

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Recyklace plastů

2022

Miroslav Fojt

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Miroslav Fojt

Krajinářství
Územní technická a správní služba

Název práce

Recyklace plastů

Název anglicky

Plastic recycling

Cíle práce

Cílem práce je zhodnocení problematiky reálné recyklace plastů na území ČR, zejména pak obalových materiálů.

V první části se hodnotí možnosti recyklace plastů v porovnání s legislativními požadavky a v druhé části pak příklady současných technických a ekonomických aspektů recyklace plastů včetně základního technického popisu současné recyklační linky, aktuální problémy při recyklaci a možný vývoj do budoucna.

Metodika

1. Zpracování literární rešerše se zaměřením na legislativní rámec problematiky a recyklace plastových odpadů na území ČR a EU, definici hlavních plastů vstupujících do procesu recyklace
2. Bude proveden sběr dat o úrovni recyklace plastů v ČR a EU z veřejně dostupných zdrojů
3. Dalším krokem bude získání aktuálních dat přímo od zpracovatelů odpadů a organizací zabývajících se problematikou odpadů a popsán tok plastových odpadů od jejich vzniku po recyklaci.
4. Bude popsán modelový příklad recyklace plastových odpadů v podmínkách ČR, na kterém budou naznačeny možnosti, limity a ekonomické nároky recyklace plastů
5. Získaná data budou analyzována a statisticky vyhodnocena
6. Na základě analýzy dat bude vypracován návrh řešení současné problematiky recyklace plastů

Harmonogram zpracování

04-10/2020: získávání dat od spolupracujících firem a studium literatury

10-12/2020: analýza dat

01-03/2021: vypracování práce

01-02/2022: získání aktuálních dat

02/2022: aktualizace práce

03/2022: odevzdání práce



Doporučený rozsah práce

cca 50 str.

Klíčová slova

recyklace, polyethylentereftalát, obalový materiál, odpad

Doporučené zdroje informací

platné právní předpisy ČR, Směrnice EU, odborná literatura
STRATEGICKÝ RÁMEC ROZVOJE OBĚHOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ V ČESKÉ REPUBLICE

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FZP

Vedoucí práce

Ing. Tereza Hnátková, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra aplikované ekologie

Konzultant

ing.Jitka Sosnovcová

Elektronicky schváleno dne 30. 3. 2022

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 3. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 30. 03. 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „Recyklace plastů“ 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 bez ohledu na výsledek její obhajoby. Svým podpisem rovněž stvrzuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souladu s předpisy vztahujícími se k GDPR.

V Praze dne 30. 3. 2022

.....

Miroslav Fojt

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucí práce Ing. Tereze Hnátkové, Ph.D., za vedení práce a RNDr. Vlastimile Mikulové za konzultace. Veliké poděkování patří také mé rodině, zejména mé ženě, která mě po dobu celého studia velice podporovala. Také bych rád poděkoval zástupcům všech firem, kteří mně poskytli důležité informace, zejména pak STF Plastic Recycling CZ s.r.o., EKO-KOM, a.s., Jihosepar, a.s. a Purum s.r.o.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá tématem recyklace plastového odpadu se zaměřením na plastový obalový materiál. Rozebírá druhy plastů, které tvoří většinu objemu vytríděných plastových obalů, možnosti jejich recyklace a následné použití. Poukazuje na změny v legislativě odpadů. Tato práce se dále věnuje analýze úrovně sběru a recyklačních možností plastových odpadů. Dále ukazuje technické a finanční úskali recyklace plastových obalů a též rozebírá možný další vývoj v recyklačním odvětví.

Klíčová slova:

obalový odpad, PET, třídění odpadů, třídící technologie, PET drť, odpadová legislativa

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the topic of plastic waste recycling with a focus on packaging plastic material. It analyzes the types of plastics that make up the majority of the volume of sorted plastic packaging, the possibilities of their recycling and subsequent use. It points to changes in waste legislation. This work also deals with the analysis of the level of collection and recycling possibilities of plastic waste. It also shows the technical and financial issues of recycling plastic packaging and finally discusses possible developments in the recycling industry.

Keywords:

packaging waste, PET, waste sorting, sorting technology, PET flakes, waste legislation

OBSAH

1. ÚVOD	1
2. CÍLE PRÁCE	2
3. LITERÁRNÍ REŠERŠE – LEGISLATIVA	3
3.1 Legislativní úprava odpadového hospodářství Evropské unie	3
3.2 Legislativní úprava odpadového hospodářství v české právní úpravě	6
3.2.1 Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech	7
3.2.2 Vyhláška č. 8/2021 Sb., o katalogu odpadů a posuzování vlastností odpadů (Katalog odpadů)	9
3.2.3 Vyhláška č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady	9
3.2.4 Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů	10
3.3 Legislativní požadavky pro zřízení zařízení ke sběru, úpravě a využití plastových odpadů	10
3.3.1 Základní požadavky na provoz zařízení	10
3.3.2 Posouzení vlivů záměru na životní prostředí	11
3.3.3 Ochrana ovzduší	13
3.3.4 Nakládání s odpady	14
3.3.5 Ochrana vod	14
3.4 Strategické dokumenty s vazbou na recyklaci plastů	15
4. LITERÁRNÍ REŠERŠE – PLASTY	17
4.1 Aplikace plastů	18
4.2 Polyethylen	19
4.2.1 Nízkohustotní polyethylen (LDPE)	19
4.2.2 Vysokohustotní polyethylen (HDPE)	21
4.2.3 Polypropylen (PP)	22
4.2.4 Polyethylentereftalát (PET)	23
5. SOUČASNÝ STAV RECYKLACE PLASTŮ	26
5.1 Sběr a dotřídění plastových odpadů	27
5.1.1 Sběr plastového odpadu	27
5.1.2 Dotřídění plastového odpadu	32

5.2	Recyklace plastů v Evropské unii	35
5.3	Recyklace plastů v ČR.....	37
5.3.1	Zařízení pro recyklaci plastů	37
5.3.2	Míra recyklace plastových odpadů.....	38
5.4	Aplikace plastových recyklátů.....	41
6.	SOUČASNÉ MOŽNOSTI RECYKLAČNÍCH LINEK.....	44
6.1	Dotřídňovací linka.....	44
6.2	Recyklační linka pro přípravu plastů k opětovnému použití	47
6.2.1	Separáčnická část.....	49
6.2.2	Rozrušovač (balebreaker).....	50
6.2.3	Separátor kovů (metal separator)	50
6.2.4	Balistický separátor (ballistic separator).....	50
6.2.5	Polymer separátor (polymer separator).....	50
6.2.6	Separátor barevných lahví.....	51
6.2.7	Ruční třídící pás	51
6.2.8	Mlýn (grinder).....	51
6.2.9	Separátor prachových částí (zig-zag)	52
6.2.10	Okruh horkého mytí (hot washing).....	52
6.2.11	Odstředivá sušička (centrifuge).....	53
6.2.12	Separáčnické tanky (flotation tanks)	54
6.2.13	Okruh studeného mytí, oplach	54
6.2.14	Separátor barev (color flake sorter) a polymerů	54
6.2.15	Plnicí stanice (bigbag station).....	55
6.2.16	Vodní okruhy	55
6.2.17	Chemie	56
6.2.18	Čistírna odpadních vod	56
7.	KVALITA RECYKLÁTŮ	57
8.	ANALÝZA SOUČASNÉ RECYKLACE.....	60
8.1	Energetická náročnost.....	60
8.2	Nevhodné příměsi	60
8.3	Cenová ujednání	62
8.4	Výhled do budoucna	62

9. METODIKA	65
10. VÝSLEDNÉ ZHODNOCENÍ	67
11. DISKUZE.....	70
12. ZÁVĚR.....	74
13. PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ	76
13.1 Legislativa.....	76
13.2 Tištěné zdroje.....	77
13.3 Elektronické zdroje	80
13.4 Ostatní zdroje.....	85
14. SEZNAM TABULEK	87
15. SEZNAM OBRÁZKŮ	88
16. SEZNAM GRAFŮ	89
17. SEZNAM PŘÍLOH.....	90
18. PŘÍLOHY	I

SEZNAM ZKRATEK

ABS	Akrylonitrilbutadienstyren
ČR	Česká republika
EK	Evropská komise
EP	Epoxidové pryskyřice
EPS	Expandovaný polystyren
EU	Evropská unie
EU28	Evropská unie včetně Velké Británie
EU28+2	Evropská unie včetně Velké Británie + Norsko a Švýcarsko
HDPE	Vysokohustotní polyethylen
IV	Vnitřní viskozita
LDPE	Nízkohustotní polyethylen
LLDPE	Lineární nízkohustotní polyethylen
MDPE	Středněhustotní polyethylen
NIR	Near Infra Red
PET	Polyethylentereftalát
PO	Polyolefin
PP	Polypropylen
ppm	Parts per million
PRE	Plastics Recyclers Europe
PS	Polystyren
PUR	Polyuretan
PVC	Polyvinylchlorid
rLDPE	Recyklovaný nízkohustotní polyethylen

rPET	Recyklovaný PET
SSP	Solid State Polycondensation
UP	Nenasycené polyestery
ZEVO	Zařízení pro energetické využití odpadu
LSP	Liquid State Polycondensation
SSP	Solid State Polycondensation
ISOH	Informační systém odpadového hospodářství
TAP	Tuhé alternativní palivo

1. ÚVOD

Plastové odpady vznikají při většině činností lidské populace. Kromě průmyslu a zemědělství tvoří velkou část odpadů i plastové obaly v domácnostech. Jejich množství se zvyšuje i vlivem rostoucí populace. Stále se zvyšující objem plastových odpadů je potřeba začít celosvětově řešit co nejdříve. Nejpoužívanější způsob odstranění plastových odpadů je bohužel stále skládkování. Tento způsob je ale z dlouhodobého hlediska neudržitelný. Vhodnější variantou je energetické využití, kdy se z plastových odpadů vyrábí teplo a elektrická energie. Dalším krokem je pak recyklace umožňující opětovné upotřebení použitého plastu, kdy dojde ke snížení množství odpadů vyžadujících odstranění. Samozřejmě ideálním stavem je nevytvářet odpad vůbec, což ale není dosažitelné. Spotřeba plastových výrobků stále roste, a to nejen kvůli jejich velice dobrým fyzikálním a mechanickým vlastnostem, ale i ekonomickým aspektům. Protože jsou plasty globálně rozšířené, začínají se projevovat problémy jak s jejich odstraněním, tak i s využitím, protože samovolně se v přírodě rozkládají velice pomalu. Výroba plastů je založena zejména na ropě, jejíž zásoby jsou v přírodě omezené. I proto je třeba hledat cesty k opětovnému využití použitých plastů. Nicméně recyklace plastů není záležitost jednoduchá ani po technické, ani po finanční stránce.

2. CÍLE PRÁCE

Cílem práce je zhodnocení reálné možnosti recyklovatelnosti plastů, zejména obalových materiálů. V práci budou zhodnoceny technické a ekonomické možnosti recyklace plastů, aktuální problémy při recyklaci a výhled do budoucna. V první části dojde k seznámení s legislativou a k seznámení s nejčastěji používanými druhy plastů. V další části pak následuje popis recyklačních technologií a popsání technických detailů zařízení. Zhodnocena bude úroveň sběru plastů v ČR a trendů v množství sesbíraných obalových plastů s důrazem na druhové složení. Následně budou zmíněny možnosti třídících linek třídít obalové plasty a recyklačních firem takto roztříděné plasty zpracovávat. Analýza sesbíraných dat od dotřídovacích firem i recyklátorů by měla charakterizovat a posoudit trendy ve sběru, třídění i recyklaci.

3. LITERÁRNÍ REŠERŠE – LEGISLATIVA

3.1 Legislativní úprava odpadového hospodářství Evropské unie

Oblast plastů a odpadů z nich je v poslední době jedním ze stěžejních témat v rámci legislativy Evropské unie.

Dne 2. 12. 2015 bylo zveřejněno sdělení Komise EU Evropskému parlamentu, radě, Evropskému hospodářskému a sociálnímu výboru a Výboru regionů pod číslem COM (2015) 614 final a názvem Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy. Tento dokument, známý jako „Balíček oběhového hospodářství“, je základním nástrojem pro přechod EU k oběhovému hospodářství, které by mělo posílit konkurenceschopnost Evropy, snížit závislost na primárních surovinách, vytvořit pracovní místa a zvýšit sociální kohezi. Podle Evropské komise může být mezi lety 2015–2035 uspořeno až 600 miliónů tun skleníkových plynů. Z pohledu EK se v případě oběhového hospodářství jedná o změnu ze současného lineárního modelu (take – make – use – dispose) na model oběhový, ve kterém jsou potenciální odpady vraceny zpět do ekonomického procesu a uzavírají cyklus do kruhu (EUR-LEX, 2022). Evropská komise v novém balíčku vymezila širší kontext oběhového hospodářství – v doprovodném sdělení se proto zaměřila na výrobní fázi, design výrobků (ekodesign), jejich opravitelnost, spotřební fázi, zelené veřejné zakázky (green procurement), odpadové hospodářství, trh s druhotnými surovinami, prioritní oblasti (plasty, potravinový odpad, stavební a demoliční odpad, kritické suroviny, biomasu a bioprodukty), inovace a investice, monitoring oběhového hospodářství a indikátory.

EK navrhla vyšší cíle pro recyklaci komunálních odpadů, vyšší cíle pro recyklaci obalů, cíle pro omezení skládkování, sjednocení zásadních definic v oblasti odpadového hospodářství, minimální požadavky pro rozšířenou odpovědnost výrobců (EPR), zjednodušení a harmonizaci reportingových výpočtových metod, zavedení systému „včasného varování“ v rámci plnění recyklačních cílů, zlepšení „sledovatelnosti“ odpadů, omezení ilegální přepravy odpadů, omezení potravinového odpadu, zdůraznění prevence vzniku odpadu (MZP, 2015).

Pro dosažení cílů EU navrhla změny směrnic v oblasti odpadů, obalů, autovraků, baterií a akumulátorů a skládek odpadů.

Od roku 2015 jsou vytyčené cíle monitorovány, vyhodnocovány a jsou navrhována nová opatření, která jsou zařazována do aktualizovaného akčního plánu.

Dalším důležitým materiálem, který je součástí akčního plánu pro přechod k oběhové ekonomice, je Evropská strategie pro plasty v oběhovém hospodářství, které byla vyhlášena Sdělením Evropské komise pod číslem COM (2018) 68 final dne 16. 1. 2018. Strategie pracuje s „Vizí pro novou evropskou ekonomiku plastů“, která by měla zahrnovat inteligentní, inovativní a udržitelný průmysl plastů, v němž návrh a výroba plně respektují potřeby opětovného použití, oprav a recyklace. Strategie přináší do Evropy růst a pracovní místa a pomáhá snižovat emise skleníkových plynů a závislost EU na dovážených fosilních palivech. Strategie se zaměřuje zejména na tyto oblasti v problematice plastů:

- zlepšení hospodárnosti a kvality recyklace plastů,
- konstrukce pro recyklovatelnost – ecodesign,
- zvýšení poptávky po recyklovaných plastech,
- lepší a harmonizovanější tříděný sběr,
- omezení plastového odpadu a odhazování odpadků,
- prevence plastového odpadu v našem životním prostředí,
- stanovení jasného regulačního rámce pro plasty s biologicky rozložitelnými vlastnostmi,
- rostoucí problém mikroplastů,
- podpora inovací a investic do oběhových řešení,
- dobře koncipované systémy rozšířené odpovědnosti výrobce (EPR).

V duchu strategie pak bude EK předkládat návrhy na legislativní opatření vedoucí k naplnění vize strategie.

Součástí akčního plánu pro oběhové hospodářství bylo v roce 2018 i schválení směrnice Evropského parlamentu a Rady 94/62/ES ze dne 20. prosince 1994 o obalech a obalových odpadech, která stanovila nové recyklační cíle pro jednotlivé druhy obalových materiálů, jako jsou papír, plasty, sklo, kovy, dřevo. V případě plastů, kam kromě polyethylentereftalátu (PET) patří zejména všechny druhy

polyethylenu (LDPE, LLDE, HDPE, MDPE), polypropylen (PP) a polystyren (PS) a další plastové materiály, musí být v roce 2025 minimálně 50 % hmotnosti recyklováno. O pět let později se hranice posouvá na úroveň 55 %, jak je vidět v Tabulce 1, a to směrnicí Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/852 ze dne 30. května 2018, kterou se mění směrnice 94/62/ES o obalech a obalových odpadech. Každopádně cíle recyklace jsou stanoveny vůči plastovým obalům jako celku bez rozlišení jednotlivých polymerů nebo jejich kombinací.

Tabulka 1: Vybraná část přílohy č. 3 zákona č.477/2001 Sb.

