	Maximální možná kapacita (objem) [m ³ .rok ⁻¹]
Papír	15	1,10	156	2 574,00
Plast	20	1,10	156	3 432,00
Sklo	8	1,10	104	228,80
Nápojový kartón	8	1,10	12	105,60
Kovy	4	1,50	12	72,00

(vlastní zpracování podle výukových materiálů na moodle.czu.cz)

Tabulka 10 ukazuje základní informace pro stanovení maximální možné kapacity všech nádob ze všech komodit. Všechny nádoby mají celkový objem 1,1 m³ vyjma nádoby na sběr kovu, její objem činí 1,5 m³. Četnosti svozu jsou individuální pro každou sběrnou nádobu, podle vytíženosti. Nachází se zde patnáct nádob na papír s četností svozu sto padesát šest krát za rok a maximální možnou roční kapacitou

2 574 m³ za rok, spočítáno pomocí vzorce /1/. Nejběžnější tříděnou složkou jsou plasty, které jsou vyváženy ve stejném intervalu jako papír. S celkovým počtem dvaceti nádob je to o jednu třetinu více než na papír, jejich maximální možná roční kapacita činí 3 432 m³ za rok. Po celém městě je umístěno osm nádob na sklo s počtem sto čtyř svozů za rok a možnou roční maximální kapacitou 228,8 m³ za rok. Stejný počet nádob je i pro nápojový karton, jehož četnost svozu je jedenkrát za měsíc a roční maximální možná kapacita činí 105,6 m³ za rok. Identickou frekvenci svozu mají nádoby na kov s polovičním počtem čtyř nádob a maximální možnou roční kapacitou 72 m³ za rok.

5.5.1 Skutečný stav vyříděného odpadu

Tabulka 11: Hodnoty vyříděných reálných hodnot sledovaných složek

č. sloupce	1	2	3	4	5	6
Druh odpadu	Počet obyvatel na 1 sběrné místo [počet]	Maximální možná objemová kapacita [m ³ rok ⁻¹]	Produkce jednotlivých složek [kg.obyvateľ ⁻¹ .rok ⁻¹]	Produkce jednotlivých složek za všechny obyvatele [t.rok ⁻¹]	Produkce jednotlivých složek za všechny obyvatele [m ³ .rok ⁻¹]	Systém je navržen optimálně? ANO/NE
Papír	2 263	2 574,00	22,5	50,9	1 454,79	NE
Plast	2 263	3 432,00	16,8	38,0	1 900,92	NE
Sklo	2 263	228,80	15,2	34,3	264,60	NE
Nápojový kartón	2 263	105,60	0,5	1,1	18,86	NE
Kovy	2 263	72,00	16,8	38,0	760,37	NE

(vlastní zpracování podle výukových materiálů na moodle.czu.cz)

V tabulce 11 jsou vypočteny skutečné hodnoty současného stavu vyříděného odpadu. Sledované území není rozdělené na části a na základě toho je počítáno vždy u každé sběrné nádoby s celkovým počtem obyvatel 2 263. K vyhodnocení a srovnání výsledku, zda je produkce jednotlivých složek podhodnocená, nebo podhodnocená, je potřeba znát potenciální maximální možnou roční kapacitu sběrných nádob viz. vzorec /1/.

Produkce jednotlivých složek jsou průměrné sledované hodnoty sběru jednotlivých složek v kg na obyvatele za rok přebrané z tabulky 5. Celkovou produkci jednotlivých složek v kg za rok je spočítáno pomocí vzorce /2/

(př. papír: $2\,263,22,5 = 50\,917,5$ kg na obyvatele za rok). Výsledky ze sloupce čtyři je potřeba převést na stejné jednotky (m^3 za rok) v důsledku následného porovnání, zda je systém navržen optimálně. Stejně jednotky je dosaženo pomocí vzorce /3/ (př. papír: $50\,917,5:35 = 1\,454,79$ m^3 za rok).

Po získání všech potřebných hodnot lze porovnat sloupec pět se sloupcem dva. Srovnáním bylo zjištěno, že systém není navržen optimálně ani v jenom případě. Převažuje zde nadhodnocení systému, a to nápojového kartonu o cca $85\,m^3$ za rok, u plastu to je mnohonásobně více, cca $1\,500\,m^3$ za rok, papír je na tom podobně, cca $1\,110\,m^3$ za rok. Podhodnocené jsou nádoby na kov a skla, jejich produkce je mnohem větší, než je možná maximální roční kapacita.

