

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra statistiky



Bakalářská práce

**Statistická analýza vývoje produkce komunálního
odpadu v ČR**

Sandra Kuštová

© 2020 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Sandra Kuštová

Ekonomika a management
Provoz a ekonomika

Název práce

Statistická analýza vývoje produkce komunálního odpadu v ČR

Název anglicky

Statistical analysis of the development of municipal waste production in the Czech republic

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je zhodnotit vývoj produkce komunálního odpadu v České republice v rámci zvoleného období. Pomocí vhodných statistických metod bude stanoven model trendu a následně prognóza dalšího vývoje pro nejbližší období. V práci budou zmíněny také faktory, které ovlivňují produkci odpadu, včetně uvedení možností jeho zpracování.

Metodika

Pro hodnocení vývoje produkce komunálního odpadu budou především použity metody z oblasti analýzy časových řad. Vedle základního popisu vývoje bude stanoven model trendu, na jehož základě bude odvozena následná predikce pro nejbližší období.

Doporučený rozsah práce

40 – 60 stran

Klíčová slova

Komunální odpad, skladba komunálního odpadu, nakládání s komunálním odpadem, produkce komunálního odpadu, časová řada, trend, predikce

Doporučené zdroje informací

- BENEŠOVÁ, Lucie a kol. Komunální a podobné odpady. Praha: ENZO, 2011. 93 s. ISBN 978-80-901732-1-7.
- FILIP, Jiří, BOŽEK, František, KOTOVICOVÁ, Jana. Komunální odpad a skládkování. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. 121 s. ISBN 80-7157-712-X.
- HINDLS, Richard, ARLTOVÁ, Markéta, HRONOVÁ, Stanislava, MALÁ, Ivana, MAREK, Luboš, PECÁKOVÁ, Iva, ŘEZANKOVÁ, Hana. Statistika v ekonomii. Praha: Professional Publishing, 2018. 395 s. ISBN 978-80-88260-09-7.
- HŘEBÍČEK, Jiří a kol. Integrovaný systém nakládání s odpady na regionální úrovni. Brno: Nakladatelství Littera, 2009. 202 s. ISBN 978-80-85763-54-6.
- KURAŠ, Mečislav a kol. Odpadové hospodářství. Chrudim: Ekomonitor, 2008. 143 s. ISBN 978-80-86832-34-0.
- SVATOŠOVÁ, Libuše, KÁBA, Bohumil. Statistické metody II. Praha: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, 2008. 105 s. ISBN 978-80-213-1736-9.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Pavla Hošková, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra statistiky

Elektronicky schváleno dne 11. 11. 2019

prof. Ing. Libuše Svatošová, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 12. 11. 2019

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 19. 03. 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Statistická analýza vývoje produkce komunálního odpadu v ČR" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20.3.2020

Sandra Kuštová

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Pavle Hoškové, Ph.D. za odborné vedení mé bakalářské práce, konstruktivní kritiku, vstřícný přístup a ochotu, jež mi věnovala po celou dobu tvorby této práce. Velké poděkování patří i mé nejbližší rodině za podporu během mého dosavadního studia.

Statistická analýza vývoje produkce komunálního odpadu v ČR

Abstrakt

Tématem bakalářské práce je statistická analýza vývoje produkce komunálního odpadu v České republice ve zvoleném období 2002-2018. Práce je členěna na teoretickou a praktickou část. V teoretické části je popsána legislativa ČR a charakteristika základních pojmů potřebných k porozumění problematice. Následně je rešerše zaměřena na komunální odpad, na jeho jednotlivé složky a možnosti zpracování. Praktická část se věnuje analýze produkce celkového odpadu, který se dělí do dvou skupin dle hospodářské činnosti. První skupinu tvoří odpady z podniku, které poukazují na množství vyprodukované ve výrobní sféře. Ve druhé skupině odpadů je sledované množství spotřebního, tedy komunálního odpadu v České republice. Analýza je provedena za pomoci grafického znázornění vývoje, elementárních charakteristik a trendových funkcí, na základě kterých je predikován budoucí vývoj časových řad. Praktická část je zakončena přehledem o vývoji situace v České republice v porovnání s Evropou. Veškerá podkladová data jsou získána z webových stránek Českého statistického úřadu.

Klíčová slova: Katalog odpadů, komunální odpad, skladba komunálního odpadu, nakládání s komunálním odpadem, produkce komunálního odpadu, časová řada, trend, predikce.

Statistical analysis of the development of municipal waste production in the Czech Republic

Abstract

The topic of this thesis is a statistical analysis of the development of municipal waste produced in the Czech Republic in the selected period 2002-2018. The work is divided into the theoretical and practical part. The theoretical part describes the legislation of the Czech Republic and the characteristics of basic terms needed to understand the issue. Subsequently, the research is focused on municipal waste, its components and possibilities of treatment. The practical part is devoted to the analysis of total waste production, which is divided into two groups according to economic activity. The first group consists of waste from the enterprise, which points to the amount produced in the production sphere. The second group consists of monitored consumer waste, i.e. municipal waste in the Czech Republic. The analysis is performed by using a graphical representation of development, elementary characteristics and trend functions, based on which the future development of time series is predicted. The practical part is concluded with an overview of the situation in the Czech Republic in comparison with Europe. All background data are obtained from the website of the Czech Statistical Office.

Keywords: Waste catalogue, municipal waste, municipal waste composition, municipal waste management, municipal waste production, time series, trend, prediction.

Obsah

1. Úvod	11
2. Cíl práce a metodika	12
2.1 Cíl práce	12
2.2 Metodika	12
3. Literární rešerše	16
3.1 Legislativa.....	16
3.1.1 Zákon o odpadech.....	16
3.1.2 Katalog odpadů.....	17
3.1.3 Nařízení vlády o plánu odpadového hospodářství.....	17
3.2 Komunální odpad.....	18
3.2.1 Složky KO	19
3.2.2 Vlastnosti komunálního odpadu	20
3.3 Nakládání s komunálním odpadem.....	22
3.3.1 Skládkování	23
3.3.2 Spalování	23
3.3.3 Recyklace	24
3.3.4 Biologické způsoby nakládání s odpady	25
4. Vlastní práce	26
4.1 Vývoj produkce celkového odpadu v ČR.....	27
4.2 Vývoj produkce podnikového odpadu v ČR.....	29
4.3 Vývoj produkce komunálního odpadu v ČR	31
4.4 Vývoj produkce komunálního odpadu v ČR v porovnání s Evropou.....	40
4.5 Nakládání s komunálním odpadem v ČR v porovnání s Evropou.....	41
Závěr	45
Seznam použité literatury	46
Přílohy	48

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Hierarchie nakládání s odpady	22
---	----

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Typy zástaveb podle způsobu vytápění.....	21
Tabulka 2 – Měrné množství komunálních odpadů z domácností	21
Tabulka 4 – Množství běžného svozu (v tis. t. v období 2002-2018).....	32
Tabulka 5 - Množství odpadů z komunálních služeb (v tis. v letech 2002-2018.)	37

Seznam grafů

Graf 1 – Vývoj produkce odpadu celkem	27
Graf 2 – Trendová funkce vývoje množství odpadu celkem.....	28
Graf 3 - Vývoj produkce odpadů z podniku.....	29
Graf 4 – Trendová funkce vývoje množství odpadů z podniku	30
Graf 5 - Vývoj rozdělení produkce komunálního odpadu.....	31
Graf 6 Vývoj množství odděleně sbíraných složek.....	33
Graf 7 Odděleně sbírané složky	34
Graf 8 - Vývoj produkce jednotlivých odděleně sbíraných složek	35
Graf 9 Vývoj množství objemného odpadu	36
Graf 10 – Trendová funkce vývoje komunálního odpadu.....	39
Graf 11 - Produkce komunálního odpadu v Evropě za rok 2017	40
Graf 12 – Spalování komunálního odpadu v Evropě za rok 2016	41
Graf 13 – Skládkování komunálního odpadu v Evropě v roce 2016	42
Graf 14- Recyklace KO v Evropě v roce 2016	43
Graf 15 - Kompostování KO v Evropě v roce 2016.....	44

Seznam použitých zkratk

BRKO – biologicky rozložitelný komunální odpad

BRO – biologicky rozložitelný odpad

DO – domovní odpad

EU – Evropská unie

KO – komunální odpad

OH – odpadové hospodářství

POH ČR – plán odpadového hospodářství České republiky

1. Úvod

Od počátku existence lidstva je veškerá jeho činnost doprovázena vznikem odpadu. Současná životní úroveň a vysoká míra urbanizace mají za následek, že téměř polovina dnešní populace žije ve městech a vytváří tím obrovský tlak na životní prostředí. Státy po celém světě proto v současné době čelí neustále rostoucí produkci odpadu a zmenšujícímu se prostoru pro vytváření skládek, kde většina vyprodukovaného odpadu končí. Přitom každá na skládku uložená tuna představuje nejen nevyužitý zdroj energie, který se musí znovu vykácet či vytěžit, ale také způsobuje zvyšující se množství skleníkových plynů v atmosféře. To vede ke klimatickým změnám, kterých jsme v dnešní době svědky.

Minimalizace dopadu na životní prostředí není stále při nakládání s odpady prioritou. Jen v ojedinělých případech je využívání odpadu jako zdroje druhotných surovin ekonomicky prospěšné, a tak se stále upřednostňuje využívání primárních zdrojů a většina odpadů se likviduje. Udržitelné a zároveň ekonomicky výhodné nakládání s odpady se tedy stává výzvou do následujících let. Proto by mělo být ve veřejném zájmu se problematikou odpadového hospodářství více zabývat, kriticky hodnotit současnou situaci a pokoušet se nacházet nová řešení pro zodpovědné nakládání s odpady.

2. Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je zhodnotit vývoj produkce komunálního odpadu v České republice během let 2002-2018. Na základě elementárních charakteristik, grafického znázornění a nejvyšší hodnoty indexu determinace je zvolena vhodná trendová funkce pro popis průběhu časové řady. Pomocí této trendové funkce je provedena predikce pro následující období. Dílčím cílem práce je porovnat produkci a následné nakládání komunálního odpadu v České republice s evropskými státy.

2.2 Metodika

Časové řady

Časové řady se často využívají v oblasti ekonomie, kde je věcné a prostorové vymezení nedostačující. Časovou řadou se tedy rozumí řada hodnot věcně a prostorově vymezena, jejíž prvky jsou chronologicky uspořádány v čase. Popisují dynamiku vývoje ve sledovaném období a člení se dle různých hledisek.

Podle charakteru ukazatele se dělí časové řady na okamžikové a intervalové. Časové řady okamžikové vyjadřují stav daného ukazatele v daném časovém okamžiku, proto se také označují jako stavové ukazatele. Naopak hodnoty ukazatele časových intervalových řad závisí na délce sledovaného časového intervalu. Tyto intervalové řady lze také označit jako tokové ukazatele. Dále se dělí z hlediska periodicity na krátkodobé (periodicita je kratší než jeden rok), střednědobé (periodicita je jeden rok) a dlouhodobé časové řady (periodicita je jeden rok a více). Další způsob rozdělení řad je dle hodnot ukazatelů na časové řady původních hodnot a časové řady odvozených charakteristik. Pokud nejsou hodnoty ukazatele změněny a obsahují hodnoty, tak jak byly zaznamenány, hovoříme o časových řadách původních hodnot. Jsou-li hodnoty jistým způsobem transformovány (součtem, průměrem, poměrem atd.), jedná se o časovou řadu odvozených charakteristik. [1] [2]

Elementární charakteristiky časových řad

Elementární charakteristiky slouží k rychlé informaci o charakteru a chování vývoje ukazatele v čase a využívají se pro charakterizování dynamiky časové řady. Elementární charakteristiky se dělí na absolutní a relativní.

Absolutní charakteristiky umožňují absolutní porovnání hodnot jednotlivých členů časové řady. Základní absolutní charakteristikou je první diference, která je rovna absolutnímu přírůstku nebo úbytku zkoumaného ukazatele v daném časovém období proti období bezprostředně předcházejícímu, a lze ji vypočítat dle vztahu

$$dy_t = y_t - y_{t-1}, \quad t = 2, 3, \dots, n. \quad (2.1)$$

Pokud se ze všech hodnot absolutních přírůstků vypočte jejich aritmetický průměr, je získán průměrný absolutní přírůstek, který říká, o kolik se v průměru změnila každá hodnota během celého sledovaného období. [1]

$$\bar{\Delta} y = \frac{(y_2 - y_1) + (y_3 - y_2) + \dots + (y_n - y_{n-1})}{n - 1} = \frac{\sum_{t=2}^n \Delta y_t}{n - 1} = \frac{y_n - y_1}{n - 1} \quad (2.2)$$

V určitých případech se pro analýzu časových řad využívá také druhá diference, která určuje rozdíl dvou sousedních prvních absolutních diferencí. Charakterizuje absolutní zrychlení nebo zpomalení vývoje časové řady. Odvozujeme ji ve tvaru

$$d^2 y_t = dy_t - dy_{t-1} = y_t - 2y_{t-1} + y_{t-2}, \quad t = 3, 4, \dots, n. \quad (2.3)$$

Relativní charakteristiky jsou bezrozměrné veličiny a vymezují charakteristiky růstu či poklesu. Mezi představitele relativního vyjádření dynamiky patří koeficient růstu

$$k_t = \frac{y_t}{y_{t-1}}, \quad t = 2, 3, \dots, n. \quad (2.4)$$

Koeficient růstu charakterizuje rychlost změn hodnot v časovém okamžiku proti předešlému období. Z důvodu obtížné interpretace koeficientu růstu se v některých případech používá relativní přírůstek neboli tempo růstu, který lze vypočítat dle následujícího vztahu.