Odpady z obalů	od 1. 1. 2021 do 31. 12. 2024		od 1. 1. 2025 do 31. 12. 2029		od 1. 1. 2030 do 31. 12. 2034		od 1. 1. 2035	
	A	B	A	B	A	B	A	B
	%	%	%	%	%	%	%	%
Papírových a lepenkových	75		75		85		85	
Skleněných	75		75		75		75	
Plastových	50		50		55		55	
Železných	55		70		80		80	
Hliníkových	-		35		50		60	
Dřevěných	15		25		30		30	
Prodejních určených spotřebiteli	50	55	50	55	50	55	50	55
Celkem	70	75	75	80	75	80	75	80

Zdroj: (zákon č. 477/2001 Sb.)

Kromě toho byla v roce 2019 přijata směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2019/904 ze dne 5. června 2019 o omezení dopadu některých plastových výrobků na životní prostředí, zkráceně označovaná jako SUP (Single-use Plastic Directive). Daná směrnice zásadním způsobem ovlivňuje sektor plastových obalů a zaměřuje se již na některé konkrétní polymery. Například od července 2021 zakazuje uvádění na trh vybraných plastových výrobků, jako jsou příbory, brčka, vatové tyčinky nebo nádoby a nápojové kelímky z expandovaného polystyrenu. Pro oblast obalů z PET přináší směrnice následující změny:

- Nádoby na nápoje o objemu až 3 litry, které mají uzávěry a víčka vyrobené z plastu, budou moci být od 3. července 2024 uváděny na trh pouze tehdy, pokud uzávěry a víčka zůstanou po celou dobu životnosti výrobku připevněny k nádobě.
- Nápojové lahve vyráběné z PET jakožto hlavní složky budou muset od roku 2025 obsahovat alespoň 25 % recyklovaných plastů. Tento údaj se vypočítá

jako průměr pro všechny PET lahve uvedené na trh na území daného členského státu. V roce 2030 se hranice obsahu recyklátu posune na 30 %.

Navíc musí členské státy zajistit tříděný sběr nápojových lahví, které jsou téměř výhradně vyráběny z PET. Na základě směrnice je požadováno, aby do roku 2025 množství vytríděného odpadu z nápojových lahví odpovídalo 77 % těchto lahví uvedených na trh v daném roce podle hmotnosti. V roce 2029 bude muset být vytríděno minimálně 90 %. Z výše uvedeného je zřejmé, že sběr a recyklace PET, resp. všech druhů plastů, bude v nadcházejících letech nabývat na významu. Evropská unie ve své legislativě stanovuje povinnost členských států k transpozici těchto pravidel pro odpadové hospodářství upravených v uvedených směrnicích a nařízeních Evropské unie.

3.2 Legislativní úprava odpadového hospodářství v české právní úpravě

První zákon o odpadech, který upravoval odpadové hospodářství, vznikl v České republice až roku 1991. Před rokem 1991 nebylo nakládání s odpady (tedy odpadové hospodářství) nijak legislativně ošetřeno s výjimkou tzv. druhotných surovin. Zákon č. 238/1991 Sb., o odpadech, však nebyl v souladu s právními předpisy Evropské unie, proto byl přijat nový zákon č. 125/1997 Sb., o odpadech, který se opíral o směrnici 75/442/EHS o odpadech. Později se však ukázalo, že ani tento zákon nebyl vhodnou úpravou, ve které by se promítl stoupající tlak na opětovnou recyklaci odpadů a nové předpisy Evropské unie. Proto byl v roce 2001 přijat zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech (Hřebíček, 2009). Od začátku roku 2021 vešel v platnost zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech.

Zákonná legislativa upravující odpadové hospodářství v České republice byla do 31. 12. 2020 velice komplikovaná, a to zejména z důvodu, že platila více než 15 let a prošla celou řadou změn a zákonných úprav. Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, byl vlivem četné implementace unijních předpisů, zejména směrnice o skládkách, nařízení o přepravě odpadů a dalších, pro použití v praxi nepřehledným a uživatelsky složitým zejména v částech upravujících zpětný odběr výrobků (Poslanecký tisk č. 676/0, 2020).

Za 15 let účinnosti a působnosti zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, vyvstala celá řada otázek, které bylo třeba v zákonné úpravě vyřešit a zohlednit. Úroveň odpadového hospodářství na celoevropské úrovni vzrostla. Lidé se o třídění odpadů začali více zajímat. S tímto trendem byla spojena potřeba vhodného a funkčního zákonného předpisu, který by upravoval vznik odpadu, nakládání s odpadem a další okruhy věnující se odpadovému hospodářství. S ohledem na nutnost vzniku ucelené zákonné úpravy odpadového hospodářství a celé problematiky nakládání s odpady byly dne 18. 12. 2019 Poslanecké sněmovně předloženy návrhy zákona č. 541/2020 Sb., o odpadech, zákona č. 542/2020 Sb., o výrobcích s ukončenou životností, vyhlášky Ministerstva životního prostředí a Ministerstva zdravotnictví č. 8/2021 Sb., o Katalogu odpadů a posuzování vlastností odpadů. Dále byly Poslanecké sněmovně předloženy pozměňovací návrhy souvisejících zákonů a vyhlášek. Nová právní úprava má za cíl zajistit co nejvyšší úroveň ochrany životního prostředí. Takto navržená právní úprava má předcházet negativním vlivům odpadů na životní prostředí (Glogar, 2021).

3.2.1 Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech

Senátní návrh zákona č. 541/2020 Sb., o odpadech, byl přijat po legislativním procesu a byl publikován ve Sbírce zákonů dne 23. 12. 2020. Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech, obsahuje celkem devět částí a dvanáct příloh. V části první, základní ustanovení, v ustanovení § 1 odst. 1 je upraven účel a předmět úpravy takto: *„(1) Účelem tohoto zákona je zajistit vysokou úroveň ochrany životního prostředí a zdraví lidí a trvale udržitelné využívání přírodních zdrojů předcházením vzniku odpadů a nakládáním s nimi v souladu s hierarchií odpadového hospodářství za současné sociální únosnosti a ekonomické přijatelnosti tak, aby bylo dosaženo cílů odpadového hospodářství stanovených v příloze č. 1 k tomuto zákonu a umožněn přechod k oběhovému hospodářství“* (Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech).

Právní úpravou odpadového hospodářství a přijetím zákonů, zejména zákona č. 541/2020 Sb., o odpadech, se v právním řádu České republiky projevila transpozice předpisů Evropské unie. Ustanovení § 1 odst. 2 zákona č. 541/2020 Sb., o odpadech, uvádí, že zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech, zpracovává příslušné

předpisy Evropské unie a zároveň navazuje na přímo použitelné předpisy Evropské unie. Upravuje:

- a) pravidla pro předcházení vzniku odpadu a pro nakládání s ním,
- b) práva a povinnosti osob v odpadovém hospodářství,
- c) působnost orgánů veřejné správy v odpadovém hospodářství.

Ve svých devíti částech a dvanácti přílohách zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech, upravuje účel a předmět úpravy, popis odpadového hospodářství, definici odpadu, způsob zařazování odpadu, pravidla nakládání s odpady včetně pravidel provozu zařízení určených pro nakládání s odpady, ustanovení o průběžné evidenci a ohlašování, ujednání o plánu odpadového hospodářství, poplatky za ukládání odpadů na skládku a dále obsahuje opatření k nápravě za nedodržování povinností stanovených v nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1013/2006, nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1257/2013, ve vztahu k odpadní rtuti nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2017/852. Oproti zákonu č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, upravuje zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech, definici přestupků proti odpadovému hospodářství a také tento zákon upravuje popis a možnosti výkonu státní správy v odpadovém hospodářství (Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech).

Z pohledu recyklace je zásadní stanovení hierarchie nakládání s odpady, kdy podle § 3 odst. 2 je prioritou předcházení vzniku odpadu, a nelze-li vzniku odpadu předejít, pak v následujícím pořadí jeho příprava k opětovnému použití, recyklace, jiné využití, včetně energetického využití, a není-li možné ani to, jeho odstranění.

Další důležité změny a úpravy, které zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech, obsahuje, jsou povinnost sběren odpadů vybavit prostory zařízení kamerovým systémem a úprava problematiky nelegálně soustředěného odpadu. Hlavní změnou oproti stávající úpravě je to, že problematika poplatků za ukládání odpadů na skládku je upravena zákonem č. 541/2020 Sb., o odpadech. Problematika poplatku za komunální odpad bude nově upravena pouze v zákoně č. 565/1990 Sb., o místních poplatcích a o změně některých dalších zákonů (Poslanecký tisk č. 676/0, 2020).

3.2.2 Vyhláška č. 8/2021 Sb., o katalogu odpadů a posuzování vlastností odpadů (Katalog odpadů)

Katalog odpadů je jedním z prováděcích předpisů k zákonu č. 541/2020 Sb. Tato vyhláška zapracovává příslušné předpisy Evropské unie (Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic, a Rozhodnutí Komise 2014/955/EU ze dne 18. prosince 2014, kterým se mění rozhodnutí 2000/532/ES o seznamu odpadů podle směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES), zároveň navazuje na přímo použitelné předpisy Evropské unie (Nařízení Komise (EU) č. 1357/2014 ze dne 18. prosince 2014, kterým se nahrazuje příloha III směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES o odpadech a o zrušení některých směrnic, a Nařízení Rady (EU) 2017/997 ze dne 8. června 2017, kterým se mění příloha III směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES, pokud jde o nebezpečnou vlastnost HP 14 „ekotoxický“) a upravuje Katalog odpadů, postup pro zařazování odpadu podle Katalogu odpadů, obsah školení pro hodnocení nebezpečných vlastností odpadů, obsahové náležitosti zadání hodnocení nebezpečných vlastností odpadů, metody a postup hodnocení nebezpečných vlastností odpadů, doplňující limitní hodnoty a kritéria pro nebezpečné vlastnosti odpadů HP 9, HP 14 a HP 15, podrobnosti provádění vzorkování odpadů, způsob provádění laboratorních zkoušek, analýz a ekotoxikologických a mikrobiologických testů odpadů a dalších zkoušek odpadů a obsahové náležitosti osvědčení, sdělení a dokumentační zprávy.

Pomocí Katalogu odpadů je možné jednotlivé odpady přesně identifikovat, zařazovat a evidovat. Katalog odpadů je důležitý mimo jiné pro stanovení odpadů, které je možné přijímat do zařízení pro nakládání s odpady.

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

Vyhláška č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, je další prováděcí předpis k zákonu č. 541/2020 Sb. Mimo jiné upravuje požadavky na zařízení určená pro nakládání s odpady a jejich provoz – § 1, písm. a). Tím se vytváří právní rámec pro procesy nakládání s odpady včetně recyklace plastových odpadů.

3.2.4 Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů

S ohledem na shora uvedenou novou právní úpravu odpadů a výrobků s ukončenou životností bylo třeba tuto změnu promítnout i v zákoně č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů, proto byl 23. 12. 2020 ve Sbírce zákonů publikován pod č. 545/2020 Sb., zákon, kterým se mění zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů. Touto novelou zákona č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů, došlo k transpozici směrnic Evropské unie do tuzemské právní úpravy.

Účelem tohoto zákona je dle ust. § 1 zákona č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů, chránit životní prostředí předcházením vzniku odpadů z obalů, a to zejména snižováním hmotnosti, objemu a škodlivosti obalů a chemických látek v těchto obalech obsažených v souladu s právem EU (Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů).

Samotná novela tohoto zákona se týkala především úpravy minimálních požadavků pro systémy rozšířené odpovědnosti výrobce. Změny tohoto zákona také vycházely z dosavadní aplikační praxe, jejíž cílem je dosažení určité objektivitě a efektivity fungování autorizované obalové společnosti.

3.3 Legislativní požadavky pro zřízení zařízení ke sběru, úpravě a využití plastových odpadů

3.3.1 Základní požadavky na provoz zařízení

S odpady je možné nakládat pouze v zařízeních určených pro nakládání s daným druhem a kategorií odpadu (§ 13, odst. 1, písm. b) zákona o odpadech). Provozovatel takového zařízení je oprávněn převzít odpady do svého vlastnictví – § 13, odst. 2, písm. a). Podle § 16 odst. 1 provozovatel zařízení má od okamžiku převzetí odpadu do zařízení určeného pro nakládání s odpady ve vztahu k tomuto odpadu všechny povinnosti provozovatele zařízení stanovené tímto zákonem a stává se jeho vlastníkem.

Recyklace plastů je v Katalogu činností zařízení pro nakládání s odpady uvedené v příloze č. 2 k zákonu 541/2020 Sb. definována jako proces materiálového využití

a recyklace v oblasti nakládání s odpady jako využití odpadů. Kód činnosti je 5.14.3. Z toho vyplývá, že zařízení, ve kterých probíhá recyklace plastů, jsou považována za zařízení pro využití odpadů a vztahují se na ně pravidla pro tuto skupinu zařízení. Uvedená zařízení je možné provozovat pouze se souhlasem krajského úřadu (§ 21 odst. 2 zákona č. 541/2000).

Povolení provozu se řídí § 22 zákona, jeho nedílnou součástí je provozní řád zařízení (§ 22, odst. 1). Účastníkem řízení o povolení provozu zařízení je obec, na jejímž území se zařízení nachází, a obec, jejíž životní prostředí může být provozem zařízení dotčeno (§ 22, odst. 2). Dále je nezbytné závazné stanovisko krajské hygienické stanice (§ 22, odst. 3).

Pokud množství plastových odpadů, vyjmenovaných v příloze č. 4 odst. 9 zákona č. 541/2000 Sb., využitých v zařízení nepřekročí v kalendářním roce 10 000 t, je možné takové zařízení provozovat bez povolení provozu.

Před uvedením zařízení ke sběru, úpravě a využití plastových odpadů do provozu je nutné splnit následující legislativní požadavky z oblasti ochrany životního prostředí.

3.3.2 Posouzení vlivů záměru na životní prostředí

Je nutné provést posouzení vlivů záměru na životní prostředí podle zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů:

a) stanovit, zda se jedná:

- záměr uvedený v příloze č. 1 k tomuto zákonu, viz Tabulka 2, v kategorii I; tyto záměry a změny záměrů podléhají posouzení vlivů záměru na životní prostředí vždy,
- záměr uvedený v příloze č. 1 k tomuto zákonu, viz Tabulka 2, kategorii II; tyto záměry a změny záměrů podléhají posouzení vlivů záměru na životní prostředí, pokud se tak stanoví ve zjišťovacím řízení,
- podlimitní záměr, který dosáhne alespoň 25 % příslušné limitní hodnoty, nacházející se ve zvláště chráněném území nebo jeho ochranném pásmu podle zákona o ochraně přírody a krajiny a příslušný úřad stanoví, že budou podléhat zjišťovacímu řízení; tyto záměry podléhají posouzení

vlivů záměru na životní prostředí, pokud se tak stanoví ve zjišťovacím řízení.

Tabulka 2: Vybrané body přílohy č. 1 zákona č. 100/2001 Sb.

	ZÁMĚR	Kategorie I (podléhá posuzování vždy)		Kategorie II (zjišťovací řízení)	
		MŽP	KÚ	MŽP	KÚ
	Příslušný úřad				
42*	Výroba nebo zpracování polymerů, elastomerů, syntetických kaučuků, nebo výrobků na bázi elastomerů s kapacitou od stanoveného limitu			1 000 t/rok	
56**	Zařízení k odstraňování nebo využívání ostatních odpadů s kapacitou od stanoveného limitu.				2 500 t/rok

Poznámka:

* Zpracování za tepla (dochází k umělému dodávání tepla), tj. např. granulace.

** Např. mytí a mletí plastového odpadu.

Zdroj: (vlastní zpracování na základě zákona č. 100/2001 Sb.)

b) předložit oznámení záměru příslušnému úřadu:

- pokud se jedná o záměr naplňující limit pro zjišťovací řízení, je oznamovatel povinen předložit jeho oznámení příslušnému úřadu,
- pokud se jedná o podlimitní záměr, je oznamovatel povinen předložit jeho oznámení a příslušný úřad na základě oznámení podlimitního záměru sdělí do 15 dnů oznamovateli, zda bude podlimitní záměr podléhat zjišťovacímu řízení, a zároveň toto sdělení zveřejní na internetu.

c) příslušný úřad provede zjišťovací řízení a stanoví, zda záměr bude podléhat posouzení vlivů záměru na životní prostředí

- pokud bude záměr podle vyjádření příslušného úřadu podléhat zjišťovacímu řízení, musí posouzení zpracovat osoba, která je držitelem zvláštní autorizace.
- pokud je závěrem zjišťovacího řízení, že provoz zařízení ke sběru, úpravě a využití plastových odpadů nemá významný vliv na životní prostředí a veřejné zdraví a nebude posuzován podle zákona č. 100/2001 Sb., nebo

v případě, že bylo provedeno posouzení podle zákona č. 100/2001 Sb. a výsledkem je souhlasné stanovisko, lze pokračovat v navazujících řízeních.