5.5.2 Potenciál k vyřídění komodit z SKO

Tabulka 12: Potenciální hodnoty vyříděných jednotlivých složek

č. sloupce	1	2	3	4	5	6
Druh odpadu	Maximální možná objemová kapacita [$m^3 \cdot rok^{-1}$]	Produkce jednotlivých složek [$kg \cdot ob^{-1} \cdot rok^{-1}$]	Produkce jednotlivých složek za všechny obyvatele [$t \cdot rok^{-1}$]	Produkce jednotlivých složek za všechny obyvatele [$m^3 \cdot rok^{-1}$]	Součet obou produkcí jednotlivých složek za všechny obyvatele [$m^3 \cdot rok^{-1}$]	Systém je navržen optimálně? ANO/NE
Papír	2 574,00	15,13	34,2	978,39	2 433,18	ANO
Plast	3 432,00	19,59	44,3	2 217,06	4 117,98	NE
Sklo	228,80	6,79	15,3	118,20	382,80	NE
Nápojový kartón	105,60	1,55	3,5	58,54	77,40	NE
Kovy	72,00	5,04	11,4	228,29	988,66	NE

(vlastní zpracování podle výukových materiálů na moodle.czu.cz)

Tabulka 8 ukazuje, kolik m^3 za rok by potenciálně mohli občané ještě vyříditi z SKO. Produkce jednotlivých složek byla spočítána pomocí vzorce /4/ (př. papír: $194 \cdot 0,076 = 15,13$ kg na obyvatele za rok). Kvůli pozdějšímu srovnání bylo potřeba převést výsledek na m^3 za rok, toho bylo dosaženo pomocí vzorce /3/ (př. papír: $34\,243,72:35 = 978,39$ m^3 za rok).

Sečtením hodnot skutečného vytríděného odpadu v kapitole 5.5.1 ve sloupci pět a potenciálního odpadu v kapitole 5.5.2 ve sloupci čtyři (př. papír: $1\,454,79 + 978,39 = 2\,433,18 \text{ m}^3$ za rok) byl získán výsledek pro sloupec pět. V tabulce je zobrazeno i následné vyhodnocení systému, pokud by občané dosáhli ve třídění potenciálního maxima, současné navržení systému by bylo optimální pouze pro papír, naopak pro plast, sklo, a kovy jsou nádoby podhodnoceny. Jediným případem, kdy je systém nadhodnocen je v případě nápojového kartonu.

Z výpočtu vyplývá, že by občané mohli vytrídít o $978,39 \text{ m}^3$ za rok více papíru, velký potenciál je také ukázán u plastu, kdy je to dokonce o $14\,882,94 \text{ m}^3$ za rok více než u ostatních nádob, velký prostor ke zlepšení je i u skla a to o $118,20 \text{ m}^3$ za rok, nápojový karton má prostor ke zlepšení o $58,54 \text{ m}^3$ za rok a kovy až o $228,29 \text{ m}^3$ za rok.

5.6 Orientační výše odměny

Tabulka 13: Orientační výše odměn

	Odměna za vytríděné odpady ze sledovaného stanoviště [Kč.rok ⁻¹] na sledované sběrné místo		
	Z tříděného sběru	S podílem vytríděné složky z SKO	Celkem
Papír	216 834 Kč	145 692 Kč	362 526 Kč
Plast	262 200 Kč	305 670 Kč	567 870 Kč
Sklo	36 701 Kč	16 371 Kč	53 072 Kč
Nápojový kartón	7 590 Kč	24 150 Kč	31 740 Kč
Kovy	262 200 Kč	78 660 Kč	340 860 Kč

(vlastní zpracování podle výukových materiálů na moodle.czu.cz)

V případě zavedení systému je v tabulce 9 spočítaná orientační výše finančního příspěvku od EKO-KOMu, za další dotřídění SKO. Celkem by město získalo do rozpočtu cca 1 356 068 mil. Kč. Výše potenciální odměny z tříděného sběru byla vypočítaná pomocí vzorce /5/ a výše z podílu vytríděné složky SKO pomocí vzorce /6/.

5.7 Návrh systému „Door to Door“ a doporučení pro praxi

Podle získaných výsledků společnosti EKO-KOM je doporučený počet obyvatel na jedno sběrné místo 150 lidí. Jednoduchým výpočtem (celkový počet obyvatel děleno počtem lidí na jednu sběrnou nádobu tzv. $2\ 263:150 = \text{cca } 15$) bylo zjištěno, že by bylo potřeba zavést ve městě patnáct stanovišť. V současnosti se zde nachází pouze osm, což je potřebná polovina. Ve městě není dostatek obecních pozemků, který by byly vhodné pro další stanoviště, a převažuje rodinná zástavba. Ze zkušeností je známo, že se v českých městech zavádí systém „door to door“ a je sledován nejvhodnější variantou pro sledovanou lokalitu.