(2.5)

$$\delta_t = \frac{\Delta_t}{y_{t-1}} = \frac{y_t - y_{t-1}}{y_{t-1}} = \frac{y_t}{y_{t-1}} - 1 = k_t - 1, \quad t = 2, 3, \dots, n$$

Dále se charakterizuje úroveň ukazatelů časové řady, která se určuje pomocí průměrů. U intervalových časových řad se stejně dlouhými intervaly se určuje prostý aritmetický průměr

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n y_t, \quad t = 1, 2, \dots, n.$$

V případě nestejně dlouhých intervalů je nutné počítat vážený aritmetický průměr. [1] [2]

Složky časových řad

Při analýze časových řad se předpokládá, že daná časová řada obsahuje tři základní složky, kterými jsou trend, periodická a náhodná kolísání. Trend poukazuje na dlouhodobou celkovou a hlavní tendenci vývoje zkoumaného jevu a může být rostoucí, konstantní nebo klesající. Periodická složka je výsledek působení periodicky se opakujících faktorů na sledovaný jev. Délka jedné periody určuje bližší rozdělení periodické složky na cyklické kolísání, sezónní kolísání a krátkodobé kolísání. Poslední složkou časové řady je náhodné kolísání, které je vyvoláno působením náhodných vedlejších faktorů, které nelze ovlivnit ani předvídat. [2]

Vyrovňávání časových řad

Hlavním úkolem při analýze neperiodických časových řad je stanovení jejich trendu. Trend se určuje pomocí vyrovňávání časových řad, kdy se časová řada nahradí řadou teoretických hodnot y_1, y_2, \dots, y_n bez periodického a náhodného kolísání. Způsobů, jak provést vyrovňání časové řady je mnoho. Dva nejčastěji používané postupy jsou mechanické (metoda klouzavých průměrů) a analytické vyrovňávání.

Analytické vyrovňávání časových řad spočívá ve vystižení trendu pomocí určité funkce času o známém analytickém tvaru a je označováno za vhodnější způsob analýzy trendu oproti vyrovňávání metodou klouzavých průměrů. Při analytickém vyrovňání je však vyžadována z matematického hlediska jednoduchost funkcí. Tím se rozumí minimální počet členů ve funkci, minimální možná mocnina argumentu, linearita v parametrech, spojitost,

minimální počet extrémů a inflexních bodů. Strukturální parametry trendové funkce se určují pomocí metody nejmenších čtverců. Mezi nejběžněji používané funkce patří následující.

- Lineární $T_t = a + bt$ (2.6)

- Kvadratická $T_t = a + bt + ct^2$ (2.7)

- Logaritmická $T_t = a + b \log t$ (2.8)

- Exponenciální $T_t = ab^t$ (2.9)

- Mocninná $T_t = at^b$ (2.10)

- Odmocninná $T_t = a + b\sqrt{t}$ (2.11)

- Kombinovaná $T_t = a + bt + c\sqrt{t}$ (2.12)

- Logistická $T_t = \frac{k}{1 + e^{a+bt}}$ (2.13)

Pro výběr vhodné funkce se využívá index determinace (I^2). Index determinace je bezrozměrné číslo v intervalu $\langle 0,1 \rangle$. Čím více se blíží hodnota I^2 jedné, tím přesněji model popisuje zkoumaný jev. Naopak čím více se hodnoty I^2 blíží k nule, znamená to menší soulad modelu s časovou řadou. Index determinace lze získat ze vztahu

$$I^2 = 1 - \frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y})^2} \quad (2.14)$$

Na základě vizuální podobnosti a hodnoty I^2 je vybrána vhodná funkce. Nejvhodnější funkcí pro popis dynamiky časové řady je ta, u které hodnota I^2 nabývá maxima. Díky správně zvolené funkci je možné predikovat další vývoj zkoumaného jevu.

Vedle indexu determinace I^2 se často využívá jeho odmocniny I , jež se nazývá index korelace.

$$I = \sqrt{I^2} \quad (2.15)$$

Pokud nastane případ, že má několik trendových funkcí podobné hodnoty indexu korelace, preferuje se jednodušší trendová funkce i přes to, že nezaručuje maximální hodnotu korelační charakteristiky.

3. Literární rešerše

Odpadové hospodářství (OH) je v dnešní době bráno jako dynamicky se rozvíjející průmyslové odvětví. Bývá také označováno za multidisciplinární obor, ve kterém se uplatňuje mnoho technologií a jako technologické odvětví, které se dotýká všech stupňů výrobního a spotřebního cyklu. Pojem OH tedy zahrnuje nejenom nakládání s odpady již vzniklými, ale i předcházení jejich vzniku a následnou péči o odpady uložené. Mezi jeho hlavní cíle tedy patří předcházení a omezování vzniku odpadů a pokud odpady již vzniknou, tak se soustředí na jejich maximální využití v podobě druhotných surovin. [3]

3.1 Legislativa

V České republice se situace v odpadovém hospodářství v souvislosti s právními úpravami za posledních dvacet let výrazně zlepšila. Vstupem České republiky do Evropské unie (EU) vznikla státu povinnost splňovat evropská nařízení a normy, a zásadně se tak změnil přístup státu k životnímu prostředí. Vzápětí díky tomu prošel celý legislativní rámec úpravami a novelami, aby splňoval nařízené směrnice EU. Hlavními prvky legislativního rámce odpadového hospodářství České republiky jsou zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů ve znění č. 225/2017 Sb. (dále jen zákon o odpadech), vyhláška č. 93/2016 Katalog odpadů (dále jen katalog odpadů) a nařízení vlády č. 352/2014 Sb., o plánu odpadového hospodářství České republiky pro období 2015-2024 (dále jen nařízení vlády o plánu odpadového hospodářství). [4] Kompletní seznam zákonů, nařízení a vyhlášek odpadového hospodářství uvádí *příloha 1*.

3.1.1 Zákon o odpadech

Zákon o odpadech je klíčovým předpisem v České republice, je platný již od roku 2001 a mezi jeho stěžejní cíle patří nastavení pravidel pro předcházení vzniku odpadu a následné šetrné nakládání se vzniklým odpadem v souladu s životním prostředím a ochrany lidského zdraví. Zákon se tedy zabývá veškerou problematikou během celého životního cyklu odpadů. Současně stanovuje práva a povinnosti osob a státních orgánů, kterých se odpadové hospodářství týká. Naopak neřeší problematiku odpadních vod, odpadů z hornické činnosti, mrtvých těl a ostatků, nezachycených emisí znečišťující ovzduší, odpadů trhavin, výbušnin a munice. [5]

Zákon o odpadech mimo jiné definuje základní pojmy. Nejobecnějším pojmem je „odpadové hospodářství“, což je činnost zaměřená na předcházení vzniků odpadů, nakládání s odpady a následnou péči o místo, kde jsou odpady trvale uloženy a kontrolu těchto činností. Za „odpad“ zákon označuje každou movitou věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se ji zbavit. Podle ustanovení § 3 má osoba povinnost zbavit se movité věci, jestliže ji nepoužívá k původním účelům a věc ohrožuje životní prostředí nebo byla vyřazena na základě zvláštního právního předpisu. Dále § 3 upozorňuje na fakt, že při výrobě movité věci, která není hlavním cílem výroby, nevzniká odpad, ale vedlejší produkt. Jednou z nejvýznamnějších složek odpadů je „komunální odpad“ (KO). Zákonem o odpadech je KO definován jako veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob (občanů), a který je uveden jako komunální odpad v katalogu, s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání. [4] [6]

3.1.2 Katalog odpadů

Struktura odpadů a jejich původ je velmi rozmanitý. K jejich zařazování, hlavně z evidenčního hlediska, se používá katalog odpadů. Katalog odpadů vychází ze zákona o odpadech. Byl vytvořen pro lepší identifikaci odpadů a k vedení evidence jejich produkce. Je rozdělen do dvou hlavních kategorií na odpady nebezpečné (N) a ostatní (O). Unikátní šestimístný kód slouží k identifikaci odpadu, určení způsobu jeho následného zpracování a k vedení evidence. Katalogový kód se skládá ze tří dvojčíslí ve tvaru XX YY ZZ, přičemž každé dvojčíslí udává úroveň přiřazení. Nebezpečné odpady jsou navíc zdůrazněny symbolem „*“ za katalogovým kódem. Dvojčíslí XX představuje základních 20 skupin odpadu, ze kterého lze vyčíst způsob vzniku odpadu, odvětví produkce, obor nebo obecnou činnost. Číslo YY určují podskupinu odpadů, která blíže specifikuje a upřesňuje jeho oblast a okolnosti vzniku odpadu. Poslední dvojice čísel ZZ udává druh odpadu, přesně vymezuje a určuje konkrétní odpad. [7]

3.1.3 Nařízení vlády o plánu odpadového hospodářství

Plán odpadového hospodářství České republiky (POH ČR) je stanoven Ministerstvem životního prostředí na základě předpisu č. 352/2014 Sb. podle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES o odpadech, článku č. 28 a slouží jako nástroj pro realizaci

dlouhodobých strategií odpadového hospodářství. Ke konci roku 2014 vláda České republiky schválila nový POH ČR pro období 2015-2024. POH ČR je tedy klíčovým dokumentem, který stanovuje cíle pro nakládání s odpady a opatření pro jejich dodržení.

Strategie současného POH ČR vede k jednoznačnému odklonu od skládkování skrze předcházení jeho vzniku, k zvýšení recyklace a materiálového využití se snahou přiblížit se k evropské „recyklační společnosti“. S tím je spojené maximální využívání odpadu jako náhradu primárních zdrojů a přechod na oběhové hospodářství. Dále klade důraz na minimalizaci nepříznivých účinků vzniku odpadů a nakládání s nimi na lidské zdraví a životní prostředí. Jeho další prioritou je stanovit a koordinovat síť zařízení k nakládání s odpady v regionech. Na aktuální POH ČR tak přímo navazuje nový programový dokument Operační program Životní prostředí 2014-2020, díky kterému je možné čerpat finance na nová zařízení a systémy nakládání s odpady v ČR. [8]

3.2 Komunální odpad

KO lze všeobecně označit za směs různých odpadů vyprodukovaných na území obce fyzickými osobami. Ze zákona vyplývá, že za KO vznikající na území obce činností fyzických osob je odpovědná obec. Obec se stává původcem a současně vlastníkem KO tehdy, kdy ho fyzická osoba odloží na místě k tomu určeném. Zajištění míst k odkládání KO spadá taktéž pod povinnosti obce.

KO je v katalogu zařazen ve skupině 20 00 00 pod přesným názvem „Komunální odpady (odpady domácností a podobné živnostenské, průmyslové odpady a odpady z úřadu) včetně složek z odděleného sběru“. Skupina 20 00 00 se dále rozlišuje na tři podskupiny. První podskupina 20 01 00 představuje složky z odděleného sběru (kromě odpadů uvedených v podskupině 15 01). Podskupina 20 02 00 zahrnuje odpady ze zahrad a parků včetně hřbitovního kvítí. Poslední podskupinu 20 03 00 tvoří ostatní komunální odpady. [6] Každá z uvedených podskupin obsahuje jednotlivé druhy KO s informací o jejich zařazení do kategorie nebezpečné odpady nebo ostatní odpady (*viz příloha 2*).

3.2.1 Složky KO

Z hlediska Katalogu odpadů je KO chápán v rozšířené podobě jako „Odpady z domácností a podobné živnostenské, průmyslové odpady a odpady z úřadů, včetně složek odděleného sběru“. Již z názvu je tedy patrné, že KO má několik složek. Některé z nich jsou přímo definovány zákonem o odpadech a některé jsou definovány odborníky, kteří díky tomu považují zákon za nekompletní.

Nejvíce zastoupenou složkou je „domovní odpad“ (DO). Je charakterizován jako odpad z domácností a z nevýrobních činností fyzických osob. Vzniká tedy na území obce činností fyzických osob jako nepodnikatelských subjektů a je získáván z běžného svozu. Součástí DO je „Objemný komunální odpad“, který díky svým rozměrům nebo hmotnosti nelze odkládat do běžných sběrných nádob, které mají obsah 80–1100 litrů. Jedná se nejčastěji o nábytek, koberce, sanitární keramiku, aj. Další složkou je „živnostenský odpad“ označovaný za odpad podobný DO s rozdílem, že vzniká při nevýrobní činnosti fyzických či právnických osob oprávněných k podnikání. Díky tomu původcem tohoto odpadu není obec, ale příslušné fyzické či právnické osoby. Živnostenským odpadem se tedy rozumí odpad z obchodů, úřadů, služeb a průmyslový odpad nesouvisející s výrobou. Dále velmi významnou část KO tvoří „Využitelné složky komunálního odpadu“. Získávají se odděleným sběrem a lze je přímo nebo po úpravě recyklovat či jinak materiálově využít. Využitelnou složkou KO jsou zejména odděleně sebraný papír, sklo, plasty, železné a neželezné kovy a jejich slitiny, textil a biologický odpad. Odděleným sběrem se také získávají „nebezpečné složky komunálního odpadu“. Nebezpečné složky KO jsou v katalogu odpadů vedeny ve skupině 20 01, označené hvězdičkou, bez rozlišení, zda se jedná o DO nebo živnostenský odpad. Nebezpečné odpady mohou poškodit lidské zdraví nebo životní prostředí, z těchto důvodů jsou získávány právě odděleným sběrem a je na ně kladena větší pozornost. Složku „biologicky rozložitelný komunální odpad“ (BRKO) tvoří odpady, které podléhají aerobnímu nebo anaerobnímu rozkladu. Ve vztahu ke KO ho tvoří především odpady z údržby sadů, parků a lesoparků, sídlištní a uliční zeleně, ale i travnatých hřišť a odpady ze hřbitovů. Patří sem také vytríděné biologicky rozložitelné odpady z kuchyní, stravoven a domácností, nazývané také jako „gastroodpad“. Poslední složku tvoří „směsný komunální odpad“ označovaný za zbytkovou směs KO, která po separaci využitelných složek, nebezpečných složek a BRKO zůstává nevyužitelná a končí na skládkách nebo ve spalovnách. [9]

3.2.2 Vlastnosti komunálního odpadu

Znalost vlastností KO je nejen důležitá při rozhodování o volbě způsobu a technologií s jeho nakládáním, ale také při zpracování plánů a koncepcí odpadového hospodářství. Vlastnosti KO jsou popisovány souborem základních charakteristik, u kterého je důležité znát nejen současný stav, ale i výhledový z hlediska celkového množství KO a z hlediska časového a plošného rozdělení KO v určité lokalitě. [10] Získané hodnoty souboru základních charakteristik udávají způsob zpracování odpadu konkrétní technologií. Při volbě způsobu nakládání s KO jsou rozhodující technologické výhodnosti. Z tohoto hlediska jsou pak za důležité považovány např. vlastnosti materiálové využitelnosti (recyklovatelnosti), biologické rozložitelnosti (aerobní či anaerobní rozklad), energetické využitelnosti (spalování pevné či plynné substance) apod. Za základní charakteristiky komunálních odpadů se všeobecně považují: množství, ukazatel měrného množství, zrnitostní složení a látkové složení.

