

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra aplikované ekologie



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Ekonomické aspekty recyklace komunálního
plastového odpadu**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Tereza Hnátková, Ph.D.

Bakalant: Václav Bříza

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Václav Bříza

Krajinářství
Územní technická a správní služba

Název práce

Ekonomické aspekty recyklace komunálního plastového odpadu

Název anglicky

Economic aspects of recycling of municipal plastic waste

Cíle práce

Cílem práce je zjištění a prezentace ekonomických ukazatelů recyklace komunálních plastových odpadů jak z pohledu klasické ekonomie, tak i z pohledu dnešní smíšené tržní ekonomie.

Výsledkem by mělo být zjištění, zdali by byla uvedená činnost ekonomicky rentabilní, pokud by existovala na čistě tržních základech. Zároveň se pokusím klasifikovat přínosy této činnosti, které klasická ekonomie v podání Adama Smithe neznala.

Metodika

Teoretická část popíše formou rešerše problematiku okolo odpadů obecně s následným zaměřením na plastový odpad a jeho vliv na celospolečenské náklady.

Analytická část vytvoří přehledové tabulky a grafy ukazatelů, které se vztahují k dané problematice. Podkladová data budou získána z veřejných zdrojů.

Praktická část bude realizována osobním průzkumem u provozovatelů dotřídňovacích linek, primárních článků mechanické recyklace. Získaná ekonomická data budou zpracována ve formě výsledovky daného zařízení.

Doporučený rozsah práce

40 stran

Klíčová slova

Komunální odpad, recyklace, plasty, ekonomika, náklady

Doporučené zdroje informací

- Andrady A. L., 2015: *Plastics and Environmental Sustainability*. John Wiley & Sons, Hoboken. 347 s.
- Beňo Z., 2011: *Recyklace: efektivní způsoby zpracování odpadů*. Vysoké učení technické, Fakulta strojního inženýrství, Ústav procesního a ekologického inženýrství, Brno, 149 s.
- Božek F., Urban R., Zemánek Z., 2003: *Recyklace*. MoraviaTiskVyškov, Vyškov, 238 s.
- Fiedor J., 2012: *Odpadové hospodářství I*. VŠB – Technická univerzita Ostrava, Ostrava. 128 s.
- How plastics are made [online]. [cit. 2020.08.30]. Dostupné z <<https://www.plasticseurope.org/en/about-plastics/what-are-plastics/how-plastics-are-made>>
- Chanda M., 2017: *Plastics Technology Handbook*. Taylor & Francis Group, New York. 1045 s.
- Kreníková V., 2014: *Odpady a druhotné suroviny II*. Univerzita J. E. Purkyně v Ústí n. Labem, Fakulta životního prostředí, Ústí nad Labem, 209 s.
- Kreníková V., 2014: *Odpady a druhotné suroviny I*. Univerzita J. E. Purkyně v Ústí n. Labem, Fakulta životního prostředí, Ústí nad Labem, 227 s.
- Plastics – the Facts 2019 [online]. [cit. 2020.08.30]. Dostupné z <<https://www.plasticseurope.org/en/resources/publications/1804-plastics-facts-2019>>
- Subramanian M. N., 2015: *Basics of Polymers – Fabrication and Processing Technology*. Momentum Press, New York. 108s.
-

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FZP

Vedoucí práce

Ing. Tereza Hnátková, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra aplikované ekologie

Elektronicky schváleno dne 29. 3. 2022

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 29. 3. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 29. 03. 2022

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Ekonomické aspekty recyklace komunálního plastového odpadu vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 31. 3. 2022

.....

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval vedoucí práce Ing. Tereze Hnátkové, Ph.D., za neutuchající trpělivost při vedení této práce a cenné rady, které mi poskytla.

Dále bych chtěl poděkovat své dceři, Barboře Břízové, za duševní podporu, protože bez ní bych to nikdy nedodělal. Své manželce, že to se mnou vydržela a svému synovi Jakobovi, za pomoc s angličtinou.

V neposlední řadě děkuji občanům Polska, Česka, Slovenska a dalších států demokratické Evropy za jejich pomoc lidem Ukrajiny, prchajícím před válkou. Škoda jen, že stejně pozitivní postoj neprojevili při válce v Sýrii.

Abstrakt

Práce se zaměřuje na zjištění, analýzu a zhodnocení ekonomických aspektů třídění plastového komunálního odpadu a životního cyklu plastů obecně. Seznamuje se základními pojmy ve sledované oblasti, s používanými postupy při nakládání s plastovým odpadem a odpadem obecně a s globální problematikou plastového odpadu. Primárním cílem praktické části práce je analýza ekonomických dat konkrétních zpracovatelů v oblasti třídění plastového odpadu s následným zjištěním výsledků hospodaření těchto zařízení. Data jsou získána přímo od analyzovaných ekonomických subjektů. Výsledkem je přehled hospodaření ve sledovaných obdobích, jejich srovnání a odhad veřejných zdrojů vložených do procesu. Práce také odhaluje hrozby pro danou oblast a může sloužit jako podklad pro politická rozhodnutí v oblasti recyklace odpadu.

Klíčová slova: Komunální odpad, recyklace, plasty, ekonomika, náklady

Abstract

This bachelor's thesis focuses on the identification, analysis and evaluation of the economic aspects of sorting of plastic municipal waste and of the life cycle of plastics in general. It introduces the basic terms in the observed field, the practices used in the plastic waste management and waste in general and the global issue of plastic waste. The primary aim of the practical part of the thesis is to analyse the economic data of specific processors in the field of plastic waste sorting with subsequent identification of the performance of these facilities. The data are obtained directly from the analysed economic entities. The result is an overview of the economic performance in the observed periods, their comparison and an estimate of the public resources invested in the process. The thesis also reveals threats to the given field and can serve as a basis for policy decisions in the field of waste recycling.

Keywords: Municipal waste, recycling, plastics, economics, costs

OBSAH

1. ÚVOD.....	1
2. CÍLE PRÁCE.....	2
3. METODIKA.....	3
4. TEORETICKÁ ČÁST.....	4
4.1 Komunální odpad	4
4.1.1 Odpad	4
4.1.2 Komunální odpad.....	4
4.2 Tříděný komunální odpad.....	6
4.2.1 Systém rozšířené odpovědnosti původce (EPR)	8
4.2.2 Zákon o obalech	8
4.2.3 Systém EKO-KOM	9
4.3 Recyklace plastového komunálního odpadu	12
4.3.1 Polymery	12
4.3.2 Sledované frakce komunálního plastového odpadu	14
4.3.3 Metody recyklace plastového odpadu	17
4.3.4 Celospolečenské náklady životního cyklu plastu.....	19
4.3.5 Zálohování PET lahví – pro a proti.....	22
5. ANALYTICKÁ ČÁST	24
5.1 Produkce a využití komunálních odpadů v ČR.....	24
5.2 Využití plastového odpadu v Evropě	25
5.3 Zastoupení plastových frakcí v TKO ve světě	26
5.4 Obchod s plasty v EU 2015 – 2020.....	27
6. PRAKTICKÁ ČÁST	29
6.1 Dotříd'ovací linka	29
6.2 Podíly jednotlivých separovaných složek	36
6.3 Výsledovka dotříd'ovací linky Jihomoravský kraj	36
6.4 Výsledovka dotříd'ovací linky Středočeský kraj	37
6.5 Výkupní ceny komodit Středočeský kraj 2014 – 2021	37
6.6 Cenové projekce výnosů.....	39

6.7	Náklady obcí na odpadové hospodářství	41
6.8	Náklady obcí na tříděný odpad.....	41
7.	VÝSLEDKY	42
8.	DISKUZE	43
9.	ZÁVĚR A PŘÍNOS PRÁCE.....	45
10.	PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÉ ZDROJE	46

1. ÚVOD

Plasty jsou nedílnou součástí života lidské společnosti a většina z nás si život bez jejich přítomnosti zřejmě nedokáže představit. Možná si ani neuvědomujeme, jak mnoho produktů vyrobených z plastu nás obklopuje. Plasty mají mnoho nesporných výhod. Jsou tvárné, relativně laciné a vyznačují se poměrně dlouhou životností. A právě tato životnost dělá z plastů zároveň zásadní problém. Dříve nebo později každá věc přestane sloužit svému účelu, nebo, a to je bohužel horší případ, už se nám nelíbí a chceme novou. A pak přijde klasická otázka. Kam s ním? Do odpadu, samozřejmě. V lepším případě do tříděného odpadu. A co se děje dál? To už většinu z nás nezajímá. A přesto je to ta nejlepší varianta, kterou můžeme udělat. Ale tak to není vždy a už vůbec ne ve všech zemích světa. Problém plastů je, že jejich cena neodpovídá všem nákladům a rizikům, které životní cyklus plastů přináší. Plast vyrobený v jediném roce druhé dekády jednadvacátého století si během své životnosti vyžádá náklady ve výši více než 3,7 bilionu USD. Tyto náklady potom musí platit společnost a vlády. Přitom náklady spojené s plastovým odpadem jsou pravděpodobně ještě vyšší, než předpokládají současné odhady (WWF INTERNATIONAL, 2021).

Pro nápravu těchto problémů je potřeba přijmout odpovídající řešení. Tato řešení zahrnují pravidla cirkulární ekonomiky, snížení potřeb produktů z polymerů, zavedení systémů rozšířené odpovědnosti výrobce, daně, poplatky a jiné fiskální nástroje, systémy záloh a v neposlední řadě trvalou edukaci spotřebitelů (UNEP, 2021).

Zmapování cesty plastového odpadu ze žlutého kontejneru a analýza toku financí, s tímto procesem spojeným, je jen malým střípkem do celé mozaiky problému. A právě tento malý střípek je cílem této práce.

2. CÍLE PRÁCE

Cílem práce je zjištění a prezentace ekonomických ukazatelů recyklace komunálních plastových odpadů jak z pohledu klasické ekonomie, tak i z pohledu dnešní smíšené tržní ekonomie.

Výsledkem by mělo být zjištění, zdali by byla uvedená činnost ekonomicky rentabilní, pokud by existovala na čistě tržních základech. Zároveň se pokusím klasifikovat přínosy této činnosti, které klasická ekonomie v podání Adama Smithe neznala.

3. METODIKA

Teoretická část popíše formou rešerše problematiku okolo odpadů obecně s následným zaměřením na plastový odpad a jeho vliv na celospolečenské náklady.

Analytická část vytvoří přehledové tabulky a grafy ukazatelů, které se vztahují k dané problematice. Podkladová data budou získána z veřejných zdrojů.

Praktická část bude realizována osobním průzkumem u provozovatelů dotřídřovacích linek, primárních článků mechanické recyklace. Získaná ekonomická data budou zpracována ve formě výsledovky daného zařízení.

4. TEORETICÁ ČÁST

4.1 Komunální odpad

4.1.1 Odpad

Definice odpadu podle zákona č. 541/2020 Sb., o odpadech § 4, zní:

„(1) Odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje, má úmysl nebo povinnost se jí zbavit.

(2) Má se za to, že osoba má úmysl zbavit se movité věci, pokud tuto věc není možné používat k původnímu účelu.

(3) Osoba má povinnost zbavit se movité věci, jestliže

a) ji nepoužívá nebo ji není možné používat k původnímu účelu a tato věc současně ohrožuje životní prostředí,

b) byla vyřazena nebo stažena na základě jiného právního předpisu, nebo

c) vznikla při výrobě, jejímž prvotním cílem nebyla výroba nebo získání této věci, ale není vedlejším produktem podle § 8 odst. 1.

(4) V pochybnostech, zda je movitá věc odpadem, rozhoduje krajský úřad na žádost vlastníka této movité věci nebo osoby, která prokáže právní zájem, nebo z moci úřední. Žádost podle věty první nelze podat, pokud je ve vztahu k téže movité věci vedeno řízení o přestupku nebo řízení o uložení opatření k nápravě, které vede Česká inspekce životního prostředí (dále jen "inspekce") nebo obecní úřad obce s rozšířenou působností na základě podezření, že osoba nenakládá s věcí v souladu s tímto zákonem, zákonem o výrobcích s ukončenou životností nebo nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1013/2006.“

Uvedený zákon č. 541/2020 Sb. v § 6 zařazuje odpady podle kategorie jako odpad nebezpečný a odpad ostatní a dále pak podle druhu odpadu, který je dále specifikován v katalogu odpadů. Katalog odpadů a způsob zařazování je stanoven vyhláškou, kterou vydává Ministerstvo životního prostředí. Podle vyhlášky ze dne 5. ledna 2021 o katalogu odpadů je komunální odpad zařazen do skupiny 20 a může být odpadem nebezpečným i odpadem ostatním.

4.1.2 Komunální odpad

Komunální odpad je zákonem č. 541/2020 Sb. v § 11, odstavec 2, písmeno a) definován následovně:

„Komunálním odpadem je 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.“

Komunální odpad je možno rozdělit do níže uvedených základních skupin:

Objemný odpad – odpad, který svou velikostí vylučuje sběr v klasických nádobách. Jedná se především o likvidovaný nábytek z domácností, staré podlahové krytiny, stavební materiál, který vznikne při menších rekonstrukcích, případně o vyřazované pneumatiky osobních vozidel.

Nebezpečné složky komunálního odpadu – zbytky barev, oleje, použité tuky, jiným způsobem kontaminované obaly, baterie, akumulátory, zářivky, některé zbytky kosmetických přípravků a léky.

Uliční smetky – odpady vzniklé při čištění ulic a odpady shromážděné z veřejných košů.

Odpad ze zeleně – odpady vzniklé při údržbě veřejné nebo soukromé zeleně.

Využitelné složky komunálního odpadu – složky komunálního odpadu dále využitelné. Jedná se především o kovy, plasty, sklo a papír, které jsou sebrány odděleně od ostatního odpadu. Předpokladem dalšího využití je absence škodlivých látek.

Směsný odpad – odpad, který zůstal neseparovaný a nelze s ním druhově samostatně nakládat (Fiedor, 2012).

Celková produkce komunálních odpadů pro celou ČR v roce 2020 byla 5 729 917 tun, což i při relativně nízkém procentuálním zastoupení v produkci veškerého odpadu činí obrovské množství, které je nutno následně zpracovat (VISOH, 2021 a). Z toho bylo 10 955 tun v kategorii nebezpečný odpad (VISOH, 2021 b) a 5 718 962 tun v kategorii ostatní odpad (VISOH, 2021 c).

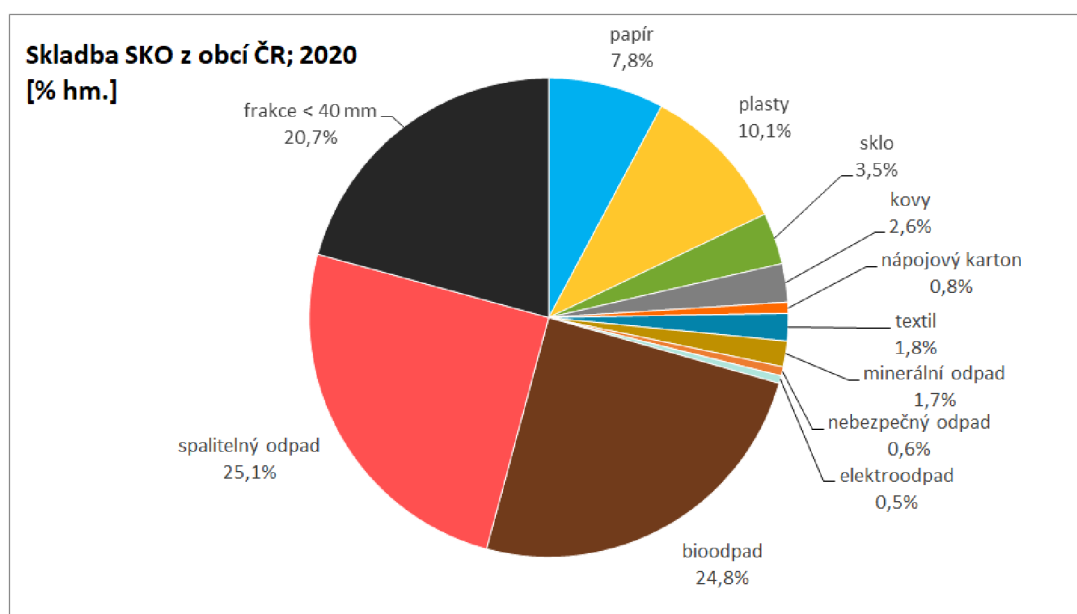
Podíl komunálního odpadu na celkové produkci odpadů v ČR tvořil v roce 2020 téměř 15 %. Vyjádřeno v hmotnostních jednotkách je to 536 kg na obyvatele. V uvedeném roce bylo 39 % komunálního odpadu využito materiálově a 12 % bylo využito energeticky. Zbytek byl ukládán na skládku (MŽP, ©2021).