Rodinné domy s průměrným počtem tří členů v domácnosti by obdržely nádoby na plast a papír o objemu 240 l. Kontejnery by byly sváženy jedenkrát za měsíc naopak u bytových domů či v jejich blízkosti by byla ponechána stanoviště.

Rodinné domy

Tabulka 14: Výpočet intervalu svozu nádob od rodinných domů

č. sloupce	1	2	3	4	5	6	7
1 RD	Počet ob. na 1 sběrné místo [počet]	Maximální možná kapacita (objem) [l]	Produkce jednotlivých složek [kg.ob. ⁻¹ .rok ⁻¹]	Produkce jednotlivých složek za všechny obyvatele [kg.rok ⁻¹]	Produkce jednotlivých složek za všechny obyvatele [m ³ .rok ⁻¹]	Interval odvozu	Skutečný odvoz za měsíc
Papír	3	240	22,5	67,5	1,9	8	1
Plast	3	240	16,8	50,4	2,5	10	1

(vlastní zpracování podle výukových materiálů na moodle.czu.cz)

Tabulka 14 zobrazuje předpokládanou produkci plastu a papíru jedné domácnosti žijící v rodinném domě. Spočítáním celkové produkce byl zjištěn potřebný interval odvozu. Na základě výpočtu bylo navrženo jednotné řešení svozu, jedenkrát za měsíc pro obě vybrané složky. U nádoby na papír by bylo možné zavést svoz jedenkrát za pět týdnů. Za rok by bylo uskutečněno osm svozů a devátý by přesahoval do dalšího roku. V důsledku přesahu do dalšího roku, by město nemělo přesné výsledky o zavedení systému v daném roce. V případě zvolení svozu jedenkrát za

čtrnáct dní u nádoby s plasty nedochází k plnému využití potenciálu sběrné nádoby, docházelo by k naplnění pouze 40 % z celkového možného objemu.

Bytové domy

Ve městě se nachází dvě lokality s bytovými domy, každou lokalitu bylo potřeba spočítat zvlášť. V lokalitě 1 s bytovými domy žije 96 lidí a v lokalitě 2 žije 100 lidí. Podle stávající situace jsou navrženy pro papír a plast vždy tři nádoby s objemem 1,1 m³ a z tabulek 15 a 16 bude zjištěno, zda tato kapacita bude dostatečná.

Lokalita 1

Tabulka 15: Počet navrhovaných nádob v lokalitě 1 a jejich maximální kapacita

č. sloupce	1	2	3	4
Druh odpadu	Počet nádob [ks]	Objem nádob [m ³]	Četnost svozu 1x za ...	Maximální možná kapacita (objem) [m ³ .rok ⁻¹]
Papír	3	1,1	14 dní	85,8
Plast	3	1,1	14 dní	85,8

Tabulka 16: Výpočet intervalu odvozů vybraných složek v lokalitě 1

č. sloupce	1	2	3	4	5	6
1 BD	Počet obyvatel na 1 sběrné místo [počet]	Maximální možná kapacita (objem) [m ³ .rok ⁻¹]	Produkce jednotlivých složek [kg. ob ⁻¹ .rok ⁻¹]	Produkce jednotlivých složek za všechny obyvatele [kg.rok ⁻¹]	Produkce jednotlivých složek za všechny obyvatele [m ³ .rok ⁻¹]	Skutečný odvoz 1x za ...
Papír	96	85,8	22,5	2 160,0	61,7	14 dní
Plast	96	85,8	16,8	1 612,8	80,6	14 dní

Hodnoty v tabulce 15 a 16 byly použity k výpočtu celkové produkce obyvatel využívající dané stanoviště. Srovnáním celkové produkce s maximální možnou kapacitou je zjištěn dostačující návrh počtu tří sběrných nádob o velikosti 1,1 m³. V případě snížení počtu nádob na papír, systém by byl vyhodnocen jako podhodnocený.

Lokalita 2

Tabulka 17: Výpočet intervalu odvozů v lokalitě 2

č. sloupce	1	2	3	4	5	6
1 BD	Počet obyvatel na 1 sběrné místo [počet]	Maximální možná kapacita (objem) [m ³ .rok ⁻¹]	Produkce jednotlivých složek [kg.ob. ⁻¹ .rok ⁻¹]	Produkce jednotlivých složek za všechny obyvatele [kg.rok ⁻¹]	Produkce jednotlivých složek za všechny obyvatele [m ³ .rok ⁻¹]	Interval odvozu 1x...
Papír	100	85,8	22,5	2250	64,3	14 dní
Plast	100	85,8	16,8	1680	84,0	14 dní

V tabulce 17 jsou vypočítány hodnoty pro druhou lokalitu s téměř totožným počtem obyvatel. Předpoklad pro navýšení počtu nádob nebyl očekávaný a zůstává stejný počet nádob. I v tomto případě zůstává připravena rezerva pro případné navýšení odpadu.