Množství je uváděné v jednotkách hmotnosti nebo objemu za určitý časový interval. Udává se většinou v tunách, případně v m³. Hodnoty vyjádřené v objemových jednotkách jsou výjimkou, proto musí být doplněny o informace o místě zjištění (např. v domácnosti, ve sběrné nádobě, aj.). Z celkového množství se pomocí aritmetického průměru zjištěných hodnot hmotnosti a počtu trvale bydlících obyvatel v dané svozové oblasti zjišťuje ukazatel měrného množství, který se uvádí v kg/osoba a rok, případně kg/osoba a týden. Zrnitostní složení a látkové složení je sledováno jako složení směsných komunálních odpadů, tj. zbytkových odpadů po vytrídění využitelných a nebezpečných složek. Složení KO se zjišťuje v terénních podmínkách pomocí dvou metod. Využívána je kombinace síťové analýzy a ručního třídění. Obě analýzy se provádějí v rozdílných typech obytné zástavby (sídlištní, smíšená – městská, vilová, příměstská – venkovská) vzorkováním odpadů v odlišných časových intervalech. Při prováděných analýzách o složení KO, se také odebírají vzorky pro stanovení fyzikálně – chemických charakteristik, které udávají vlhkost odpadů, výhřevnost odpadů, obsah vybraných látek a prvků.

Fyzikálně – chemické charakteristiky se zjišťují laboratorně za užití standardních analytických metod a vycházejí ze stejného vzorkování obytných zástaveb jako základní charakteristiky. U fyzikálně – chemických charakteristik je důležité specifikovat způsob vytápění v daných oblastech. Za minimální rozsah výběru zástaveb pro vzorkování a analýzy KO se považuje rozsah tří typů zástaveb, které jsou uvedeny v tabulce 1. Provádění analýz

je nutné uskutečnit během všech ročních období k popsání všech charakteristik. Z toho tedy vyplývá, že minimální doba pro odběr vzorků a zjišťování všech stanovených charakteristik je jeden rok. [9]

Tabulka 1 – Typy zástaveb podle způsobu vytápění

Typ zástavby	Způsob vytápění
Sídlištní	Centralizovaný způsob tepla
Smíšená	Smíšené ústřední, etážové či lokální vytápění plynem nebo elektrinou
Venkovská	Lokální vytápění pevnými palivy

Zdroj: Technika pro zpracování komunálního odpadu [10]

Tabulka č. 2 demonstruje produkci komunálních odpadů v domácnostech. Uvedené hodnoty se týkají výskytu KO v domácnostech ve třech zmíněných sledovaných typech obytné zástavby. Jedná se o množství směsných komunálních odpadů, tj. včetně vytríděných složek.

Tabulka 2 – Měrné množství komunálních odpadů z domácností

Typ zástavby	kg/obyvatele a týden			kg/obyvatele a rok
	Průměr	Maximální hodnoty	Minimální hodnoty	Průměr
Sídlištní	3,35	3,90	2,51	174
Smíšená	5,62	6,54	4,80	292
Venkovská	5,80	8,54	2,76	302

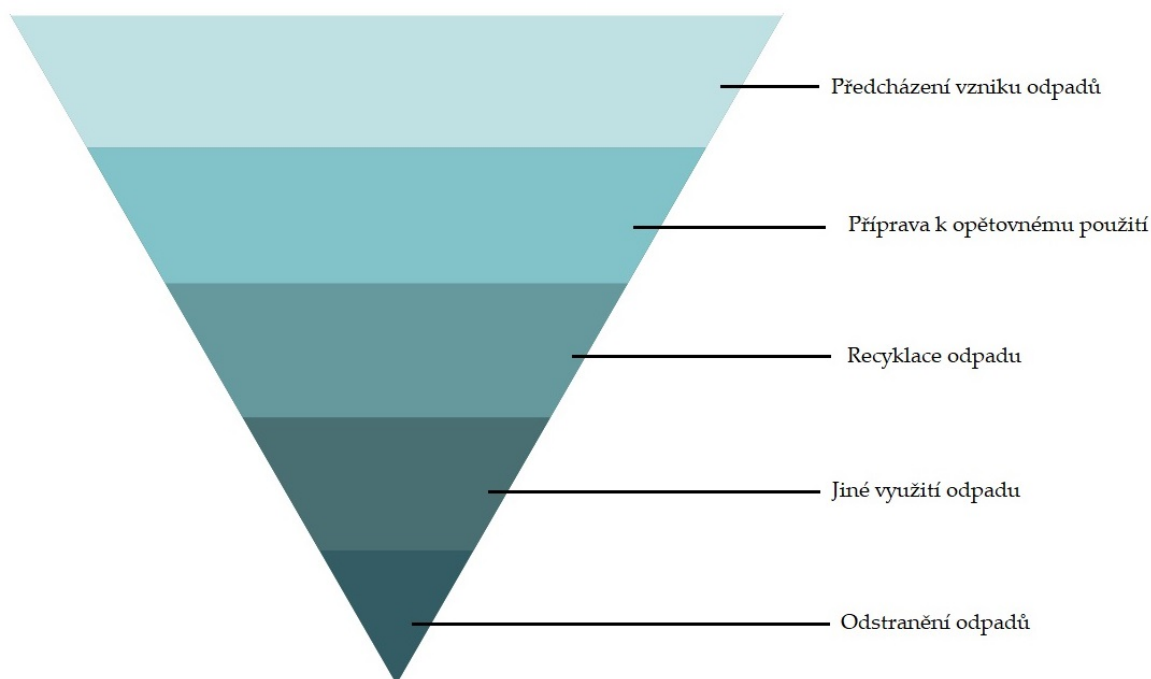
Zdroj: Komunální a podobné odpady, vlastní zpracování [9]

Hodnoty měrných hmotností ve smíšené a venkovské zástavbě jsou závislé především na podílu vytápěných objektů pevnými palivy. U smíšené zástavby je také nutné upozornit na zastoupení objektů služeb a drobných živnostenských provozoven ve sledované lokalitě. Nejnižší naměřená hodnota množství odpadu byla vysledována v sídlištní zástavbě, naopak nejvyšší hodnota byla naměřena ve venkovské zástavbě. [9][11]

3.3 Nakládání s komunálním odpadem

Pod pojmem nakládání s KO je zahrnuta celá řada činností, jako je shromažďování, přeprava, skladování, úprava, využití neboli recyklace a zneškodňování odpadu. Životní cyklus komunálních odpadů začíná jejich odložením do sběrných nádob či stanovištních nádob, které zajišťuje obec. Na konci životního cyklu se odpad využívá jako náhrada primárních surovin nebo je trvale uložen na skládku či zneškodněn. [9] Jako původce odpadu je obec povinna ze zákona dodržovat hierarchii způsobu nakládání s odpady. Jedná se o pětimístnou stupnici, kde je na prvním místě uveden nejvíce preferovaný způsob nakládání s KO, jak je zobrazeno na Obrázku 1. [6]

Obrázek 1 - Hierarchie nakládání s odpady



Zdroj: Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů, vlastní zpracování [6]

Předcházení vzniku odpadu je v současné době nejvíce uznávaný způsob nakládání s odpady. Hlavní myšlenkou předcházení vzniku odpadu je snížit jeho množství na minimum prodloužením životnosti výrobku nebo jeho opětovným použitím. [9][12] Příprava k opětovnému použití znamená jakýkoli způsob, při kterém je výrobek nebo alespoň jeho část znovu použita ke stejnému účelu. Recyklace je proces zpracování výrobků na materiál, který lze znovu použít k původnímu nebo jinému účelu. Jiné využití odpadu může být materiálové nebo energetické. Do materiálového využití patří již výše zmíněná recyklace, kompostování a přepracování. Spalování odpadu potom znamená jeho energetické využití.

Odstranění odpadu by mělo být vždy ekologicky únosné a zároveň ekonomicky výhodné. Proces odstranění čeká odpad, který nelze nijak dále využít. Většinou se odpad uloží na skládku, případně se spálí bez využití tepelné energie. [13][14]

3.3.1 Skládkování

Skládkování se považuje za jednoduchou a finančně nenáročnou technologii nakládání s odpady. Skládkováním se nyní zneškodňuje převážná část odpadů. Jedná se o způsob odstraňování odpadů, při kterém se odpady zaváží na skládku. Tam jsou hutněny a pravidelně překrývány interním materiálem. Uvnitř skládky probíhají chemické, fyzikální a biologické procesy, díky kterým se odpady rozkládají. To ovšem vede k znečištění spodních vod a ke vzniku plyných emisí (např. skleníkové plyny). Díky tomuto faktu se řadí skládkování mezi nejméně preferované způsoby nakládání s odpadem. I přes tyto značné nevýhody je skládkování v České republice nejvíce využívaným způsobem nakládání s odpady. Ačkoli politika Evropské unie směřuje k výraznému omezení skládkování, lze předpokládat, že i nadále zůstane v blízké budoucnosti nejrozšířenějším způsobem zpracovávání komunálního odpadu. [13][15]

3.3.2 Spalování

Spalování neboli tepelné zpracování odpadů je radikální a do jisté míry hygienický způsob zneškodňování odpadů. Komunální odpady, vzhledem k jejich složení, není možné spalovat klasickým způsobem, ale při vyšších teplotách, při kterých se toxické látky rozloží, a tudíž nemohou unikat do ovzduší. Jedná se tedy o jeden z nejšetrnějších způsobů nakládání s odpadem v dnešní době. Při spalování se navíc uvolňuje tepelná energie, která může být rozvedena soustavou centrálního zásobování teplem či dále použita k výrobě elektřiny. Uvádí se, že při energetickém využití jedné tuny odpadu se zabrání vzniku zhruba jedné tuny CO₂. Toto tvrzení je podloženo i Evropskou energetickou agenturou, která zveřejnila údaje z období 1990–2006, kdy se podle ní díky spalování a recyklaci snížily emise skleníkových plynů o 34 %. Tepelné zpracování odpadu se tedy v současné době i výhledově považuje za perspektivní technologii. [13][15]

3.3.3 Recyklace

Pojem recyklace je definován jako znovuvyužití či znovuzavedení a dělí se na externí a interní. Externí recyklace se uplatňuje v jiném podniku či dokonce odvětví, než odpady vznikly. Naopak interní recyklace znamená vrácení odpadu do procesu, při kterém vznikl. Recyklace je považována za úsporu přírodních zdrojů na straně vstupů a snížení zátěže životního prostředí na straně výstupů. Recyklace velmi úzce souvisí s kvalitním tříděním komunálního odpadu. Oddělený sběr je tedy velmi důležitým prvním krokem pro získání druhotných surovin. Mezi využitelné složky (druhotné suroviny) patří papír, sklo, plasty, kovy a bioodpad. [3]

Papír je nejvíce zastoupenou separovanou složkou. Lze jej pětkrát až šestkrát recyklovat. Například jednou tunou recyklovaného papíru se ušetří až 3 000 litrů vody. Při výrobě recyklovaného papíru se použije pouze 10 % vody ve srovnání s nerecyklovaným papírem. Také se sníží produkce skleníkových plynů o 95 %, spotřeba elektřiny klesne o 3 000 - 4 000 kWh a zachrání se 17 vzrostlých stromů. [16]

Další druhotnou surovinou je sklo. Vyrábí se ze směsi písku, sody, vápence a přidaných aditiv. Tyto základní suroviny skla musí být při jeho výrobě zahřáty na 1 200 °C. Při výrobě recyklovaného skla se suroviny zahřívají pouze na 800 °C. Lze tedy říct, že recyklaci skla šetříme přírodní suroviny a energii. Každá tuna recyklovaného skla snižuje těžbu surovin o 230 kg. Sklo se označuje za ideální recyklovatelnou surovinu, oproti papíru nemá žádné limity a recyklovat ho můžeme nekonečně mnohokrát bez ztráty kvality materiálu. [16]

Plasty jsou v dnešní době na předních příčkách největší hrozby pro životní prostředí. Plast je materiál, který se nikdy kompletně nerozloží. Jeho částičky známé jako mikroplasty se nachází všude. Obecně je známo, že je nemožné se v dnešní době vyhnout konzumaci mikroplastů. Jen malé procento dnešních plastů je recyklovatelných. Například plast s označením PET je recyklovatelný druh. PET lahve mohou být recyklovatelné až patnáctkrát. To se ale v dnešním světě bohužel prakticky neděje a plastů stále přibývá. Potenciálním řešením je zálohovat PET lahve stejně jako sklo. Odpůrci zálohového systému argumentují tím, že jsou to právě plasty, které mají díky své kvalitě ekonomickou hodnotu, a při zavedení zálohového systému by se zborilo celé odpadové hospodářství ČR. Zastánci zálohování PET lahví naopak tvrdí, že systém je dávno nefunkční a je čas na změnu. [16] [17]

Kovy neboli kovový odpad se v České republice třídí do kontejnerů určených pro sběr kovů nebo se sbírá ve výkupnách či sběrných dvorech, kde každý kilogram kovu je finančně oceněn. Výše finanční odměny se odvíjí podle situace na světových trzích. Nyní je v České republice kolem 7 000 kusů šedých popelnic určených pro sběr kovu. Kovy lze recyklovat i do kontejnerů určených pro sběr plastů či nápojových kartonů označených speciálním symbolem. Tyto kontejnery jsou označeny speciální samolepkou a po České republice jich je 10 000 kusů. Každá jedna tuna recyklovaného kovu zachrání 1150 kg železné rudy, 650 kg uhlí a 55 kg vápence. Také sníží znečištění ovzduší o 86 %, znečištění vody o 76 %, spotřebu vody o 40 % a spotřebu energie o 75 %. [14] [16] [17]

3.3.4 Biologické způsoby nakládání s odpady

Biologicky rozložitelné odpady (BRO) s roční produkcí cca 12 mil. tun jsou významnou skupinou odpadů v České republice. Pocházejí ze zemědělské a lesnické produkce, ze zpracovatelského průmyslu a patří sem i BRKO. Převážná část těchto odpadů je určena k materiálovému nebo energetickému využití. Je nutné omezovat jejich ukládání na skládky, kde jsou zdrojem skládkového plynu.