Zákon č. 541/2020 Sb. v příloze 1 stanovuje pro komunální odpady relativně velmi smělé cíle pro následujících 15 let. Úroveň přípravy k následnému využití a přípravy k recyklaci zvednout do roku 2025 na 55 %, do roku 2030 na 60 % a do roku 2035 na 65 % z celkové hmotnosti komunálních odpadů. Dále stanovuje, že od roku 2035 se má skládkovat maximálně 10 % a energeticky využívat maximálně 25 % celkové hmotnosti komunálního odpadu vyprodukovaného na území ČR.

Pro zpracování plánů k naplnění výše uvedených cílů je vhodné znát složení produkovaného komunálního odpadu v jednotlivých oblastech zájmu. Složení komunálního odpadu nelze tabulkově specifikovat, záleží jak na původu vzniku z hlediska lokality (městská zóna, řídkce obydlená zóna, venkovská lokalita), tak i na původu vzniku z hlediska lidské činnosti (sportovní zařízení, rekreační zařízení, administrativa, služby, doprava atd.). Je možno provést pravděpodobnou specifikaci co do objemu nebo procentuálního a hmotnostního složení jednotlivých materiálů na základě podobnosti prostředí a složení obyvatel. Obecně lze říci, že komunální odpad obsahuje zejména organický odpad, plasty, kovy, sklo, papír, textil, dřevo a obaly od různých výrobků (Kreníková, 2014 a).

V rámci České republiky provádí tyto rozborů každý sudý rok společnost EKO-KOM. V roce 2020 provedla tato organizace ve čtvrtletních intervalech analýzu 128 vzorků smíšeného komunálního odpadu v patnácti různých lokalitách. V každé lokalitě byly analyzovány vzorky z rozdílného typu zástavby. Jak vyplývá z obrázku 1, největší podíl tvoří spalitelný odpad a biologicky rozložitelný odpad (EKO-KOM, 2021 a).

Obrázek 1: Skladba smíšeného komunálního odpadu z obcí ČR 2020



Zdroj: (EKO-KOM, 2021 a)

4.2 Tříděný komunální odpad

Jedním z významných zdrojů odpadu jakožto druhotné suroviny je systém separovaného sběru těchto odpadů. V Evropě jsou aplikovány v podstatě dva základní systémy, které tuto problematiku řeší.

System Door-to-door

Třídění je prováděno přímo v domácnostech do oddělených nádob. V různých zemích Evropské unie a ve Velké Británii je používáno několik verzí tohoto systému, a to od varianty zcela samostatných nádob na jednotlivé komodity až po variantu společné nádoby pro tříděné odpady. A také se v různých zemích liší způsob a frekvence sběru těchto nádob.

System Door-to-door s tříděním do samostatné nádoby je používán v Lucembursku, Slovinsku, Bulharsku, Litvě, Finsku a na Maltě.

System Door-todoor s tříděním do společné nádoby (Papír / karton + kov + plast + sklo) je používán v Irsku, Řecku a ve Velké Británii (BiPRO-CRI, 2015).

Tento systém se jeví jako velice efektivní z hlediska úspěšnosti třídění a kvality vytříděných frakcí zejména v menších obcích. Kupříkladu v Rumunské obci Salacea se podařilo zvýšit míru tříděného sběru na více než 60 % (Frincu, 2019). V rámci České republiky se tento způsob sběru poměrně málo rozšířený, zvláště v podobě rozmístění kontejnerů pro separovaný sběr do každé domácnosti, respektive ke každému domu. Jeho zavedení je také poměrně nákladné. Mnohem více využívaná je modifikovaná varianta, kdy je separovaný odpad v domácnostech sbírán odděleně do pytlů a po jejich naplnění jsou tyto svozovou firmou odvezeny. Tento způsob je opět vhodný do menších obcí nebo do vilové zástavby měst. Nehodí se však do velkých sídlišť. Ukazuje se, že při zavedení tohoto způsobu sběru separovaného odpadu značně stoupne procento zapojení občanů a míra třídění přesahuje 90 % (Kropáček, 2009).

System sběrných bodů

Třídění je realizováno pomocí společných sběrných nádob, které jsou rozmístěné v rámci měst a obcí. Nádoby bývají oddělené samostatně pro jednotlivé druhy separovaných odpadů. Do těchto nádob musí být odpady občany přineseny, přesto se zdá, že tento systém vykazuje vyšší účinnost než systém door-in-door. Tento způsob je primárně využíván v Rakousku, Belgii, Dánsku, Kypru, České republice, Německu, Estonsku, Španělsku, Francii, Chorvatsku, Itálii, Maďarsku, Lotyšsku, Portugalsku, Polsku, Rumunsku, Švédsku a Slovensku (BiPRO-CRI, 2015). V České republice je tento způsob nejrozšířenější. Je zvláště vhodný pro sídlištní zástavbu, kde je kumulováno značné množství obyvatel na relativně malé ploše. S menší hustotou obyvatelstva pak efektivita tohoto způsobu klesá. Také kvalita vytříděné suroviny je nižší (Kropáček, 2009). Podmínkou úspěšné separace, zvláště u systému sběrných bodů, je dostatečné množství sběrných nádob, jejich systematické a logické rozmístění, zajištění jejich pravidelného odvozu a v neposlední řadě propracovaná a realizovaná metoda osvěty občanů (Kreníková, 2014 b).

System PAYT

V rámci systémů ohledně sběru odpadů by bylo vhodné zmínit i systém sběru PAYT (z anglického pay-as-you-throw) neboli „platiš podle toho, kolik vyhodíš“. Nejedná se

sice o metodiku sběru odpadu, ale o metodiku plateb za odpad, kdy místo paušálních plateb je jednotlivým účastníkům sledován skutečný objem nebo skutečná hmotnost odvezeného odpadu a podle toho je jim následně účtován i poplatek za odpad. Tato metoda má za cíl snížit množství směsného komunálního odpadu, který je takto zpoplatněn a tím zvýšit míru třídění odpadů. Tento způsob plateb za odpad již zavedlo mnoho měst a obcí po celém světě, včetně více než 7 tisíc měst v USA (The Conversation, 2022). V souvislosti se zvýšením poplatků za skládkování se tato metoda účtování poplatků za komunální odpad začíná prosazovat i v České republice. Tento způsob ale vyžaduje technické vybavení na úrovni svozových firem a příslušné programové systémy pro vedení evidence. Je totiž nutné přesně identifikovat původce odpadu a také hmotnost, případně objem odváženého odpadu. Pro pokrytí těchto potřeb vznikají motivační systémy evidence, které umožní občanům i obcím získat přehled nad odpadovými toky (MotivátorX, 2022).

4.2.1 Systém rozšířené odpovědnosti původce (EPR)

Tento systém (Extended Producer responsibility) má za úkol přenést finanční odpovědnost za nakládání s odpady spojené s výrobkem zpět na výrobce. V rámci obalů tento systém sleduje financování sběru použitých obalů a jejich směrování k nejvhodnějšímu způsobu nakládání s odpady, opětovnému použití a recyklaci. Země EU by měly zajistit, aby tyto systémy byly zavedeny do konce roku 2024 s cílem motivovat výrobce navrhovat takové obaly, které podporují opakované použití nebo vysoce kvalitní recyklaci a tím minimalizovat dopad na životní prostředí (EUR-Lex, 2020). Jednou z aplikací rozšířené odpovědnosti původce je povinnost zpětného odběru a využití odpadu z obalů (Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech, v platném znění).

4.2.2 Zákon o obalech

Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech, v platném znění, v § 2 definuje pojem obal jako výrobek zhotovený z materiálu jakékoli povahy, který je určen k pojmutí, ochraně, manipulaci, dodávce, popřípadě prezentaci výrobku nebo výrobků určených spotřebiteli nebo jinému konečnému uživateli. Dále definuje pojem zpětný odběr jako odebírání použitých obalů od spotřebitelů na území České republiky za účelem opakovaného použití obalů nebo za účelem využití nebo odstranění odpadu z obalů.

V § 10 ukládá osobě, která uvádí na trh nebo do oběhu obaly povinnost zajistit zpětný odběr těchto obalů v případě, kdy uvedená osoba neprokáže, že se z těchto obalů nestaly odpady na území České republiky. Tento odběr je povinná zajistit bezúplatně, v dostatečné četnosti, dostatečném pokrytí území a přiměřené dostupnosti sběrných míst. Zároveň v uvedeném paragrafu stanoví povinnost ohledně podílu obcí a podílu obyvatel, pro které je osoba povinná zajišťovat zpětný odběr, ve vztahu k celkovému počtu obcí a obyvatel na území České republiky. Oba tyto podíly musí tvořit minimálně 90 %. Na vratné zálohované obaly se tato povinnost nevztahuje. A v neposlední řadě v uvedeném paragrafu stanovuje povinnost zařazení sběrných

míst pro odpady z obalů do obecního systému odpadového hospodářství a to na základě písemné smlouvy s obcí.

V § 12 zákon ukládá osobě, která uvádí na trh nebo do oběhu obaly, jež se následně stávají odpadem, povinnost jejich využití dle přílohy č. 3 uvedeného zákona. Tato příloha stanovuje minimální míru recyklace a celkového využití, kterou je potřeba zajistit pro jednotlivé druhy obalů ve stanovených termínech. Konkrétně pro plasty stanovuje minimální míru recyklace od 1. 1. 2021 na 50 % a od 1. 1. 2030 na 55 %. Uvedené hodnoty jsou v hmotnostních procentech a stanovují se jako podíl množství využitého obalového odpadu získaného zpětným odběrem od spotřebitelů a množství prodaných obalů, které osoba uvedla na trh nebo do oběhu.

Způsob plnění povinností zpětného odběru a využití odpadu z obalů podle § 10 a 12 si osoba volí samostatně, a to dle možností, které jsou stanoveny v ustanovení § 13 zákona o obalech. Osoba má možnost volby mezi:

- a) Plněním těchto povinností samostatně organizačně a technicky na vlastní náklady.
- b) Přenesením těchto povinností na jinou osobu spolu s převedením vlastnického práva k obalu.
- c) Uzavřením smlouvy o zajištění plnění povinnosti zpětného odběru a využití odpadu z obalů s autorizovanou obalovou společností (AOS) a to pouze s jedinou takovou společností a pro všechny obaly, které osoba uvádí na trh nebo do oběhu.

Následně zákon v paragrafech 16 – 29 definuje formu autorizované společnosti, způsob autorizace, pravidla pro činnost autorizované společnosti a podmínky pro zajišťování sdruženého plnění.

4.2.3 Systém EKO-KOM

V současné době existuje v ČR pouze jedna autorizovaná obalová společnost, a to společnost EKO-KOM, a.s.

EKO-KOM, a.s. je nezisková autorizovaná obalová společnost, která byla založena v roce 1997 podniky vyrábějícími balené zboží. Aktuálně má deset akcionářů, kde každý akcionář vlastní stejný podíl akcií. Během uplynulých let od svého založení vytvořila fungující systém po zajištění třídění, recyklaci a využití obalového odpadu, pro který se ujal obecný název „Systém EKO-KOM“.

Celý systém je založený na spolupráci uvedené společnosti, měst, obcí a průmyslových podniků při prvotním třídění, svozu a následném dotřídění použitých obalů. Dle vlastních slov společnosti patří tento systém k nejúčinnějším a nejefektivnějším v celé Evropě, což dokládá studie BIO Intelligence Service, zadanou Evropskou komisí, která mimo jiné srovnává náklady na třídění a recyklaci obalů v porovnání s dosahovanou mírou recyklace. Podle této studie z hlediska jednotkových nákladů na tunu recyklovaného odpadu patří EKO-KOM mezi systémy nejúspornější.

Společnost vynaložila a vynakládá velké úsilí pro zajištění dostatečné míry třídění odpadu. V rámci těchto činností a za účelem splnění zákonných povinností musela přesvědčit minimálně 65 % obyvatel k aktivní účasti na třídění odpadů. Podle slov společnosti je hlavním kritériem pro ochotu občanů třídit odpad především docházková vzdálenost ke sběrným nádobám. Pokud je tato vzdálenost větší než 400 metrů, je ochotno třídit odpad maximálně 5 % obyvatel. Pokud však docházková vzdálenost klesne na 150 metrů, zvýší se ochota obyvatel třídit až na zákonem požadovaných 65 %. Společnost konstatuje, že v jejím systému je současná průměrná docházková vzdálenost občanů ke sběrným nádobám 90 metrů, takže na většině státu je dostupná spotřebiteli požadovaná kvalita sběrné sítě. Tu tvoří více než 558 000 barevných nádob na tříděný sběr papíru, plastů, skla, nápojových kartonů a kovů. Tuto primární síť doplňují další způsoby sběru, jako jsou výkupny, sběrné dvory, sběrná střediska a pytlový sběr.

Společnost se též aktivně angažuje při vzdělávání obyvatel v oblasti třídění odpadu. Snaží se vzdělávat obyvatelstvo jak v oblasti nutnosti vlastního třídění, tak i v oblasti vzdělávání ohledně kvality třídění, protože míra znečištění, respektive čistoty vytríděného materiálu má přímý vliv na kvalitu výstupního produktu a tím i na nákladovost celého systému (EKO-KOM, 2022).

Výroční shrnutí společnosti za rok 2020 (EKO-KOM, 2021 b) uvádí rozbor činností a výsledků uvedené společnosti za uvedené období. Podle této zprávy je k uvedenému datu v České republice do systému zapojeno 6160 obcí a 21223 firem. Na území státu bylo vytríděno 76 % obalů. U plastů dosahuje míra recyklace 70 %.

Zpráva definuje systém EKO-KOM jako vzájemnou spolupráci výrobců obalů, měst, obcí, odpadářských subjektů a zpracovatelů vytríděného odpadu.

Spolupráce výrobců obalů vychází ze zákonných povinností a tyto subjekty jsou zdrojem financování celého systému. Společnost EKO-KOM stanovuje každé čtvrtletí výši poplatku, kterou musí výrobci obalu platit za zajištění služby sdruženého plnění zpětného odběru obalového odpadu. Celková výše poplatku vůči jednotlivým výrobcům je úměrná množství výrobcem vyprodukovaných obalů.

Z vybraných prostředků EKO-KOM financuje celý systém, a to pomocí partnerů, což jsou především obce, jakožto původci odpadů, ale i někteří následní úpravci odpadů. Finanční podpora je směřována především k úpravě takových odpadů, které jsou obtížně zpracovatelné, nebo je po výsledném produktu nízká poptávka. Obtížně zpracovatelný odpad je takový, kde výrobky následně vyrobené ze vzniklé suroviny jsou dražší, než by byly výrobky vyrobené ze suroviny primární. Jsou to především barevné plastové fólie a směsné plasty. U těchto komodit, dle uvedeného výročního shrnutí, vztaženo k danému období, vzniká situace, kdy jsou prakticky neprodejná, respektive nejsou prodejné tak, aby vznikl zisk, a jejich recyklace se prakticky stává placenou službou.

Celý tok peněz dle uvedeného výročního shrnutí je následující:

Výrobci obalů - EKOKOM - sběrná síť obalových odpadů (města a obce) - úprava odpadů (dotřídovací linky) - využití a recyklace odpadů (zpracovatelé a výrobci).

Zpráva však neuvádí žádné konkrétní příklady financování subjektů.

Struktura nákladů společnosti EKOKOM byla v roce 2020 dle výročního shrnutí následující (EKO-KOM, 2021 b):

70 % tvořily platby zapojeným obcím na zajištění sběrných míst pro jednotlivé druhy separovaného komunálního odpadu a na zajištění svozu vytríděného odpadu

12 % tvořily náklady na dotřídění a následnou úpravu na druhotnou surovinu

3 % tvořila přímá finanční podpora na recyklaci obtížně zpracovatelných odpadů. Jako obtížně zpracovatelný odpad definuje společnost ve své zprávě takový obalový odpad, u něhož jsou náklady na recyklaci vyšší, než následně realizovatelná prodejní cena.

5 % tvořily náklady na zajištění průkazné evidence

3 % tvořily náklady na osvětu a vzdělávání veřejnosti

2 % tvořily odvody státu

2 % jsou náklady na administrativu

Aktivity společnosti EKOKOM dle výročního shrnutí 2020 lze rozdělit na činnost týkající se obcí a činnosti týkající se následného zpracování (EKO-KOM, 2021 b).