6 Diskuse a výsledky

Hlavním cílem práce byla podrobná analýza současné produkce komunálního a tříděného odpadu a nakládání s vybranými druhy odpadu ve Městě Veltrusy. V návaznosti na zjištěné výsledky byl navržen efektivnější systém sběru a svozu vybraných komodit v systému door to door. Součástí práce bylo i ukázání a výdajů a příjmů v odpadovém hospodářství.

Ze strany občanů byl projeven zájem o efektivnější sběr odpadu, kdy v roce 2020-2021 město nabídlo občanům možnost pytlového sběru. Této možnosti využilo cca 280 domácností, avšak tento koncept nebyl dobře navržen a došlo k opačnému záměru, a to navýšení výdajů. Případem dobře navrženého systému je čtyřtisícová obec Vendryně, která zavedla pytlový sběr jako doplňkový. V roce 2004 vytrídila přes kontejnery 6,5 t a přes pytle 21 t, tedy třikrát více (Kropáček, Ivo, 2005).

Celkově byl ve sledované lokalitě změněn systém třídění sběru odpadu ze současných osmi stanovišť pro všechny komodity, byly odděleny rodinné domy. Pro rodinné zástavby bylo navrženo a spočítáno, že dostačující počet nádob je jedna sběrná nádoba o objemu 240 l na plast a papír. Četnost svozu je upravená pro aktuální potřebu na jeden svoz do měsíce.

Bytové domy s podobným počtem obyvatel se nacházejí na dvou lokalitách, pro dané oblasti zůstaly dvě stanoviště. Na každém z nich byly umístěny tři nádoby na plast a tři nádoby na papír o objemu 1,1 m³. Zachováním, co nejefektivnějšího svozu byl interval vypočítán na jedenkrát za čtrnáct dní.

Zbylých šest stanovišť v blízkosti rodinných zástaveb zůstane ponecháno, na daném prostranství zůstanou nádoby na kov, olej, tetrapak a textil. Interval svozu zůstane stejný jako v současnosti.

Ze získaných dat od Městského úřadu ve Veltrusích o odpadovém hospodářství v letech 2018-2021 byl pozorován každoroční pokles SKO a zvýšení produkce tříděného odpadu. Produkce SKO v kg na obyvatele ve městě Veltrusy v roce 2018 činila 282,2 kg a celorepublikový průměr byl 196,4 kg. Největší přiblížení k celorepublikové produkci nastalo v roce 2020, kdy produkce byla 196,4 kg a průměr 194,8 kg na osobu (MŽP, 2021).

Naopak u pozorovaných složek (papír, plast) lze konstatovat nadprůměrnou vytríděnost obou složek. Výtěžnost papíru v roce 2018 tvořila 24,9 kg na osobu, z hodnot získaných od společností EKO-KOM výtěžnost Středočeského kraje byla 20,4 kg na osobu. Z dat EKO-KOMu vyplývá, že výtěžnost kraje v kg na osobu byla

v roce 2020 20 kg a výtěžnost města byla 33,5 kg na osobu. S výtěžností plastu je na tom město velice podobně, v roce 2018 byla produkce 22,7 kg na osobu. V roce 2020 byla výtěžnost obcí podobné velikosti 19,6 kg na osobu, ve městě byl výsledek 25,8 kg na osobu, pokud to je ještě srovnáno i s průměrnou produkcí kraje, která byla 20,3 kg na osobu. Je zřejmé, že ve všech sledovaných kategoriích je ve Veltrusích vyšší výtěžnost, než je průměrná výtěžnost kraje a obcí o podobném počtu obyvatel (EKO-KOM, 2022f).

I přes dosažení takových výsledků je zde velký potenciál pro dosažení ještě lepších. Změněním systému a přizpůsobení potřebným podmínkám města lze dosáhnout vyšší výtěžnosti a snížení produkce SKO. Ukázkou fungujícího systému door to door v České republice i mimo ni jsou výsledky ve městech, kde je systém zavedený.