Jedním nejvýznamnějším způsobem využití BRO je kompostování. Jedná se o proces, při kterém za řízených podmínek probíhá aerobní a anaerobní fermentace. Vytváří se tak organické hnojivo (tj. kompost). Kompostovat lze všechny biologicky rozložitelné odpady, tudíž lze kompostování označit za téměř uzavřený přírodní cyklus. Kořeny kompostování v České republice sahají na počátek 20. století, kdy byla založena kompostárna s řízenou technikou. Kompostování se rychle rozvíjelo, to se však po roce 1989 změnilo po zrušení státní finanční podpory. Poté produkce kompostu klesla z 2,5 mil. tun/ročně na 300 tis. tun ročně. Před Sametovou revolucí se zpracování odpadu pomocí kompostu považovalo za klíčový prvek úrodnosti zemědělské půdy. Nyní díky směrnicím Evropské unie, které nařizují snížení množství BRO na skládkách na minimum, se stát opět vrací k podpoře zpracování BRO pomocí kompostu. [3][15]

4. Vlastní práce

Podkladová data použita pro výpočty v praktické části jsou získána z Českého statistického úřadu, který pravidelně eviduje data o produkci a nakládání s odpady na území České republiky. Data slouží především k dokumentaci o plnění reportingových povinností České republiky, které vyplývají z nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 2150/2002/ES o statistice odpadů. Dále jsou data o produkci odpadů v České republice zpracovávána Ministerstvem životního prostředí. Ovšem díky rozdílné metodice sběru dat obou institucí se jejich hodnoty o produkci odpadů ve výsledku liší až v řádech tisíců tun.

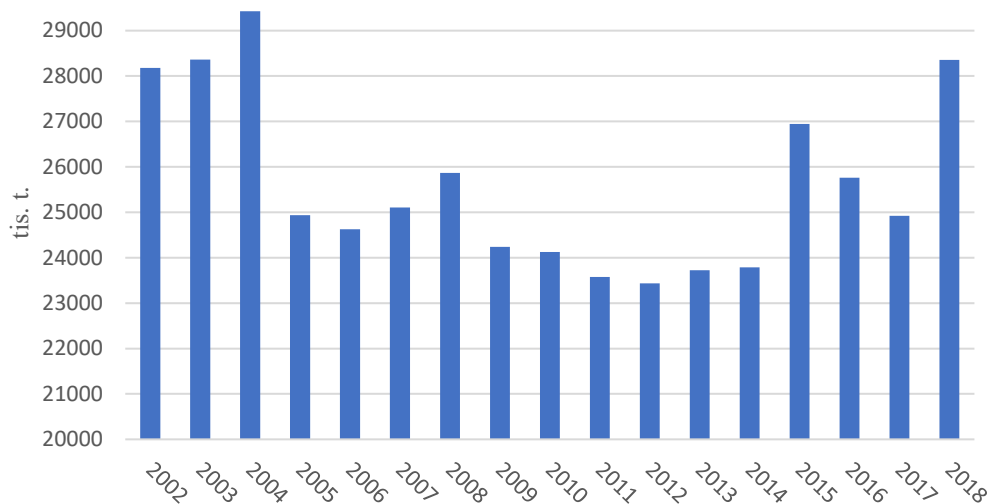
Pro analýzu vývoje produkce odpadu byla použita data z období 2002-2018 s výjimkou jednotlivě oddělených sbíraných složek odpadu. Údaje o odděleně sbíraných složkách se do roku 2011 podrobně nezpracovávala a nejsou tak do té doby dostupná (viz *příloha 3*). Hlavní sledovanou skupinou je celkový odpad, který se dále dělí do dvou skupin na odpad z podniků a komunální odpad.

Odpad z podniku poukazuje na množství vyprodukované ve výrobní sféře. Český statistický úřad do této skupiny zahrnuje činnosti rozdělené podle katalogu odpadů ze stavebních a demoličních odpadů, odpady z tepelných procesů a ze zařízení na zpracování odpadu. Druhou sledovanou skupinou odpadů je spotřební tedy komunální odpad v České republice. U provedeného srovnání České republiky a Evropy v produkci KO (komunální odpad) byla použita časová řada v období 2010-2017, avšak data o nakládání KO v evropských státech jsou Českým statistickým úřadem zveřejněna pouze v období 2010-2016 (uvádí *příloha 4*). Pro státy, které nejsou zobrazeny na ose x, Český statistický úřad data neeviduje.

4.1 Vývoj produkce celkového odpadu v ČR

Produkce odpadu je ovlivněna mnoha faktory. Mezi nejzásadnější patří ekonomická aktivita, věk obyvatel, velikost domácností a typy zástavby ve zkoumané oblasti. V České republice se průměrně za jeden rok vyprodukuje 25 610 tisíc tun odpadu ve sledovaném období 2002-2018. Na jednoho obyvatele tak připadá 2 456 kg celkového odpadu za rok. V průměru se množství celkového odpadu zvýšilo o necelých 11 tisíc tun ročně, což představuje meziroční nárůst pouze o 0,26 %. Přestože se meziroční přírůstek blíží nule, není vývoj produkce celkového odpadu konstantní a průběh časové řady vykazuje značné skoky. Výrazný pokles je zaznamenán v roce 2005, kdy oproti roku 2004 kleslo množství produkce celkového odpadu o 4 489 tisíc tun, což tvořilo meziroční úbytek o 15,25 %. Lze se domnívat, že je tento pokles důsledkem přijetí nových vyhlášek spojených se vstupem České republiky do Evropské unie. V roce 2015 a 2018 je naopak neobvykle vyšší nárůst množství celkového odpadu. V roce 2015 byl zaznamenán nárůst o 13,3 %, v roce 2018 byl meziroční nárůst o 13,8 %. Lze předpokládat, že zvýšené množství celkového odpadu v obou případech souvisí se silným nárůstem ekonomiky a vysokým spotřebním chováním obyvatel. Kolísavý vývoj produkce je znázorněn v Grafu 1.

Graf 1 – Vývoj produkce odpadu celkem (v tis. t v období 2002-2018)



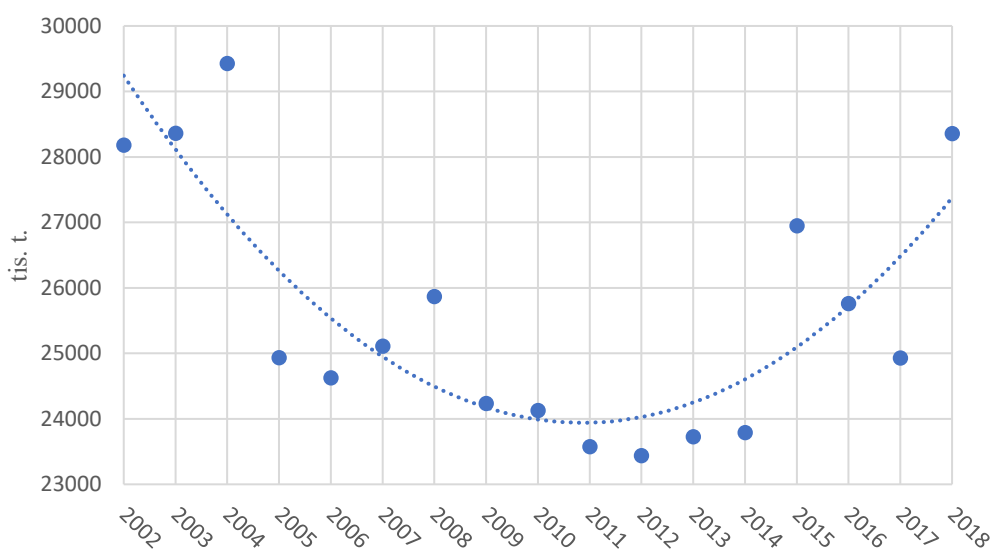
Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Z Grafu 1 je mezi roky 2005-2014 patrný propad až o 6 tisíc tun, kdy se produkce odpadu pohybovala kolem 24 tisíc tun, s výjimkou roku 2008. V roce 2018 se množství vyprodukovaného celkového odpadu opět blíží k podobným hodnotám, jako na začátku

sledovaného období a jeho produkce přesáhla 28 tisíc tun. Oproti roku 2017 bylo v roce 2018 vyprodukováno o 3 428 tisíc tun celkového odpadu více a jeho množství vzrostlo o 13,75 %. Neobvykle velký nárůst byl způsoben vyšší produkcí podnikového odpadu.

Vývoj produkce celkového odpadu lze aproximovat pomocí parabolické trendové funkce, která byla zvolena na základě nejvyšší hodnoty indexu determinace a také podle vizuální podobnosti s časovou řadou, což je patrné z Grafu 2.

Graf 2 – Trendová funkce vývoje množství odpadu celkem (v tis. t v letech 2002-2018)



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Parametry trendové funkce byly určeny pomocí metody nejmenších čtverců a její předpis vypadá následovně

$$y = 30507 - 1331,1t + 67,465t^2.$$

Dostačující kvalitu shody trendové funkce s časovou řadou také potvrzuje hodnota indexu determinace

$$I^2 = 0,6796$$

a daná časová řada se tedy shoduje se zvolenou trendovou funkcí téměř z 68 %. Sílu závislosti potvrzuje také index korelace, který má hodnotu 0,8243. Pokud by byla požadována lepší shoda, lze vyšší hodnoty indexu determinace docílit volbou polynomu vyššího stupně.

Na základě trendové funkce lze provádět predikce množství celkového odpadu na další období. Pro rok 2019 dosazením do předpisu trendové funkce byla získána hodnota

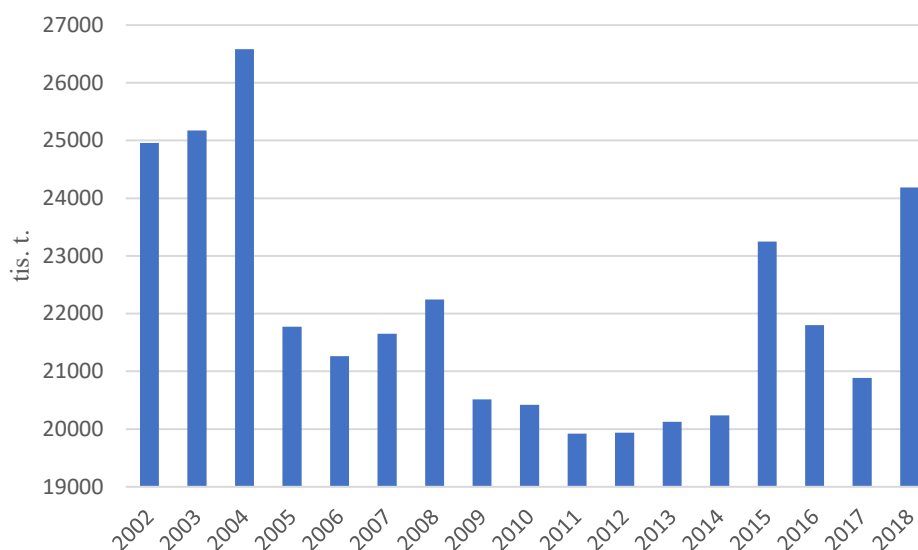
$$y_{2019} = 67,465 \cdot 18^2 - 1331,1 \cdot 18 + 30507 = 28\,406 \text{ tisíc tun},$$

což představuje reálně dosažitelné množství produkce odpadu vzhledem k vývoji z minulých let. Z důvodu nižší hodnoty indexu determinace a stále rostoucího spotřebního chování obyvatelstva lze očekávat vyšší reálnou hodnotu množství celkového odpadu.

4.2 Vývoj produkce podnikového odpadu v ČR

Odpady z podniku tvoří převážnou část množství celkového odpadu. Na jeho produkci se podílí z 86 %. Z tohoto důvodu je průběh těchto časových řad téměř shodný. Množství podnikového odpadu je průměrně 22 055 tisíc tun za rok s průměrným meziročním nárůstem o 0,11 % během sledovaného období. V roce 2004 bylo dosaženo nejvyššího množství podnikového odpadu ve sledovaném období. V tomto roce bylo vyprodukováno 26 584 tisíc tun s meziročním nárůstem o 5,6 %. Z Grafu 3 je patrné zvýšení produkce mezi lety 2002-2004.