Města a obce jsou primárními partnery při zajišťování zpětného odběru vytríděných odpadů pro následující proces úpravy a recyklace. Hlavním cílem na této úrovni je zajištění dostatečně rozsáhlé sítě nádob pro tříděný sběr, aby tato síť byla pohodlně dostupná pro všechny občany, čímž je sledována maximalizace množství vytríděných odpadů. Dále společnost poskytuje součinnost ve vzdělávání a osvětě ohledně problematiky třídění komunálního odpadu. Zde je cílem především informovanost občanů ohledně správného třídění za účelem dosažení maximálně možné čistoty vytríděných komodit. V neposlední řadě společnost spolupracuje s obcemi na výzkumné činnosti, která se týká oblasti sběru a třídění odpadu. Jsou to především pravidelné rozbory skladby sledovaných odpadů, ale i skladby směsného komunálního odpadu. Samozřejmostí je sledování efektivity různých způsobů sběru a také vedení evidence.

Ohledně dalšího zpracování probíhá spolupráce na úrovni dotřídovacích linek a konečných zpracovatelů vytríděného komunálního odpadu. Spolupráce je cílena na efektivnější recyklaci a využití obalových odpadů, a to jak z hlediska přínosů pro životní prostředí, tak i z hlediska nákladové náročnosti procesu. Společnost se dle svých slov podílí na nákladech, které jsou vynaloženy na zpracování obalové složky odpadu na druhotnou surovinu s důrazem na materiálovou recyklaci. Vzhledem k tomu, že vytríděná komodita se stává volně obchodovatelnou surovinou se všemi

negativními vlastnostmi volného obchodu, snaží se společnost v sazebnících odměn u konkrétních položek zohlednit výkyvy trhu. Především v okamžiku, kdy je ekonomika pro některé komodity v záporných hodnotách, přistupuje společnost k finanční podpoře zpracování takových komodit s ohledem na podíl obalové složky. Tato podpora je v čase proměnlivá, i když u některých druhů se může jednat víceméně o setrvalý stav.

Ohledně plastového komunálního odpadu shrnutí konstatuje, že 70 % plastových obalů bylo vytríděno a předáno k dalšímu zpracování. Z tohoto množství bylo 40 % po vytrídění předáno dále k mechanické recyklaci. Zbývající množství vytríděného materiálu bylo využito k výrobě alternativního paliva a jinému energetickému využití. Materiál, které nebyl použitelný ani pro energetické účely byl uložen na skládku. Účinnost dotřídění pro materiálovou recyklaci, která je primárním cílem procesu třídění plastů, ovlivňuje množství faktorů. Především je to složení primárního zdroje, neboli složení obsahu odpadů v nádobách na sběr separovaného komunálního plastového odpadu. Ačkoliv bychom očekávali, že v těchto nádobách se budou vyskytovat pouze plasty, realita nebývá až tak jednoznačná a v nádobách se vyskytuje i určité množství opadů, které do nich nepatří. Tyto nežádoucí příměsi potom samozřejmě na dotřídovací lince nemohou skončit jinak než jako nežádoucí odpad a tím i snižují procento využití k materiálové recyklaci. Dalším faktorem, který má vliv na účinnost dotřídění je případný pokles poptávky po vytríděné plastové surovině nebo některých druhů a v neposlední řadě i nízké ceny primárních materiálů, tvrdí výroční shrnutí společnosti za rok 2020 (EKO-KOM, 2021 b).

Podobný systém funguje v mnoha zemích Evropy, mimo jiné i na Slovensku, kde je však na rozdíl od České republiky více autorizovaných obalových společností. To je zásadní rozdíl oproti ČR, kde působí takováto společnost pouze jedna, ačkoliv zákon toto nijak neurčuje. Podle slov Radomíra Brtáně, zástupce Združenie miest a obcí Slovenska, je konkurence autorizovaných společností spíše negativem. Zatímco v ČR musí autorizovaná obalová společnost uzavřít smlouvu s každou obcí, která o to projeví zájem, na Slovensku si takováto společnost může sama rozhodnout, zdali takovou smlouvu s obcí uzavře. To může vést k situaci, a také k takovým situacím dochází, kdy obec nedokáže najít smluvního partnera. Dalším problémem je paradoxně konkurence autorizovaných obalových společností. Výrobci si mohou vybírat mezi více autorizovanými společnostmi a tyto se pak musí podbízet cenou. To vede ve finále k nižšímu výběru poplatků a tyto nejsou schopny financovat systém sběru, třídění a zpracování v celém potřebném rozsahu (EnviWeb, 2021).

4.3 Recyklace plastového komunálního odpadu

4.3.1 Polymery

Slovo plast vzniklo z řeckého slova plastikos a označujeme takto materiály, které jsou schopny při změně fyzikálních podmínek a za působení vnějších sil měnit tvar, který si po návratu do podmínek běžných dokážou udržet. Ačkoliv existují i přírodní

plastické materiály (latexová pryž), je většina plastových materiálů, které používá člověk je také člověkem vyrobená.

Množství plastů spotřebovaných člověkem na celém světě neustále narůstá. Chanda (2017) uvádí, že 4 % celkové roční spotřeby ropy se spotřebuje na výrobu plastů a podobné množství ropy se spotřebuje během výrobního procesu. Hlavním důvodem vysoké spotřeby jsou uživatelsky přívětivé vlastnosti plastů, možnosti výroby a zpracování, trvanlivost a v nemalé míře též nákladová efektivita. Plasty tak nacházejí uplatnění prakticky ve všech oborech lidské činnosti. Namátkou lze jmenovat automobilový průmysl, letecký průmysl, zdravotnictví, biomedicínu, elektroniku a samozřejmě obaly (Chanda, 2017). Dají se použít jako lehké strojírenské materiály. Oproti kovům mají některé výhody, především je to vynikající odolnost proti atmosférickým a chemickým vlivům a samozřejmě nízká hmotnost. Konkrétně jedna pětina hmotnosti měkké oceli a jedna polovina hmotnosti hliníku (Subramanian, 2015).

Všechny plastové materiály jsou polymery, což znamená, že se skládají z molekul, jež mají mnoho částí. Název vznikl z řeckých slov *polus*, neboli mnoho a *mero*, neboli část (Larson, 2015).

Strukturně jsou polymery dlouhé řetězcové molekuly složené z opakujících se segmentů spojených na konci. Tato jedinečná molekulární geometrie je příčinou žádoucích vlastností plastů. Za výjimečnými mechanickými vlastnostmi plastů stojí Van der Waalsovy přitažlivé síly, které jsou poměrně velké právě u velkých molekul, kde je mnoho atomů v těsné blízkosti (Andrady, 2015).

Molekuly plastů se obvykle skládají z atomů a malých sloučenin uhlíku, vodíku, dusíku atd., které nejprve vytvářejí malé molekuly zvané monomery. Tyto se posléze spojují lineárním způsobem do řetězců a vytvářejí tím molekuly polymeru (Larson, 2015). Jeden polymerní řetězec tvoří stovky i tisíce opakujících se monomerů. Od ostatních materiálů se polymery liší především velikostí svých molekul. Skládají se z mnoha tisíců pevně spojených atomů s přímočarou makroskopickou délkou, jež drží pohromadě valenčními vazbami a tvoří tak jeden celek (Subramanian, 2015).

Polymery dělíme do dvou základních kategorií: Termosety a termoplasty.

Termosety

Termosety jsou materiály ze skupiny polymerů, které jsou v počáteční fázi zpracování tekuté nebo alespoň tvárné a následně se vlivem chemické reakce vyvolané teplem, UV zářením, kyslíkem či jiným činidlem nebo katalyzátorem promění na pevnou formu, která je již nevratná do původního stavu (Larson, 2015). Výsledkem jsou chemicky vázané pevné řetězce, které již při působení tepla nemění svůj tvar. Jsou tuhé, ale nerecyklovatelné (Subramanian, 2017).

S termosety se setkáváme v celé řadě výrobků, jako jsou podrážky, pneumatiky, barvy, laky, tmely, lepidla a v mnoha dalších, především gumových materiálů. V

leteckém průmyslu se termosetové materiály často používají při výrobě kompozitních konstrukcí, kdy vlákna z čistého uhlíku jsou napuštěna tekutou pryskyřicí, která vytvrdne v pevnou matici, jež se spojí s vlákny a vznikne kompozitní materiál s vynikajícím poměrem pevnosti, hmotnosti a tuhosti, výrazně lepším, než u jiných známých materiálů (Larson, 2015).

Termoplasty

Termoplasty jsou plastové materiály, které se při zahřátí taví a po ochlazení tuhnou. V procesu tavení, většinou při použití tepla a tlaku, jsou tyto materiály kujné a snadno formovatelné do jiného tvaru. Po ochlazení se stanou pevnou látkou a získaný tvar si zachovají. Celý proces lze provádět opakovaně v mnoha cyklech. Používají se v mnoha výrobcích, jako jsou plastové láhve, plastové obaly, obaly na CD, hračky a mnoho dalších (Larson, 2015).

Ačkoliv jsou obecně termosety lepší materiály než termoplasty, mají tyto zase výhody opakovaného zpracování, což je činí ideálním kandidátem pro mechanickou recyklaci. Recyklace termoplastu zahrnuje vratnou fyzikální změnu zahřátím polymeru na jeho zpracovatelskou teplotu pro tvarování a ochlazením na pokojovou teplotu pro získání požadovaného recyklovaného produktu (Subramanian, 2017).

4.3.2 Sledované frakce komunálního plastového odpadu

PET - Poly(etylentereftalát)

PET je semikrystalický termoplastický polyester, který se využívá převážně při výrobě obalových lahví na nápoje a své široké uplatnění našel i v oděvním průmyslu při výrobě oděvních vláken. Skládá se z polymerizovaných jednotek monomeru ethylentereftalátu s opakujícími se jednotkami $C_{10}H_8O_4$. Snadno se syntetizuje za relativně nízkých výrobních nákladů. Pro výrobu syntetických vláken se používá více než 60 % světové produkce PET, zatímco pro výrobu potravinových lahví je využito přibližně 30 % produkce. Jeho hlavními výhodami je trvanlivost, a skutečnost, že není toxický, což ho kvalifikuje pro styk s potravinami. Další potenciál skrývá PET jako matrice pro nanokompozitní materiály díky svým mechanickým a funkčním vlastnostem a zároveň relativně nízké ceně, což dává značně vysoký příznivý poměr cena/výkon. PET nanokompozity lze vyrábět různým způsobem, ale ohledně produktivity a nenáročnosti procesu se dává nejčastěji přednost technice míchání v tavenině při teplotách vyšších než 250 °C. Dalšími oblastmi využití jsou automobilové komponenty a elektronické díly, opět díky svým výborným mechanickým a tepelným vlastnostem. A vzhledem k nízké elektrické vodivosti je též neodmyslitelně využíván jako elektrický izolant.

Hlavní nevýhodou tohoto materiálu je jeho nerozložitelnost, což vede k vážným obavám z pohledu zatěžování životního prostředí. Hlavním zdrojem PET odpadu je výroba a odpad produkovaný lidskou konzumní činností. Proces recyklace PET je velmi podobný primárním procesům, takže lze v obou případech používat stejná

zařízení, což byla pravděpodobně jednou z příčin, proč procesy recyklace vstoupily na trh. Existují ale i některé kritické body. Především je to nízká výtěžnost, což vytváří ekonomický tlak na recyklační společnosti. (Balakrishnan et Sreekala, 2016; Sorrentino et al., 2019; Subramanian, 2017).

PE – Polyetylen

PE je jedním z nejpoužívanějších plastů a jedním z nejdůležitějších komerčních polyolefinů, který se celosvětově vyrábí a spotřebovává jako komodita. Jedná se o všestranný polymer s rozsahem molekulové hmotnosti od nízké až po velmi vysokou v rozmezí 0,918-0,965 g cm³, což má za následek různou houževnatost a pružnost. Získává se ze zemního plynu, případně i dalších fosilních paliv. Metoda výroby zahrnuje čtyři fáze: plynnou fázi, roztokový proces, suspenzní emulzní techniku a vysokotlakou metodu. Chemicky se jedná o jednoduchý uhlovodík s opakujícími se jednotkami CH₂-CH₂. Polyetylen je možno lisovat, vyfukovat vstříkovat nebo vytlačovat.

Jak již bylo řečeno, polyetylen je jedním z nejdůležitějších polymerů pro potřeby průmyslu, ale kvůli své nepolární povaze nachází využití i v nově vznikajících technologiích. Je to materiál relativně měkký, jehož tvrdost se zvyšuje až s přibývajícím hustotou. Má vysokou houževnatost, tažnost a ohebnost. Mechanické vlastnosti polyetylenu připomínají nylon. Charakterově se jedná o mikrokystalický polymer. Při zahřívání se dostává z krystalického do amorfního stavu, s teplotou se mění i tuhost materiálu. Teplota tání polyetylenu je cca 130 °C, teplota křehkosti je trvale pod teplotou mínus 50 °C. Velmi zajímavé jsou také chemické vlastnosti polyetylenu. Obvykle je nerozpustný, netečný vůči chemickým vlivům, má vysokou odolnost proti působení vody a zároveň nízkou propustnost vlhkosti. Všechny tyto vlastnosti ho předurčují k mnoha aplikacím. Používá se do nátěrů látek, papíru, betonu a cihel, pro výrobu obalových fólií, jako elektrický izolant, jako sáčky v obchodech, pro balení potravin, pro výrobu pytlů na odpadky, pro výrobu různých nádob, ale také pro výrobu nádobí v domácnosti, různých trubek a v mnoha dalších aplikacích (Andrady, 2015; Balakrishnan et Sreekala, 2016; Subramanian, 2015; Subramanian, 2017).

Podle hustoty rozlišujeme několik typů polyetylenu.

HDPE – polyetylen s vysokou hustotou

HDPE je prakticky nerozvětvený polymer s méně pravidelnou strukturou. Vykazuje vysokou houževnatost při pokojové teplotě. Při klesající teplotě má tato houževnatost tendenci klesat a materiál se stává křehčí až sklovitější. Je odolný vůči povětrnostním vlivům, avšak už je výrazně méně odolný vůči praskání. Ke kladným vlastnostem patří též dobrá zpracovatelnost, flexibilita a nízká cena. Jedná se o všestranně použitelný polymer, který najde mnoho uplatnění díky dostupnosti, recyklovatelnosti, nízké ceně a snadnému zpracování. Používá se především na výrobu obalů různých tekutin, včetně chemikálií. Další aplikací jsou různé druhy trubek, které jsou schopny pracovat

se širokou škálou materiálů z domácnosti i z průmyslu, jako je voda, tekutý odpad, chemikálie i plyn (Andrady, 2015; Subramanian, 2015; Subramanian, 2017).

LDPE – polyetylen s nízkou hustotou

LDPE má dlouhé i krátké větve připojené k hlavnímu řetězci. Je měkký a pružný. Snadněji se zpracovává a vyžaduje menší množství energie, proto zaujímá značný podíl na trhu. Často se používá v kombinaci s jiným materiálem, jako je papír, látky či skleněná vlákna, které používá jako substrát. Potažení polyetylenem dá těmto materiálům nové vlastnosti, jako je zvýšená odolnost proti roztržení, flexibilita, netoxické vlastnosti a v neposlední řadě odolnost proti vlhkosti a mastnotě. Sám o sobě ale není až tak zajímavý, protože vykazuje jen průměrné mechanické vlastnosti, které navíc časem ještě degradují. Přesto ho v odpadních produktech nalézáme ve významném zastoupení. Odpady LDPE pocházejí většinou z obalů palet a různých pytlů (Subramanian, 2015; Subramanian, 2017).

LLDPE – lineární polyetylén s nízkou hustotou

LLDPE se vyrábí pomocí specializovaných katalytických systémů a má podobnou strukturu jako LDPE, ale větví se do krátkých řetězců a tudíž má lepší mechanickou pevnost. Používá se k výrobě fólií a tenkostěnných sáčků (Andrady, 2015; Subramanian, 2017).

PP - polypropylen

Polypropylen je semikrystalický polymer vyráběný adiční polymerizací monomeru propylenu. Je tužší než PE a nahrazuje ho ve většině aplikací jako primární matricový polymer. PP je nejlehčí ze všech běžných termoplastů a má užitečné vlastnosti jako jsou dobrá tepelná odolnost, vysoká tuhost, průhlednost, vynikající chemická odolnost, vysoká pevnost, nízká hustota a snadná recyklovatelnost. Jedná se o vysoce univerzální materiál s vynikající kombinací nákladů a fyzikálních vlastností. Vlastnosti polypropylenu lze rozšířit jeho fyzickým smícháním s jinými polymery nebo úpravě jeho mechanických vlastností pomocí aditiv. Používá se v automobilovém průmyslu, pozemní dopravě, při výrobě domácích spotřebičů, uzávěrů nádob, obalových materiálů, textilních vláken, hraček, vytlačovaných trubek a mnoha dalších aplikacích (Andrady, 2015; Subramanian, 2015; Subramanian, 2017).