Příkladem je dvoutisícové město Staré Hradiště, funguje zde svoz papíru a plastu. V roce 2020 produkce SKO na jednu osobu činila 113,4 kg, produkce papíru byla 16,8 kg a 25,3 kg plastu (Staré Hradiště, 2020). Další dobrým příkladem je město Jablunkov. Žije zde cca 5 500 obyvatel, od roku 2019 je zde zaveden systém door to door současně s evidenčním systémem, všechny nádoby mají svůj specifický QR kód. Při svozu je kód načten a město má lepší přehled o produkci odpadu. V roce 2020 byla zaznamenaná produkce SKO 145,9 kg na osobu, papíru 19,6 a výtěžnost plastu 56,5 kg na osobu. Z výše uvedených výsledků zavedeného systému, lze předpokládat i v dalších letech zvýšení výtěžnosti vybraných složek (Arnika, 2023).

Ve středomoří lze podomní sběr taktéž najít, nejúspěšnějším ostrovem s nakládání s odpady je Sardinie s příkladem města Tortoli. V roce 2014 došlo k efektivnějším úpravám sběru, celkový zbytkový odpad tvořil 3 325 t odpadu, o 3 roky později klesl na 591 t (Rosa, 2018).

7 Závěr a doporučení pro praxi

Bakalářská práce s názvem Odpadové hospodářství ve městě Veltrusy s navazujícím návrhem systému „door to door“ měla za cíl podrobně analyzovat současný stav odpadového hospodářství a navrhnout svoz vybraných komodit. Dílčími cíli byly charakteristika a složení obyvatelstva ve sledovaném území a typy domů a bytů, analýza způsobu nakládání s vybranými druhy odpadu a popsat vývoj výše poplatku. Posledním dílčím cílem bylo spočítat skutečné hodnoty vytříděného odpadu a prostor pro potenciální zlepšení a navrhnutí systému door to door.

Metodika práce spočívala ve výpočtu skutečné výtěžnosti vybraných složek a jejich maximálního možného potenciálu produkce, s podrobným popisem postupů a rozepsáním vzorců. S návazností výpočtu potenciální možné finanční odměny získané od EKO-KOMu z vytříděného SKO.

Výsledky práce poukazují na dostatečný potenciál zavedení systému door to door a následnému zlepšení v kvalitě třídění a snížení produkce SKO. Závěrem je předkládám návrh systému door to door. Ve městě převažuje rodinná zástavba, aktuálně se zde nachází 689 rodinných a 16 bytových domů. Město by nakoupilo a pro každou domácnost žijící v rodinném domě 240 l nádobu na plast a papír. Nádoby by mohli být buď propůjčené za symbolickou částku nebo by za ně první dva roky občané platily a po dvou letech by jim přešla do vlastnictví. Interval svozu by byl jedenkrát do měsíce, ročně by bylo zajištěno 12 svozů.

Šestnáct bytových domů je téměř rovnoměrně rozmístěno ve dvou lokalitách. V bytových zástavbách by zůstaly zachovány stanoviště po třech nádobách na plast a papír o objemu 1,1 l. Interval svozu by probíhal jedenkrát za čtrnáct dní, pro jeden typ nádob by to znamenalo dvacet čtyři svozů za rok. Sečtením všech svozů by celkem proběhlo 60 jízd. Z pohledu ekonomiky systému je zřejmé, že dojde k ušetření cca sto jízd a tím pádem i financím za pohonné hmoty. Na zavedených stanovištích zůstanou sběrné nádoby na další tříděné složky kromě plastu a papíru (tzv. kov, olej, tetrapak textil). Nádoby budou přístupné, jak pro rodinné domy, tak pro bytové.

Systém „door to door“ se postupně zavádí v malých i velkých obcích v České republice i po analýze v této bakalářské práci ho lze doporučit i pro další lokality.

8 Přehled literatury a použitých zdrojů

Altmann, Vlastimil, Vaculík, Petr a Mimra, Miroslav. 2010. *Technika pro zpracování komunálního odpadu*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2010. ISBN 978-80-213-2022-2..

Arnika. 2023. arnika.org. *Odpadové hospodářství města Jablunkov*. [Online] 2023. <https://arnika.org/odpady/nase-temata/pro-obce/priklady-dobre-praxe/odpadove-hospodarstvi-mesta-jablunkov>.

ČSÚ . 2022a. Počet obyvatel v obcích České republiky. czso.cz. [Online] 1. 1 2022a. <https://www.czso.cz/documents/10180/165603907/1300722203.pdf/de05fccca-74d5-40b6-bfa0-6a9825cfe369?version=1.1>.