Graf 3 - Vývoj produkce odpadů z podniku (v tis. t v období 2002-2018)



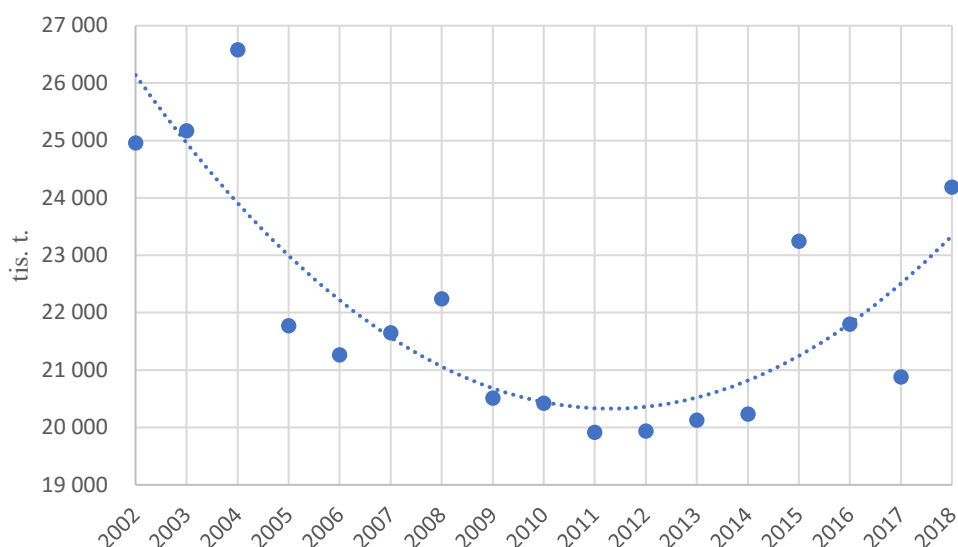
Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Lze předpokládat, že rostoucí množství podnikového odpadu v tomto období ovlivnil zpracovatelský průmysl. Díky volnému pohybu zboží, který byl zaručen vstupem České republiky na jednotný trh EU, se otevřely nové možnosti v obchodování a s rostoucí poptávkou byly navýšeny výrobní kapacity. V následujícím roce 2005 byl zaznamenán

největší propad, kdy množství produkce kleslo o necelých pět tisíc tun, meziroční rozdíl byl tedy o 18 % nižší. V následujících třech letech se množství každoročně průměrně zvýšilo o 156 tisíc tun, průměrný meziroční nárůst byl tedy 0,74 %. V období mezi roky 2009-2014 byla produkce opět nižší, situaci mohly ovlivnit dopady světové ekonomické krize, díky kterým se snížila výroba v oblasti průmyslu. Množství podnikových odpadů se v roce 2015 opět zvýšilo o 14,89 %. Lze se domnívat, že důvodem mohl být vyšší počet nových kilometrů silnic a dálnic oproti jiným rokům. V roce 2015 se na území České republiky postavilo 41,5 km silnic a dálnic, tedy o 11,2 km více, než tomu bylo v následujícím roce 2016. Vysoký meziroční nárůst o 15,82 % v roce 2018 byl také ovlivněn výstavbou silnic a dálnic, v tomto roce bylo vybudováno 45,8 nových kilometrů. Rostoucí ekonomika v tomto roce také zapříčinila zvýšené množství stavebních zakázek a rekonstrukcí železničních tratí, které vedly ke zvýšení množství odpadní zeminy.

Pro popis vývoje produkce množství byla na základě indexu determinace a grafického znázornění opět zvolena kvadratická trendová funkce, která je vykreslena v Grafu 4.

Graf 4 – Trendová funkce vývoje množství odpadů z podniku (v tis. t v letech 2002-2018)



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Již bylo zmíněno, že průběh produkce podnikových odpadů je téměř shodný s celkovou produkcí. Totéž tedy platí i pro hodnoty parametrů kvadratické funkce trendu a indexu determinace. Tvar funkce lze tedy zapsat jako

$$y = 27458 - 1383,8t + 67,158t^2.$$

Index determinace je roven

$$I^2 = 0,697$$

a znamená shodu trendové funkce téměř 70 %. Po odmocnění indexu determinace je získána hodnota 0,83, která určuje sílu vztahu mezi proměnnými neboli vyjadřuje index korelace. Na základě trendové funkce lze predikovat množství podnikového odpadu pro rok 2019 následovně.

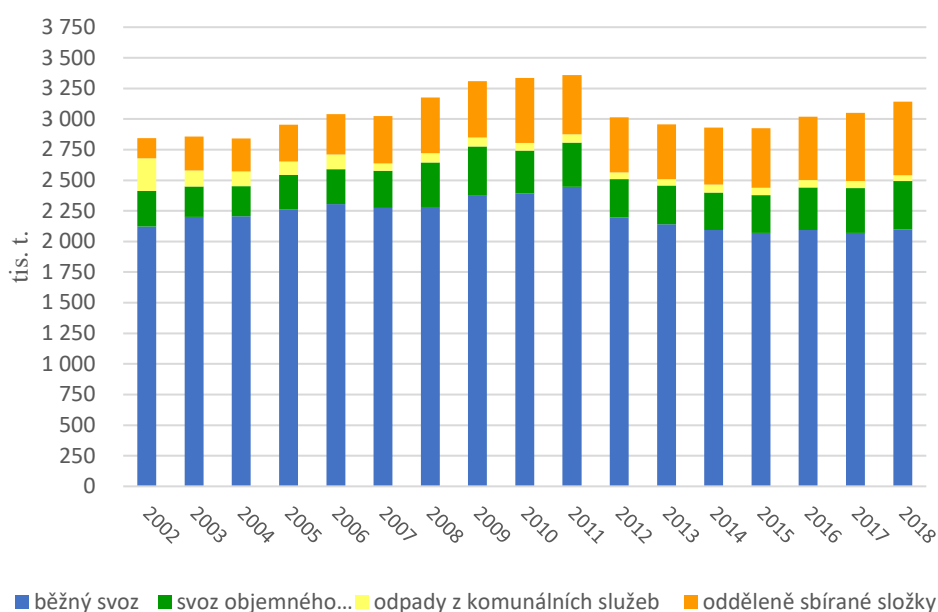
$$y_{2019} = 67,158 \cdot 18^2 - 1383,8 \cdot 18 + 27458 = 24\,308 \text{ tisíc tun}$$

Pro rok 2019 bylo státem naplánováno 151 tisíc velkých dopravních staveb v různých fázích přípravy. Vzhledem k dobré ekonomické situaci, lze předpokládat, že predikovaná rostoucí tendence je správná.

4.3 Vývoj produkce komunálního odpadu v ČR

Komunální odpady se podílí na celkové produkci odpadů jen z 13 %. Nemají tak zásadní vliv na celkové množství odpadů, jako odpady z podniku. Množství KO průměrně tvoří 3 221 tisíc tun ročně za sledované období, na jednoho obyvatele tak připadá 309 kg vyprodukovaného komunálního odpadu za rok. Průměrný meziroční pokles je během let 2002-2018 o 0,01 %. Z Grafu 5 lze vidět celkové množství komunálního odpadu rozdělené na jednotlivé složky sběru ve sledovaném období.

Graf 5 - Vývoj rozdělení produkce komunálního odpadu (v tis. t v letech 2002-2018)



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Jak z Grafu 5 vyplývá, většina vyprodukovaného množství komunálních odpadů pochází z běžného svozu. Běžným svozem se rozumí veškerý směsný odpad z popelnic a kontejnerů. Tvoří jednoznačně největší podíl na celkovém množství komunálního odpadu. Průměrně je běžným svozem zpracováváno 68,72 % z celkové produkce komunálního odpadu a 8,64 % z veškerých odpadů České republiky ve sledovaném období. V Tabulce 4 je zachycen vývoj produkce běžného svozu a jeho elementárních charakteristik ve sledovaném období.

Tabulka 3 – Množství běžného svozu (v tis. t. v období 2002-2018)

Roky	Běžný svoz	První diference	Druhá diference	Koeficient růstu
2002	2 122	x	x	x
2003	2 202	80	x	1,038
2004	2 206	4	-75	1,002
2005	2 260	54	50	1,024
2006	2 305	45	-9	1,020
2007	2 274	-31	-76	0,986
2008	2 283	9	40	1,004
2009	2 374	91	82	1,040
2010	2 390	16	-75	1,007
2011	2 447	56	40	1,024
2012	2 196	-251	-307	0,898
2013	2 140	-56	194	0,974
2014	2 093	-47	10	0,978
2015	2 070	-23	23	0,989
2016	2 094	25	48	1,012
2017	2 071	-23	-48	0,989
2018	2 100	29	52	1,014

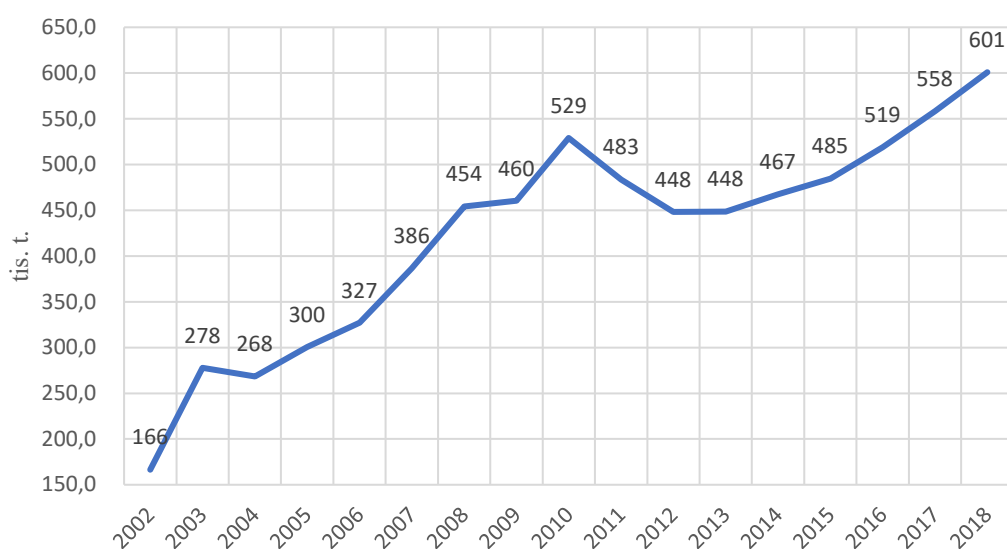
Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Z Tabulky 4 je patrné že, největší přírůstek v běžném svozu komunálního odpadu je mezi roky 2008 a 2009 s hodnotou 91 tisíc tun, kdy proběhl nárůst oproti minulému roku o 4 %. Jedním z důvodů mohla být vysoká míra nezaměstnanosti, která měla za následek zrušení poplatku za likvidaci odpadů v některých městech ČR, služby měst tedy mohlo využívat více obyvatel. Největší úbytek je zaznamenán po skončení ekonomické krize v České republice mezi roky 2011 a 2012 o 251 tisíc tun, což představuje pokles o 10,2 %. Naopak během ekonomické krize, která začala v roce 2008 a doznívala až do roku 2012, množství běžného svozu průměrně vzrůstalo o 43 tisíc tun každý rok. Jedná se tak o přesně opačný jev než lze s příchodem ekonomické krize očekávat. Toto si lze vysvětlit chováním spotřebitelů, kteří

se snažili v době krize šetřit a kupovali zboží ve výhodných akcích. Nadbytečné množství ovšem nestihli spotřebovat, a tak produkty vyhazovali. Po skončení ekonomické krize následoval druhý největší úbytek v roce 2013 o 2,6 % oproti předešlému roku. Průměrný absolutní přírůstek, v tomto případě úbytek, za celé sledované období je 1,3 tisíc tun.

Naopak trend vývoje separace složek komunálního odpadu oproti tomu běžnému má téměř po celou dobu sledovaného období rostoucí tendenci s výraznějším nárůstem v posledních letech. Průběh časové řady je znázorněn v Grafu 6.

Graf 6 Vývoj množství odděleně sbíraných složek (v tis. t v letech 2002-2018)

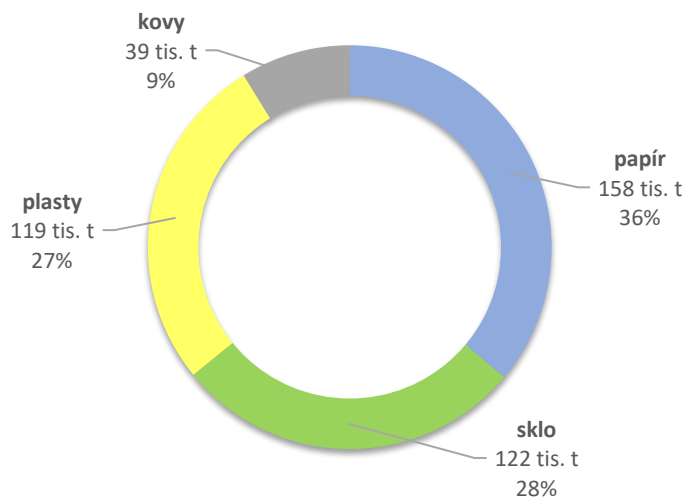


Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Odděleně sbírané složky tvoří 13,11 % z komunálních odpadů a pouze 1,65 % z celkového odpadu České republiky. Nejvýraznější přírůstek odděleně sbíraných složek je na začátku sledovaného období v roce 2003 o 111 tisíc tun s meziročním nárůstem oproti předešlému období o 67 %. Tento nárůst mohlo vyvolat nabytí zákona č. 477/2001 Sb., o obalech a změně některých zákonů v platném znění (zákon o obalech), který přesněji formuloval povinnosti spojené s nakládáním s obaly. V následujících letech 2004-2010 množství průměrně vzrůstalo o 36 tisíc tun ročně. V tomto období byl zaznamenán druhý největší nárůst o 14,9 % v roce 2010. Po roce 2010 množství nepatrně pokleslo, kdy největší meziroční pokles o 8,6 % byl v roce 2011. Od roku 2014 je tendence opět stabilně rostoucí. Oproti roku 2002 je na konci sledovaného období registrován nárůst o 434 tisíc tun odděleně sbíraných složek. Jedním z hlavních důvodů zvýšeného množství druhotných surovin je neustále se zvětšující síť popelnic na území ČR.