PS - polystyren

Polystyren je termoplastický polymer s lineární strukturou. Je to konvenční výrobek, který je ataktický a amorfní, a proto průhledný, je vysoce odolný proti kyselinám a zásadám a je dobrým elektrickým izolantem. Stejně jako ostatní pryskyřice je relativně odolný vůči anorganickým chemikáliím. Výrazné omezení má ve své křehkosti. Rázová houževnatost je jednou z nejdůležitějších mechanických vlastností. Polystyren je široce používán v obalových a stavebních materiálech a pro elektrickou a tepelnou izolaci. Všudypřítomnou odrůdou PS je expandovaný polystyren (EPS) nebo pěnový PS běžně používaný v kelímcích a v potravinářských aplikacích.

Expandovaný druh se vyrábí jako kuličky PS obsahující pentan. Při zahřívání kuliček se pentan odpařuje a rozpíná do termoplastické pěny. Tyto pěnové kuličky jsou následně zpracovány do forem a teplem se roztaví do požadovaného tvaru. EPS dominuje na trhu s horkými nápoji a nádobami na potraviny určenými k přenášení (Andrady, 2015; Subramanian, 2015; Subramanian, 2017).

PVC - poly(vinylchlorid)

Polyvinylchlorid houževnatý a tuhý termoplast, který je nejpoužívanějším plastem ve Spojených státech severoamerických. Jedná se v podstatě o lineární polymer, ačkoliv ve struktuře může existovat malý počet větví s krátkým řetězcem. Vyrábí se ze zemního plynu nebo jiných ropných zdrojů jako monomer etylenu, který je chlorován za přítomnosti katalyzátoru ze solí železa. Monomer se následně polymeruje ve vodné disperzi při teplotě 325-350 °C a za vysokého tlaku. Proces výroby PVC musí být pečlivě kontrolován, protože existuje reálná možnost poškození životního prostředí. PVC je již mnoho let pod velkým tlakem ekologických organizací. Samotný monomer vinylchloridu je karcinogenní, a pokud se uvolní do prostředí, hrozí nebezpečí pro lidské zdraví. Pokud se při zpracování nekontroluje pečlivě teplota, může docházet k nežádoucím reakcím, při kterých se uvolní nebezpečné vedlejší produkty, jako jsou dioxiny a jiné těkavé látky. Toto a také potřeba přepravy velkého množství chloru do výrobních závodů přispělo k negativnímu obrazu PVC. Tento polymer je z důvodu odstranění chlorovodíku z řetězce je PVC samozhášecí, což ho předurčuje k uplatnění v oblasti vodičů a kabelů. Je také nejpoužívanějším plastem ve stavebnictví. Profily, trubky, obklady obytných budov jsou oblíbenými způsoby použití v průmyslu. Má také vysokou odolnost proti alkoholu, zásadám, kyselinám a olejům. Proto najde svoje místo i v chemickém zpracovatelském průmyslu. Existují dvě základní formy PVC, a to tuhé a měkčené. Vlastnosti lze modifikovat přidáním různých přísad a nízkomolekulárních změkčovadel. To umožňuje výrobu široké škály různých směsí s různými vlastnostmi finálního produktu. Správně navržené a složené výrobky z PVC lze aplikovat i pro venkovní použití (Andrady, 2015; Subramanian, 2017).

4.3.3 Metody recyklace plastového odpadu

Známe a používáme několik základních způsobů, kterými lze dosáhnout ambiciózní cíle v oblasti cirkulace plastů.

Mechanická recyklace

Aktuálně nejpoužívanější způsob recyklace, který je velice efektivní především pro nejčastější složky komunálního plastového odpadu - polyethylentereftalát (PET) a polyethylen s vysokou hustotou (HDPE). Během procesu nedochází k významným změnám chemické struktury materiálu a lze ho použít prakticky na všechny druhy termoplastů.

Celý proces lze rozdělit do několika základních a na sebe navazujících činností, které lze obecně použít bez ohledu na místní zvyklosti nebo lokalitu. Jednotlivé kroky se mohou samozřejmě místně odlišovat v konkrétním postupu (Plastics Europe, 2022).

Sběr – prvním krokem je samotný sběr plastového odpadu. Jak již bylo uvedeno, je používán systém sběrných nádob, kam musí občané plastový odpad odnášet a systém Door-to-door, kdy jsou plasty shromažďovány přímo v obydlích občanů a odsud nějakým systémem vyzvednuty. Již v tomto prvním kroku dochází k prvotnímu třídění, není to ale podmínkou (BiPRO-CRI, 2015).

Třídění – probíhá již u zpracovatele plastového odpadu. Bez ohledu na to, zdali byl odpad primárně tříděn podle základních druhů, před dalším zpracováním musí proběhnout další proces třídění podle specifických charakteristik (Plastics Europe, 2022).

Chemická recyklace

Při chemické recyklaci se mění chemická struktura zpracovávaných plastů. Dlouhé řetězce uhlovodíků se přeměňují na jednodušší frakce pomocí chemických a fyzikálních metod (pyrolýza, depolymerizace, zplyňování). Takto upravené polymery již slouží jako vstupní surovina pro další zpracování. Vzhledem k tomu, že tato metoda rozkládá použité plasty na jejich základní bloky, lze takto získanou surovinu následně použít pro výrobu recyklovaného plastu s primárními plastovými vlastnostmi. Jedná se o doplňkovou technologii s významným potenciálem (Plastics Europe, 2022).

Sdružení Chemical Recycling Europe (CRE) definuje chemickou recyklaci plastového odpadu jako proces, který přeměnou odpadních plastů zpět na původní složky v kvalitě primárních surovin vzniklých z fosilních paliv uzavírá celý okruh koloběhu polymerů s významným dopadem na snižování spotřeby fosilních paliv, produkce CO₂ a též k omezení skládkování (ChemRecEurope, 2022).

Recyklace rozpuštěním

Proces, kdy je polymer obsažený ve směsném odpadu selektivně rozpouštěn ve specifických rozpouštědlech. Tato metoda umožňuje oddělení jednotlivých plastových frakcí od ostatního odpadu a jejich následné využití v čisté formě. Takto lze zpracovat i polymery, jako je polypropylen (PP), polystyren (PS) a především problematický polyvinylchlorid (PVC), pro které jsou jiné metody obtížně použitelné nebo dokonce nepoužitelné (Plastics Europe, 2022).

Organická recyklace

Řízené mikrobiologické zpracování biologicky rozložitelného plastového odpadu za aerobních podmínek nebo anaerobních podmínek. Lze použít pro specifické polymery, které mohou být působením mikroorganismů přeměněny na stabilizované organické zbytky, oxid uhličitý, metan a vodu (Plastics Europe, 2022). Biologicky rozložitelné polymery slibují novou naději pro nakládání s plastovým odpadem. Široké zavádění

biologicky rozložitelných plastů v obalech musí doplnit zařízení, ve kterých bude následně probíhat proces degradace. Již byla vyvinuta řada biologicky rozložitelných plastů se srovnatelnými vlastnostmi, jako mají jejich biologicky nerozložitelné protějšky (Lim et Thian, 2022).

4.3.4 Celospolečenské náklady životního cyklu plastu

Ekonomické aspekty třídění plastového odpadu nejsou jen o nákladech na vlastní třídění, ale i o negativních externalitách celého životního cyklu plastů, které uvalují náklady na veřejný sektor, jež jsou mnohem vyšší, než tržní cena platů. Plasty, které nejsou zachyceny procesem třídění a recyklace následně zatěžují životní prostředí a mají také negativní vliv na lidské zdraví (WWF INTERNATIONAL, 2021). Odhaduje se, že v letech 1950 až 2017 se celosvětově vyprodukovalo 9,2 miliard tun plastů a z toho 7 miliard tun skončilo jako plastový odpad, z čehož tři čtvrtiny byly umístěny na skládky, případně nekontrolovaně vyhozeny do životního prostředí, včetně moří. Vzhledem k tomu, že kumulativní produkce plastu od roku 1950 do roku 2050 podle realistických odhadů dosáhne 34 miliard tun, je naléhavě nutné snížit toky plastových odpadů do životního prostředí. Během posledních čtyř desetiletí se celosvětová produkce plastů více než zčtyřnásobila, přičemž míra recyklace plastů v současnosti nedosahuje ani 10 %. Miliony tun plastového odpadu skončí buď přímo v životním prostředí, případně se přepraví na jiné místo planety, kde se nakonec stejně vysype nebo spálí (UNEP, 2021). Jak řekla Dr. Winnie Lau, senior manažerka kampaně Pew Preventing Ocean Plastics: "Největší ponaučení z naší práce je, že pokud nic neuděláme, problém znečištění plasty se stane nezvladatelným. Nedělat nic není možné." (Rosane, 2020). Doba rozkladu plastového odpadu značně přesahuje délku lidského života, trvá stovky až tisíce let, než se plně rozloží, přičemž během tohoto rozkladu vznikají stále menší a menší částice, které jsou tím pádem výrazně obtížněji odstranitelné. Tím se plasty odlišují od jiných materiálů, které sice také vykazují výrazné negativní externality, jež nejsou zahrnuty v jejich ceně, ale jejich doba rozložení je výrazně kratší (WWF INTERNATIONAL, 2021). Je potřeba však na druhou stranu poznamenat, že plasty mají i mnoho pozitivních stránek. Jsou lehké a inovativní, čímž šetří spotřebu paliva v dopravních prostředcích a tím i tvorbu CO₂. Stejného efektu dosahujeme i při použití polymerů v oblasti izolačních materiálů. V oblasti obalové techniky je úspěšně používán v potravinářství, prodlužuje trvanlivost potravin a tím zamezuj jejich plýtvání. Význam plastů pro lidskou společnost v uplynulých padesáti letech trvale roste. Od šedesátých let dvacátého století se produkce znásobila dvacetkrát a očekává se, v následujících dvaceti letech se opět zdvojnásobí. Produkce plastů má také značný význam pro zaměstnanost. V roce 2015 zaměstnávalo toto odvětví 1,5 milionu lidí jen v zemích Evropské unie a vygenerovalo obrat ve výši 340 miliard € (EVROPSKÁ KOMISE, 2018). Trvanlivost plastů, která je tak výhodná z hlediska jeho použití, však způsobuje, že náklady na odstranění negativních vlivů plastového odpadu budou dlouhodobější a tím pádem i výrazně vyšší. Tyto negativní dopady způsobují společně nemalé

ekonomické náklady, a to jak přímé, tak i nepřímé. Přímými náklady je vlastní proces nakládání s plastovým odpadem, nepřímými náklady jsou pak škody na životním prostředí a na lidském zdraví. Tržní cena dělá z plastu poměrně levné zboží, ale skutečné náklady, které vzniknou během celého životního cyklu, jsou násobně vyšší. Odhaduje se, že více než 90 % nákladů není zahrnuto v tržní ceně plastů (WWF INTERNATIONAL, 2021).

Nakládání s plastovým odpadem

Tato položka zahrnuje sběr, třídění a likvidaci, případně recyklaci, plastového odpadu. Tyto činnosti jsou prováděny celosvětově v rámci formálního i neformálního sektoru. Na formální nakládání s plastovým odpadem dohlížejí příslušné orgány jednotlivých států. Část nákladů, spojených s těmito činnostmi je sice pokryta prostředky získanými pomocí aplikace systémů rozšířené odpovědnosti původce, ve většině zemí světa jsou však tyto činnosti dotovány z veřejných zdrojů. Celosvětové náklady na nakládání s pevným odpadem se v roce 2019 odhadují na 38 miliard USD a do roku 2040 se mají zvýšit až na 61 miliard USD (UNEP, 2021; WWF INTERNATIONAL, 2021).

Emise skleníkových plynů

Během svého životního cyklu, zahrnujícího výrobu, používání a likvidaci, jsou plasty založené na výrobě z fosilních paliv významným emitentem skleníkových plynů. Evropská komise odhaduje, že výrobou a spalováním plastů vznikne za rok celosvětově 400 milionů tun CO₂. Jiné odhady uvádějí až 1,7 miliardy tun CO₂ ekvivalentu, přičemž se předpokládá, že do roku 2050 toto číslo stoupne až na 2,1 miliardy tun CO₂ ekvivalentu. To by znamenalo přibližně 19 % celosvětového uhlíkového rozpočtu. Kdyby byl plast samostatnou zemí, byl by pátým největším producentem skleníkových plynů na světě. Tyto odhady ale zahrnují celý životní cyklus plastů. Tyto emise se tak významnou měrou podílí na negativních dopadech souvisejících se změnou klimatu, což vládám a společnostem přináší nemalé náklady v současnosti i v budoucnosti. Emise skleníkových plynů lze významně omezit zvýšenou recyklací plastového odpadu. Podle odhadu lze recyklací veškerého celosvětového odpadu ročně dosáhnout energetických úspor v ekvivalentu 3,5 miliardy barelů ropy a každý kilogram recyklovaného plastu zabrání emisím přibližně 1,5 kilogramu CO₂ do atmosféry. (EVROPSKÁ KOMISE, 2018; UNEP, 2021; WWF INTERNATIONAL, 2021; REPETCO, 2022).

Plastové odpady v mořích a oceánech

Podle odhadů tvoří plasty více než 80 % z celkového množství odpadu v mořích a oceánech. Vyjádřeno v absolutních hodnotách se aktuálně odhaduje toto množství na 75 – 199 milionů tun a tato hodnota každoročně výrazně narůstá. Roční přírůstek plastů, které končí v oceánech, se odhaduje v poměrně širokém rozptylu na 5 – 14 milionů tun, což ve své horní hranici představuje až 4 % celosvětové výroby plastů. V čem se však odhady vzácně shodují, je předpoklad, že do roku 2040 se toto číslo ztrojnásobí, pokud se neudělá nic pro zastavení toku plastů do vodních ekosystémů.

Pokud by se do projekcí budoucího toku plastů vzaly v úvahu stávající závazky vlád, tak se předpokládané množství sníží pouze o sedm procent. V EU se každoročně dostane do oceánů 150 – 500 tisíc tun plastového odpadu, což je poměrně malý podíl na celosvětové bilanci, ale problémem jsou cílové destinace tohoto odpadu, které jsou na znečištění zvláště citlivé. Jedná se především o Středozemní moře a přilehlé části Severního ledového oceánu. Studie ukazují, že hustota znečištění Středozemního moře plasty je celosvětově jednou z nejvyšších (EVROPSKÁ KOMISE, 2018; Rosane, 2020; WWF INTERNATIONAL, 2021).

Plastový odpad v mořích je vážnou hrozbou pro veškerý mořský život a zároveň ovlivňuje klima planety. Má výrazně negativní vliv na zdravotní stav velryb, tuleňů a ryb, stejně tak jako bezobratlých, jako jsou korály a plankton. Úlomky plastů jsou přenášeny mořskými proudy na značně dlouhé vzdálenosti a působením tohoto proudění se mohou hromadit a vytvářet husté vrstvy odpadu zachyceného v oceánských vírech. Podle odhadu UNEP lze škody způsobené v mořském prostředí vyčíslit každoročně na 8 miliard USD. Jako největší problém se aktuálně jeví mikroplasty, což jsou úlomky plastu menší než 5 mm, ale i výrazně menší částice o velikosti v řádu nanometrů. Tyto částice mohou díky jejich malé velikosti snadno pohltit mořští živočichové a tím vstupují do potravního řetězce. Mikroplasty se do oceánů dostávají nejen rozkladem větších plastových fragmentů, ale i výluhy ze skládek, únikem ze zemědělství, nebo i přímo, kdy vznikají opotřebením předmětů obsahující plast. Jako hlavní zdroje primárních mikroplastů lze považovat praní prádla ze syntetických vláken, kdy se uvolňují miniaturní mikrovlákna, dále pak některé kosmetické přípravky, které obsahují mikroperličky z plastu a v neposlední řadě oděr z pneumatik automobilů (Freidinger, 2018). Časopis dTest zveřejnil alarmující výsledky testů, které zjišťovaly, jak velké množství materiálu se dostává do prostředí opotřebením pneumatik. Podle těchto studií se jenom na území EU uvolní každoročně 500 000 tun částic, které ve větší či menší míře mohou skončit v mořích (DTEST, 2022). Mikroplasty mohou sloužit jako přenašeče různých polutantů a patogenních organismů, které škodí mořským živočichům a následně i lidem. Při požití mohou způsobit změny v aktivitě genů a proteinů, pokles růstu a narušení reprodukčních schopností živočichů. Tím mohou přímo ohrozit přežití některých mořských organismů nezbytných k zachování rovnováhy celého ekosystému (EVROPSKÁ KOMISE, 2018; UNEP, 2021).