ČSÚ. 2021b. vdb.czso.cz. *Obydlené domy podle vlastníka domu, druhu domu a podle obcí vybraného okresu*. [Online] 2021b. https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jspx?_afPfm=VYSTUP-objekt-vyhledavani&pvo=SLD21011-OB-OK&vyhltext=Veltrusy&bkv=VmVsdHJ1c3k.&pvokc=101&pvoch=40215&z=T&f=TA BULKA&katalog=33529&str=v215&

EKO-KOM . 2022f. ekokom.cz. *Výtěžnosti tříděného sběru v obecních systémech v letech 2017 – 2021*. [Online] 13. 6 2022f. <https://www.ekokom.cz/vysledky-systemu-eko-kom-za-roky-2017-2021/>.

EKO-KOM. 2023e. ekokom.cz. *Leták - Door to Door*. [Online] 2023e. <https://www.ekokom.cz/inspirator/system-door-to-door/>.

EKO-KOM. 2023d. ekokom.cz. *Soubory ke stažení*. [Online] 2023d. <https://www.ekokom.cz/cz/klienti/uzitecne-informace/soubory-ke-stazeni/>.

EKO-KOM. 2021b. ekokom.cz. *Společnost EKO-KOM oslaví příští rok 25 let systému třídění odpadů v ČR*. [Online] 8. 9 2021b.

EKO-KOM. 2021a. ekokom.cz. *O společnosti a systému EKO-KOM*. [Online] 2021a. <https://www.ekokom.cz/cz/ostatni/o-spolecnosti/system-eko-kom/o-spolecnosti-a-systemu/>.

EKO-KOM. 2023c. ekokom.cz. *Smluvní odměny obcí*. [Online] 2023c. <https://www.ekokom.cz/cz/obce-a-mesta/smluvni-odmeny-obci/>.

European commission . 2022a. greenbestpractice.jrc.ec.europa.eu. *Waste collection strategy*. [Online] 2022a. <https://greenbestpractice.jrc.ec.europa.eu/node/50>.

European commission. 2022b. greenbestpractice.jrc.ec.europa.eu. *Pay-as-you-throw*. [Online] 2022b. <https://greenbestpractice.jrc.ec.europa.eu/node/7>.

Eurostat . 2023a. ec.europa.eu. *Recycling rate of municipal waste*. [Online] 24. 2 2023a. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_11_60/default/map?lang=en.

Eurostat. 2023b. ec.europa.eu. *Municipal waste statistics*. [Online] 2023b. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Municipal_waste_statistics.

- FCC Environment. 2023.** fcc-group.eu. *FCC — the leading waste management company in Czech Republic.* [Online] 2023. <https://www.fcc-group.eu/en/czech-republic/company/company.html>.
- Havránková, Věra. 2005.** mzp.cz. *Komunální odpady. Planeta: odborný časopis pro životní prostředí.* [Online] 11 2005. [https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/F86001AC798514E7C12570A5001EF028/\\$file/planeta11_2korektura.pdf](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/F86001AC798514E7C12570A5001EF028/$file/planeta11_2korektura.pdf). ISSN 1213-3393.
- Keményová, Zuzana. 2021.** Hospodářské noviny: V Česku nabíhá sběr odpadů od dveří ke dveřím. Žluté a modré popelnice u domů zlepšují třídění. *hn.cz.* [Online] 21. 10 2021. <https://archiv.hn.cz/c1-66989240-v-cesku-nabiha-sber-odpadu-od-dveri-ke-dverim-zlute-a-modre-popelnice-u-domu-zlepsitrideni>.
- Kochánková, Jitka. 2021.** Praha 22. *Odpady v historii lidstva.* [Online] 21. 1 2021. <https://www.praha22.cz/mestska-cast/zivotni-prostredi/odpady/komunalni-odpad/odpady-v-historii-lidstva-336cs.html>.
- Komunální ekologie. 2023.** komunalniekologie.cz. *V Rokycanech se osvědčil nový systém door-to-door.* [Online] 10. 2 2023. <https://www.komunalniekologie.cz/info/v-rokycanech-se-osvedcil-novy-system-door-to-door>.
- Kropáček, Ivo. 2005.** hnutiduha.cz. *Pytlový sběr odpadů.* [Online] 4 2005. https://hnutiduha.cz/sites/default/files/publikace/typo3/Pytlovy_sber_odpadu.pdf.
- Kuraš, Mečislav. 2014.** *Odpady a jejich zpracování.* místo neznámé : Vodní zdroje Ekomonitor, spol. s.r.o., 2014. ISBN 978-80-86832-80-7.
- Lemann, Martin F. 2008.** *Waste management.* 2008. ISBN 978-3039115143.
- Marc, Joan. 2013.** Zero Waste Europe. *ZW: Best practices: Hernani.* [Online] 21. Května 2013. https://zerowasteurope.eu/2013/05/zw-best-practices-hernani/#_ftn3.
- Město Chropyně. 2022.** Výroční zpráva - vyhodnocení. *muchropyne.cz.* [Online] 28. 3 2022. https://www.muchropyne.cz/evt_file.php?file=688.
- Mirela, Panainte, a další. 2022.** mdpi.com. *Study on the Method of Household Waste Collection: Case Study. Appl. Sci.* 2022, Sv. 12, 7490.
- Mistopisy.cz. 2023.** *Veltrusy, Místopisný průvodce po České Republice - přehledný seznam obcí České republiky.* [Online] 2023. <https://www.mistopisy.cz/pruvodce/obec/5640/veltrusy/>.
- Moje odpadky. 2023.** MESOH - motivační a evidenční systémy pro odpadové hospodářství. *mojeodpadky.cz.* [Online] 2023. <https://www.mojeodpadky.cz/mesoh/>.
- MŽP. 2021.** mzp.cz, . *Produkce a nakládání s odpady v roce 2021.* [Online] 2021. https://www.mzp.cz/cz/odpady_podrubrika.
- Národní památkový ústav. 2023.** npu.cz. *Státní zámek Veltrusy - Národní památkový ústav.* [Online] 2023. <https://www.npu.cz/cs/hrady-a-zamky/tipy-na-vylet/19917-statni-zamek-veltrusy>.
- Obce jinak. 2020.** Obcejinak.cz. *TZ - Ekologická varianta Door to Door? Zvýšení recyklovatelného odpadu, nebo ekonomická past?* [Online] 23. 6 2020. https://www.obcejinak.cz/blog_article/tz-ekologicka-varianta-door-to-door-zvyseni-objemu-recyklovatelneho-odpadu-nebo-ekonomicka-past/.