Průměrně se každý rok mezi lety 2011-2018 separuje 422 tisíc tun odpadu. Každý Čech tedy v průměru vytrídí necelých 41 kg odděleně sbíraných složek za rok. Průměrný meziroční nárůst ve sledovaném období je 27,1 tisíc tun. Stále rostoucí meziroční přírůstek může být ovlivněn rostoucím zájmem o trvale udržitelný životní styl, který se stává trendem nejen v České republice, ale po celém světě. V posledním sledovaném roce třídilo odpad 73 % obyvatel České republiky. Je ovšem nutné si uvědomit, že třídění odpadu a jeho následná recyklace nechrání životní prostředí, ale pouze zmenšuje jeho poškození lidskou činností. Stále se jedná o průmysl, který má své limity. Jeden z největších nedostatků separace složek KO je zátěž pro životní prostředí způsobená právě procesem recyklování. Pokud recyklace způsobuje větší zátěž než použití primárních zdrojů, je upřednostněno použití původního materiálu. Odděleně sbírané složky, tak ve výsledku končí na skládkách či ve spalovnách. Z Grafu 7 vyplývá, že nejvíce zastoupenou separovanou složkou v České republice je papír s průměrnou hodnotou 158 tisíc tun za rok. Tvoří 37 % odděleně sbíraných složek a necelých 5 % komunálního odpadu. V roce 2018 se vytrídilo celkem 182 tisíc tun papíru, což znamená že každý obyvateľ vytrídil průměrně 15,2 kg papíru.

Graf 7 Odděleně sbírané složky (průměrné hodnoty v období 2011-2018)



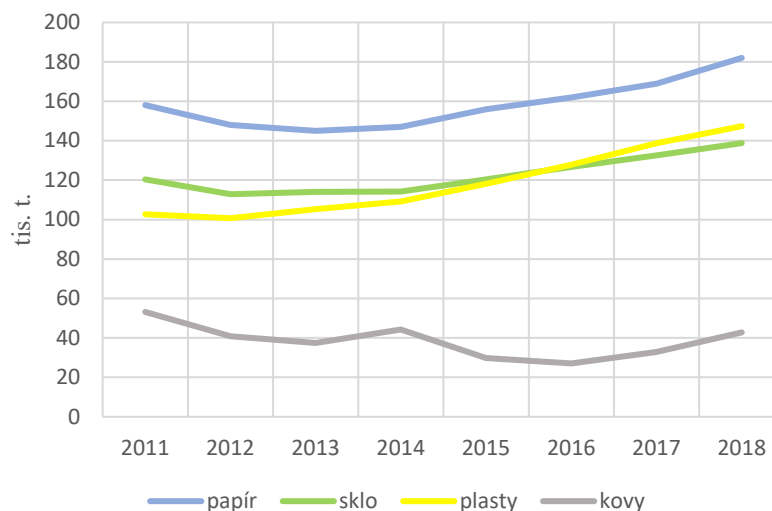
Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Druhou nejvíce separovanou složkou je sklo s průměrnou hodnotou 122 tisíc tun ve sledovaném období 2011-2018. Podílí se 29 % na celkovém množství separovaných složek a 3,8 % na celkové produkci KO. V roce 2018 bylo separováno 139 tisíc tun skla. Na jednoho obyvatele tak připadalo 13,05 kg skla. Plast je v České republice na třetím místě s průměrnou hodnotou 119 tisíc tun ročně. Plasty mají velmi podobné hodnoty jako sklo, a liší se tak v desetinách procent. Hmotnost je ovšem v tomto ohledu zavádějící faktor vzhledem

k poměrně nižší hustotě plastového odpadu. Přesně tvoří plasty 28 % z celku separovaných složek a 3,7 % z komunálních odpadů během sledovaného období. Jejich množství v roce 2018 dosáhlo 147 tisíc tun, což představovalo 13,8 kg jednoho obyvatele. Nejméně zastoupenou složkou je kov, který se podílí 9 % na množství separovaných složek a pouze 1,2 % na skladbě KO. Jeho průměrná hodnota během sledovaného období je 39 tisíc tun ročně. V roce 2018 bylo celkové množství kovu 43 kg. Na jednoho obyvatele tak připadalo 4 kg tříděného kovu. Důvodem tak malého množství může být méně hustá síť šedých popelnic na kov oproti ostatním popelnicím na papír, sklo či plast.

Vývoj produkce jednotlivých složek v období 2011-2018 je zobrazen v Grafu 8. U papíru lze vidět mírný pokles v letech 2012-2014 oproti počátku až o 13 tisíc tun. Od roku 2015 má až do konce sledovaného období stabilní rostoucí tendenci. Největší přírůstek je zaznamenán v roce 2018 o třináct tisíc tun s meziročním nárůstem o 7,69 %. Naopak největší úbytek je zaznamenán na začátku období v roce 2012 o 6,33 %.

Graf 8 - Vývoj produkce jednotlivých odděleně sbíraných složek (v tis. tun v období 2011-2018)



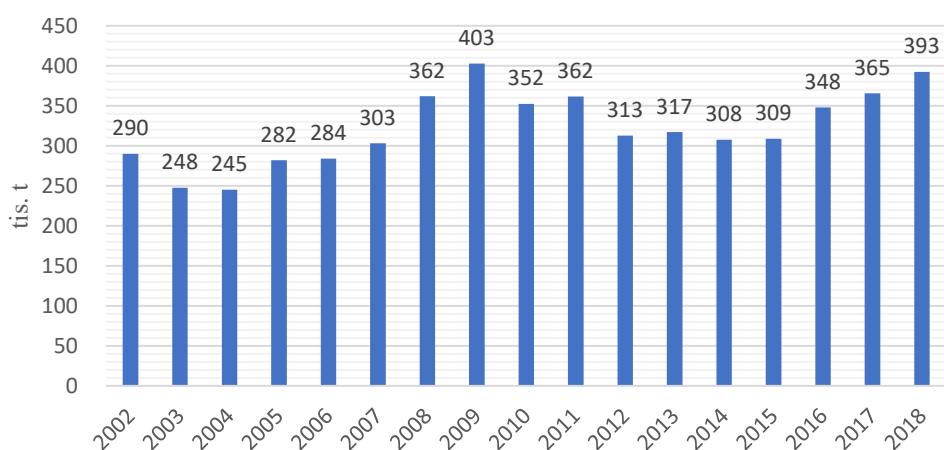
Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Sklo téměř kopíruje vývoj časové řady separované složky papíru jen s nižšími hodnotami. Průměrný přírůstek za celé období je 2,14 %. Největší přírůstek byl zaznamenán v roce 2015 o šest tisíc tun. U plastů lze vidět stabilní vývoj bez výrazného výkyvu. Od roku 2015 je zaznamenána rostoucí tendence s průměrným meziročním přírůstek 5,34 % během celého období. Druhý největší meziroční nárůst byl opět v roce 2015 o 8,29 %. Ve vývoji separovaných složek byl rok 2015 zlomový. V tomto roce došlo k radikálnímu zahuštění sítě. Od tohoto roku je vývoj množství plastů, papíru a skla rostoucí. U kovů je

zaznamenán nejvíce nestabilní vývoj. Na začátku sledovaného období v roce 2011 byla produkce kovu nejvyšší s hodnotou 53 tisíc tun, které už doposud nedosáhla. Největší meziroční přírůstek je 30,14 % v posledním sledovaném roce 2018. Jedním z možných důvodů může být opět lepší situace v počtu šedých kontejnerů na kov.

Třetím typem svozu komunálního odpadu jsou objemné odpady, které se svými rozměry nevejdou do běžných popelnic či kontejnerů. Podílí se 10,01 % na množství komunálního odpadu a 1,26 % na celkovém odpadu České republiky. Jejich hodnoty výrazně nekolísají, jak je patrné z Grafu 9.

Graf 9 Vývoj množství objemného odpadu (v tis. v t v letech 2002-2018)



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Ve sledovaném období činilo množství objemného svozu průměrně 323 tisíc tun ročně, což představuje okolo 30,3 kg na obyvatele. Na začátku sledovaného období je do roku 2004 zaznamenána klesající tendence. Průměrně množství kleslo o 22 tisíc tun ročně. Od roku 2005 následuje období s rostoucí tendencí až do roku 2009, kdy bylo vyprodukováno 403 tisíc tun objemného odpadu, což představuje největší množství za sledované období. Meziroční přírůstek byl v tomto roce 11,3 %. Takto velký nárůst můžeme přisuzovat povodním v roce 2009, které zasáhly Českou republiku. Největší meziroční přírůstek byl v roce 2008 s hodnotou 19,5 %, kdy množství vzrostlo oproti předešlému roku o 59 tisíc tun. Od roku 2010 do roku 2014 produkce objemného odpadu kolísala. V roce 2010 byl největší úbytek o 51 tisíc tun s meziročním poklesem o 12,5 % oproti předešlému období. Druhý největší pokles množství objemného odpadu byl v roce 2012 o 13,5 % oproti roku 2011. Od roku 2016 do roku 2018 je opět zaznamenána rostoucí tendence, V roce 2016 se velmi dařilo české ekonomice a nastal jeden z nejvyšších meziročních nárůstů. Množství objemného

odpadu se zvýšilo o 12,8 %. Lze tedy předpokládat, že se množství objemného odpadu zvýšilo v důsledku ekonomické situace v České republice a spotřebnímu chování obyvatel. Průměrně množství přirozeného absolutního přírůstku vzrostlo o 6,4 tisíc tun ročně ve sledovaném období.

Nejmenší podíl svozu KO připadá na odpady z komunálních služeb, které zahrnují odpady z čištění ulic a odpadkové koše. Tvoří pouze 2,71 % z komunálních odpadů a 0,34 % z celkové produkce odpadů na území České republiky. Množství odpadů z komunálních služeb má ve sledovaném období průměrnou hodnotu 87 tisíc tun za rok. Konkrétní hodnoty za jednotlivé roky jsou v Tabulce 5.

Tabulka 4 - Množství odpadů z komunálních služeb (v tis. v letech 2002-2018.)

Roky	Odpady z kom. služeb	První diference	Druhá diference	Koeficient růstu
2002	266	x	x	x
2003	129	-137	x	0,485
2004	122	-8	129	0,940
2005	111	-11	-3	0,912
2006	123	12	22	1,106
2007	61	-61	-73	0,501
2008	77	15	77	1,250
2009	72	-4	-20	0,943
2010	63	-10	-5	0,864
2011	66	4	13	1,058
2012	57	-10	-13	0,855
2013	52	-5	5	0,920
2014	64	12	16	1,221
2015	61	-3	-14	0,959
2016	58	-3	-0	0,953
2017	56	-2	1	0,969
2018	48	-9	-7	0,845

Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Na začátku sledovaného období v roce 2003 je největší úbytek množství odpadů z komunálních služeb o 137 tisíc tun, tedy o 51,5 % oproti roku 2002. Příčinou tak dynamického poklesu mohlo způsobit nabytí nových zákonů odpadového hospodářství. Zákon o odpadech a rovněž nový zákon o obalech vstoupily v platnost a zároveň nabyly platnosti již v roce 2002, ale výsledek se projevil až v následujících letech. Větší roli hrál v tomto případě spíše zákon o obalech, který vymezil a definoval principy nakládání s obaly. Mnoho produktů bylo doplněno o symboly, které spotřebitelům pomohly se zorientovat ve

způsobu s jejich nakládáním. Největší přírůstek v množství odpadů z komunálních služeb s naměřenou hodnotou 15 tisíc tun je zaznamenán v roce 2008, kdy se množství zvýšilo o 25 % oproti roku 2007. Další nárůst o 12 tisíc tun je v letech 2006 a 2014. V roce 2006 byl nárůst oproti předešlému roku o 10,6 % a v roce 2014 se zvýšilo množství o 22,1 % ve srovnání s předešlým rokem 2013. V posledních čtyřech letech je zaznamenána klesající tendence v množství odpadů z komunálních služeb. Lze se domnívat, že příčinou může být stále větší zájem o trend Zero waste a zodpovědnější přístup konzumentů například v používání jednorázových kelímků na kávu či jednorázového nádobí, které většinou končí v odpadkových koších. Roste také zájem v oblasti bezobalového nakupování. Během sledovaného období se průměrně každý rok snížilo množství odpadů z komunálních služeb o 13,6 tisíc tun a je tedy zaznamenána klesající tendence po celou dobu.

Vývoj produkce komunálního odpadu v tomto případě nejlépe aproximuje exponenciální funkce ve tvaru

$$y = 2787,6e^{0,0157x}.$$

Koeficienty trendové funkce byly opět stanoveny metodou nejmenších čtverců. Index determinace zde nabývá nejvyšší hodnoty

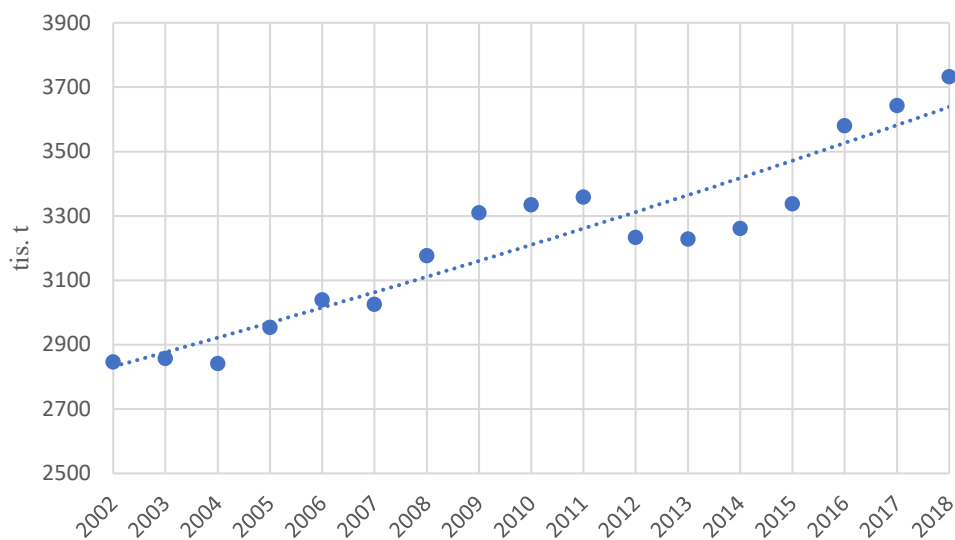
$$I^2 = 0,8838,$$

což představuje shodu z 88 %. Odmocněním dostaneme index korelace, který nabývá hodnoty velmi blízké 1. Celkově tak můžeme sílu závislosti pro tuto exponenciální funkci označit za silnou.

$$I = 0,9401$$

Výsledná trendová funkce je zobrazena v Grafu 10.