3.3.3 Ochrana ovzduší

Je nutné požádat příslušný krajský úřad o vydání závazného stanoviska k umístění stacionárního zdroje uvedeného v příloze č. 2 k zákonu, viz Tabulka 3. Žádost lze podat již v průběhu řízení podle zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí.

Tabulka 3: Vybrané body přílohy č. 2 zákona č. 100/2001 Sb.

Kód		Je vyžadována rozptylová studie	Jsou vyžadována kompenzační opatření	Je vyžadován provozní řád jako součást povolení provozu
6.5*	Výroba nebo zpracování syntetických polymerů a kompozitů, s výjimkou výroby syntetických polymerů a kompozitů uvedených pod jiným kódem, o celkové projektované kapacitě vyšší než 100 t za rok nebo s celkovou projektovanou spotřebou organických rozpouštědel 0,6 t za rok nebo větší	ano	ne	ano
4.12**	Povrchová úprava kovů a plastů a jiných nekovových předmětů s celkovou projektovanou kapacitou objemu lázně do 30 m ³ včetně (vyjma oplachu), procesy bez použití lázní.	ne	ne	ne
4.12**	Povrchová úprava kovů a plastů a jiných nekovových předmětů s celkovou projektovanou kapacitou objemu lázně větším než 30 m ³ (vyjma oplachu).	ne	ne	ano

Poznámka:

* Zpracování plastů, tj. např. mletí, granulace.

** Např. mytí plastového odpadu.

Zdroj: (vlastní zpracování na základě zákona č. 100/2001 Sb.)

Pokud je povoleno umístění stacionárního zdroje, lze požádat příslušný krajský úřad o vydání závazného stanoviska k provedení stavby. Po instalaci zdroje před uvedením do provozu je nutné požádat příslušný krajský úřad o vydání povolení

provozu stacionárního zdroje. Součástí žádosti je provozní řád zdroje znečišťování ovzduší.

3.3.4 Nakládání s odpady

Je nutné požádat příslušný krajský úřad o vydání povolení k provozu zařízení ke sběru, úpravě a využití plastových odpadů pro činnosti vymezené v Katalogu činností v příloze č. 2 k tomuto zákonu. Součástí žádosti je provozní řád zařízení ke sběru, úpravě a využití odpadu.

Tabulka 4: Vybrané body přílohy č. 2 zákona č. 100/2001 Sb.

Oblast nakládání s odpady	Proces	Typ zařízení (název technologie / činnosti)	Činnost	Povolené způsoby nakládání (R, D)
Úprava odpadu před jeho využitím nebo odstraněním	mechanické úpravy	drcení odpadu	3.2.0	R12a, D14
Využití odpadu	materiálové využití a recyklace	recyklace plastu	5.14.3	R3d
Sběr odpadu	sběr	odpady, kromě vozidel s ukončenou životností a elektrozařízení podle zákona o výrobcích s ukončenou životností	11.1.0	

Zdroj: (vlastní zpracování na základě zákona č. 100/2001 Sb.)

3.3.5 Ochrana vod

Je nutné stanovit, zda bude v procesu mytí využívána voda:

Tabulka 5: Stanovení využití vody

Způsob odběru	Povinnost
Dodávka vody od dodavatele pitné vody	Uzavření smlouvy s dodavatelem
Vlastní odběr podzemní vody	Požádat obecní úřad s rozšířenou působností o Povolení k nakládání s podzemními vodami
Vlastní odběr povrchové vody	Požádat obecní úřad s rozšířenou působností o Povolení k nakládání s povrchovými vodami

Zdroj: (vlastní zpracování na základě zákona č. 254/2001 Sb.)

Je nutné popsat způsoby vypouštění odpadní vody.

Tabulka 6: Způsoby vypouštění vody

Způsob vypouštění	Povinnost
Vypouštění odpadní vody do kanalizace jiného provozovatele, který má vlastní ČOV	Uzavření smlouvy s provozovatelem
Vypouštění odpadní vody do veřejné kanalizace bez úpravy	Požádat obecní úřad s rozšířenou působností o Povolení k vypouštění odpadních vod do veřejné kanalizace
Vypouštění odpadní vody do veřejné kanalizace po úpravě na vlastní ČOV	Požádat obecní úřad s rozšířenou působností o Povolení k vypouštění odpadních vod do veřejné kanalizace a povolení vodního díla – ČOV
Vypouštění odpadní vody do vodního toku	Požádat obecní úřad s rozšířenou působností o Povolení k vypouštění odpadních vod do vodního toku

Zdroj: (vlastní zpracování na základě zákona č. 254/2001 Sb.)

3.4 Strategické dokumenty s vazbou na recyklaci plastů

Nejen v návaznosti na Akční plán pro oběhové hospodářství bylo třeba vypracovat na nejrůznějších úrovních státu řadu strategických dokumentů, pomocí kterých by bylo možné dosáhnout vytyčených cílů.

Mezi hlavní dokumenty patří:

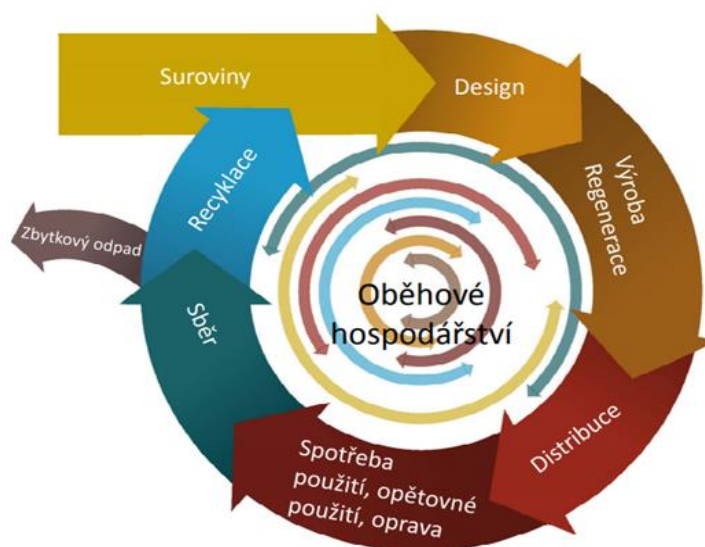
- Státní politika životního prostředí České republiky 2030 s výhledem do roku 2050, která byla schválena Vládou ČR usnesením č. 21 ze dne 11. ledna 2021, představuje dlouhodobý národní strategický dokument na vrcholové úrovni, který formuluje cíle v oblasti ochrany životního prostředí v ČR a stanovuje strategické směřování do roku 2030 s výhledem do roku 2050, a který zastřešuje problematiku životního prostředí v celém rozsahu. SPŽP 2030 se opírá o výsledky hodnocení předchozí SPŽP (2012–2020), vychází z analýzy stavu životního prostředí dle nejaktuálnějších dostupných dat, českých závazků vyplývajících z evropské legislativy, mezinárodních dokumentů a respektuje ostatní české strategické dokumenty (MZP, 2022).

Na SPŽP pak navazují v oblastech týkajících se recyklace plastů zejména:

- Strategický rámec cirkulární ekonomiky České republiky 2040 (Cirkulární Česko 2040) – schválený Vládou ČR usnesením č. 1151 ze dne 13. 12. 2021.

- Plán odpadového hospodářství ČR 2015–2024 schválený Vládou ČR usnesením č. 1280 dne 22. 12. 2014. Vláda schválila rovněž nařízení vlády č. 352/2014 Sb., o Plánu odpadového hospodářství České republiky pro období 2015–2024, kterým se vyhláší závazná část POH ČR.
- Politika druhotných surovin ČR (2019–2022) a její následné aktualizace, schválená Vládou ČR usnesením č. 73 ze dne 28. 1. 2019.
- Vnitrostátní plán v oblasti energetiky a klimatu schválený Vládou ČR usnesením č. 31 ze dne 13. 1. 2020 (MPO, 2022).

Všechny strategické dokumenty se zaměřují mimo jiné na recyklaci plastů jako obor, jehož rozvoj může vést k naplnění dílčích cílů EU, zejména pak Akčního plánu pro oběhové hospodářství.



Obrázek 1: Základní schéma cirkulární ekonomiky

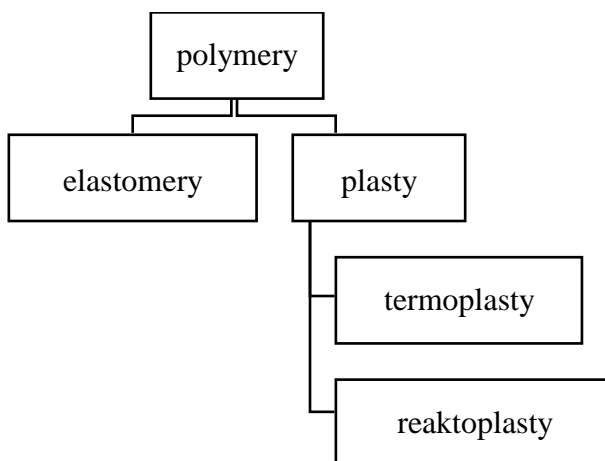
Zdroj: (EUR-LEX, 2014)

4. LITERÁRNÍ REŠERŠE – PLASTY

Plasty jsou organické materiály, které mají polymerní strukturu. Skládají se z jednoho, nebo více polymerů. Navíc mohou obsahovat takzvaná aditiva, tj. stabilizátory, plastifikátory, plniva atd. Ty se používají k úpravě vlastností, jako je barva, pevnost, pružnost v závislosti na jejich použití (Plastic Recyclers Europe, 2018).

Plasty společně s elastomery patří do skupiny polymerů, což jsou látky s velkými a dlouhými molekulami, které obsahují atomy uhlíku, vodíku a kyslíku, často dusíku, chloru i jiných prvků. V určitém stadiu zpracování se nachází v tekutém stavu, který umožňuje udělit tvar budoucímu výrobku. V tuhém stavu je pak výrobek používán (Ducháček, 2011).

Jak ukazuje Obrázek 1, plasty se dále dělí na termoplasty a reaktoplasty, též označované jako termosety. Termoplasty lze z tuhého stavu účinkem tepla převést do stavu plastického, a naopak z plastického stavu účinkem chladu do stavu tuhého. To znamená, že obě změny jsou vratné. Naopak reaktoplasty jsou působením tepla nebo přidáním vytvrzovacího prostředku uvedeny do pevného, nerozpustitelného a netavitelného stavu. Tato změna je nevratná (Ducháček, 2011).



Obrázek 2: Dělení polymerů

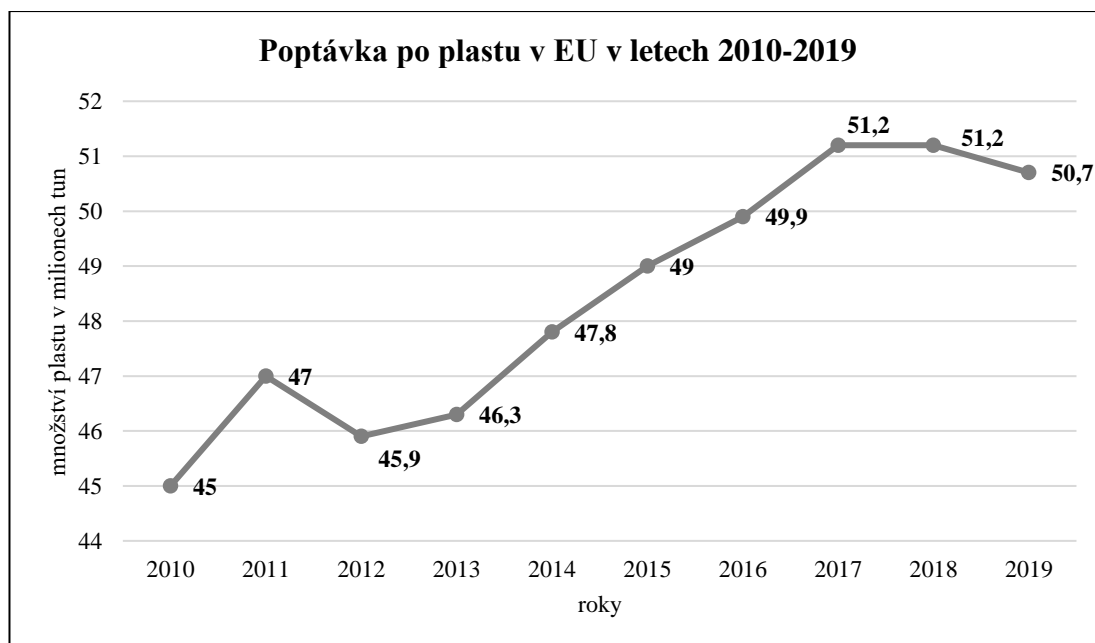
Zdroj: (vlastní zpracování)

Mezi termoplasty patří polyethyltereftalát (PET), polyvinylchlorid (PVC), polystyren (PS) a expandovaný polystyren (EPS) nebo akrylonitrilbutadienstyren (ABS) a polyolefiny, tj. polypropylen (PP) a polyethylen (PE). Do skupiny

reaktoplastů se zařazují nenasycené polyestery (UP), epoxidové pryskyřice (EP), melaminové pryskyřice nebo polyuretan (PUR).

4.1 Aplikace plastů

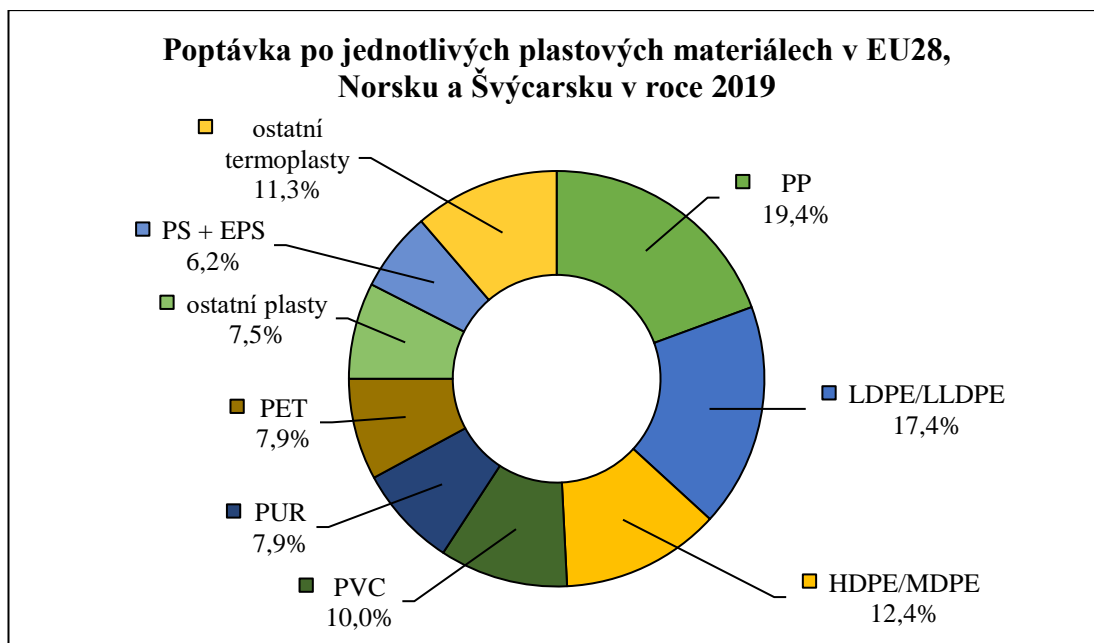
Jak ukazuje Graf 1, poptávka po plastových materiálech v EU za posledních deset let vzrostla o více než 5 milionů tun. V letech 2017 a 2018 byla poptávka oproti roku 2010 vyšší dokonce o více než 6 milionů tun. Z tohoto množství dlouhodobě přibližně dvě pětiny směřují do obalového průmyslu a necelá pětina do stavebnictví. Kromě těchto odvětví se plasty používají rovněž v automobilovém průmyslu (cca 10 %), elektrotechnice a elektronice (cca 6 %), produktech pro domácnost, volný čas a sport (cca 4 %), zemědělství (3 %) a také ve strojírenství, nábytkářství a zdravotnictví (cca 17 %) (Plastics Europe, 2020).



Graf 1: Poptávka po plastu v EU v letech 2010–2019

Zdroj: (vlastní zpracování na základě PlasticsEurope, 2011–2020)

Z hlediska jednotlivých plastových materiálů, jak ukazuje Graf 2, patří mezi nejpoužívanější polypropylen (PP), nízkohustotní polyethylen (LDPE) a lineární nízkohustotní polyethylen (LLDPE), vysokohustotní polyethylen (HDPE) a středněhustotní polyethylen (MDPE).