Kromě škod na životním prostředí způsobuje plastový odpad i přímé hospodářské škody v oblastech jako je námořní doprava, rybolov a cestovní ruch. Přítomnost plastového odpadu na pobřežích může odradit návštěvníky a snížit tak příjmy z cestovního ruchu. Negativní důsledky znečištění mohou snížit kvalitu chovaných ryb a nepříznivě ovlivnit reprodukci. Jen za rok 2018 se odhaduje, že znečištění moře plasty snížilo HDP ve výše uvedených oblastech o 7 miliard USD. Dalším negativním důsledkem znečištění jsou přímé náklady vynaložené na úklidové činnosti vedoucí k odstranění odpadu, které jsou vyčísleny až do výše 15 miliard USD ročně. Tyto

náklady nesou především vlády a nevládní organizace (EVROPSKÁ KOMISE, 2018; WWF INTERNATIONAL, 2021). Celkové ekonomické náklady znečištění, počítaje v to dopady na rybolov, akvakulturu, cestovní ruch a náklady na čištění se celosvětově odhadují na 9 – 19 miliard USD za rok 2018 (UNEP, 2021).

Dopady na lidské zdraví

Negativní dopady na lidské zdraví spojené s plasty se vyskytují v několika rovinách. Už samotná těžba roby a zemního plynu uvolňuje do prostředí bezpočet toxických látek. Následně se při výrobě polymerů a hlavně při nekontrolovaném spalování uvolňují chemické látky, které mohou cestovat na velké vzdálenosti a přetrvávat v životním prostředí mnoho let. Lidská populace je potom přijímá prostřednictvím rostlin a živočichů, ve kterých se nashromáždily. Tyto látky jsou spojovány s negativními zdravotními dopady, především v oblasti respiračních onemocněních, ale i neurologických chorob, reprodukčních problémů a výskytem rakoviny. Do potravinového řetězce mohou vstupovat mikropasty, které mohou být transportérem patogenních bakterií a různých chemických látek. Byly zjištěny ve vodě, soli, medu, krevetách a ostatních mořských plodech. Požití takto kontaminovaných potravin může být zdrojem zdravotních problémů. Ačkoliv podle současného stavu poznání se jeví, že naprostá většina plastových částic projde trávicím traktem, aniž by byla absorbována, existuje zde možnost, že by mikroplasty mohly během průchodu lidským tělem uvolňovat škodlivé chemikálie, jež byly složkami původního plastového produktu. Poslední rovinou negativních dopadů plastového znečištění je nepřímý dopad na lidské zdraví, způsobené znečištěným prostředím. Toto znečištění může odradit lidskou populaci od návštěvy pláží a od sportovních aktivit. Obrázky negativních dopadů na přírodu a zvířata mohou mít vliv na duševní pohodu jedinců a tím i jejich zdraví (EVROPSKÁ KOMISE, 2018; UNEP, 2021; WWF INTERNATIONAL, 2021).

4.3.5 Zálohování PET lahví – pro a proti

V poslední době se vede diskuse ohledně možného systému zálohování PET lahví stejným nebo podobným způsobem, jako se zálohuje některé lahve skleněné. V rámci EU je již takovýto systém v nějaké míře zaveden ve Švédsku, Dánsku, Finsku, Estonsku, Německo, Holandsku, Litvě, Chorvatsku a od roku 2022 i na Slovensku, které si od zálohování PET lahví slibuje zvýšit úspěšnost sběru nápojových obalů až na 90 %, vyšší efektivitu recyklace a následného využití materiálu. Mezi největší přínosy má patřit snížení volně odhozeného odpadu, nižší množství vypouštěných emisí, úspora energie a také pozitivní vliv na zaměstnanost (MŽPSK, ©2022; Dráb et Slučiaková, 2018). Také v České republice je systém záloh v populaci silně podporován a zálohování PET lahví není vnímán jako problém. Podpora je vysoká bez ohledu na věk, pohlaví nebo kraj, ve kterém má dotčený bydliště. Průzkum Iniciativy pro zálohování zjistil, že zálohování PET lahví podporuje 81 % populace, z toho je téměř 47 % určitě pro a 34 % spíše pro zálohování. U negativních odpovědí na danou

problematiku bylo více než 12 % spíše proti a téměř 7 % určitě proti. Průzkum byl proveden na vzorku 1078 respondentů (Tretiruka, 2022).

Ačkoliv zálohování PET lahví dokáže zvýšit reálnou účinnost jejich sběru až na 90 % a environmentální přínosy jsou nesporné, jsou podle studie Inštitútu environmentálnej politiky zkušenosti ze zemí, kde byl již takový systém zaveden, nejednoznačné. V některých zemích se nepodařilo dosáhnout účinnosti sběru 90 %, i když se k této hranici blíží. V jiných zemích tuto hranici naopak překračují. Také v ekonomickém pohledu se názory na zálohování odlišují. V některých zemích převažují benefity nad náklady a naopak v jiných je tomu naopak (Dráb et Slučiaková, 2018).

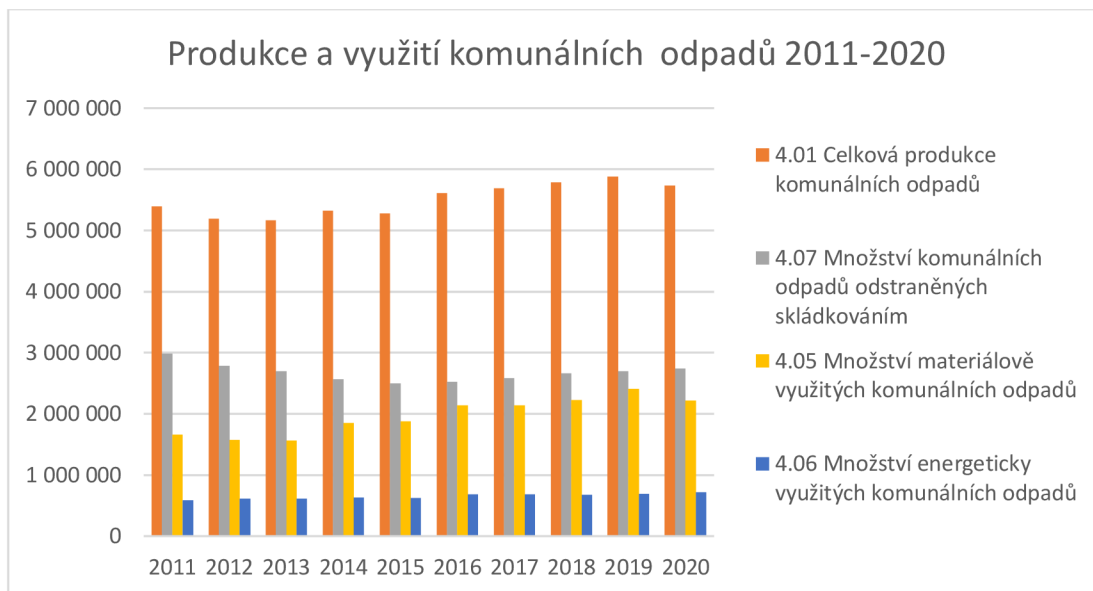
Objevují se však i vysloveně negativní názory na zálohování PET lahví. Hlavním argumentem je konstatování, že zálohované lahve se stejně nevracejí do oběhu v nezměněném stavu, ale budou nadrceny a odvezeny ke zpracovatelům. Dalším, neméně důležitým argumentem je obava, že vyjmutí PET lahví ze stávajícího systému sběru a recyklace plastových obalů naruší již zavedený proces tím, že třídící linky nebudou mít dostatek materiálu na dotřídění, což může u některých způsobit problém se splněním dotačních podmínek. A v neposlední řadě je zde skutečnost, že obce přijdou o část příspěvku, které v rámci systému dostávají (AVE, 2019). Také pohled Svazu měst a obcí na tuto problematiku je negativní. Podle jejich pohledu by to znamenalo výrazné narušení systému, který se budoval dvacet let, a to kvůli komoditě, jež má minimální problém se sběrem a následnou recyklací (Tomášková, 2022).

5. ANALYTICKÁ ČÁST

V analytické části budou prezentovány některé vybrané ukazatele vztahující se k dané problematice. Hodnoty pro tabulky a grafy jsou získané z veřejných zdrojů.

5.1 Produkce a využití komunálních odpadů v ČR

Obrázek 2: Produkce a využití komunálních odpadů 2011-2020



Zdroj: <https://isoh.mzp.cz/VISOH/> upraveno autorem

Obrázek 2 ukazuje vývoj celkové produkce komunálních odpadů v letech 2011 – 2020 a způsob jejich zpracování.

Celková produkce komunálních odpadů vyprodukovaných na území České republiky vykazuje jen mírný nárůst. V roce 2020 byla oproti roku 2011 vyšší o 6,3 %. V roce 2019, kdy byla tato produkce nejvyšší, vykazuje oproti roku 2011 nárůst o 9,1 %.

Skládkování vykazovalo až do roku 2015 pokles, poté však začalo opět mírně stoupat. Vyjádřeno v procentech byl v roce 2015 oproti roku 2011 pokles o 16,2 %, ale v roce 2020 byl pokles oproti roku 2011 již pouze o 8,3 %.

Materiálové využití komunálních odpadů, což je nejdůležitější ukazatel z pohledu recyklace, naštěstí vykazuje poměrně slušný nárůst. V roce 2020 bylo oproti roku 2011 materiálově využito o 33,2 % více odpadu. V roce 2019, kdy byl tento ukazatel nejlepší, to bylo dokonce o 44,9 % více oproti roku 2011. Pokles v roce 2020 oproti roku 2019 lze pravděpodobně připsat na vrub pandemii spojenou s virem COVID-19.

Energetické využití vykazuje mírný kontinuální růst. V roce 2020 bylo oproti roku 2011 energeticky využito o 23,6 % více komunálních odpadů.

Podíl jednotlivých způsobů v roce 2020 je následující (zaokrouhleno):

Skládkování 48 %

Materiálové využití 39 %

Energetické využití 13 %

Detailní čísla ukazuje tabulka 1.

Tabulka 1: Produkce a způsob využití komunálních odpadů v letech 2011 - 2020

Ukazatel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
4.01 Celková produkce komunálních odpadů	5 388 058	5 192 784	5 167 805	5 323 947	5 274 126	5 612 416	5 690 585	5 782 066	5 879 163	5 729 917
4.07 Množství komunálních odpadů odstraněných skládkováním	2 982 745	2 785 555	2 698 737	2 569 965	2 498 736	2 522 799	2 583 390	2 658 338	2 696 303	2 737 281
4.05 Množství materiálově využitých komunálních odpadů	1 661 703	1 576 519	1 561 729	1 849 864	1 877 447	2 136 237	2 135 660	2 230 391	2 408 484	2 213 778
4.06 Množství energeticky využitých komunálních odpadů	583 614	610 367	614 502	627 234	620 313	680 504	685 277	676 574	689 110	721 217

Zdroj: <https://isoh.mzp.cz/VISOH/> upraveno autorem

5.2 Využití plastového odpadu v Evropě

Tabulka 2 ukazuje celkovou produkci a využití plastového odpadu vyprodukovaného konečnými spotřebiteli ve vybraných zemích Evropy

Tabulka 2: Způsob využití plastového odpadu ve vybraných zemích Evropy

Země	Rok	Miliony tun	Recyklace %	Energetické využití %	Skládkování %
Německo	2018	5,3	39	61	1
Velká Británie	2018	4,0	32	46	22
Itálie	2018	3,6	31	33	36
Francie	2018	3,6	24	43	33
Španělsko	2018	2,5	42	19	39
Polsko	2018	2,5	27	30	42
Holandsko	2017	0,9	34	66	0
Belgie	2018	0,6	34	64	2
Průměr		2,9	33	45	22

Zdroj: (Plastics Europe, 2021)

Z dat je vidět, že v Evropě převažuje energetické využití, ačkoliv cílem by mělo být spíše využití materiálové. Ani podíl skládkování není zanedbatelný. Je třeba si uvědomit, že se jedná pouze o plasty a nikoliv o celý komunální odpad. I tak jsou vidět zajímavé rozdíly. Skládkování v Německu, Holandsku a Belgii je prakticky nulové, oproti tomu v Polsku a Španělsku dosahuje značných hodnot. Míra recyklace je víceméně vyvážená, rozdíly dělá energetické využití, kdy v zemích, které téměř neskládkují, výrazně narůstá podíl spalování.

Tabulka 3 ukazuje produkci plastových obalů a jejich využití ve stejných zemích.

Tabulka 3: Produkce plastových obalů ve vybraných zemích Evropy

Země	Rok	Miliony tun	Recyklace %	Energetické využití %	Skládkování %
Německo	2018	3,1	50	50	0
Velká británie	2018	2,3	44	42	14
Itálie	2018	2,3	45	43	13
Francie	2018	2,3	26	43	31
Španělsko	2018	1,6	51	16	34
Polsko	2018	1,0	38	33	30
Holandsko	2017	0,5	50	50	0
Belgie	2018	0,3	43	57	1
Průměr		1,7	43	42	15

Zdroj: (Plastics Europe, 2021)

Pokud se vezmou v potaz pouze odpady z plastových obalů, je již míra recyklace znatelně lepší. Premiantem v této oblasti je Německo, Španělsko a Holandsko, nejhorším je pak Francie. U Španělska je zajímavé, že ačkoliv míra recyklace je nejlepší, míra skládkování naopak nejhorší. To by mohlo být způsobeno klimatickými podmínkami, protože skládkování je na úkor energetického využití.

5.3 Zastoupení plastových frakcí v TKO ve světě

Tabulka 4 již detailně ukazuje procentické zastoupení jednotlivých plastových frakcí v TKO ve světě.

Tabulka 4: Procentické zastoupení jednotlivých frakcí plastového odpadu ve vybraných zemích

Oblast	Rok	PET	HDPE	LDPE	PP	PS	Ostatní	Zdroj
Evropa	2005	9	18	41	8	15	9	Delgado et al., 2007
Evropa	2010	16	19	32	19	7	7	Villanueva et Eder, 2014
Finsko		13	7	28	22	9	21	Dahlbo et al., 2018
USA	2010	13	18	24	24	7	12	Najafi, 2013
Evropa	2018	26	10	30	7	1	25	Eriksen et al., 2018
USA	2000	9	22	27	14	11	17	Subramanian, 2000
Granada	2018	19	6	43	10	6	16	Calero et al., 2018
Průměr		15	14	32	15	8	15	

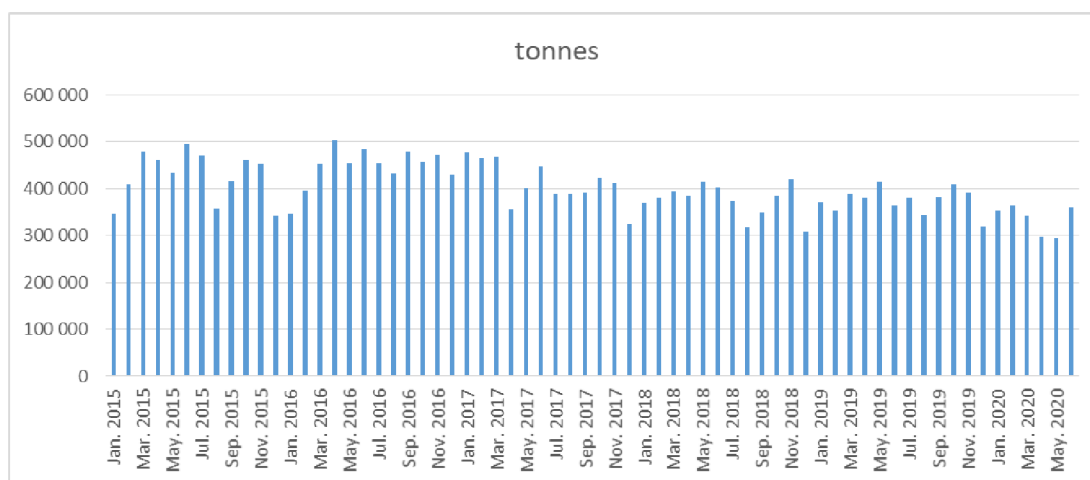
Zdroj: zdroje uvedeny v jednotlivých řádcích tabulky, upraveno autorem

Zastoupení jednotlivých frakcí plastu v komunálním odpadu je velice důležité, protože ne všechny frakce mají stejný recyklační a prodejní potenciál. Nejhodnotnější složkou je PET a HDPE. Zbývající frakce již mají hodnotu výrazně nižší a polystyren (PP) je prakticky neprodejný. Zjištěné a prezentované hodnoty je však třeba brát se značnou rezervou, protože byly zjišťovány v různých časových obdobích a pravděpodobně i různou metodikou.

5.4 Obchod s plasty v EU 2015 – 2020

Obrázek 3 ukazuje objem obchodu s plasty v zemích EU v letech 2015 – 2020.