Graf 10 – Trendová funkce vývoje komunálního odpadu (v tis t v období 2002-2018)



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Na základě výše uvedené exponenciální trendové funkce lze predikovat množství komunálního odpadu pro následující rok 2019 takto

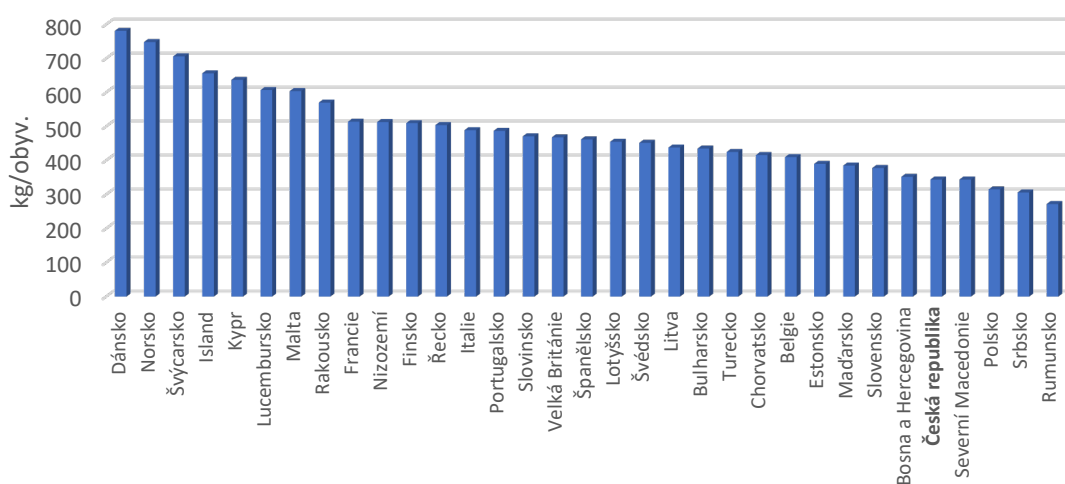
$$y_{2019} = 2787,6e^{0,0157 \cdot 18} = 3\,697 \text{ tisíc tun.}$$

V předcházejícím roce 2018 bylo vyprodukováno 3 732 tisíc tun komunálního odpadu a pro následující rok bylo tedy predikováno, že množství komunálního odpadu klesne. Přestože má index determinace vysokou hodnotu, z čehož vyplývá, že trendová funkce popisuje průběh časové řady s velkou přesností, tak lze však předpokládat opak. Díky rostoucímu spotřebnímu chování obyvatelstva, které stále více nakupuje zboží za účelem uspokojení touhy než základních potřeb, se zvyšuje produkce komunálních odpadů. Zároveň lze v následujících letech očekávat příchod další ekonomické krize. Ze zkušeností z minulých let, kdy v období ekonomické krize produkce KO rostla, lze tedy očekávat nárůst množství odpadu.

4.4 Vývoj produkce komunálního odpadu v ČR v porovnání s Evropou

Produkce komunálního odpadu je v České republice v porovnání s mnohými státy Evropy nižší. Hodnoty se stabilně pohybují kolem 300 kg/obyvatele, tedy pod průměrným množstvím Evropské unie (486 kg/obyvatele). V Grafu 11 je zobrazeno množství KO na jednoho obyvatele za rok 2017 pro jednotlivé státy Evropy.

Graf 11 - Produkce komunálního odpadu v Evropě za rok 2017



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

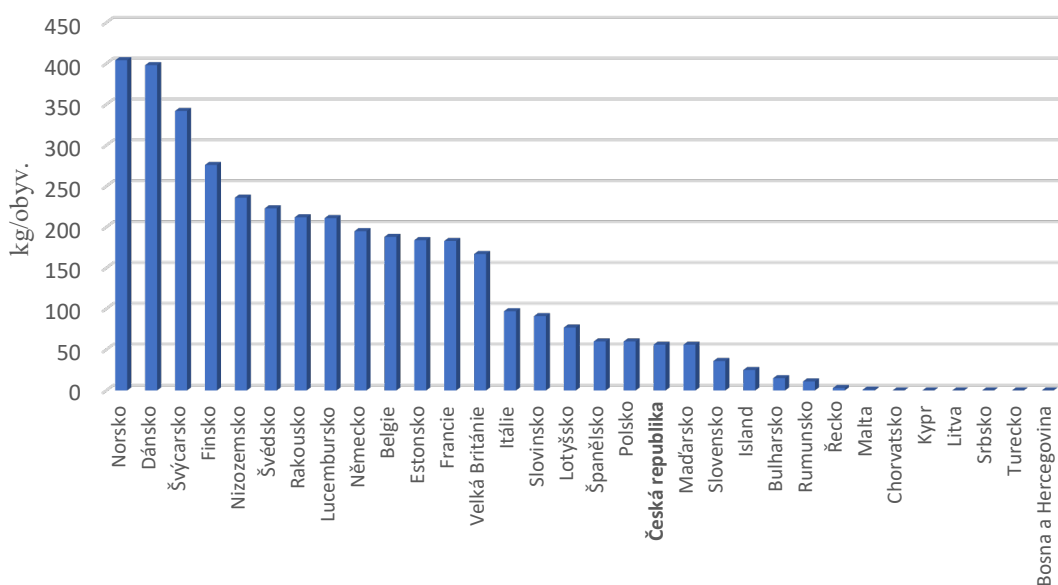
Za rok 2017 bylo dle dat statistického úřadu největším producentem KO Dánsko s 781 kg na jednoho obyvatele. Druhým producentem největšího množství KO jsou Norové, kteří produkují o 33 kg méně odpadu na jednoho obyvatele, tedy 748 kg/obyvatele. Skandinávské státy zpravidla obsazují první místa již řadu let. Jinak na tom není ani Švýcarsko, které se řadí na třetí místo s 706 kg na obyvatele. Jedním z hlavních důvodů může být vysoká životní úroveň a vyspělá ekonomika. Výše HDP a mezd tří největších producentů KO se pohybuje nad evropským průměrem. Lze tedy usuzovat, že nejzámožnější obyvatelé Evropy produkují nejvíce komunálního odpadu. Naopak státy s nižším HDP a podprůměrným platem v porovnání s Evropou produkují až dvakrát méně komunálního odpadu na osobu než zmínění největší producenti. Mezi státy s podprůměrnou produkcí KO patří Rumunsko s 272 kg na obyvatele, Polsko s 315 kg na obyvatele a Srbsko s 306 kg na obyvatele. Na čtvrté místo se řadí Česká republika, která za rok 2017 vyprodukovala 344 kg na jednoho obyvatele komunálního odpadu. Dalším faktorem ovlivňujícím množství KO může být tradičnější život ve východní Evropě. Obyvatelé východní Evropy si více pěstují zeleninu či ovoce, chovají domácí zvířata a využívají směnný obchod, také navštěvují ve větší míře trhy než

obyvatelé západní či střední Evropy. Tyto způsoby tradičního života omezují produkci plastových obalů nebo igelitových sáčků na zeleninu či ovoce. Dalším důvodem mohou být stále existující černé skládky, které jsou v méně vyspělých zemích očekávatelné.

4.5 Nakládání s komunálním odpadem v ČR v porovnání s Evropou

Nakládání s komunálním odpadem je stále velkým problémem mnoha států nejen v Evropě, ale po celém světě. Z Grafu 12, který zobrazuje množství KO zneškodněného spalováním v roce 2016 vyplývá, že státy s nejvyšší produkcí komunálního odpadu obsazují i přední místa v množství spalovaného KO.

Graf 12 – Spalování komunálního odpadu v Evropě za rok 2016 (v kg/obyvatel)

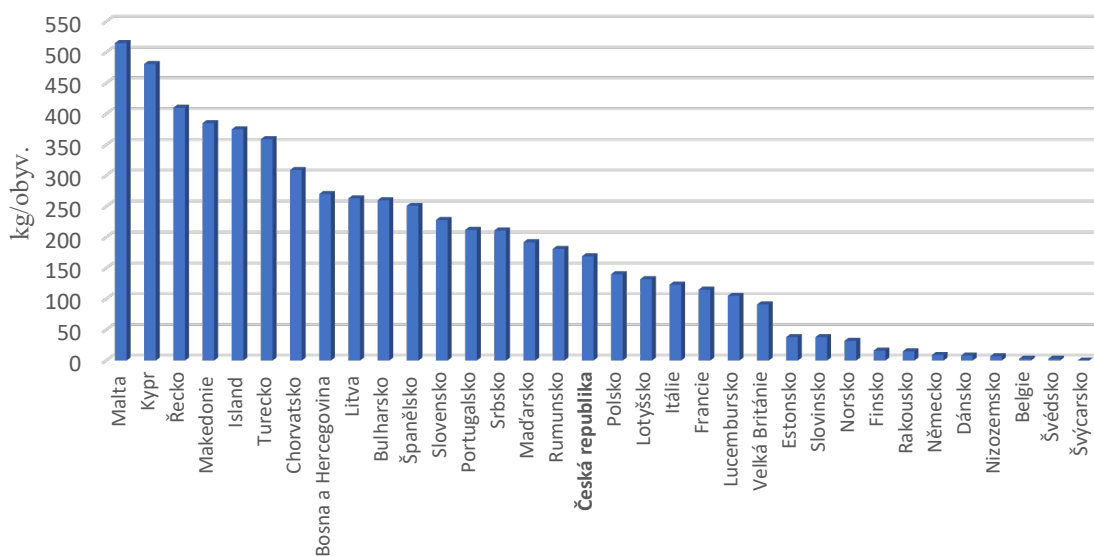


Zdroj: ČSÚ. Vlastní zpracování

Norsko spaluje až třikrát více komunálního odpadu, než je průměrná hodnota Evropské unie (133 kg/obyvatel). Dánsko, které obsadilo druhé místo, spaluje necelých 51 % z celkového množství KO. Česká republika je opět pod hranicí průměrné hodnoty. Na jednoho obyvatele připadá 56 kg komunálního odpadu, který se tepelně zneškodňuje. Řadí se tak společně s Maďarskem (56 kg/obyvatel), Slovenskem (36 kg/obyvatel), Islandem (25 kg/obyvatel), Bulharskem (15 kg/obyvatel), Rumunskem (11 kg/obyvatel), Řeckem (3 kg/obyvatel) a Maltou (1 kg/obyvatel) mezi státy s nejmenším množstvím tepelně zpracovávaného KO. Státy jako je Bosna a Hercegovina, Turecko, Srbsko, Litva, Kypr nebo Chorvatsko nespalují dle Českého statistického úřadu žádné množství KO.

Skládkování je v dnešní době označováno za nejméně vhodný způsob zpracování komunálního odpadu. Vyspělé státy tak množství KO končícího na skládkách velmi omezují a preferují jiné varianty jeho zpracování. Z Grafu 13 lze vidět množství KO končícího na skládkách v evropských zemích za rok 2016. Ukládat nejméně odpadu na skládky se daří státům jako je Švýcarsko (0 kg/obyvatel), Švédsko (3 kg/obyvatel), Belgie (3 kg/obyvatel), Nizozemí (7 kg/obyvatel) a Dánsko (8 kg/obyvatel).

Graf 13 – Skládkování komunálního odpadu v Evropě v roce 2016



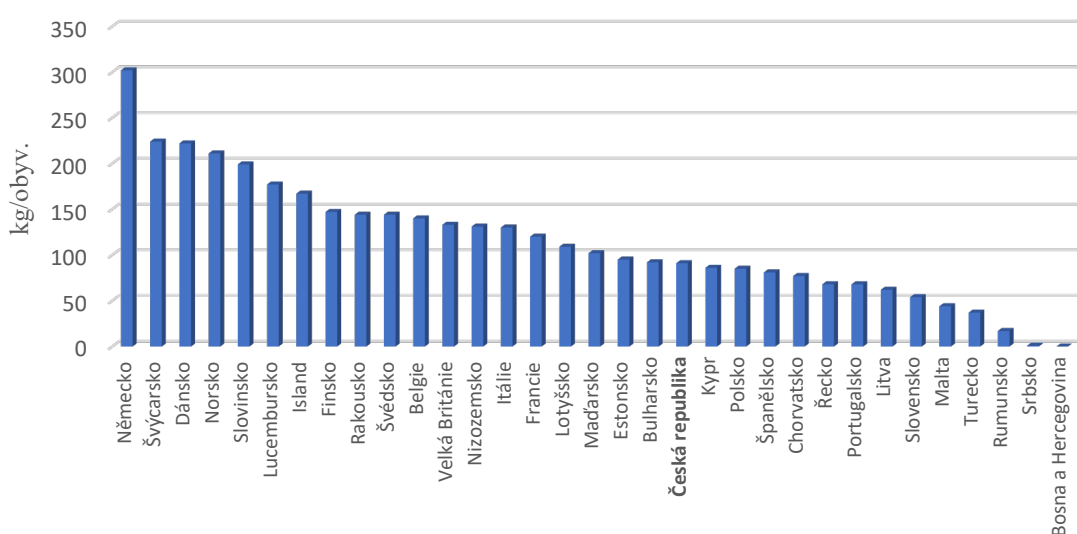
Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

V České republice je situace horší, než je průměrné množství v Evropě. Na jednoho obyvatele ČR připadá 169 kg, zatímco na průměrného obyvatele Evropy připadá 118 kg KO končícího na skládce. To tedy představuje o 51 kg na občana ČR více. Dle Českého statistického úřadu bylo v 2016 v ČR uloženo 50 % odpadu na skládku. Ostrovní státy jako je Malta, Kypr, Řecko nebo Island ukládají na skládky téměř veškerý odpad. Až 87 % z celkové produkce komunálních odpadů končí nenávratně na skládkách. Jedním z hlavních důvodů může být, že na těchto ostrovech není zaveden žádný systém, který by separoval jednotlivé složky komunálního odpadu. Druhotné suroviny s potenciálním využitím tak končí na skládkách.