Graf 2: Poptávka po plastových materiálech v EU28, Norsku a Švýcarsku (2019)

Zdroj: (vlastní zpracování na základě PlasticsEurope, 2020)

V rámci obalového průmyslu, na který se daná práce zaměřuje, se nejvíce používají polyethylen (PE), polypropylen (PP) a polyethylentereftalát (PET). Z toho důvodu bude v další části věnována pozornost právě jim.

4.2 Polyethylen

Polyethylen společně s polypropylenem patří do třídy polyolefinů. Rozeznávají se dva základní typy polyethylenu, a to nízkohustotní (ang. Low-density polyethylene, zkr. LDPE) a vysokohustotní (ang. High-density polyethylene, zkr. HDPE). Liší se od sebe způsobem výroby, vlastnostmi i možnostmi použití. Kromě nich existují ještě další druhy, jako například lineární nízkohustotní polyethylen (LLDPE), který je v podstatě přechodnou formou mezi oběma základními typy.

4.2.1 Nízkohustotní polyethylen (LDPE)

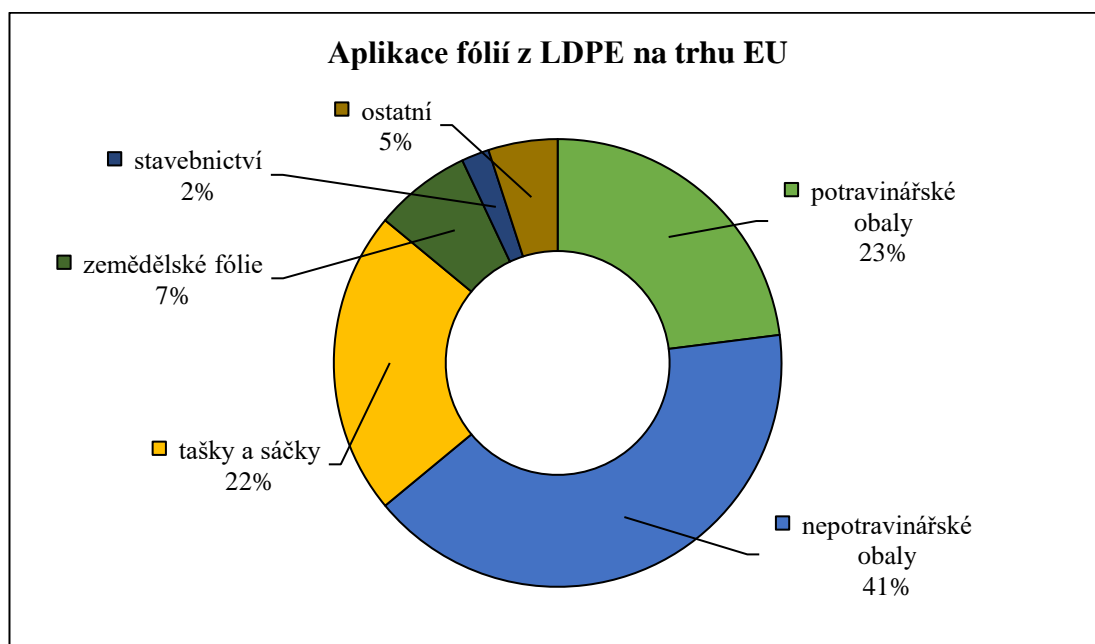
Nízkohustotní polyethylen se vyrábí radikálovou polymerizací za vysokých tlaků (50–250 MPa), proto se někdy též označuje jako vysokotlaký polyethylen (Technický slovník naučný, sv. 8). Nízkohustotní polyethylen se vyznačuje tvrdostí a vysokou pevností v tahu. Zároveň má velmi dobré bariérové vlastnosti

proti vlhkosti. Na druhou stranu je poměrně lehce propustný pro kyslík a aromatické látky (Smejtková, 2018).

Tento druh polyethylenu je nejpoužívanějším plastovým polymerem v obalovém průmyslu, kde se uplatňuje zejména k výrobě fólií, sáčků nebo smrštitelných fólií. Fólie se vyrábí také z HDPE, odlišují se však od sebe vlastnostmi. Fólie z LDPE jsou nešustivé, měkké, poddajné a dobře průhledné. Naopak HDPE fólie jsou méně transparentní a tužší (Dobiáš et al., 2019).

Na rozdíl od Evropy se v USA a UK používá LDPE často na výrobu lahví na vodu a mléko. Jen v roce 2013 ve státě Kalifornie skončila na skládkách 1 miliarda LDPE lahví (Hamilton, 2017).

V roce 2018 bylo v zemích EU včetně Velké Británie, Švýcarska a Norska (EU28+2) vyrobeno přibližně 8,5 – 9 milionů tun LDPE a LLDPE ve formě fólií, z toho přibližně 14 % tvořil recyklát. Zhruba 80 % z tohoto množství připadá na výrobu obalů. Jak ukazuje Graf 3, nejvíce jsou fólie z LDPE používány pro nepotravinářské obaly, následně pro potravinářské obaly, sáčky a tašky (Eunomia, 2020a).



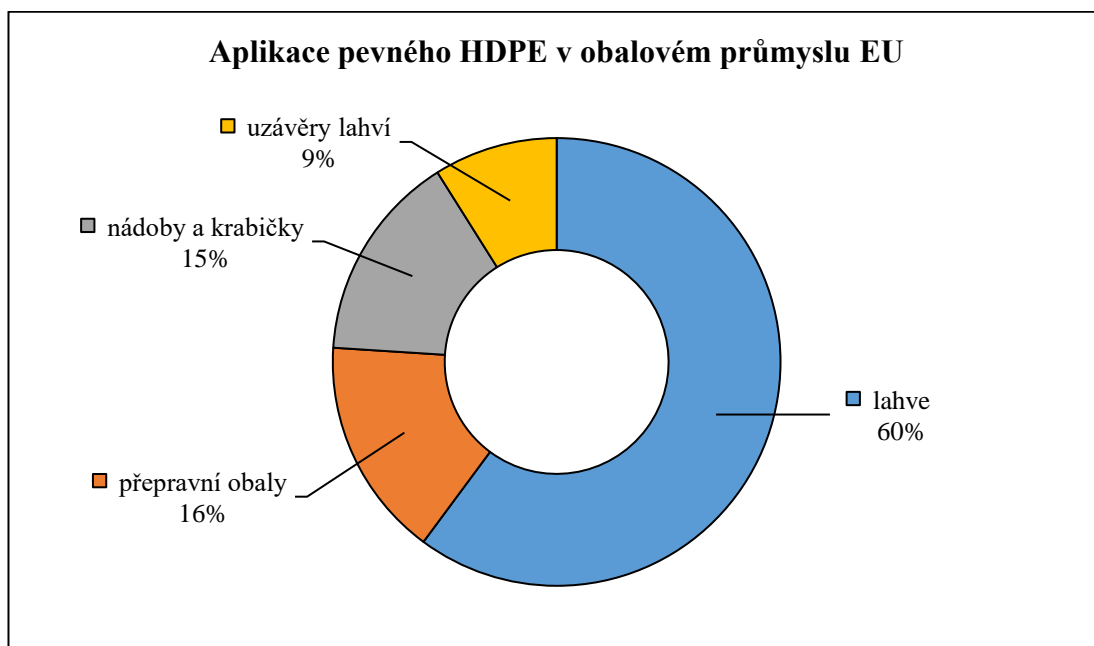
Graf 3: Aplikace fólií z LDPE na trhu EU

Zdroj: (vlastní zpracování na základě Eunomia, 2020a)

4.2.2 Vysokohustotní polyethylen (HDPE)

Vysokohustotní polyethylen se vyrábí koordinační polymerizací za nízkých tlaků (od 0,1 do 5 MPa), proto se mu rovněž říká nízkotlaký polyethylen. Při polymerizační reakci se používají katalyzátory na bázi sloučenin (např. Ti, Cr, V, Zr) (Technický slovník naučný, sv. 5). Přednostmi HDPE jsou dobré bariérové vlastnosti, tepelná odolnost (více než 100 °C), výborná mechanická pevnost a zachování si svých vlastností při velmi nízkých teplotách. Díky tepelné odolnosti se HDPE používá k výrobě varných sáčků (Smejtková, 2018). Podle společnosti Eunomia (2020b) bylo v roce 2018 v EU28 vyprodukováno celkem 6,2 milionů tun HDPE. Z toho 5 milionů tun tvořil panenský HDPE, 0,7 milionů tun recyklát a zbytek dovoz ze třetích zemí. Až 62 % z toho množství bylo použito v obalovém průmyslu ve formě pevného HDPE. Jednotlivé aplikace pevného HDPE v tomto odvětví znázorňuje Graf 4. Zbýlých 38 % směřovalo do stavebnictví, nábytkářství, zemědělství, automobilového průmyslu a elektrotechniky a elektroniky.

HDPE je spolu s PET nejčastěji recyklovaný plast. Hustotu má velice podobnou jako PP a LDPE, proto tento materiál nelze separovat za pomoci flotace, ale pouze optickými, popř. IR separátory. HDPE je extrémně odolný materiál vůči mnoha chemikáliím, jako jsou kyseliny, oleje, alkoholy (Smith, 2020).



Graf 4: Aplikace pevného HDPE v obalovém průmyslu EU

Zdroj: (vlastní zpracování na základě Eunomia, 2020b)

4.2.3 Polypropylen (PP)

Polypropylen je v mnohém podobný vysokohustotnímu polyethylenu (například způsobem výroby nebo vlastnostmi). Ve srovnání s HDPE je polypropylen pevnější, tvrdší a odolnější vůči oděru a chemickým látkám, a navíc jej lze použít při ještě vyšších teplotách než HDPE. Na druhou stranu je méně odolný vůči mrazu a oxidaci (Ducháček, 2011). Srovnání vlastností obou druhů polyethylenů a polypropylenů je uvedeno v Tabulce 7.

I když produkce PP přesahuje produkci HDPE, v míře recyklace je na tom hůře. V roce 2018 přišla firma Procter & Gamble na trh s novou technologií na recyklaci PP (Leblanc, 2019).

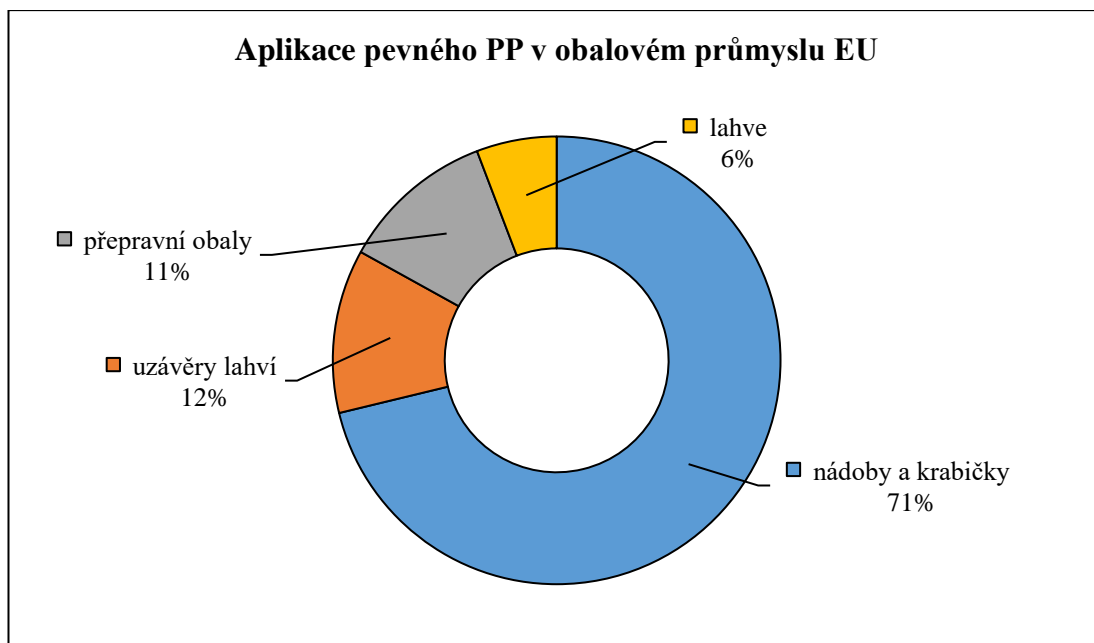
Tabulka 7: Vlastnosti LDPE, HDPE a PP

Vlastnost	LDPE	HDPE	PP
krystalinita	do 64 %	do 93 %	60–75 %
teplota tání	110–115 °C	130–135 °C	160–170 °C (u obchodních produktů)
hustota	do 930 kg m ⁻³	do 960 kg m ⁻³	900–910 kg m ⁻³
pevnost v tahu	do 10 MPa	do 25 MPa	22–32 MPa

Zdroj: (vlastní zpracování na základě Ducháčka, 2011)

V roce 2018 bylo v EU zpracováno 10,5 milionů tun PP, z toho 9,8 milionů tun tvořil panenský PP, 0,5 milionu tun recyklovaný PP a zbývající část byla importována ze zemí mimo EU. V obalovém průmyslu bylo ve formě pevného PP použito 37 % z tohoto množství (Eunomia, 2020b). Jednotlivé aplikace PP jsou uvedeny u Grafu 5.

Kromě toho se pevný PP uplatňuje ve výrobě produktů pro domácnost, nábytkářství, v automobilovém průmyslu a elektrotechnice a elektronice.



Graf 5: Aplikace pevného PP v obalovém průmyslu EU

Zdroj: (vlastní zpracování na základě Eunomia, 2020b)

4.2.4 Polyethyltereftalát (PET)

Polyethyltereftalát je v současnosti považován za jeden z nejvýznamnějších termoplastických polymerů. Běžně se pro jeho označení používá zkratka PET, nicméně jak uvádí Ducháček (2011), jako vhodnější zkratka se jeví PETP. Existují dva způsoby, jimiž lze polyethyltereftalát vyrobit:

1. Esterifikací ethylenglykolu (ethan-1,2-diolu) s kyselinou tereftalovou při teplotě 220 až 260 °C a tlaku 2,7 až 5,5 baru (Wekon.cz, 2018).
2. Transesterifikací dimethyltereftalátu s ethylenglykolem při teplotě 190 až 195 °C. Tento způsob, který se používá častěji, probíhá obvykle ve dvou fázích. Nejprve proběhne transesterifikace, při níž se uvolní methylalkohol, a poté za vydestilování přebytečného ethylenglykolu vzniká polyethyltereftalát (Ducháček, 2011).

Polyethyltereftalát patří do skupiny lineárních polyesterů, které se vyznačují vysokou pevností, pěkným vzhledem (čírostí a leskem), tepelnou a chemickou odolností a dobrými bariérovými vlastnostmi (Smejtková a Dobiáš, 2004). Další vlastnosti PET jsou uvedeny v Tabulce 8.