Obrázek 3: Objem obchodu s plasty v zemích EU 2015 - 2020

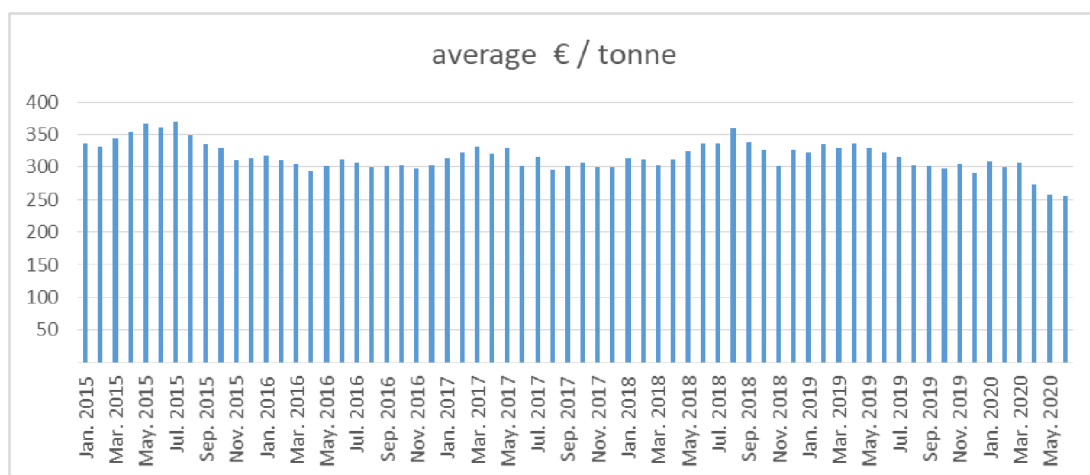


Zdroj : (EUROSTAT, 2020)

Celkové množství obchodovaných plastů se ročně pohybuje v rozmezí od 300 tisíc tun až po 500 tisíc tun a jak je vidět, má spíše sestupnou tendenci. Pokles v roce 2020 lze ale opět připsat na vrub pandemii COVID-19, ale protože neznáme další vývoj, nelze tuto teorii potvrdit.

Zajímavý je také vývoj průměrných realizovaných cen za tunu plast, jak ukazuje obrázek 4.

Obrázek 4: Vývoj průměrných realizovaných cen za tunu plastu v zemích EU 2015 - 2020



Zdroj : (EUROSTAT, 2020)

Realizační cena obchodů se pohybovala v rozmezí od 255 € až po 366 € za tunu. Paradoxně nejvyšší ceny byly v roce 2015, ale ani v dalších letech nebyl trh nijak

výrazně rozkolísaný. Opět je vidět pokles cen v průběhu roku 2020, který měl pravděpodobně stejnou příčinu, jako snížený objem obchodu v uvedeném období.

Detailní data ukazuje tabulka 5.

Tabulka 5: Přehled obchodu s plasty v zemích EU 2015 – 2020

PERIOD	average € / tonne	tonnes	PERIOD	average € / tonne	tonnes	PERIOD	average € / tonne	tonnes
Jan. 2015	337	346 262	Jan. 2016	318	346 501	Jan. 2017	314	475 712
Feb. 2015	332	409 834	Feb. 2016	309	395 677	Feb. 2017	322	465 109
Mar. 2015	344	479 794	Mar. 2016	305	452 364	Mar. 2017	331	468 820
Apr. 2015	354	460 407	Apr. 2016	294	503 612	Apr. 2017	320	354 574
May. 2015	366	433 163	May. 2016	302	454 288	May. 2017	330	400 290
Jun. 2015	362	494 453	Jun. 2016	311	483 587	Jun. 2017	301	447 106
Jul. 2015	370	470 660	Jul. 2016	307	454 252	Jul. 2017	316	388 175
Aug. 2015	350	357 666	Aug. 2016	300	431 000	Aug. 2017	297	387 987
Sep. 2015	334	415 652	Sep. 2016	302	478 390	Sep. 2017	302	390 152
Oct. 2015	329	461 759	Oct. 2016	304	457 327	Oct. 2017	306	423 421
Nov. 2015	309	452 588	Nov. 2016	298	473 172	Nov. 2017	300	410 474
Dec. 2015	314	342 717	Dec. 2016	302	429 441	Dec. 2017	300	323 471
PERIOD	average € / tonne	tonnes	PERIOD	average € / tonne	tonnes	PERIOD	average € / tonne	tonnes
Jan. 2018	314	368 416	Jan. 2019	323	370 531	Jan. 2020	308	353 812
Feb. 2018	313	380 674	Feb. 2019	335	353 209	Feb. 2020	300	363 249
Mar. 2018	304	393 306	Mar. 2019	330	388 121	Mar. 2020	307	340 714
Apr. 2018	312	383 397	Apr. 2019	336	380 476	Apr. 2020	273	296 240
May. 2018	324	413 103	May. 2019	329	412 974	May. 2020	257	293 567
Jun. 2018	336	402 624	Jun. 2019	322	365 053	Jun. 2020	255	359 383
Jul. 2018	336	373 838	Jul. 2019	315	379 507	Jul. 2020		
Aug. 2018	361	316 767	Aug. 2019	302	343 596	Aug. 2020		
Sep. 2018	339	348 286	Sep. 2019	301	382 968	Sep. 2020		
Oct. 2018	327	385 445	Oct. 2019	298	409 434	Oct. 2020		
Nov. 2018	302	420 372	Nov. 2019	304	392 070	Nov. 2020		
Dec. 2018	326	308 507	Dec. 2019	291	318 631	Dec. 2020		

Zdroj : (EUROSTAT, 2020)

6. PRAKTICKÁ ČÁST

V praktické části bude formou osobních návštěv a dotazování odpovědných pracovníků vybraných zařízení zmapován, popsán a zdokumentován proces mechanického třídění plastového odpadu. Dále budou zpracována ekonomická data těchto zařízení, která budou opět získána přímo od zainteresovaných osob. Fyzicky byly navštíveny dvě dotříd'ovací linky, informace o procesu byly získány od vedoucích pracovníků čtyř zařízení, ekonomická data byla získána od managerů ze dvou zařízení.

Cílem je zpracovat mikroekonomiku dotříd'ovací linky.

6.1 Dotříd'ovací linka

Primární sběr separovaného plastového odpadu probíhá u občanů, jsou to ty známé žluté kontejnery, případně pytle. Tyto jsou následně svezeny svozovou společností prostřednictvím popelářských vozů. Jeden vůz sbírá během trasy vždy jen jednu komoditu (papír, plast, sklo), v žádném případě se vzájemně nemíchají.

Tyto popelářské vozy (kuka vozy) jsou následně zváženy a sebraný odpad vysypou na určené místo, zpravidla se jedná o příjmovou halu třídiřny.

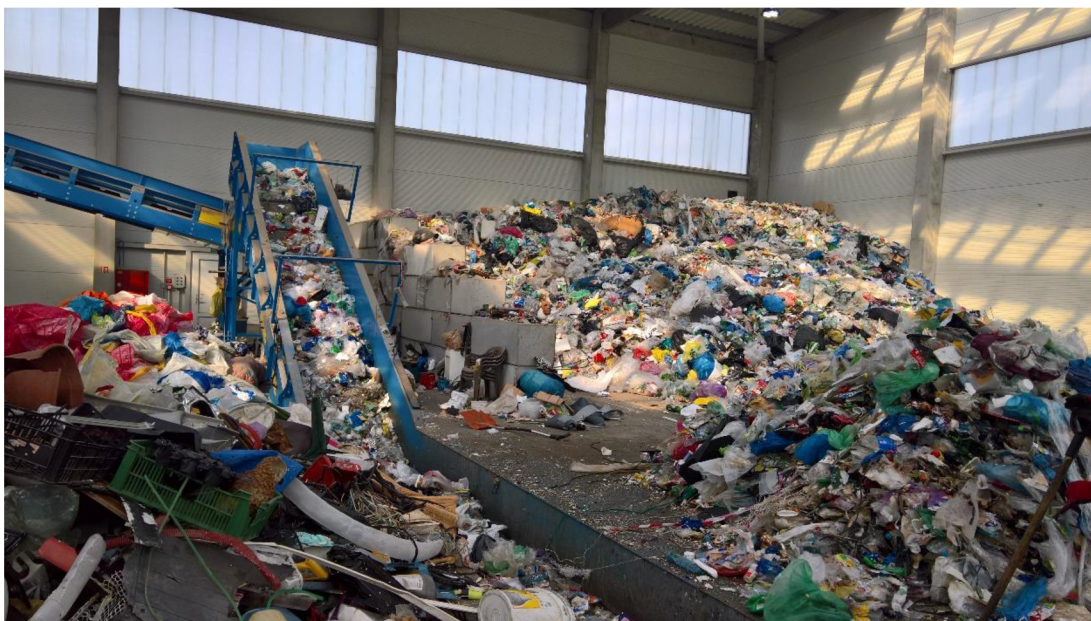
Na obrázku 5 je vidět příjmová hala dotříd'ovací linky, která patří svozové společnosti ve Středočeském kraji. Na obrázku 6 je modernější příjmová hala dotříd'ovací linky, která patří obci ve Středočeském kraji.

Obrázek 5: Příjmová hala dotříd'ovací linky



Zdroj: Autor

Obrázek 6: Příjmová hala dotříd'ovací linky



Zdroj: Autor

Zde se pomocí manipulační techniky (obrázek 7) a manuální práce určeného pracovníka dávkuje svezené plasty na dopravník. V rámci této operace pracovník zároveň provádí první separaci odpadu. Velké fólie, velké kusy polystyrenu a obecně velké kusy materiálu by neprošly dopravníkem, proto je nutné je zde oddělit. Přitom jsou fólie a polystyren sbírány odděleně. Fólie jsou děleny na transparentní a ostatní (obrázek 8 a 9).

Obrázek 7: Příjmová hala dotříd'ovací linky – pohled na manipulační techniku



Zdroj: Autor

Obrázek 8: Třídění velkých kusů materiálu



Zdroj: Autor

Obrázek 9: Separace fólií



Zdroj: Autor

Ostatní svezný odpad je unášen pomocí dopravníku k dalšímu zpracování. Zalomení dopravníku nemá z pohledu třídění žádný význam. Má za úkol rozdělit celkovou dráhu přepravy na kratší segmenty a tím i jednodušší manipulaci při sestavování dopravníku na finálním pracovišti. Toto pracoviště obsluhuje pouze jeden pracovník.

Obrázek 10: Dopravník



Zdroj: Autor

Dopravník vynáší odpad určený k vytrídění vzhůru, protože následná část třídící linky musí být z principu zpracování v dostatečné výšce nad zemí (obrázek 11). Během této cesty nedochází k žádným procesům, které by s odpadem jakýmkoliv způsobem manipulovaly.

Obrázek 11: Třídící linka – pohled z vnějšku



Zdroj: Autor

Vlastní třídění, nepočítáme-li separaci velkých kusů u vstupní části dopravníku, probíhá právě v tomto vyvýšeném objektu. Celý proces je založen pouze na lidské práci, nejsou zde přítomny žádné automatické separátory, které by bez zásahu člověka provedly nějakou činnost. Kvalita třídění je tak silně závislá na zkušenosti pracovníků. Na pracovišti je přítomno několik zaměstnanců, z nichž každý má přidělen svůj úsek a konkrétní typ plastového odpadu, který separuje do určených prostor. Ostatní odpad nechává bez povšimnutí a tento je unášen k dalším pracovníkům, kteří opět separují jim přidělený typ odpadu.

Většinou se třídí jednotlivé frakce v tomto pořadí:

Folie (LDPE)

Bývají objemné a velké a jejich odstraněním se vytváří lepší přehled nad obsahem pásu. Velké kusy bývají tříděny už před vstupem na dopravník. Malé kusy pak během procesu. Oddělují se zvláště folie čiré (transparentní a bez potisku) a zvláště folie barevné, případně s potiskem. Folie by neměly být znečištěné (přesný výraz je přiměřeně znečištěné). Pokud jsou znečištěné příliš, nechá se projít. Rozhoduje pracovník třídičky. Ne každá folie je ten správný materiál (LDPE) a zkušený třídič to prý pozná pohmatem. Jinak by musel hledat označení, které tam ani nemusí být.

Polystyren pěnový (EPS)

Musí být čistý (řekněme přiměřeně špinavý), ale to většinou nebývá, protože se ušpiní cestou při manipulaci (v KUKA voze, při nakládání). Také se většinou separuje už před vstupem na dopravník.

PET lahve (PET)

Třídí se zvláště čiré, modré, zelené a ostatní (mix barev). Na některých linkách je nutno láhev proříznout, případně odstranit víčko. Pokud je ale zařízení vybaveno lisem s automatickým prořezem (předposlední krok procesu), není nutno tento úkon provádět.

HDPE obaly (HDPE)

Většinou obaly od drogistických výrobků (šampony, krémy atd.), ale i od potravinářských (kečupy).

Směsné tvrdé plasty

Kelímky od jogurtů, plastový nábytek, obaly od CD.

Tetra Pack

Nemusí být zařazen až na konci.

Může se vyskytnout, protože některé obce dávají Tetra Pack do žlutých kontejnerů.

Výmět

Zbytek, který projde. Měl by být předán k energetickému využití.

Obrázek 12: Třídící linka – pohled na separační pracoviště



Zdroj: Autor

Jednotlivé frakce se oddělují do takzvaných shozů (obrázek 13 a 14), kterými propadají do sběrných prostor, které jsou umístěny pod třídící linkou. Do je také důvod, proč musí být celý objekt, ve kterém probíhá vlastní třídění, vyvýšený. Materiál pak propadá vlastní vahou.

Obrázek 13: Shoz



Zdroj: Autor

Obrázek 14: Otevřený shoz



Zdroj: Autor

Zbytek odpadu, který nevyhověl kritériím, padá na konci dopravníku do sběrného kontejneru, odkud je následně shromažďován a předán k energetickému využití.

Separované části jsou převážně shromažďovány do kontejnerů, které jsou umístěny pod objektem třídírny (obrázek 15). Odsud jsou po dostatečném naplnění přepraveny do prostoru k lisování a následně slisovány výkonným lisem (obrázek 16). Slisované balíky pak čekají na další distribuci.

Obrázek 15: Shoz



Zdroj: Autor

Obrázek 16: Otevřený shoz



Zdroj: Autor

V modernějších provozech jsou kontejnery pro shromažďování jednotlivých frakcí umístěny přímo u dopravníku, který vede k lisu. Odpadá tak proces manipulace s naplněnými kontejnery (obrázek 17).

Obrázek 17: Třídící linka – pohled na shromažďovací kontejnery



Zdroj: Autor

6.2 Podíly jednotlivých separovaných složek

Zde uvedené podíly jednotlivých složek jsou stanoveny na základě provozovatelů navštívených dotřídovacích linek. Nejedná se o hodnoty stanovené rozbořem.

Folie celkem	15-20 %
PET lahve	20-25 %
HDPE	5-10 %
Směsný tvrdý plast	10 %
Odpad	30-40 %

6.3 Výsledovka dotřídovací linky Jihomoravský kraj

Uvedená dotřídovací linka je provozována svozovou firmou v Jihomoravském kraji. Z důvodu zachování obchodního tajemství není uveden název provozovatele. Získaná data jsou za roky 2019 a 2020 přímo od provozovatele (tabulka 6).

Tabulka 6: Výsledovka dotřídovací linky svozové firmy v Jihomoravském kraji

Hodnoty v tisících Kč	2019	2020
Náklady		
Odpisy	1 599	706
El. Energie	445	418
Lidské zdroje papír	1 197	848
Lidské zdroje plasty	8 018	7 602
Ostatní náklady	1 492	3 652
CELKEM náklady	12 751	13 226
Výnosy		
Tržby papír	3 224	2 948
Tržby plast	5 538	2 907
Dotace EKO-KOM	2 306	3 251
Likvidace odpadu (TAP)	-1 093	-1 683
CELKEM výnosy	9 975	7 423
Provozní výsledek	-2 776	-5 803

Zdroj: Svozová společnost Jihomoravský kraj, upraveno autorem

Protože na dotřídovacích linkách se třídí papír i plast, jsou zde uvedeny obě komodity. Zcela dominantním nákladem na provoz dotřídovací linky jsou lidské zdroje, které převažují především u plastů. Je to dáno počtem pracovníků potřebných k uvedené činnosti. Naopak překvapivě nízký je podíl u energie, takže zvyšující se ceny za elektrickou energii ekonomiku dotřídovací linky nijak zásadně neohroží.

6.4 Výsledovka dotříd'ovací linky Středočeský kraj

Uvedená dotříd'ovací linka je provozována svozovou firmou ve Středočeském kraji. Z důvodu zachování obchodního tajemství není uveden název provozovatele. Získaná data jsou za roky 2020 a 2021 přímo od provozovatele (tabulka 7).