Budoucnost v nakládání s komunálním odpadem je v jeho recyklaci a kompostování, protože se prozatím nepřišlo na lepší způsob jeho uložení, zneškodnění či využití. V Grafu 14 je znázorněné množství odpadu, které jednotlivé státy v Evropě recyklují. Nejlépe recykluje svůj odpad Německo (302 kg/obyvatel), Švýcarsko (224 kg/obyvatel) a

Dánsko (222 kg/obyvatel). V Dánsku, které recykluje o dvě kila méně odpadu na obyvatele než Švýcarsko, funguje zálohovaný systém i na plastové lahve a plechovky. V České republice zatím není ze zákona povinné zálohování PET lahví ani plechovek. Přestože se vláda tomuto kroku vpřed brání, bude toto opatření zřejmě nezbytně nutné k splnění cílů, ke kterým se Česká republika v plánu odpadového hospodářství pro období 2015-2024 zavázala. Přestože se množství recyklovaného odpadu v České republice stabilně zvyšuje, oproti Evropě v jeho produkci stále zaostáváme.

Graf 14- Recyklace KO v Evropě v roce 2016 (v kg/obyvatel)

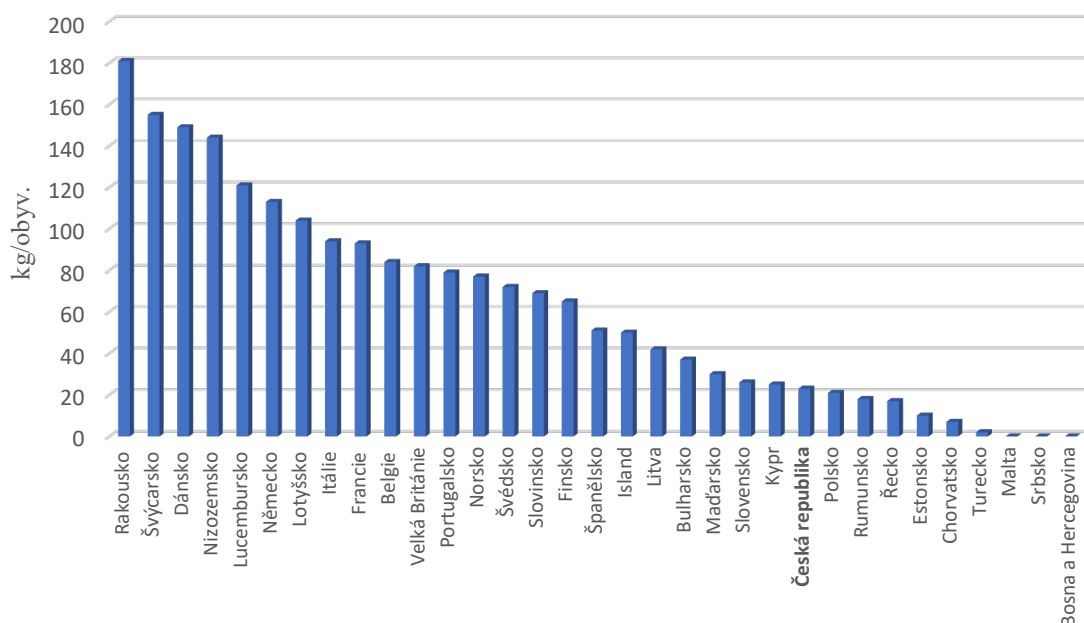


Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

V roce 2016 byl evropský průměr 141 kg na obyvatele, zatímco v České republice je tato hodnota 91 kg na obyvatele. Nejhůře jsou na tom státy jako Turecko (37 kg/obyvatel), Rumunsko (17 kg/obyvatel) a Srbsko (1 kg/obyvatel). Na posledním místě je Bosna a Hercegovina, která nerecykluje žádný odpad.

Z Grafu 15 vyplývá, že kompostovaného odpadu je nejmenší množství ze všech sledovaných složek KO. Největší slabinou tohoto sběru je jeho důkladná separace, která v mnoha státech není důsledně dodržována nebo není téměř zavedena. Ovšem separace biologicky rozložitelných složek je důležitá ihned v místě jejich vzniku, tedy v domácnostech. V kompostování si nejlépe vede Rakousko (181 kg/obyvatel). Skandinávské státy spolu se Švýcarskem jsou také opět nad evropským průměrem, který byl v roce 2016 78 kg na jednoho obyvatele. Česká republika kompostuje třikrát méně komunálního odpadu (23 kg/obyvatel) oproti evropskému průměru.

Graf 15 - Kompostování KO v Evropě v roce 2016 (v kg/obyvatel)



Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Mezi státy s nejmenším množstvím kompostovaného odpadu patří opět ostrovní stát Malta, důvodem je nedostačující třídící systém. Dále se na poslední místa řadí stát Srbsko spolu s Bosnou a Hercegovinou.

Česká republika patří v produkci komunálního odpadu mezi podprůměrně produkující státy a řadí se tak na skvělé čtvrté místo v Evropě. Ovšem ve všech způsobech v nakládání KO patří v porovnání napříč Evropou mezi nejhorší státy. Česká republika skládkuje až polovinu svého odpadu. Druhou půlku z větší části recykluje, ale stále je toto množství podprůměrné oproti evropskému standartu. Pětina odpadu je spalována a nejméně odpadu končí v kompostárnách. Do budoucna je tedy potřeba zavést důkladnější separaci komunálního odpadu, a zredukovat tím tak množství odpadu končícího na skládkách. Odpady, které se zbytečně skládkují, by tak končily v kompostárnách či by byly recyklovány a znovu využívány. Ve výsledku by se Česká republika mohla více přiblížit evropskému průměru ve zpracovávání KO těmito preferovanými způsoby.

Závěr

Enormní množství odpadu se ukazuje jako velice závažný problém celého světa. Produkce odpadů úzce souvisí se znečišťováním a nenávratnými změnami životního prostředí, kterých jsme svědky. Z výsledků vlastní práce lze do budoucna usuzovat na rostoucí produkci odpadu.

U celkového a podnikového odpadu je průběh časových řad téměř shodný. Odpady z podniků se na celkové produkci podílí z 86 %. Zbytek množství 14 % připadá na komunální odpad. Největší výkyvy u podnikového odpadu byly zaznamenány v roce 2004, kdy náhlý nárůst na 26 584 tisíc tun mohl ovlivnit vstup České republiky do Evropské unie a s tím spojený vstup na jednotný trh. Naopak největší propad byl zaznamenán v období 2009-2014, kdy průměrné množství odpadu bylo 20 193 tisíc tun. Lze se domnívat, že tento pokles byl ovlivněn dozvuky světové ekonomické krize. Z provedené analýzy u komunálního odpadu vyplývá, že až 69 % jeho množství pochází z běžného svozu. Nejméně je zastoupený svoz z komunálních služeb, který se na celkovém množství KO podílí pouze z 2,71 %. Hlavní problém ovšem není v množství vyprodukovaného odpadu, ale ve způsobu jeho odstraňování. V závěru práce je provedeno srovnání České republiky a Evropy v nakládání s komunálním odpadem. Největší mezery a prostor ke zlepšování jsou v kompostování odpadu, tedy zpracovávání biologicky rozložitelného odpadu, a recyklaci. Naopak odklon by měl být v následujících letech od skládkování odpadu. Z provedené analýzy vyplývá, že v roce 2016 více jak polovina vzniklého odpadu v České republice skončila na skládkách. I přes jiné možnosti nakládání s komunálním odpadem je skládkování stále nejčastější způsob nejen v ČR či Evropě, ale po celém světě.

Příkladem by měly být především Skandinávské státy, které ukládání odpadu na skládky využívají minimálně, téměř vůbec. Uvolňující se skleníkové plyny ze skládek, zejména metan, přispívají ke globálnímu oteplování planety, které do budoucna na území České republiky způsobí extrémní sucha. To vede k ohrožení všech ekosystémů, jejichž změna či úplné zničení by ovlivnilo stávající životní podmínky v ČR. Pojem odpadové hospodářství by měl tedy být čím dál méně skloňovaný a měl by ho nahradit výraz oběhové hospodářství, které je založeno na recyklaci a předcházení vzniku odpadů jejich opětovným využíváním.

Seznam použité literatury

- [1] HINDLS, Richard, Markéta ARLTOVÁ, Stanislava HRONOVÁ, Ivana MALÁ, Luboš MAREK, Iva PECÁKOVÁ a Hana ŘEZANKOVÁ. *Statistika v ekonomii*. Průhonice: Professional Publishing, 2018. ISBN 978-80-88260-09-7.
- [2] SVATOŠOVÁ, Libuše a Bohumil KÁBA. *Statistické metody II*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, 2008. ISBN 978-80-213-1736-9.
- [3] KURAŠ, Mečislav. *Odpadové hospodářství*. Chrudim: Ekomonitor, 2008. ISBN 978-80-86832-34-0.
- [4] HŘEBÍČEK, Jiří. *Integrovaný systém nakládání s odpady na regionální úrovni*. Brno: Karel Kovařík, nakladatelství Littera, 2009. ISBN 978-80-85763-54-6.
- [5] JIRÁSKOVÁ, Ivana a Michal SOBOTKA. *Zákon o odpadech s vysvětlivkami a prováděcí předpisy*. Praha: Linde, 2005. ISBN 80-720-1561-3.
- [6] *Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů*. In: . Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2001, ročník 2001, číslo 185. Dostupné také z: https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/8FC3E5C15334AB9DC125727B00339581/%24file/Z%20185_2001.pdf
- [7] *Katalog odpadů* [online]. 2019 [cit. 2019-08-20]. Dostupné z: <https://www.katalogodpadu.cz/wiki.php>
- [8] *Plán odpadového hospodářství ČR* [online]. b.r. [cit. 2019-08-20]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/plan_odpadoveho_hospodarstvi_cr
- [9] BENEŠOVÁ, Libuše, Bohumil ČERNÍK, Markéta DOLEŽALOVÁ, Věra HAVRÁNKOVÁ, Zdenka KOTOULOVÁ, Karolína MAREŠOVÁ a Jan SLAVÍK. *Komunální a podobné odpady*. 1. vydání. Ing. Bohumil Černík - ENZO, 2011. ISBN 978-80-901732-1-7.
- [10] ALTMANN, Vlastimil, Petr VACULÍK a Miroslav MIMRA. *Technika pro zpracování komunálního odpadu: vědecká monografie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2010. ISBN 978-80-213-2022-2.

- [11] *Skladba komunálního odpadu v ČR* [online]. b.r. [cit. 2019-08-20]. Dostupné z: https://www.czp.cuni.cz/czp/images/stories/2012/odpady/1-skladba_komunalniho_odpadu-benesova.pdf
- [12] *Průvodce předcházení vzniku odpadů na komunální úrovni* [online]. b.r. [cit. 2019-08-20]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/program_predchazeni_vzniku_odpadu/\\$FILE/OODP-pruvodce_obce-20170201.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/program_predchazeni_vzniku_odpadu/$FILE/OODP-pruvodce_obce-20170201.pdf)
- [13] KURAŠ, Mečislav. *Odpady, jejich využití a zneškodňování*. Praha: Český ekologický ústav, 1994. ISBN 80-850-8732-4.
- [14] ŠŤASTNÁ, Jarmila. *Všechno, co potřebujete vědět o odpadech a neměli jste se koho zeptat*. Praha: EKO-KOM, 2013. ISBN 978-80-904833-1-6.
- [15] KURAŠ, Mečislav. *Odpady a jejich zpracování*. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 2014. ISBN 978-80-86832-80-7.
- [16] SIEGLE, Lucy. *Recycle The esential guide*. 1. vydání. London: Black Dog Publishing Limited, 2010. ISBN 978-1-907317-02-6.
- [17] *Jak správně třídit - barevné kontejnery* [online]. EKO - KOM, b.r. [cit. 2019-10-23]. Dostupné z: <https://www.jaktridit.cz/cz/trideni/jak-spravne-tridit---barevne-kontejnery/kovy-2>
- [18] *Ministerstvo dopravy: Ředitelství silnic a dálnic ČR* [online]. b.r. [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.mdcr.cz/getattachment/Media/Media-a-tiskove-zpravy/Bilance-stavebni-sezony-Letos-stavba-204-kilometru/rsd-mapa-vystavba-2018-2019.pdf.aspx>
- [19] *Ministerstvo dopravy: Ředitelství silnic a dálnic ČR* [online]. b.r. [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: https://www.mdcr.cz/getattachment/Media/Media-a-tiskove-zpravy/Za-odchazejici-vladou-zustava-180-km-hotovych-daln/rsd_mapa_dokoncene_stavby_2014-2017_A3.pdf.aspx

Přílohy

Příloha 1: Kompletní seznam zákonů, nařízení a vyhlášek odpadového hospodářství

Příloha 2: Katalog odpadů

Příloha 3: Produkce komunálního odpadu v České republice v období 2002-2018

Příloha 4: Produkce a nakládání s komunálním odpadem Evropě v období 2011-2017