Tabulka 8: Vlastnosti polyethylentereftalátu

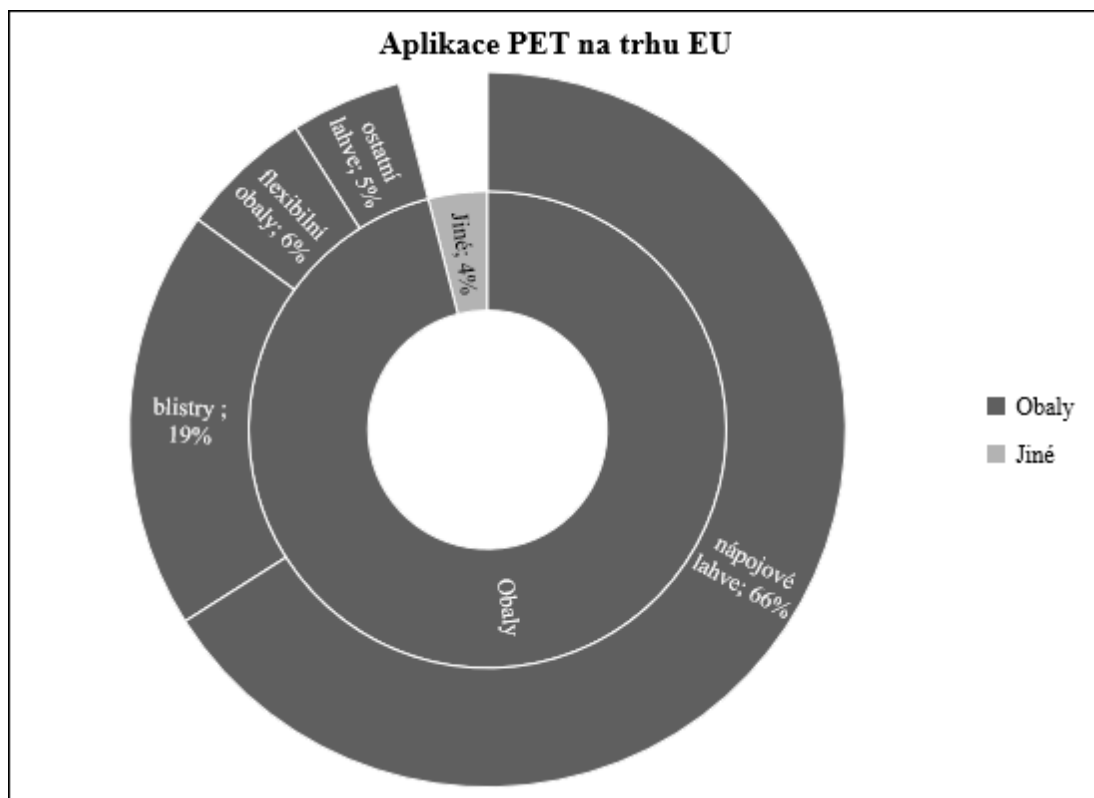
Teplota skelného přechodu	90 ± 30 °C
Teplota tání	270 ± 10 °C
Hustota	1,455 g.cm ⁻³ (krystalický), 1,335 g.cm ⁻³ (amorfní), 1,39 g.cm ⁻³ (částečně krystalický)
Index lomu	1,576 0 (amorfní, 25 °C) nebo 1,64 (částečně krystalická vlákna, 23 °C)
Relativní permitivita	3,25 při 25 °C

Zdroj: (vlastní zpracování na základě Technického slovníku naučného, sv. 6)

Podle odhadů společnosti Eunomia (2020c) bylo v roce 2018 v zemích EU včetně Velké Británie (EU28) zpracováno 5,3 mil. tun polyethylentereftalátu. Necelé tři pětiny (3 mil. tun) z tohoto množství tvořil panenský polymer vyrobený na území EU. Více než jednou čtvrtinou (1,4 mil. tun) byl zastoupen recyklovaný polymer (rPET) a zbytek pocházel z importu ze třetích zemí. Největšími importéry panenského PET do EU jsou Korejská republika, Turecko, Indie a Indonésie.

Až 96 % z tohoto množství polyethylentereftalátu bylo použito na výrobu obalů. V rámci obalového průmyslu nachází PET díky svým vlastnostem největší uplatnění při balení potravin.

Jak znázorňuje Graf 6, bezmála 70 % veškerého polyethylentereftalátu v EU se spotřebovává na výrobu nápojových lahví. Zhruba pětina se používá k výrobě blistrů a nádob a přibližně deset procent nachází využití při výrobě flexibilních obalů a nenápojových lahví (Eunomia, 2020c).



Graf 6: Aplikace PET na trhu EU

Zdroj: (vlastní zpracování na základě Eunomia, 2020c)

Nápojové lahve z polyethylentereftalátu se používají především k balení pitné vody a nealkoholických nápojů. Dobiáš et al. (2019) uvádí, že celosvětově je v těchto lahvích prodáváno až 70 % balené vody. Navíc díky chemické odolnosti může být polyethylentereftalát použit i k balení alkoholických nápojů (piva, vína, lihovin). Roční výroba a spotřeba těchto lahví v ČR dosahuje více než jedné miliardy kusů, k čemuž je odhadem potřeba více než 40 000 tun polymeru. Polyethylentereftalát nachází uplatnění rovněž v podobě obalových fólií, kde se z něj vyrábí smrštitelné (rukávové) etikety. Vzhledem k jeho tepelné odolnosti slouží taktéž k výrobě termoplasticky tvarovaných misek, které lze použít k ohřevu potravin. Polyethylentereftalát se používá také jako bariérová vrstva v kompozitních obalech, do kterých se balí např. potraviny v modifikované atmosféře (porcované sýry, masné výrobky) (Dobiáš et al., 2019).

5. SOUČASNÝ STAV RECYKLACE PLASTŮ

Recyklace je dle směrnice 2008/98/ES jakýkoli způsob použití odpadového materiálu, při němž je materiál znovu zpracován na výrobky či látky pro původní nebo jiné účely.

V případě recyklace polymerů jsou rozlišovány čtyři úrovně recyklace. Liší se od sebe čistotou vstupní suroviny, z toho vyplývajícími metodami a možnostmi využití výstupní suroviny z procesu recyklace.

První úroveň je primární recyklace, jež se někdy též označuje jako uzavřená smyčka (ang. closed loop). ČSN 64 0003 definuje primární recyklaci jako proces, ve kterém se z polymerního odpadu získává materiál nebo výrobek s podobnými nebo stejnými vlastnosti jako původní materiál či výrobek. Vstupem do primární recyklace jsou především technologické, ale také průmyslové odpady. Předností technologického odpadu z hlediska recyklace je, že obsahuje pouze jeden druh polymeru, jehož složení je zpracovateli dobře známo. Z tohoto důvodu jej lze bez zásadních úprav použít opětovně jako vstupní materiál, a to buď samostatně (výrobky nižší kvality), nebo jako součást primárního materiálu (Kruliš, 2019). Janoško (2011) uvádí, že se tímto způsobem zpracovává více než 95 % veškerých technologických odpadů. V zásadě se primární recyklace nedá uplatnit pouze u kompozitních výrobků, tj. výrobků, které jsou složeny ze dvou a více odlišných materiálů. Primární recyklace průmyslového odpadu nemusí být ekonomicky efektivní, a to z toho důvodu, že na rozdíl od technologického odpadu je často složen z více než jednoho druhu polymeru. To znamená, že je nutné od sebe jednotlivé druhy polymerů oddělit, čímž se zvyšují náklady na recyklaci.

Následující úroveň je sekundární recyklace, která je považována za downcyklaci, což znamená, že je přepracovaný odpad použit na výrobu produktů s nižší užitnou hodnotou, než měl původní výrobek. Sekundární recyklace je v ČSN 64 0003 definována jako proces, kdy se z polymerního odpadu získává materiál nebo výrobek, jehož vlastnosti jsou značně odlišné od původního materiálu nebo výrobku. V rámci sekundární recyklace se zpracovávají jak technologické a průmyslové odpady, které nebylo možné recyklovat metodami primární recyklace,

tak zejména spotřebitelské odpady. V České republice se v současnosti jedná v podstatě o jediný způsob, jakým jsou plastové spotřebitelské odpady recyklovány.

Třetí možností je terciální recyklace, jejímž cílem je získání chemických látek, které mohou být použity k výrobě buď nových polymerů, nebo jiných produktů, např. paliv. Kruliš (2011) uvádí, že předností terciální recyklace oproti dvěma předchozím jsou poměrně nízké nároky na čistotu vstupní suroviny. Nicméně s terciální recyklací je spojena celá řada nevýhod. Jedná se především o poměrně vysoké investiční náklady na technologické zařízení a praktickou uskutečnitelnost jen v podmínkách chemického průmyslu ve spojení s již existujícími procesy, např. s depolymerační jednotkou.

Poslední úrovní je kvarterní recyklace neboli energetické využití, případně energetická recyklace. Jejím cílem je využít energetickou hodnotu odpadu k výrobě tepla nebo elektrické energie. V souladu s platnou českou legislativou není tento způsob recyklace považován za recyklaci, proto se rovněž v českém prostředí používá spíše označení energetické využití.

5.1 Sběr a dotřídění plastových odpadů

Předpokladem pro efektivní recyklaci jakéhokoliv druhu obalového odpadu je existence vhodného systému jeho sběru a následného dotřídění – vytvoření a řízení materiálového (odpadního) toku. Obecně platí, že pro toky odpadů platí soubor obecných zásad. Toky odpadů lze rozdělit do dvou hlavních kategorií: toky související s materiálem (včetně kovů, skla, papíru a lepenky, plastů, dřeva, pryže, textilu, biologického odpadu) a toky související s produkty (včetně obalů, elektronického odpadu, baterií a akumulátorů, vozidel s ukončenou životností, těžebního, stavebního a demoličního odpadu) (Europarl, 2022).

5.1.1 Sběr plastového odpadu

Způsoby sběru plastových odpadů se napříč státy EU liší, a to především tím, jak jsou sbírány spotřebitelské obaly. Jestli se sbírají odděleně od ostatních odpadů ze stejného materiálu, jedná se o tzv. duální systém, např. *Duales system Deutschland* (Duales system, 2021).

Druhou možností je tzv. integrovaný systém sběru obalových a neobalových využitelných materiálů společně sbíraných do sběrných nádob. Sběr obalů probíhá společně s ostatním tříděným odpadem po dohodě provozovatele systému a obce při zachování řízení odpadového hospodářství obcí – např. Eco Emballages ve Francii, SPV v Portugalsku, EKO-KOM v ČR (Enviweb, 2022).

V obou případech se však jedná jen o jednu část materiálového toku – souvisejícího s produkty. Toky související s materiálem jsou zpravidla odlišné.

V některých zemích, bez ohledu na to, zda se používá duální nebo integrovaný systém sběru spotřebitelských obalů, existují další oddělené toky některých typů obalů. Typickým příkladem je sběr PET lahví odděleně od ostatního plastového odpadu v rámci tzv. zálohového systému, který spočívá v tom, že spotřebitel vrací prázdné lahve prostřednictvím automatu, podobně jako tomu je v ČR v případě skleněných lahví od piva. Tento způsob sběru je využíván v Chorvatsku, Dánsku, Estonsku, Finsku, Německu, Švédsku a částečně v Nizozemí (Balounová, Kodatová, 2020).

Německý depozitní systém byl založen v roce 2003 stejně jako dánský. Systém záloh byl v Německu považován za ekologičtější řešení obalové problematiky a měl odrazovat od odhazování odpadků. Systém záloh byl navíc způsobem zavedení legislativy Evropské unie o obalech a nakládání s odpady do německého práva. Německý zálohový systém spravuje Deutsche Pfandsystem GmbH a má na starosti pouze nápojové obaly – plastové lahve a plechovky. Jde o neziskovou organizaci. Vedení a představenstvo se skládá z 50 % ze zástupců obchodní sféry a z 50 % ze sféry průmyslu a má sídlo v Berlíně. Depozitní systém je zajištěn prostřednictvím čárových kódů na nápojových nádobách. Tento čárový kód a zálohový štítek jsou natištěny ve speciální modré barvě zabraňující zneužití. Každý obal na nápoje má zálohu ve výši 0,25 EUR včetně daně z přidané hodnoty a tato záloha musí být uplatňována také na dovážené obaly na nápoje, nikoli však na exportované. Od roku 2006 se vracení nápojových obalů zjednodušilo a rozšířilo, neboť od tohoto roku musí všechny prodejny odebírat zpět všechny nápojové obaly, které samy prodávají. Prodejny menší než 200 m² jsou ze systému osvobozeny (DPG, 2021).

V roce 2021 zavedla zálohový systém Malta a do roku 2022 jej plánují rovněž Portugalsko, Rumunsko (Balounová, Kodatová, 2020). Přejít na zálohový systém chtějí rovněž Poláci (Eunomia, 2020c).

Slovensko zavedlo zálohový systém 1. 1. 2022. Podle analýzy ministerstva se na slovenský trh každoročně uvede jedna miliarda plastových lahví a 350 milionů nápojových plechovek (MŽPSR, 2022).

Zálohování na Slovensku začalo jednorázovými plastovými lahvemi a plechovkami. Navazuje na zálohované vratné skleněné obaly, které se již na Slovensku mnoho let vracejí. Následně k plastovým lahvím a plechovkám může přibýt nevratné sklo nebo např. Tetra Paky (Slovensko zálohuje, 2022). Podle pravidel se zálohují všechny jednorázové obaly na nápoje z plastu a kovu o objemu od 0,1 do 3 litrů. Výjimkou jsou obaly od mléka, sirupů a tvrdého alkoholu s obsahem alkoholu více jak 15 %. Výše zálohy je jednotná pro PET lahve i plechovky – 15 eurocentů. Zálohované lahve a plechovky jsou označeny symbolem Z mezi dvěma šipkami nebo označením „zálohované“. Základním pravidlem je, aby se lahve a plechovky předávaly nezmačkané a s čitelným čárovým kódem. Jen tak je umí zálohomat či ruční scanner ověřit a vyplatit zálohu zpět (Svět balení, 2022). Provozy, které mají rozlohu nad 300 m², jsou povinny zálohované obaly odebírat. Pro ostatní obchody je zálohování dobrovolné. Obaly se vracejí do tzv. zálohomatů nebo v menších obchodech u pokladny, kde je pracovník odebere a ověří pomocí ručního skeneru. Správcem zálohového systému je nezisková organizace, vytvořená konsorciem čtyř subjektů

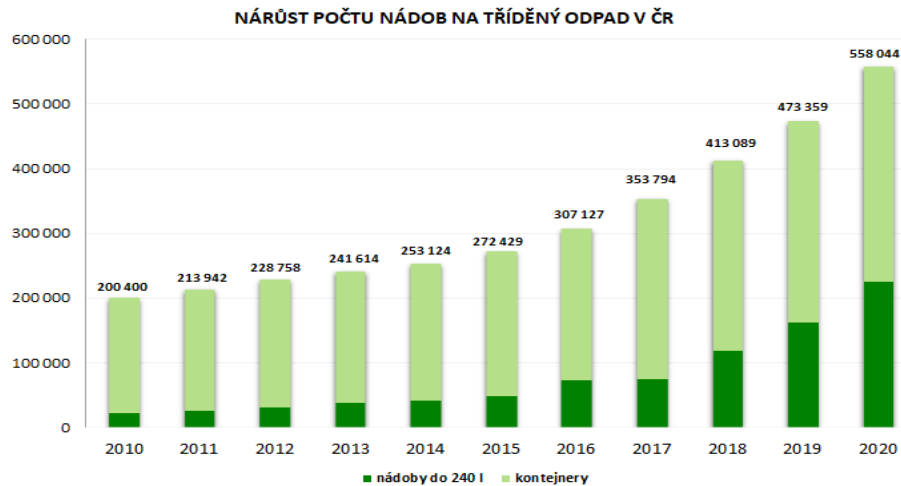
– AVNM, SZVPS, SAMO a ZOSR, které zastupují výrobce nealkoholických nápojů a minerálních vod, výrobce piva a zástupce velkoobchodu a maloobchodu. Správce vytváří, financuje a koordinuje celý zálohový systém na jednorázové nápojové obaly. Ministerstvo životního prostředí SR kontroluje a reguluje zálohový systém (Tomra, 2022).

Obecně se pro sběr plastových nezálohovaných obalů používají sběrné nádoby jako popelnice, kontejnery a pytle. Podle způsobu umístění sběrných nádob se rozlišují dva způsoby sběru, a to donáškový a odvozový. Oba způsoby je možné používat jak samostatně, tak společně. Kromě České republiky používají kombinaci systémů také například Itálie, Lotyšsko, Portugalsko nebo Španělsko. V některých

zemích se tyto systémy používají jako doplňkové k zálohovému, kde slouží ke sběru ostatních druhů plastového odpadu. Je tomu tak např. v Litvě nebo ve Švédsku (Eunomia, 2020c).

Donáškový systém spočívá ve vytvoření tzv. sběrných hnízd, kde jsou sdružovány sběrné nádoby obvykle na všechny druhy odpadu, které se v obci třídí. Obyvatelé odpad do těchto kontejnerů donášejí na delší vzdálenosti v řádech desítek metrů, proto označení donáškový systém. Průměrná docházková vzdálenost ke kontejnerům se v ČR v důsledku zvyšování počtu sběrných míst rok od roku zkracuje. V roce 2019 byla pouze 90 m (EKO-KOM, 2020b).

Klíčovým parametrem, který ovlivňuje motivaci občanů k třídění odpadů, je zejména dostatek barevných kontejnerů a z toho plynoucí přijatelná docházková vzdálenost k nim. Česká republika disponuje jednou z nejkvalitnějších sběrných sítí v Evropě. Na jejím vytvoření a provozu se podílejí výrobci baleného zboží i samotné obce sdružené v systému EKO-KOM již přes 20 let. Díky tomu mohou lidé třídít své odpady do více než 558 tisíc barevných kontejnerů a menších nádob na tříděný odpad. Nádobový sběr je v České republice doplněn ještě dalšími způsoby sběru tříděného odpadu – někde tak mohou občané třídít odpady doma rovnou do pytlů, případně prostřednictvím sběrných dvorů nebo výkupu druhotných surovin. V posledních letech výrazně vzrůstá podíl nádob pro vícekomoditní nádobový sběr, ve kterém lze například do žlutého kontejneru třídít spolu s plasty i kovy v návaznosti na dotřídňovací linku, která je schopna jednotlivé frakce efektivně rozdělit pro účely recyklace. Taková žlutá nádoba je označena ještě šedou samolepkou s informací o sběru kovů. Význam vícekomoditních sběrů je patrný na rozvoji sběrné sítě pro sběr kovových obalů. Ačkoliv bylo v roce 2020 instalováno pouze 11,7 tis. kontejnerů určených pro samostatný sběr kovů, ve skutečnosti bylo možno třídít kovy do více než 73 tis. kontejnerů (EKO-KOM, 2021).