Tabulka 7: Výsledovka dotříd'ovací linky svozové firmy ve Středočeském kraji

Hodnoty v tisících Kč	2020	2021
Náklady		
Odpisy	1 140	1 140
El. Energie	261	230
Lidské zdroje papír	986	1 622
Lidské zdroje plasty	4 274	7 028
Ostatní náklady	90	584
CELKEM náklady	6 751	10 604
Výnosy		
Tržby papír	2 216	8 923
Tržby plast	396	3 240
Dotace EKO-KOM	0	0
Likvidace odpadu (TAP)	-1 325	-1 165
CELKEM výnosy	1 287	10 998
Provozní výsledek	-5 464	394

Zdroj: Svazová společnost Středočeský kraj, upraveno autorem

Stejně tak, jako u dotříd'ovací linky v Jihomoravském kraji, i zde nákladově dominují lidské zdroje a elektrická energie je zcela podružná. Je také vidět značný rozdíl provozního výsledku mezi jednotlivými roky. Toto lze připsat nárůstu výkupních cen jednotlivých komodit, které ilustruje tabulka 8.

6.5 Výkupní ceny komodit Středočeský kraj 2014 – 2021

V tabulce 8 jsou uvedeny ceny vybraných sledovaných komodit od roku 2014 do roku 2021. Ceny jsou získány přímo od obchodníka s komoditami. Z důvodu zachování obchodního tajemství není jeho jméno uvedeno. Ceny jsou uvedeny v korunách za tunu.

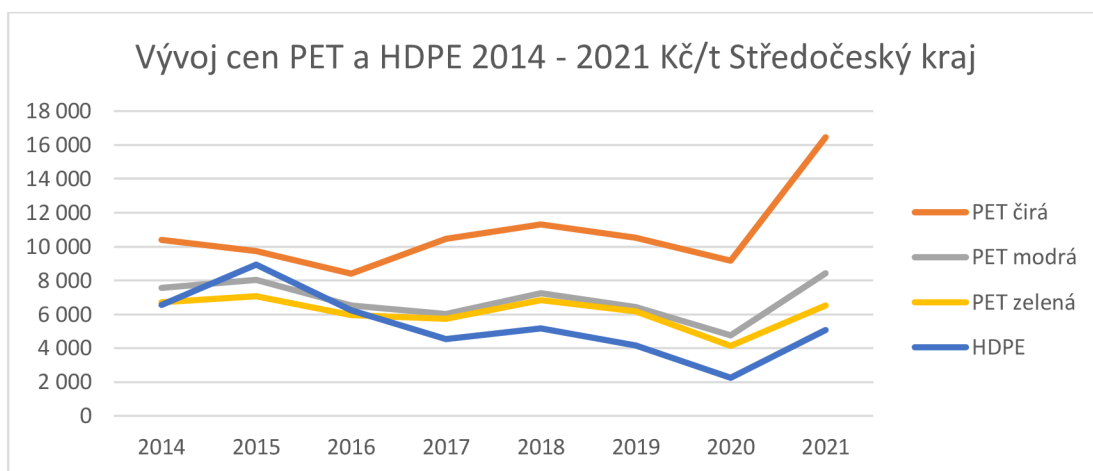
Tabulka 8: Výkupní ceny vybraných komodit v letech 2014 - 2021

ROK	Směsný papír	Karton	Deinking	PET čirá	PET modrá	PET zelená	PET mix	HDPE	Tvrdý plast	LDPE čirá folie 98/2	LDPE čirá folie 95/5	LDPE průmyslová barevná folie	LDPE separovaná barevná folie
2014	2 129	2 429	2 971	10 396	7 571	6 696	2 808	6 550		11 179	9 021	4 804	3 004
2015	2 263	2 450	3 021	9 725	8 033	7 067	1 583	8 933		10 750	8 333	3 646	3 146
2016	2 408	2 808	3 333	8 400	6 508	5 946	1 708	6 225		9 308	6 746	2 167	1 646
2017	2 600	2 896	3 358	10 463	6 029	5 738	1 417	4 521		6 500	4 583	1 667	938
2018	1 554	1 888	3 217	11 321	7 242	6 825	1 808	5 158		3 229	1 188	-375	-1 250
2019	1 250	1 433	3 027	10 521	6 413	6 158	1 500	4 158	983	3 413	1 371	-375	-958
2020	800	1 096	1 750	9 167	4 754	4 133	1 329	2 250	817	2 250	1 625	500	238
2021	3 567	3 913	4 400	16 458	8 425	6 533	2 858	5 083	1 200	5 500	4 433	533	263

Zdroj: Obchodník Středočeský kraj, upraveno autorem

Z přehledu je patrný značný nárůst ceny papíru v roce 2021 oproti roku 2020, ale také u plastových komodit došlo k výraznému navýšení. PET čirá má nárůst o téměř 80 %, PET modrá také nárůst o téměř 80 %, PET zelená nárůst o 58 % a MIX dokonce více než dvojnásobný nárůst ceny. U HDPE a kvalitní LDPE také vidíme nárůst vyšší, než 100 %. Křivky vývoje u plastových frakcí znázorňuje obrázek 18.

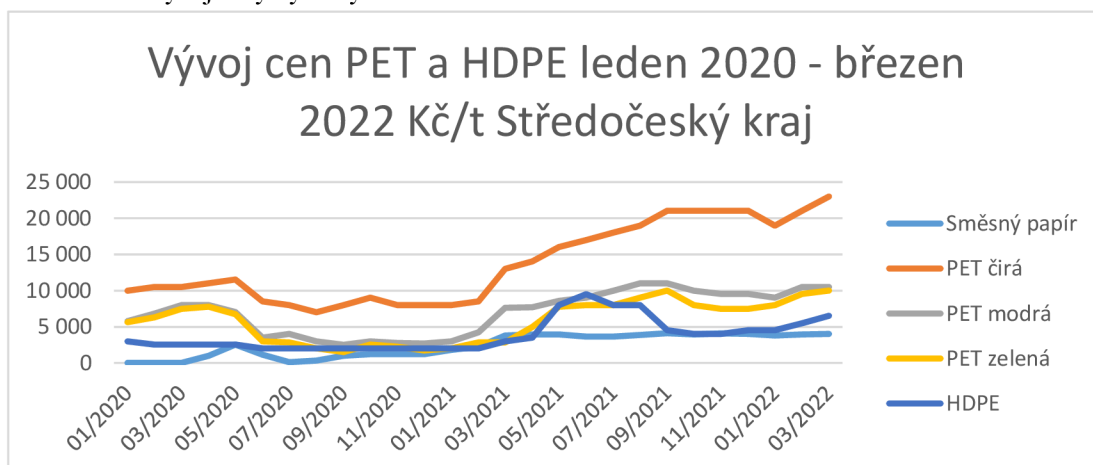
Obrázek 18: Vývoj ceny vybraných komodit v letech 2014 - 2021



Zdroj: Obchodník Středočeský kraj, upraveno autorem

Lepší pohled na cenovou progresi těchto komodit ukazuje obrázek 19, který mapuje měsíční vývoj cen od ledna 2020 do března 2022. Cena PET čiré vystoupala z 10 tisíc Kč/tuna v lednu 2020 až na 23 tisíc Kč/tuna v březnu 2022.

Obrázek 19: Vývoj ceny vybraných komodit 01/2020 – 03/2022



Zdroj: Obchodník Středočeský kraj, upraveno autorem

Tento prudký nárůst je pravděpodobně způsoben pandemií COVID-19, která narušila zavedené obchodní procesy prakticky v celé hospodářské sféře. Aktuálně poptávka po recyklátech neustále stoupá a zdá se, že tento proces bude pokračovat. A aktuální válečný konflikt na Ukrajině, který zvedl cenu ropy, tuto situaci zcela jistě ještě podpoří (Horáček, 2022).

6.6 Cenové projekce výnosů

Pro dotřídovací linku ze Středočeského kraje je k dispozici množství jednotlivých komodit na straně výnosů. Na základě znalosti vývoje cen bude provedena projekce výnosů pro různá období. Projekce ceny 2014-2020 pracuje s průměrnou cenou komodity za celé uvedené období. Projekce ceny 03/2022 pracuje s poslední známou cenou komodity z března 2022.

Projekce výsledků 2020 (tabulka 9)

Tabulka 9: Projekce výsledků roku 2020 – dotřídovací linka Středočeský kraj

2020	Tuny	Výnosy 2020	Projekce ceny 2014-2020	Projekce ceny 03/2022
Papír	1 617,55	2 216 235	3 005 408	6 470 200
Tvrdé plasty	35,90	3 230	32 310	71 800
PET Modrý	14,93	40 012	99 285	156 765
PET Zelený	7,66	13 405	46 573	76 600
PET Čirý	10,27	79 726	102 690	236 210
PET mix	3,35	18 961	5 816	15 075
Folie barevná	36,08	3 499	48 455	14 432
Folie čirý	96,50	236 869	547 927	723 750
CELKEM		2 611 937	3 888 463	7 764 832
ROZDÍL			1 276 526	5 152 895

Zdroj: Svozová společnost Středočeský kraj, obchodník Středočeský kraj, upraveno autorem

Obě projekce přinesly pro výsledky roku 2020 kladné rozdíly. Je to dáno tím, že v roce 2020 byly ceny nižší, než v předchozích letech. Ani jedna projekce však nedostává dotřídňovací linku v roce 2020 do kladných čísel. Pokud byl hospodářský výsledek linky -5 464 000,-Kč, tak ani rozdíl projekce v poslední ceně tuto ztrátu nepokryje, byť jen velice těsně. Může to být dáno poměrně malým množstvím vytříděného papíru, který byl v následujícím roce výrazně vyšší. Důvodem mohl být nízký zájem o tuto komoditu.

Projekce výsledků 2021 (tabulka 10)

Tabulka 10: Projekce výsledků roku 2021 – dotřídňovací linka Středočeský kraj

2021	Tuny	Výnosy 2021	Projekce ceny 2014-2020	Projekce ceny 03/2022
Papír	2 159,53	8 923 410	4012406,74	8638120
Tvrdé plasty	105,21	113 651	94689	210420
PET Modrý	48,46	436 808	322259	508830
PET Zelený	38,86	288 458	236268,8	388600
PET Čirý	93,45	1 639 274	934406,55	2149350
PET mix	20,81	73 013	36126,16	93645
Folie barevná	124,08	27 270	166639,44	49632
Folie čirý	116,10	662 166	659215,8	870750
CELKEM		12 164 050	6 462 011	12 909 347
ROZDÍL			-5 702 039	745 297

Zdroj: Svozová společnost Středočeský kraj, obchodník Středočeský kraj, upraveno autorem

Pro rok 2021 už je výsledek rozdílný. Pokud jsou použity vypočtené průměrné ceny let 2014-2020, snižuje výnosy o téměř 6 milionů Kč. Provozní výsledek dotřídňovací linky za rok 2021 byl sice kladný, ale jen velmi těsně. Konkrétně to bylo 394 tisíc Kč. Naopak projekce v posledních aktuálně známých cenách zvýší hospodářský výsledek o téměř tři čtvrtě milionu Kč, takže sumárně by překročil milion.

6.7 Náklady obcí na odpadové hospodářství

Znalost nákladů obcí na odpadové hospodářství podstatnou částí studie ekonomiky třídění odpadu. Právě v obcích, které jakožto původce odpadu zajišťují separaci a sběr těchto odpadů, vstupují do procesu veřejné prostředky a přenesené externality. Tabulka 11 ukazuje náklady obcí na OH za rok 2020.

Tabulka 11: Náklady obcí na odpadové hospodářství v roce 2020

Položka - rok 2020	Kč / ob.	%	Celkem Kč
Náklady na OH celkem	1064		11 384 800 000
Poplatky od občanů	540	50,75	5 778 000 000
Příspěvek EKO-KOM	148	13,91	1 583 600 000
Ostatní příjmy	48	4,51	513 600 000
Doplatek z veřejných zdrojů	328	30,83	3 509 600 000

Zdroj: (EKO-KOM, 2021 c), upraveno autorem

Důležité jsou položky, které se týkají příspěvků EKO-KOM a doplatku z veřejných zdrojů. Příspěvek EKO-KOM jsou prostředky, které obcím přispívá na OH společnost EKO-KOM, a.s. jakožto autorizovaná obalová společnost plnící zákonnou povinnost výrobců obalů. Tyto prostředky jsou společností získané od výrobců prostřednictvím poplatků, které tito výrobci platí. Nejsou to sice přímo prostředky veřejné, ale jedná se o kompenzaci negativních externalit produkce obalů. Doplatek z veřejných zdrojů je pak už zcela jednoznačně položka, která říká, jaké množství prostředků musí veřejné rozpočty dopláct. Celkové hodnoty jednotlivých položek je násobek počtem obyvatel, který byl v uvedením roce 10,7 milionu.

6.8 Náklady obcí na tříděný odpad

Tabulka 12 ukazuje, jaké byly náklady obcí na tříděný odpad v roce 2020.

Tabulka 12: Náklady obcí na tříděný odpad v roce 2020

Položka - rok 2020	Kč / tuna	Veřejné zdroje Kč / tuna
Náklady na tříděný sběr - Papír	4 967	1 531
Náklady na tříděný sběr - Plast	8 244	2 541

Zdroj: (EKO-KOM, 2021 c), upraveno autorem

Položka, která vyčísluje veřejné zdroje v přepočtu na tunu odpadu, je počítána jako poměrná část nákladů, přičemž procento veřejných zdrojů je použito z tabulky 11.

7. VÝSLEDKY

Tabulka 13 zobrazuje souhrn všech výše prezentovaných veličin a je konečným výsledkem celého snažení.

Tabulka 13: Výsledky získaných ekonomických veličin

Hodnoty v tisících Kč	2019 - JK	2020 - JK	2020 - SK	2021 - SK
Náklady				
Odpisy	1 599	706	1 140	1 140
El. Energie	445	418	261	230
Lidské zdroje papír	1 197	848	986	1 622
Lidské zdroje plasty	8 018	7 602	4 274	7 028
Ostatní náklady	1 492	3 652	90	584
CELKEM náklady	12 751	13 226	6 751	10 604
Výnosy				
Tržby papír	3 224	2 948	2 216	8 923
Tržby plast	5 538	2 907	396	3 240
Dotace EKO-KOM	2 306	3 251	0	0
Likvidace odpadu (TAP)	-1 093	-1 683	-1 325	-1 165
CELKEM výnosy	9 975	7 423	1 287	10 998
Provozní výsledek	-2 776	-5 803	-5 464	394
Papír tuny	2 162	2 611	1 617	2 159
Plast tuny	2 643	2 612	683	547
Veřejné zdroje Kč	10 027	10 636	4 212	4 696
Projekce skládka	6 062	6 706	2 953	4 473

Zdroj: (EKO-KOM, 2021 c), svozová společnost Středočeský kraj, obchodník Středočeský kraj, upraveno autorem

2019 – JK: Třídírna svozové firmy v Jihomoravském kraji, rok 2019

2020 – JK: Třídírna svozové firmy v Jihomoravském kraji, rok 2020

2020 – SK: Třídírna svozové firmy ve Středočeském kraji, rok 2020

2021 – SK: Třídírna svozové firmy ve Středočeském kraji, rok 2021

Tři ze čtyř sledovaných provozních výsledků (zisk/ztráta) vychází negativně. Pouze rok 2021 ve Středočeském kraji má mírně kladný výsledek.

Veřejné zdroje jsou odhadem podílu veřejných zdrojů, které vstoupily v daném roce a na daném zařízení do procesu třídění.

Projekce skládka je hodnota vypočítaná z cen za skládkování v daném roce a ukazuje teoretickou sumu nákladů, které by byly vynaloženy, pokud by se odpad netřídil, ale uložil na skládku jako směsný komunální odpad.

8. DISKUZE

Získat relevantní data konkrétních subjektů není jednoduchý úkol. Na písemné žádosti většinou nikdo nereaguje, je nutno získat telefonické spojení na konkrétní odpovědné osoby. Tyto jsou pak někdy ochotny o problematice hovořit, ale v okamžiku, kdy je požádáte o konkrétní ekonomická data, odkážou se na obchodní tajemství a tím to končí. Nebýt osobních vazem na analyzované subjekty, pravděpodobně bych nikdy žádná konkrétní data nezískal.