Odpadový hospodář. 2023. odpadodvy-hospodar.cz. *Historie odpadového hospodářství - odpadový hospodář.* [Online] 2023. <http://odpadodvy-hospodar.cz/novinky/odpadove-hospodarstvi-historie>.

Recovera. 2022. recovera.cz. *SUEZ je teď Recovera.* [Online] 19. 4 2022. <https://www.recovera.cz/aktuality/suez-je-ted-recovera/>.

Rosa, Ferran. 2018. The story of Sardinia. *ZeroWasteCities.eu.* [Online] 2018. <https://zerowastecities.eu/bestpractice/the-story-of-sardinia/>.

SOMPO. 2021. obeczeliv.cz. *Želiv.* [Online] 14. 6 2021. https://www.obeczeliv.cz/assets/File.ashx?id_org=19627&id_dokumenty=34936.

Staré Hradiště. 2020. stare-hradiste-obec.cz. *Statistické údaje.* [Online] 2020. <https://www.stare-hradiste-obec.cz/statisticke-udaje/ms-52052/p1=52052>.

Strategický plán Veltrusy. 2019. Veltrusy. *Strategický plán Města Veltrusy.* [Online] 2019.

<https://www.veltrusy.cz/sites/default/files/dokumenty/2019/strategickyplanmestaveltrusynaobdobi20192029.pdf#:~:text=Strategick%C3%BD%20pl%C3%A1n%20m%C4%9Bsta%20Veltrusy%20je%20koncep%C4%8Dn%C3%ADm%20dokumentem%2C%20kter%C3%BD,let%2C%20a%20stanov%C3%AD%20p>.

Špecinger, Otakar. 1973. *Veltrusy.* místo neznámé : Středočeské nakladatelství a knihkupectví, 1973. 42-011-73.

Tomášková, Hana. 2022. komunalniekologie.cz. *Jak správně třídit odpad.* [Online] 11. 8 2022. <https://www.komunalniekologie.cz/info/jak-spravne-tridit-odpad>.

Ukkonen, Aino a Sahimaa, Olli. 2021. sciencedirect.com. *Waste Management, Weight-based pay-as-you-throw pricing model: Encouraging sorting in households through waste fees.* [Online] 2021. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X21005006?via%3Dihub>. ISSN:18792456.

Veltrusy . 2021b. *Beseda o odpadovém hospodářství ve Veltrusích.* Veltrusy : autor neznámý, 2021b.

Veltrusy. 2023a. veltrusy.cz. *Zámek Veltrusy.* [Online] 2023a. <https://www.veltrusy.cz/mesto/turistika/zamek-veltrusy>.

Veltrusy. 2023d. Veltrusy.cz. *Poplatky.* [Online] 2023d. <https://www.veltrusy.cz/poplatky#odpad>.