Graf 7: Nárůst počtu nádob na tříděný odpad v ČR

Zdroj: (EKO-KOM, 2021)

Ke sběru plastů včetně PET lahví se v rámci donáškového sběru používají převážně větší nádoby o objemu 1 100 litrů, v menší míře pak nádoby o objemu 240 litrů nebo plastové pytle. V českém prostředí mají nádoby na plasty žlutou barvu a často slouží rovněž ke sběru nápojových kartonů. Výjimkou není ani společný sběr s kovy. Dle údajů společnosti EKO-KOM je na území České republiky rozmístěno zhruba 200 tisíc žlutých nádob na sběr plastu (EKO-KOM, 2020a).

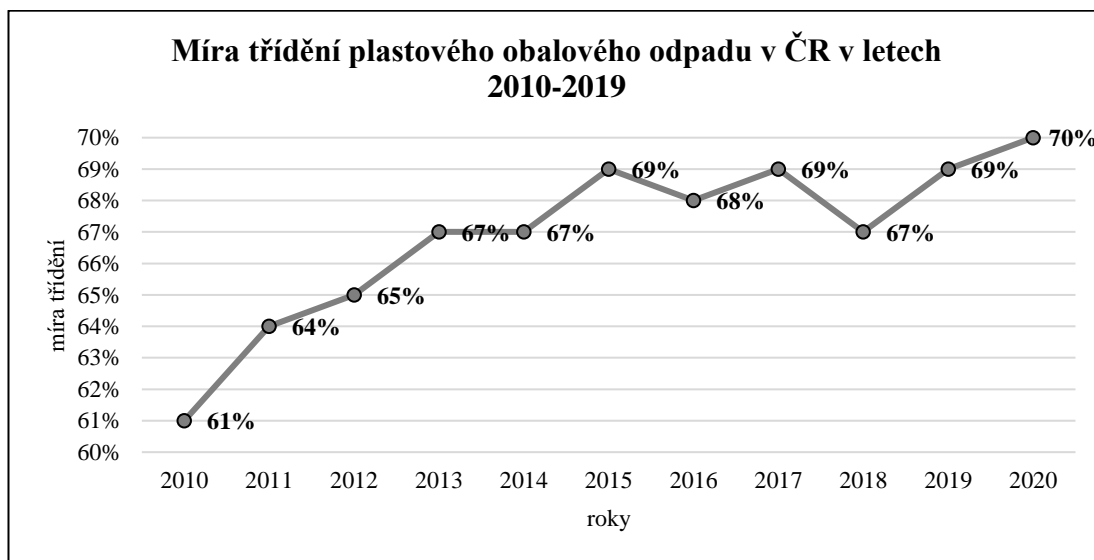
Odvozový systém nebo door-to-door (od dveří ke dveřím) se v ČR využívá zejména v rodinné zástavbě. V rámci odvozového systému se uplatňuje buď nádobový, nebo pytlový sběr. V nádobovém sběru se obvykle používají nádoby o objemu 120 nebo 240 litrů, které jsou umístovány k jednotlivým domům. Při pytlovém sběru obyvatelé jednotlivých domů obdrží sady pytlů, které po naplnění v den svozu přemístí před dům. Nicméně technických variant pytlového sběru je velmi mnoho. Plast je v případě door-to-door systému sbírán podobně jako u donáškového systému. To znamená, že do společné nádoby jsou sbírány i nápojové kartony nebo kovy.

Kromě nádobového a pytlového sběru využitelných odpadů obsahujících spotřebitelské obaly se v ČR používají i další formy, např. prostřednictvím sběrných dvorů a sběrných míst, prostřednictvím výkupu, prostřednictvím mobilního sběru a existují i další formy, kam patří zejména tzv. školní sběry.

V rámci systému EKO-KOM se nakládá i s odpadními obaly vznikajícími u jiných původců, než jsou obce, tj. tzv. živnostenskými obaly. V principu se jedná o podobné

odpady jako v obcích, nicméně se evidují odděleně. Jedná o zejména o odpady z drobných živností, úřadů, obchodů, ale i z obchodních řetězců.

Prostřednictvím žlutých nádob je v České republice dosahováno míry třídění zhruba 70 %. Vývoj v posledních 10 letech znázorňuje Graf 8.



Graf 8: Míra třídění plastového obalového odpadu v ČR v letech 2010–2020
(vlastní zpracování na základě EKO-KOM, 2012–2020)

5.1.2 Dotřídění plastového odpadu

Odpady vytríděné spotřebiteli do kontejnerů, pytlů, ale i na jiná místa není možné v naprosté většině případů rovnou zpracovat, ale je nezbytné je tzv. dotřídít. Tato činnost probíhá na dotřídňovacích linkách, kde je odpad podrobně roztříděn podle typu materiálu, způsobu jeho dalšího zpracování a budoucího využití. Zároveň je zbaven nežádoucích příměsí. Podle podkladů pro oblast podpory odpadového a oběhového hospodářství, jež jsou součástí Programového dokumentu v Operačním programu Životní prostředí 2021–2027, jsou třídící a dotřídňovací linky především zařízení, která disponují technologickou linkou, na níž dochází k třídění komunálního papíru, plastů, kompozitních obalů nebo směsných obalů aj. Vlastní třídění odpadů probíhá na třídícím pásu, kde obsluha třídící linky ukládá jednotlivé vytríděné druhy předtříděných odpadů do příslušných shozů (MZP, 2022b).

Podle těchto Podkladů lze třídící linky z hlediska použité technologie obecně rozdělit do čtyř základních skupin:

- Skupina 1: automatická či poloautomatická dotřídovací linka využívající k dotřídění technologie optických, gravitačních a dalších separátorů k rozřídění jednotlivých frakcí, vybavená výkonným lisem (kapacita linky 7 000 až 50 000 t/rok).
- Skupina 2: dotřídovací linka s manuálním nadúrovňovým tříděním a shozy, vybavená výkonným lisem (kapacita linky (500)1 000 až 5 000 t/rok i více).
- Skupina 3: dotřídovací linka s jednoduchým třídícím pracovištěm a lisem (kapacita linky 100 až 500 t/rok).
- Skupina 4: pracoviště s lisem.

V ČR je provozována pouze jedna TL s vybavením popsáním v typu 1, vybavení linky je pouze zcela základní v této kategorii. V České republice jsou instalovány především třídící linky skupiny 2. V některých oblastech jsou také provozovány malé linky skupiny 3. Do skupiny 4. typu by bylo možné zařadit především ostatní zařízení (např. výkupny kovů nebo sběrné dvory), která se zabývají úpravou odpadů, ale pouze z hlediska zmenšení objemu a zlepšení podmínek pro přepravu (MŽP, 2022c).

Za dotřídovací linku je možné považovat zařízení pro úpravu odpadů, které má udělen souhlas k provozu v souladu se zákonem o odpadech a jeho prováděcími předpisy a je zařazeno podle přílohy č. 2 k zákonu č. 541/2021 Sb. v Katalogu činností jako typ technologie 3.4.0 – třídění, dotřídění odpadů.

Zařízení je možné vyhledávat v registru zařízení, obchodníků a spisů, které provozuje MŽP na stránkách <https://isoh.mzp.cz/RegistrZarizeni/Main/Vyhledat>. Tento registr umožňuje ověřit, zda osoba, které je předáván odpad, je provozovatelem zařízení pro nakládání s odpady, a je tudíž oprávněná k převzetí odpadů. V registru je uvedena řada údajů – identifikační údaje subjektu, informace o odpadech, které je možné do zařízení přijímat, použitá technologie/činnost, která je s odpady prováděna, informace o tom, zda je zařízení v provozu, či nikoliv. V registru není možné získat informace o kapacitě zařízení, ta je uvedena v provozním řádu zařízení, který není veřejně přístupný.

V současné době existuje souběh povolení zařízení podle zákona č. 185/2001 Sb., kdy zařízení povolená před 1. 1. 2021 mají ještě původní souhlasy v platnosti na přechodnou dobu podle typu zařízení a zároveň jsou vydávány souhlasy již podle zákona č. 541/2021 Sb., je vyhledávání v registru složitější. Podle zákona č. 185/2001 Sb. je v registru evidováno více jak 700 zařízení, podle zákona č. 541/2021 Sb. jen 20. K identifikaci dotříd'ovacích linek je proto potřeba použít doplňující parametry, zejména pak kódy odpadů, kterými se dotříd'ovací linky zabývají. Podle sdělení společnosti EKO-KOM, a.s. je v ČR provozováno zhruba 120 dotříd'ovacích linek na plasty.

Podle Podkladů je v ČR provozováno více jak 530 zařízení pro úpravu plastových odpadů s roční zpracovatelskou kapacitou přesahující 5,68 mil. tun odpadů. Ve stejné tabulce jsou uvedeny dotříd'ovací linky zapojené do systému EKO-KOM (126 ks bez uvedené kapacity) a dále linky evidované podle jednotlivých krajských Plánů odpadového hospodářství (348 ks bez celkové uvedené kapacity) (MZP, 2022d).

Výsledným produktem dotříd'ovacích linek jsou druhotné suroviny, které splňují parametry zpracování pro další využití. Obvykle (záleží na technických možnostech a obchodních schopnostech provozovatele) jsou plastové odpady rozříděny do následujících skupin:

- PET lahve podle barev (čirá, modrá, zelená a ostatní barvy),
- duté obaly z pevného plastu (převážně LDPE, PP; např. obaly od drogistického zboží, kelímky od mléčných výrobků),
- PET lahve,
- plastové fólie podle barev (převážně LDPE, méně HPDE, PP; např. sáčky a měkké obaly),
- směsný nebo také tvrdý plast (vše ostatní, co lze recyklovat),
- EPS,
- výmět (zbylá část odpadu, kterou nelze recyklovat) se většinou posílá na energetické využití, nebo k odstranění, podle toho, co je ekonomicky výhodnější.

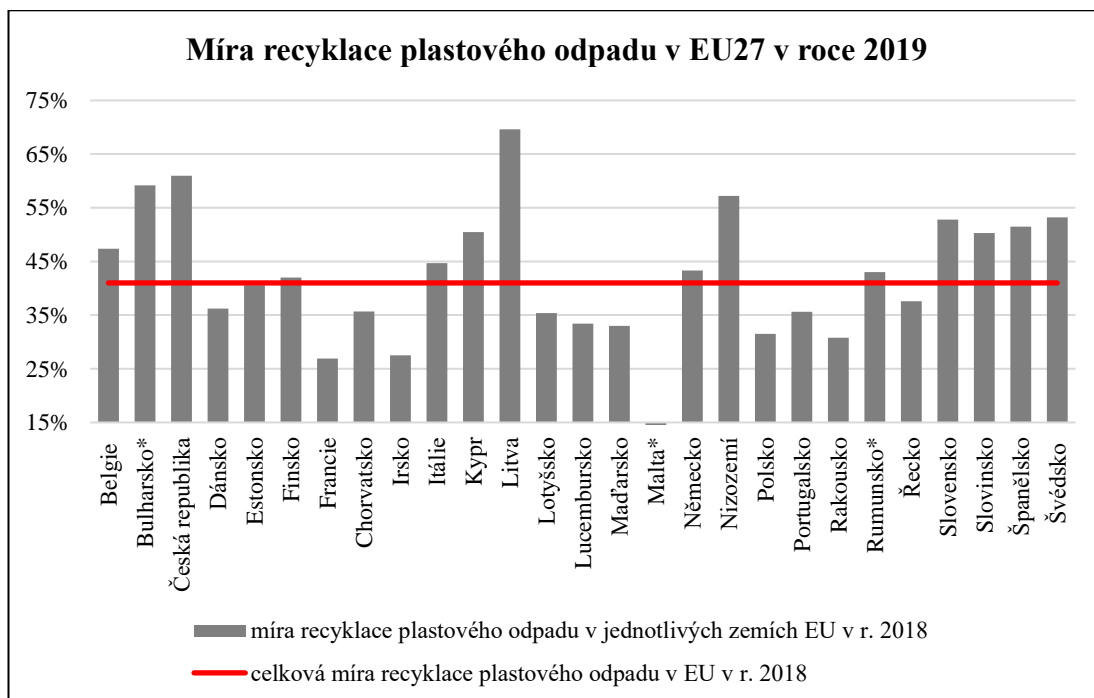
PET lahve, které tvoří podle údajů společnosti EKO-KOM přibližně čtvrtinu obsahu žlutých kontejnerů, jsou většinou dále rozříděny na čiré, modré, zelené a mix barev.

Takto dotříděné odpady jsou slisovány a svázány do balíků a předány zpracovatelům k následné recyklaci (EKO-KOM, 2020a).

5.2 Recyklace plastů v Evropské unii

Na úvod je třeba zdůraznit, že pravděpodobně neexistují data o recyklaci plastů v EU. EU v rámci zveřejňování indikátorů k oběhovému hospodářství uvádí pouze míru recyklace obalových odpadů po jednotlivých materiálových skupinách (plastové obaly) nebo míru cirkulárně použitých druhotných surovin, případně obchodu s druhotnými surovinami. Nicméně zde již materiálové členění není k dispozici, takže prezentovaná data se týkají obvykle pouze míry využití obalových odpadů (Eurostat, 2022).

V Evropské unii celková míra recyklace plastového obalového odpadu v roce 2018 činila 41,5 %. Nejvyšší míry recyklace v rámci jednotlivých států dosáhla Litva (69,3 %) následovaná Bulharskem (59,2 %) a Českou republikou (57 %). Vzhledem k absenci údajů o recyklaci ve Slovinsku v roce 2018 nelze tuto zemi mezi tři nejlepší zařadit (Eurostat, 2021).

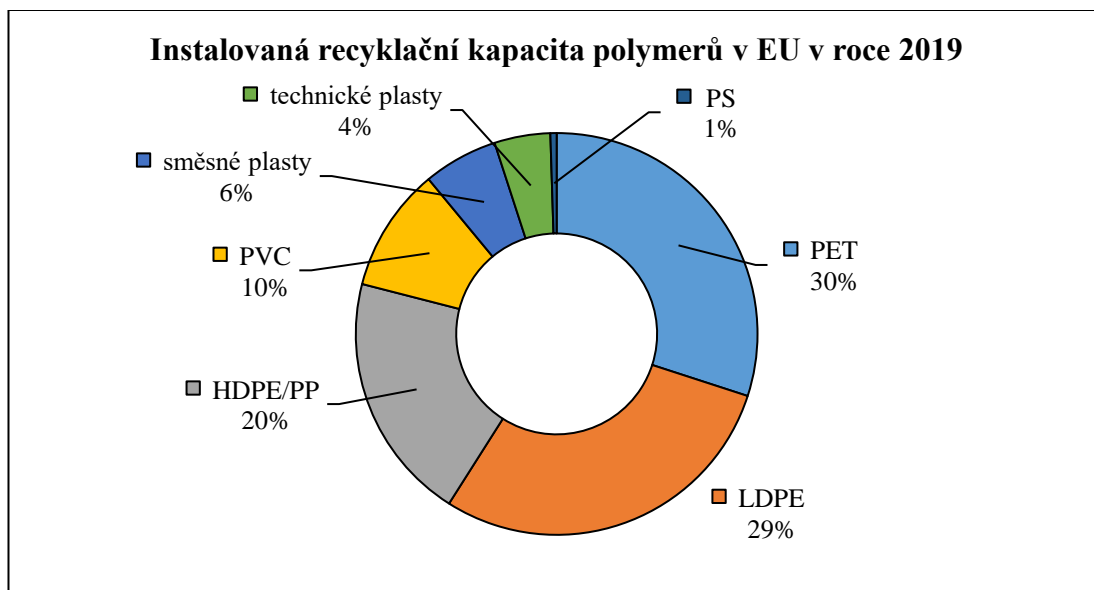


Poznámka: Hvězdičkou jsou označeny země, u nichž je použit údaj za rok 2018.