Z výsledků je patrný, alespoň na první pohled, jednoznačný závěr. Až do roku 2020 včetně byla celá činnost poměrně ztrátovým podnikem. A navíc je celý trh s tříděnými komoditami značně volatilní, a to i když odmyslíme překotný vývoj posledního roku, a tudíž ekonomicky značně nepředvídatelný. Plánovat investice do třídících linek v řádu desítek milionů korun v takto nestálém prostředí se jeví značně rizikové. Proč to tedy dělají? U svozových firem je odpověď relativně jednoduchá. Jejich zájem je svážen separovaným odpadem z obcí, tam je jejich zisk. A je jejich povinností sebráný odpad zlikvidovat. Pokud by neměli vlastní koncové zařízení, třídící linku, byli by silně závislí na cizích firmách, tudíž raději oželí případnou ztrátu z třídění. Z čistě ekonomického hlediska by pro ně bylo výhodnější navézt separovaný odpad do skládky, zvláště pokud mají skládku vlastní, ale to nemohou (in verb).

Je pravdou, že společnost EKO-KOM podporuje systém i na úrovni dotřídňovacích linek, kdy přistupuje k finanční podpoře zpracování takových komodit, u kterých je ekonomika v záporných číslech (EKO-KOM, 2021 b). Ale podle vyjádření provozovatelů těchto zařízení je tato podpora nedostatečná (in verb).

Značně rozporuplné je možné zálohování PET lahví. Zde je škála postojů velmi široká, od vysloveně pozitivních až po značně negativní. Na Slovensku, kde zálohování zavedli od roku 2022, převažuje pozitivní postoj a vládní orgány tento způsob prezentují jako osvědčené řešení, které přinese míru sběru této komodity až 90 % s následnou efektivní recyklací (MŽPSK, ©2022). S touto tezí nelze než nesouhlasit, ale je třeba vidět i negativní stránky. Už ve jmenované Slovenské republice jsou prezentovány nejednoznačné zkušenosti ze země, kde tento systém zavedly dříve (Dráb et Slučiaková, 2018). V České republice lze nalézt i vysloveně negativní postoje, které se obávají narušení stávajícího systému sběru separovaného odpadu (Tomášková, 2022). Názory provozovatelů třídících linek lze shrnout do konstatování, že vyjmout z procesu nejlukrativnější komoditu je holým nesmyslem (in verb).

Bez zajímavosti není poměrně značný podíl veřejných prostředků, které se na činnostech podílejí. Jedná se sice o relativně hrubý výpočet, ale myslím, že prezentovaná čísla jsou relevantní a mají svoji vypovídací hodnotu. A to jsou prezentovány jen veřejné prostředky přímo a prokazatelně vložené do procesu. Celkové náklady spojené s plastovým odpadem, které přímo či nepřímo nakonec

saturují veřejné rozpočty, jsou výrazně vyšší. Za největší zdroj současných i budoucích celospolečenských nákladů je považováno znečištění moří a oceánů a to především mikroplasty. Je nepopiratelným faktem, že jsou to jen odhady, které si mnohdy odporují. Například (EVROPSKÁ KOMISE, 2018) píše, že v EU se ročně do životního prostředí dostane 75 000 až 300 000 tun mikroplastů, zatímco (DTEST, 2022) ve svém testu konstatuje, že jenom odíráním pneumatik se ve členských zemích EU ročně vyprodukuje 500 000 tun mikroplastů. V celkovém množství plastových odpadů vstupujících do oceánů se také odhady liší, i když v tomto případě si našťestí neodporují. Do světových oceánů každoročně dostává asi 11 milionů tun plastů, říká (Rosane, O., 2020), zatímco (UNEP, 2021) má rozptyl od 9 milionů až po 14 milionů tun. I přes rozpory v odhadech jsou to čísla velmi alarmující.

A v neposlední řadě jsou zde platby od výrobců obalů, které mají prostřednictvím autorizované obalové společnosti zajistit recyklaci. Zde si dovoluji prezentovat vlastní názor v tom smyslu, že tento příspěvek je absolutně nedostatečný. Pokus o přenesení negativních externalit životního cyklu plastových výrobků na původce, potažmo spotřebitele, je sice velice chvályhodný, leč už asi chybí odvaha zákonodárců, a to na jakékoli úrovni, přiznat skutečný stav věcí. Podle dostupných zdrojů více jak 90 % nákladů na životnost plastu není započítána v tržní ceně a většinu těchto nákladů ponесou veřejné rozpočty (WWF INTERNATIONAL, 2021).

9. ZÁVĚR A PŘÍNOS PRÁCE

Odpověď na prvotní otázku, zdali by byla uvedená činnost ekonomicky rentabilní, pokud by existovala na čistě tržních základech, není jednoznačná.

Pokud bych tuto práci dělal v roce 2020, byla by odpověď jednoznačné NE. Ale vývoj posledního roku tuto tezi značně narušil a teprve budoucnost ukáže, zdali jde o výkyv dočasný nebo trvalý. Je třeba si uvědomit, že klasická ekonomie ve své původní formě neznala zákonné povinnosti ohledně nakládání s odpadem, nijak neřešila negativní externality ekonomických činností a jejich přenesení na původce, protože podle Adama Smitha, a mnoha dnešních pravicových politiků, by měl stát zasahovat do hospodářství co nejméně. Ale jsou to právě ty administrativní zásahy, které v rozporu se svobodným trhem činí tuto činnost rentabilní.

A potom tu jsou samozřejmě veskrze kladné ekologické přínosy recyklace. Každý kilogram plastu, který se materiálově recykluje, je obrovskou úlevou pro životní prostředí. Negativní externality spojené s produkcí plastů jsou tak obrovské, že každá koruna vložená do recyklace se násobně vrátí, byť by byla vložena z veřejných zdrojů.

10. PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÉ ZDROJE

Odborné publikace

Andrady A. L., 2015: *Plastics and Environmental Sustainability*. John Wiley & Sons, Hoboken. 347 s.

Balakrishnan P. et Sreekala M. S., 2016: *Recycling of Plastics*. In: Francis R. (ed.): *Recycling of Polymers - Methods, Characterization and Applications*. John Wiley & Sons, místo vydání neuvedeno. S. 115-140.

Dahlbo, H., Poliakova, V., Mylläri, V., Sahimaa, O., Anderson, R., 2018: *Recycling potential of post-consumer plastic packaging waste in Finland*. *Waste Management*, 2018, 71. S. 52-61.

DTEST, 2022: *Test odírání pneumatik. dTest 3-2022*. S. 44-48.

Fiedor J., 2012: *Odpadové hospodářství I*. VŠB – Technická univerzita Ostrava, Ostrava. 128 s.

Chanda M., 2017: *Plastics Technology Handbook*. Taylor & Francis Group, New York. 1045 s.

Kreníková V., 2014 a): *Odpady a druhotné suroviny I*. Univerzita J. E. Purkyně, Ústí nad Labem. 227 s.

Kreníková V., 2014 b): *Odpady a druhotné suroviny II*. Univerzita J. E. Purkyně, Ústí n. Labem. 209 s.

Larson E. R., 2015: *Thermoplastic Material Selection*. Elsevier Science & Technology Books, místo vydání neuvedeno. 365 s.

Najafi, S. K., 2013: *Use of recycled plastics in wood plastic composites—A review*. *Waste management*, 2013, 33(9). S. 1898-1905.

Sorrentino L., Auria M. D., Amendola E., 2019: Poly(ethylene terephthalate)—PET and Poly(ethylene naphthalate)—PEN. In: Visakh P. M. et Semkin A. O. (eds.): High Performance Polymers and Their Nanocomposites. John Wiley & Sons, Hoboken. S. 255-314.

Subramanian M. N., 2015: Basics of Polymers - Fabrication and Processing Technology. Momentum Press, New York. 108s.

Subramanian M. N., 2017: Polymer Blends and Composites - Chemistry and Technology. John Wiley & Sons, Hoboken. 343 s.

Subramanian, P. M., 2000: Plastics recycling and waste management in the US. Resources, Conservation and Recycling, 2000, 28(3-4). S. 253-263.

Legislativní zdroje

Předpis č. 8/2021 Sb., vyhláška ze dne 5. ledna 2021 o Katalogu odpadů a posuzování vlastností odpadů.

Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech, v platném znění.

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

Internetové zdroje

AVE, 2019: Zálohování PET lahví - pomoc lepšímu třídění nebo jeho zkáza? (online) [cit. 2022.03.25], dostupné z

<<https://www.ave.cz/cs/o-spolecnosti/novinky/zalohovani-pet-lahvi-pomoc-lepsimu-trideni-nebo-jeho-zkaza>>.

BiPRO-CRI, 2015: Assessment of separate collection schemes in the 28 capitals of the EU. (online) [cit. 2020.06.29], dostupné z

<https://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/Separate%20collection_Final%20Report.pdf>.

Calero, M., Martín-Lara, M. A., Godoy, V., Quesada, L., Martínez, D., Peula, F., Soto, J. M., 2018: CHARACTERIZATION OF PLASTIC MATERIALS PRESENT IN MUNICIPAL SOLID WASTE: PRELIMINARY STUDY FOR THEIR MECHANICAL RECYCLING (online) [cit. 2022.03.26], dostupné z

<https://www.researchgate.net/publication/329113397_CHARACTERIZATION_OF_PLASTIC_MATERIALS_PRESENT_IN_MUNICIPAL_SOLID_WASTE_PRELIMINARY_STUDY_FOR_THEIR_MECHANICAL_RECYCLING>.

Delgado, C., Barruetabeña, L., Salas, O., 2007: Assessment of the Environmental Advantages and Drawbacks of Existing and Emerging Polymer Recovery Processes (online) [cit. 2022.03.26], dostupné z

<<https://pieweb.plasteurope.com/members/pdf/p209873a.PDF>>.

Dráb, J. et Slučiaková, S., 2018: Skutočná cena zálohy - Analýza zavedenia systému zálohovania jednorazových nápojových obalov v SR (online) [cit. 2022.03.25], dostupné z <https://www.minzp.sk/files/iep/skutocna_cena_zalohy.pdf>.

EKO-KOM, 2021 a): Rozbory skladby směšného komunálního odpadu z obcí v roce 2020 (online) [cit. 2022.02.25], dostupné z

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

EKO-KOM, 2021 b): Výroční shrnutí 2020 (online) [cit. 2022.03.01], dostupné z <<https://ekokom.cz/vyrocní-shrnutí-2020/>>.

EKO-KOM, 2021 c): Ekonomika odpadového hospodářství v roce 2020 (online) [cit. 2022.03.30], dostupné z

<<https://www.ekokom.cz/ekonomika-odpadoveho-hospodarstvi-v-roce-2020/>>.

EKO-KOM, 2022): O společnosti a systému EKO-KOM (online) [cit. 2022.02.28], dostupné z

<<https://www.ekokom.cz/cz/ostatni/o-spolecnosti/system-eko-kom/o-spolecnosti-a-systemu/>>.

EnviWeb, 2021: Složitý systém nakládání s obalovými odpady na Slovensku (online) [cit. 2022.03.26], dostupné z <<https://www.enviweb.cz/120777>>.

EUR-Lex, 2020: Packaging and packaging waste (online) [cit. 2022.03.26], dostupné z <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM%3A121207&qid=1648380103822>>.

EUROSTAT 2020: Price developments and volume trade of plastic waste EU-27 (online) [cit. 2022.03.26], dostupné z <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/342366/351919/3_websheet-plastic/>.

EVROPSKÁ KOMISE, 2018: SDĚLENÍ KOMISE EVROPSKÉMU PARLAMENTU, RADĚ, EVROPSKÉMU HOSPODÁŘSKÉMU A SOCIÁLNÍMU VÝBORU A VÝBORU REGIONŮ - Evropská strategie pro plasty v oběhovém hospodářství (online) [cit. 2022.03.11], dostupné z <<https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/politika-druhotnych-surovin-cr/2018/11/Strategie-pro-plasty-v-ObH.pdf>>.

Eriksen, M. K., Damgaard, A., Boldrin, A., Astrup, T. F., 2018: Quality Assessment and Circularity Potential of Recovery Systems for Household Plastic Waste (online) [cit. 2022.03.26], dostupné z <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jiec.12822>>.

Freidinger, J., 2018: Co jsou mikroplasty a proč je musíme omezit (online) [cit. 2022.03.11], dostupné z <<https://www.greenpeace.org/czech/clanek/894/co-jsou-mikroplasty-a-proc-je-musime-omezit/>>.

Frincu, M., 2019: Going from 0 to 40% waste recycling rate within 3 months (online) [cit. 2022.03.25], dostupné z <<https://www.interregeurope.eu/good-practices/going-from-0-to-40-waste-recycling-rate-within-3-months>>.

Horáček, F., 2022: Nevidaný stav. Recykláty jsou levnější než nové plasty a kovy (online) [cit. 2022.03.28], dostupné z

<<https://www.seznamzpravy.cz/clanek/ekonomika-byznys-trendy-analyzy-nevidany-stav-recyklaty-jsou-levnejsi-nez-nove-plasty-a-kovy-194909>>.

ChemRecEurope, 2022: Chemical Recycling Europe (online) [cit. 2022.02.07], dostupné z <<https://www.chemicalrecyclingeurope.eu/our-solutions>>.

Kropáček, I., 2009: Pytle pro lepší třídění (online) [cit. 2022.03.25], dostupné z <https://www.hnutiduha.cz/sites/default/files/publikace/typo3/pytle_pro_lepsi_trideni.pdf>.

Lim, B. K. H. et Thian, E. S., 2022: Biodegradation of polymers in managing plastic waste (online) [cit. 2022.03.25], dostupné z

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721069564#!>>.

MotivátorX, 2022: Systém MotivátorX (online) [cit. 2022.03.25], dostupné z <<http://vytridis-usetris.cz/motivatorx/>>.

MŽP, ©2021: Produkce a nakládání s odpady v roce 2020 (online) [cit. 2022.01.15], dostupné z

<[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpady_podrubrika/\\$FILE/OODP-Produkce_a_nakladani_2020-20211029.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpady_podrubrika/$FILE/OODP-Produkce_a_nakladani_2020-20211029.pdf)>.

MŽPSK, ©2022: Zálohový systém na plastové fľaše a plechovky bol úspešne spustený (online) [cit. 2022.03.25], dostupné z <<https://www.minzp.sk/spravy/zalohovy-system-plastove-flase-plechovky-bol-uspesne-spusteny.html>>.

VISOH, 2021 a): 4.01 Celková produkce komunálních odpadů (online) [cit. 2022.01.15], dostupné z <<https://isoh.mzp.cz/visoh>>.

VISOH, 2021 b): 4.02 Celková produkce komunálních odpadů - NO (online) [cit. 2022.01.15], dostupné z <<https://isoh.mzp.cz/visoh>>.

VISOH, 2021 c): 4.03 Celková produkce komunálních odpadů - OO (online) [cit. 2022.01.15], dostupné z <<https://isoh.mzp.cz/visoh>>.

Plastics Europe 2021: Plastics – the Facts 2020 (online) [cit. 2022.03.25], dostupné z <https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2021/09/Plastics_the_facts-WEB-2020_versionJun21_final.pdf>.

Plastics Europe, 2022: Recycling technologies (online) [cit. 2022.01.30], dostupné z <<https://plasticseurope.org/sustainability/circularity/recycling/recycling-technologies/>>.

REPETCO, 2022: What real benefits does PET plastic recycling have for the economy (online) [cit. 2022.03.11], dostupné z <<https://www.repetco.com/what-real-benefits-does-pet-plastic-recycling-have-for-the-economy/>>.

Rosane, O., 2020: Ocean Plastic Could Triple by 2040, Report Finds (online) [cit. 2022.03.11], dostupné z <<https://www.ecowatch.com/ocean-plastic-2040-2646793992.html> >.

The Conversation, 2022: What is pay-as-you-throw? A waste expert explains (online) [cit. 2022.03.16], dostupné z <<https://theconversation.com/what-is-pay-as-you-throw-a-waste-expert-explains-173828> />.

Tomášková, H., 2022: Pohled SMO ČR na zálohování se nezměnil (online) [cit. 2022.03.25], dostupné z <<https://www.komunalniekologie.cz/info/pohled-smo-cr-na-zalohovani-se-nezmenil>>.

Tretiruka, 2022: Čtyři z pěti Čechů by uvítali zálohový systém na PET lahve a plechovky (online) [cit. 2022.03.25], dostupné z <<https://www.tretiruka.cz/news/ctyri-z-peti-cechu-by-uvitali-zalohovy-system-na-pet-lahve-a-plechovky/>>.

UNEP, 2021: FROM POLLUTION TO SOLUTION (online) [cit. 2022.03.11], dostupné z <<https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/36965/POLSOLSum.pdf> >.

Villanueva, A., Eder, P., 2014: End-of-Waste criteria for waste plastic for conversion (online) [cit. 2022.03.26], dostupné z

<<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC91637/2014-jrc91637%20.pdf>>.

WWF INTERNATIONAL, 2021: PLASTICS: THE COSTS TO SOCIETY, THE ENVIRONMENT AND THE ECONOMY (online) [cit. 2022.03.11], dostupné z

<<https://mb.cision.com/Public/491/3410236/990cbb97a02e0eee.pdf>>.