Veltrusy. 2023c. Veltrusy.cz. *Veltruské listy - archiv.* [Online] 1 2023c. <https://www.veltrusy.cz/sites/default/files/dokumenty/2023/230115v-listweb.pdf>.

Voštová, Věra, a další. 2009. *Logistika odpadového hospodářství.* Praha : České vysoké učení technické, 2009. ISBN 978-80-01-04426-1.

Vrbová, Martina. 2018. *Výstavba sběrného dvora.* Veltrusy : Vrbova Martina, 2018.

Vyhláška č. 2/2021, o stanovení obecního systému odpadového hospodářství ve městě Veltrusy

Vyhláška č. 3/2021, o místním poplatku za obecní systém odpad. hospodářství

Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech, v platném znění

Seznam tabulek

Tabulka 1: Produkce komunálních odpadů v ČR 2010-2021 [tis.t.].....	4
Tabulka 2: Hodnoty míry recyklace ve státech EU	6
Tabulka 3: Vstupní hodnoty pro výpočet maximální kapacity	15
Tabulka 4: Hodnoty skutečné produkce vyříděného odpadu	16
Tabulka 5: Produkce separovaného odpadu jednotlivých složek [kg.obyvateľ ⁻¹ .rok ⁻¹]	16
Tabulka 6: Objemová hmotnost složek jednotlivých složek z KO [kg.m ³].....	17
Tabulka 7: Výpočet potenciálních hodnot k vyřídění SKO	18
Tabulka 8: Výše základních odměn pro města od 2 001 až 5 000 obyvatel	19
Tabulka 9: Výpočet potenciální možné odměny za separované odpady	20
Tabulka 10: Maximální možná kapacita všech nádob.....	30
Tabulka 11: Hodnoty vyříděných reálných hodnot sledovaných složek	31
Tabulka 12: Potenciální hodnoty vyříděných jednotlivých složek	32
Tabulka 13: Orientační výše odměn	33
Tabulka 14: Výpočet intervalu svozu nádob od rodinných domů	34
Tabulka 15: Počet navrhovaných nádob v lokalitě 1 a jejich maximální kapacita	35
Tabulka 16: Výpočet intervalu odvozu vybraných složek v lokalitě 1	35
Tabulka 17: Výpočet intervalu odvozu v lokalitě 2	36

Seznam obrázků

Obrázek 1: Mapa míry recyklace komunálního odpadu v zemích EU	5
Obrázek 2: Fotografie barevných nádob na svoz plastu, papíru a komunálního odpadu.....	11
Obrázek 3: Graf skladby SKO z obcí ČR.....	19
Obrázek 4: Mapa geografického umístění obce Veltrusy.....	22
Obrázek 5: Graf produkce smíšeného odpadu.....	25
Obrázek 6: Graf produkce vybraných odpadů za poslední čtyři roky – rok 2021 je odhad.....	26
Obrázek 7: Graf srovnání výtěžnosti papíru města s krajem a obcí podobné velikosti	27
Obrázek 8: Graf srovnání výtěžnosti plastu města s krajem a městy podobné velikosti.....	27
Obrázek 9: Graf srovnání výtěžnosti skla s krajem a městy s podobným počtem obyvatel	28
Obrázek 10: Graf výdajů za odpadové hospodářství ve Veltrusích v Kč.....	29

Příloha

Tab. 1: Smluvní odměny obcí: základní odměna

Platnost od 1.1. 2023

Veřejná sběrná síť (nádobový sběr¹⁾, pytlový sběr²⁾, individuální nádobový sběr³⁾ organizovaný v rámci systému obce)

Velikost sídla	Odměna za obsluhu míst zpětného odběru (Kč/t vytríděných obalových komunálních odpadů, bez DPH)							
	Papír	Plasty	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 obyvatel	5 710	9 600	1 340	1 340	9 600	9 600	9 600	9 600
1 001 až 2 000 obyvatel	4 270	6 670	1 040	1 040	6 670	6 670	6 670	6 670
2 001 až 5 000 obyvatel	4 260	6 900	1 070	1 070	6 900	6 900	6 900	6 900
5 001 až 15 000 obyvatel	4 040	7 620	1 200	1 200	7 620	7 620	7 620	7 620
15 001 až 50 000 obyvatel	3 930	6 230	1 323	1 323	6 230	6 230	6 230	6 230
≥ 50 001 obyvatel	4 850	6 490	1 370	1 370	6 490	6 490	6 490	6 490

Zdroj: www.ekokom.cz/cz/obce-a-mesta/smluvni-odmeny-obci/