Graf 9: Míra recyklace plastového odpadu v EU27 v roce 2019

Zdroj: (vlastní zpracování na základě Eurostatu)

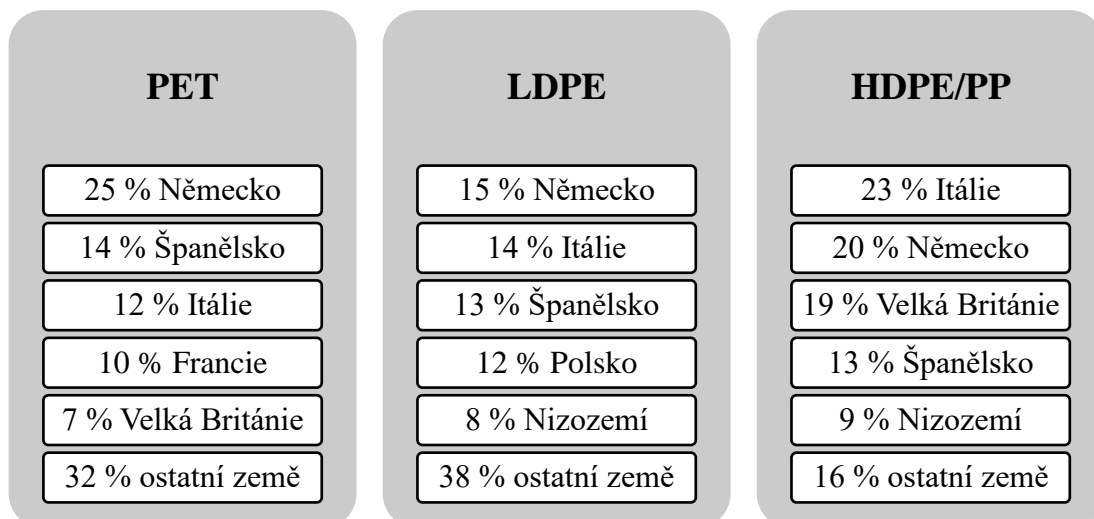
Celková instalovaná recyklační kapacita pro plastové materiály činila v roce 2019 v EU více než 8,5 milionů tun. Největší část z ní tvoří instalovaná recyklační kapacita pro polyethylentereftalát (PET). Jak ukazuje Graf 10, zcela minimálně za ním však zaostává nízkohustotní polyethylen (LDPE) následovaný vysokohustotním polyethylenem (HDPE) a polypropylenem (PP). Instalovaná recyklační kapacita těchto čtyř materiálů tvoří dohromady 80 % z celkové evropské recyklační kapacity plastů (Plastics Recyclers Europe, 2020).



Graf 10: Instalovaná recyklační kapacita polymerů v EU v roce 2019

Zdroj: (vlastní zpracování na základě Plastics Recyclers Europe, 2020)

V hodnotovém vyjádření představovala instalovaná recyklační kapacita PET v EU 2,6 mil. tun, LDPE 2,4 milionů tun a HDPE/PP 1,7 milionů tun. Rozdělení recyklačních kapacit v rámci zemí EU28 v roce 2019 je vyobrazeno na Obrázku 2. Z něj rovněž vyplývá, že největšími recyklačními kapacitami disponují Německo, Itálie a Španělsko. Zároveň se ukázalo, že odchodem Velké Británie přišla EU o poměrně významnou část recyklační kapacity především u HDPE/PP (19 %) a PET (7 %) (Plastics Recyclers Europe, 2020).



Obrázek 3: Rozložení recyklační kapacity v rámci EU28 v roce 2019

Zdroj: (vlastní zpracování na základě Plastics Recyclers Europe, 2020)

5.3 Recyklace plastů v ČR

5.3.1 Zařízení pro recyklaci plastů

Podle Podkladů je v ČR evidováno 162 zařízení pro recyklaci plastů, z toho je u 119 uvedena roční zpracovatelská kapacita přesahující 3,3 mil. plastových odpadů ročně (MŽP, 2022e).

Recyklaci plastů lze provádět v zařízeních pro využití odpadů, která mají udělen souhlas k provozu v souladu se zákonem o odpadech a jeho prováděcími předpisy a jsou zařazena podle přílohy č. 2 k zákonu č. 541/2021 Sb. v Katalogu činností jako typ technologie 5.14.3 – recyklace plastů.

I tato zařízení je možné vyhledávat v registru zařízení, obchodníků a spisů, které provozuje MŽP na stránkách <https://isoh.mzp.cz/RegistrZarizeni/Main/Vyhledat>. Ani v tomto případě není možné získat z registru informace o kapacitě zařízení. Stejně jako u dotřídňovacích linek i u zařízení pro recyklaci plastů probíhá souběh platnosti udělených souhlasů a vyhledávání zařízení je komplikované. Přesto bylo z databáze extrahováno cca 75 subjektů, které se recyklací plastů zabývají. Z registru zařízení ale není možné zjistit, recyklací jakých plastů se zabývají, zda se jedná o primární, nebo sekundární recyklaci. Proto byly zjištěné subjekty kontaktovány a údaje o jejich činnosti byly doplněny do tabulky. Zároveň je třeba vzít potaz, že řada subjektů, které se recyklací plastů zabývají, nemusí být provozována

jako zařízení nakládající s odpady, a tudíž nejsou v registru uvedena. Jedná se o zařízení, která pro svoji činnost nakupují již upravenou surovinu, která je deklarována jako výrobek, a v tom případě se již nejedná o nakládání s odpady, i když zároveň se jedná o recyklační proces.

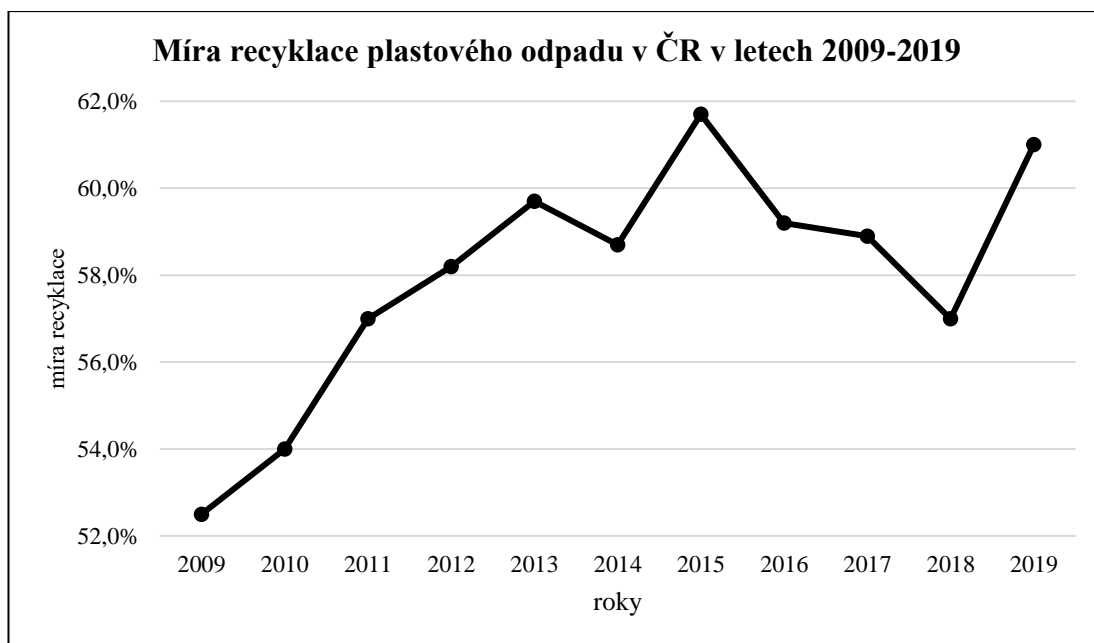
Typickým příkladem je např. výroba polyesterových vláken z PET flakes nebo recyklace papíru v papírnách, jež nakupují sběrový papír, který je definovaný podle technické normy EN 643 – Papír a lepenka – Evropský seznam normalizovaných druhů papíru a lepenky pro recyklaci.

Výsledkem šetření je skutečnost, že neexistuje veřejně dostupný seznam zařízení pro recyklaci odpadů včetně plastových, u kterých by byla uvedena kapacita a druhy odpadů, které zpracovávají.

5.3.2 Míra recyklace plastových odpadů

Ani v ČR nejsou k dispozici přesné údaje o recyklaci plastů. Je pravda, že jsou prezentována data o recyklaci plastových obalů (EKO-KOM, Eurostat). Je třeba poznamenat, že je nutné přesně rozlišovat mezi údaji, které prezentují míru recyklace. Velmi často se tyto informace zaměňují a nepřesně interpretují. Dále je třeba zdůraznit, že míra recyklace odpadů a obalů je údaj, který není v rámci EU momentálně srovnatelný. Důvodem je tzv. „měřicí bod“, který je nově stanoven v § 8 vyhlášky MŽP č. 30/2021 Sb., o provedení některých ustanovení zákona o obalech. Tento bod je nově místem, kde se měří dosažená míra recyklace. Pro každý druh (materiál) odpadu je stanoven v jiném místě. Zatímco do roku 2020 byl tento bod na vstupu odpadů na dotřídňovací linku, od roku 2021 je tento bod v případě plastů stanoven podle přílohy č. 7 k vyhlášce „Plasty rozdělené podle polymerů nebo požadavků odběratelů, které neprocházejí dalším zpracováním před zahájením procesů peletizace, extruze, lisování nebo recyklace v dalších technologiích. Plastové vločky, které neprocházejí dalším zpracováním před použitím v konečném výrobku.“ Tímto krokem by mělo dojít ke sjednocení měření míry recyklace na území celé EU. Do roku 2020 mohly jednotlivé státy EU uplatňovat vlastní pravidla pro měřicí bod. Proto je třeba veškerá prezentovaná data brát s rezervou, protože se dá očekávat, že se v nejbližších letech zásadním způsobem změní.

Podle údajů Eurostatu se v České republice míra recyklace plastového obalového odpadu pohybuje kolem 60 %. Jak ukazuje Graf 11, za posledních deset let byla nejvyšší v roce 2015 (61,7 %) a nejnižší v roce 2009 (52,5 %).



Graf 11: Míra recyklace plastového odpadu v ČR v letech 2009–2019

Zdroj: (vlastní zpracování na základě Eurostatu, 2021)

Výše uvedená čísla se týkají veškerého obalového plastového odpadu. V roce 2020 bylo v ČR v rámci Systému EKO-KOM na trh uvedeno 1 227 289 tun nevratných obalů, z nichž 21 % tvořily obaly z plastů (cca 258 000 t) (EKO-KOM, 2019a, b). Z tohoto množství, jak se ukazuje, bylo v daném roce vytríděno 70 %. Podle údajů společnosti EKO-KOM bylo následně z tohoto vytríděného objemu 63 % (zhruba 114 000 t) materiálově využito, tj. recyklováno, 22 % použito k výrobě certifikovaných paliv, 3 % byla energeticky využita v ZEVO a zbylých cca 12 % bylo uloženo na skládku (EKO-KOM, 2020a). Celková míra využití plastových odpadů však logicky musela být vyšší, neboť v ČR se sbírají obaly a neobaly společně. Prezentována je však vždy jen recyklace obalů.

Na druhé straně byl v rámci Podkladů uveden přehled o způsobech nakládání s plastovými odpady. Jako zdroj posloužila databáze ISOH. Tabulka obsahuje způsoby nakládání s plastovými odpady vyprodukovanými obcemi, firmami a dovezenými za účelem využití.

Tabulka 9: Způsoby nakládání s plastovými odpady v ČR v roce 2018

Způsob nakládání s odpady	Kat. č. 150102	Kat. č. 191204	Kat. č. 200139	Celkem
Energetické využití R1	3 181	75 341	3 071	81 593
Materiálové využití	65 898	315 551	4 978	386 427
XR2+XR3+XR4+XR5+XR6+XR7+XR9+XR10+XR11 +XN1+XN2+XN11+XN12+XN13				
Odstranění skládkováním a jiným uložením XD1+XD4+XD12	13 087	7 638	5 020	25 745
Odstranění spalováním XD10	295	26	34	355
Přeshraniční přeprava XN7+XN17	40 436	37 654	1 799	79 889
Úprava a skladování odpadů	1 033	150	936	2119
XD2+XD8+XD9+XD13+XD14+XD15+XR13				
Úprava před materiálovým využitím XR12	98 925	80 773	92 802	272 500

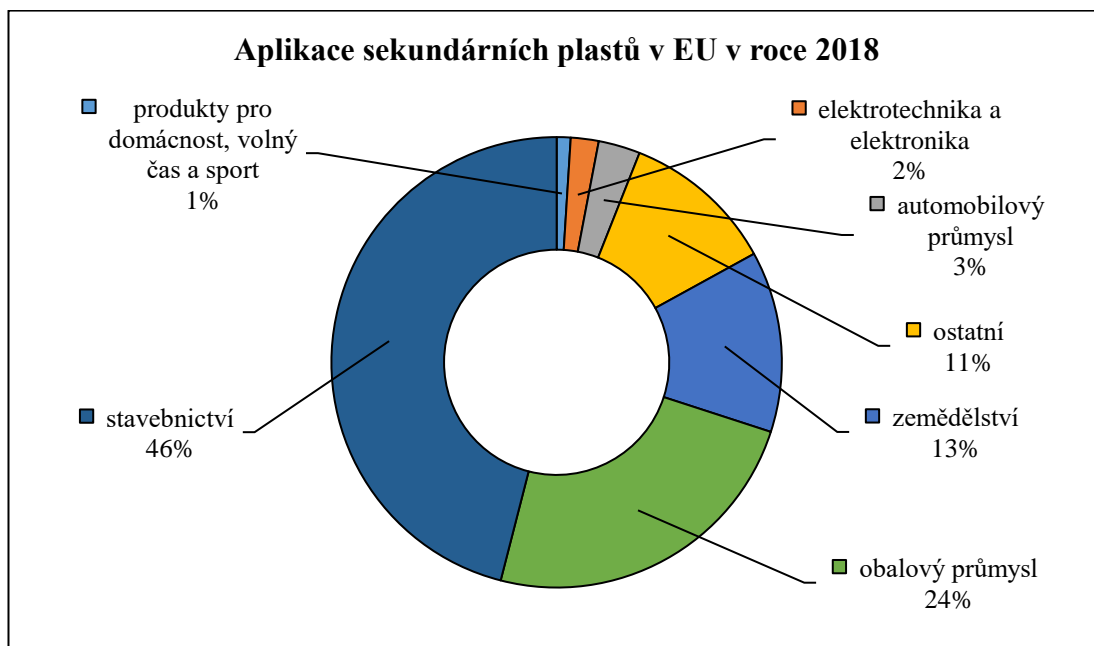
Zdroj: (vlastní zpracování na základě MZP2022f)

Podle tabulky 9 bylo k materiálovému využití předáno více jak 385 000 tun plastových odpadů, což představuje cca 45 % z celkového množství. Autoři na druhou stranu přiznávají, že není možné objektivně změřit veškeré odpady, které do procesu nakládání vstupují (MZPf, 2022).

Pro rok 2018 zveřejnil ČSÚ informace o produkci druhotných surovin, která činila cca 22,2 mil. tun. Plasty se na této produkci podílely 2 %, což představuje zhruba 440 000 tun. Informace o tom, jak byly využity, však nejsou k dispozici. Členění jednotlivých komodit druhotných surovin vychází z mezinárodně srovnatelné klasifikace výrobků a služeb (CZ-PRODCOM), což je metoda, která nevychází z evidence odpadových toků (CZSO, 2022).

Z uvedeného plyne, že stanovení míry recyklace plastových odpadů není v současné době možné. Pracuje se pouze s dílčími ukazateli a zdaleka nejsou podchycené veškeré informace o odpadovém toku plastů.

5.4 Aplikace plastových recyklátů

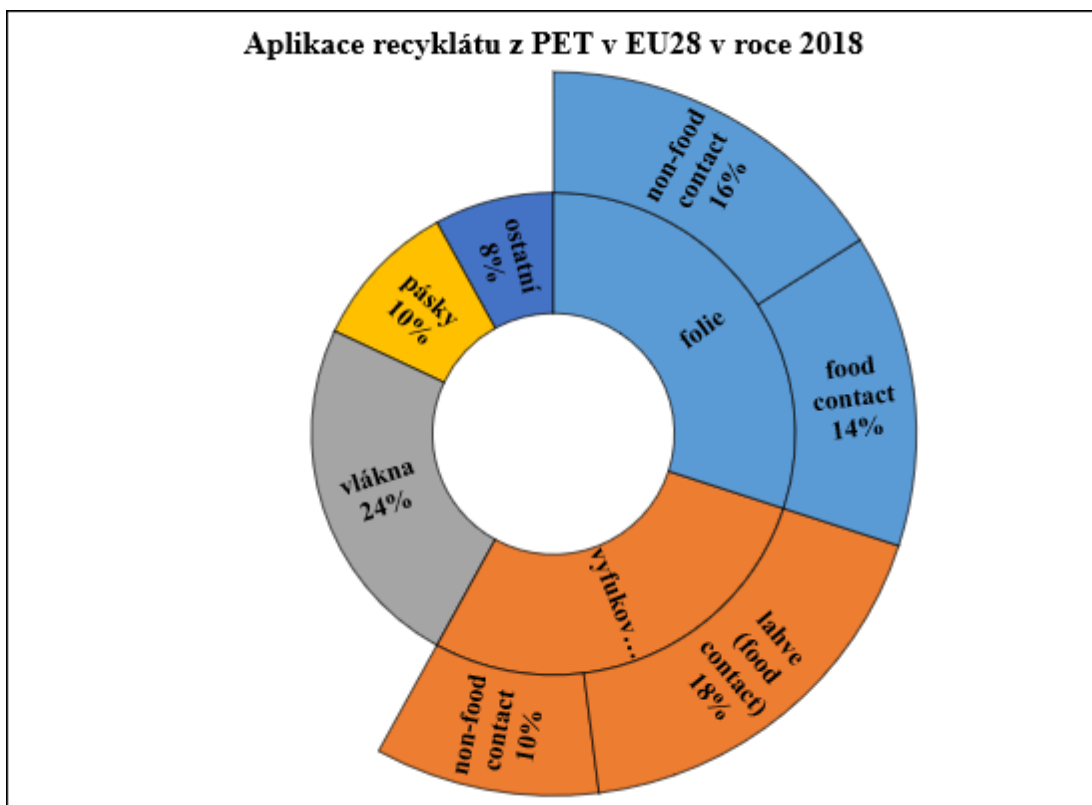


Graf 12: Aplikace sekundárních plastů v EU v roce 2018

Zdroj: (vlastní zpracování na základě PlasticsEurope, 2020)

V roce 2018 bylo v EU prostřednictvím recyklace získáno 5 milionů tun sekundárních plastů. Z tohoto množství byly na území EU 4 miliony tun použity k výrobě nových produktů (PlasticsEurope, 2020). Rozdělení v rámci jednotlivých odvětví ukazuje Graf 12.

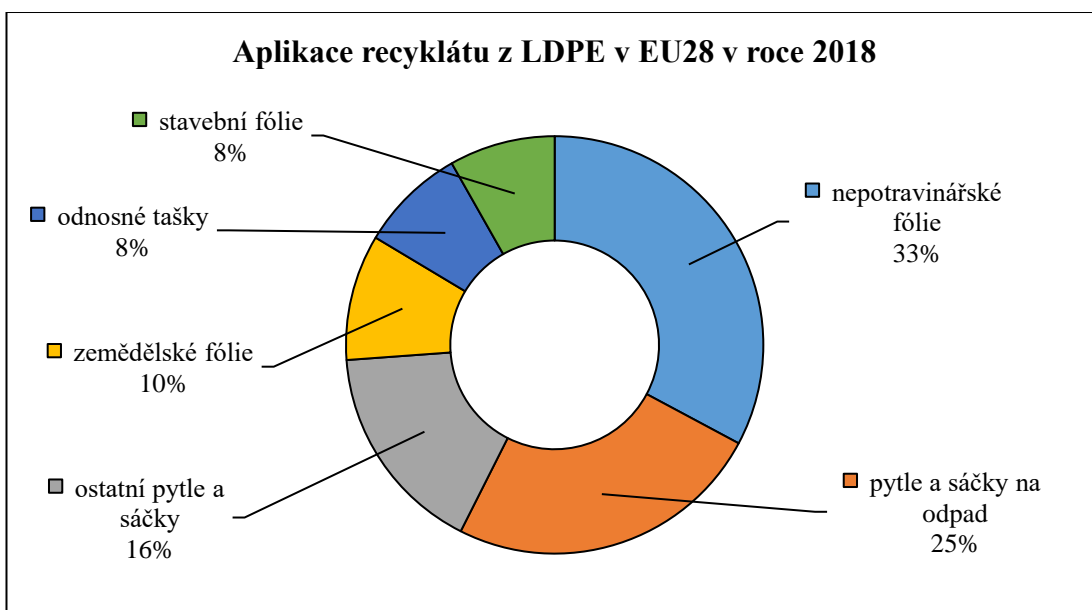
Oblasti aplikace jednotlivých plastových materiálů se však liší. Ze všech čtyř materiálů pouze polyethylentereftalát lze ve formě druhotné suroviny použít v obalech, které jsou v přímém kontaktu s potravinami. Jak ukazuje Graf 13, nejčastěji se rPET používá k výrobě fólií, vyfukovaných produktů, vláken a pásků.



Graf 13: Aplikace recyklátu z PET v EU28 v roce 2018

Zdroj: (vlastní zpracování na základě Eunomia, 2020c)

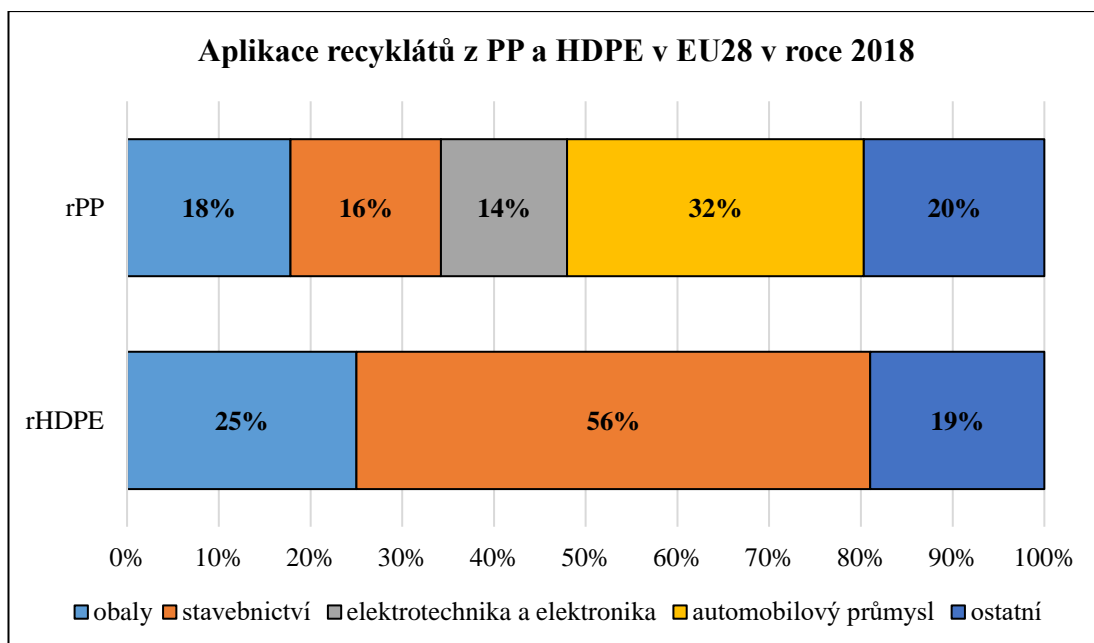
Aplikace sekundárního LDPE je podobná jako u primárního s tím rozdílem, že se nepoužívá k balení potravin. Jak ukazuje Graf 14, nejvíce se rLDPE uplatňuje ve výrobě nepotravinářských fólií, pytlů a sáčků na odpad a při jiném použití.



Graf 14: Aplikace recyklátu z LDPE v EU28 v roce 2018

Zdroj: (vlastní zpracování na základě Eunomia, 2020a)

Použití recyklátů z pevných HDPE a PP je podobné. Rozdílem je, jak ukazuje Graf 15, pouze to, že rPP se používá v elektrotechnice, elektronice a automobilovém průmyslu, ale rHDPE nikoli.



Graf 15: Aplikace recyklátů z PP a HDPE v EU28 v roce 2018

Zdroj: (vlastní zpracování na základě Eunomia, 2020b)

Údaje o recyklaci jednotlivých polymerů v ČR nejsou k dispozici, pouze míra využití plastových obalů jako celku.

6. SOUČASNÉ MOŽNOSTI RECYKLAČNÍCH LINEK

Funkcí recyklačních zařízení je úprava vstupního materiálu do podoby vhodné k dalšímu použití ve výrobě. Velká část průmyslového odpadu se zpracovává přímo u výrobce, jedná se většinou o vadnou výrobu, zmetky, odřezky a další materiály, které stačí podrtit, či jinak vhodně velikostně upravit na drtičích a mohou se ihned vrátit do procesu výroby. To však zdaleka neplatí o plastových obalových odpadech. Tyto odpady jsou znečištěné, jsou vyrobeny z celé škály druhů plastů a obsahují i jiné materiály, které se přimíchaly do celkového objemu při procesu sběru. Proto je nutné je nejprve roztřídit dle jednotlivých použitelných druhů, zbavit nevhodných příměsí a poté nadrtit na vhodnou velikost a vyčistit na mycí lince dle požadavků koncových zpracovatelů. Ve většině aplikací postačuje používat výstup z mycích linek, pokud splňují požadavky stanovené odběratelem. Pro drť různé velikosti jsou často používány výrazy jako je vločka, flek, flakes. Pro některé (obzvláště náročnější) průmyslové aplikace je potřeba tuto drť ještě přepracovat na regranulát, a to za pomoci extrudérů, kde se plast roztaví, zhomogenizuje, přefiltruje přes síta a z taveniny se odsají nežádoucí látky. Tento materiál dosahuje podstatně vyšší kvality, je ale také podstatně dražší. Pro některé aplikace je však následné zpracování drtě na regranulát nutné, a to zejména pro materiály, které budou použity pro styk s potravinami. Příkladem je regranulát PET, který se v současné době již standardně používá v obalovém průmyslu.

6.1 Dotříd'ovací linka

V České republice je nezbytným stupněm mezi sběrným místem a zpracovatelem odpadových plastů dotříd'ovací linka. Je to zařízení, ve kterém dochází k roztřídění tříděného odpadu na jednotlivé materiály. V těchto zařízeních se netřídí pouze plasty, ale i jiné materiály, jako je papír a sklo, vždy samozřejmě odděleně. Na sklo se používají samostatné, technologicky odlišně vybavené dotříd'ovací linky.



Obrázek 4: Kóje na druhy odpadů

Zdroj: (vlastní)



Obrázek 5: Odpad ze žlutých kontejnerů

Zdroj: (vlastní)

Na vstupu jsou směsi materiálů a na výstupu již slisované balíky jednotlivých druhů. Směs se vysype na dopravníkový pás s většinou manuálním tříděním. Zde každý pracovník z pásu odebírá určitý druh materiálu a ten je vhozen do kóje. Na počtu kójí závisí, kolik jednotlivých druhů plastů je schopna jednotlivá třídící linka vytřídit. Proto jsou na trhu i slisované balíky s PET mixem všech barev. Takový způsob není ideální ani z recyklačního hlediska, protože směs jednotlivých barev jako modrá a zelená snižuje možnosti uplatnění výsledné suroviny, ani z hlediska finančního, kde směs barev je na trhu méně ohodnocena než balík jednotné barvy. To vyplývá z Příloh 4 a 5. Ekonomicky nejzajímavější druhy, které se třídí, jsou PET čirý, modrý, zelený a mix ostatních barev.



Obrázek 6: PET čirý

Zdroj: (vlastní)



Obrázek 7: PET zelený

Zdroj: (vlastní)



Obrázek 8: PET mix

Zdroj: (vlastní)



Obrázek 9: Tvrdé plasty a duté obaly Obrázek 10: Duté obaly lisované

Zdroj: (vlastní)

Zdroj: (vlastní)

Dále pak existují fólie LDPE čiré a barevné HDPE + PP obaly, tento materiál se nazývá duté obaly. Jedná se většinou o lahve od domácí chemie, kanystry, soudky. Posledním typem materiálu jsou pak tzv. tvrdé plasty, což je nábytek, zahradní doplňky, trubky.

Zbytek z dotřídění je pak tzv. výmět, což jsou plasty a nečistoty, pro které není při recyklaci využití. Ty se předávají na energetické využití, zejména výrobu alternativních paliv, nebo se odstraňují na skládkách, záleží na ekonomické výhodnosti. Na trhu je velké množství plastových obalů, které není zcela jednoduché zařadit do jedné z výše uvedených skupin. Jedná se zejména o PET lahve s domácí chemií, které některé třídící linky dávají do skupiny PET lahve, jiné do dutých obalů, ale některé do výmětu. To samé platí pro PET blistry a fólie. I když se jedná o materiál PET, do skupiny PET lahví se tyto obaly nemohou dávat z důvodu nejistoty, že fólie není vyrobena z PET, ale z jiného plastu, což okem není rozpoznatelné. Týká se to také veškerých kompozitních, vícedruhových obalů. Manuální třídění nemůže dosahovat rychlosti plně automatické třídící linky, kde třídění provádějí separátory (třídí se podle barev i druhů polymerů a lidský faktor je přítomen pouze na konci linky jako finální kontrola). Výhodou manuálního třídění je pak vyšší kvalita výsledné suroviny, např. lisované PET lahve

Kvalita se v ČR pohybuje na úrovni označované 95/5, což značí, že v balíku je max. 5 % nečistot (příměsí at' už jiných plastů nebo i jiných materiálů jako dřevo a kov). Do toho nejsou započteny vázací dráty, které slouží k zajištění balíku a mohou mít až 1% celkové hmotnosti. Na rozdíl od systému v ČR je v Německu a v dalších

zemích zavedený zálohový systém PET lahví a případně i dalších obalů. Ten má z recyklačního hlediska velkou výhodu, protože obsahuje jasně dané druhy lahví, a to pouze od nápojů. V odpadu se tudíž nevyskytují PET tácky, blistry a jiné druhy plastů. Nevýhodou tohoto systému je pak příměs plechovek od nápojů sbíraných současně s plastovými lahvemi. Plechovky se totiž vhazují do stejných vratných automatů jako PET lahve. Pro následný transport se dále balíky obalí LDPE fólií, která sice velice dobře chrání balík před poškozením, ale v recyklační lince se musí odstranit. LDPE fólie i nápojové plechovky se v procesu separují poměrně dobře, účinně a bez velkých finančních nároků na technologie, není problém ani u jednoduchých mycích linek.

6.2 Recyklační linka pro přípravu plastů k opětovnému použití

Z dotřídřovacích linek se jednotlivé druhy plastů odvezou ke zpracovatelům. Na recyklační lince se dále zpracují na drť dané kvality. Pro každý druh plastu je potřeba mírně odlišné recyklační technologie. Vždy se ale jedná o seskupení jednotlivých částí, jako jsou mlýn, flotační vana a sušička. To je vidět i v Příloze 5. Linky na zpracování PET materiálu jsou vždy podstatně složitější, protože rPET se používá i pro potravinářské účely, a nároky na kvalitu recyklátu z PET jsou tudíž podstatně vyšší než u ostatních plastů. Rozdíl v pořizovací ceně a energetické náročnosti recyklačních linek je ukázán v tabulce 10. Každá linka je originál, tudíž má i odlišnou cenu a spotřebu elektrické energie, ale z tabulky je patrná mnohonásobně vyšší náročnost linek na zpracování PET. Protože PET patří v rámci EU k nejčastěji recyklovaným plastovým materiálům, je v následujícím textu popsána modelová technologie recyklační linky, do které vstupují použité PET lahve a produktem jsou PET flakes umožňující další zpracování, včetně výrobků přicházejících do kontaktu s potravinami. Zároveň se podobných principů používá i při zpracování ostatních obalových odpadů. Jen jak mycí, tak granulární část jsou podstatně jednodušší a levnější jak na pořízení, tak na provoz.

Tabulka 10: Energetická náročnost a pořizovací cena recyklačních linek

kapacita 1,5t/hod	instalovaný výkon (kW)	pořizovací cena (EUR)
mycí linka PO	400	480 000
mycí linka PET	1 800	4 300 000
regranulace PO	600	730 000
regranulace PET	1 600	4 800 000

Zdroj: (vlastní zpracování na základě STF, MAS)

Recyklační linka je souborem technologických zařízení sloužících k separaci kontaminujících látek a materiálů. Má vždy dvě části, separační a mycí. (viz příloha 1). Nejsložitější a nejkomplexnější jsou recyklační linky na PET. Jako vstupní surovina pro recyklační linku slouží předtříděné balíky slisovaných PET lahví, rozdělené většinou dle barev na čiré, modré, zelené, hnědé a mix ostatních barev. Pro recyklaci je vždy lepší mít lahve rozdělené podle barev. Nejdůležitější je lahev čirá, protože se z ní dá vyrábět nejširší škála následných výrobků. Z barevných mixů se už vyrobí pouze výrobky tmavé, většinou černé. Proto je dobré mix třídít i na další barvy.



Obrázek 11: Německé lisované PET lahve

Zdroj: (vlastní)



Obrázek 12: České lisované PET lahve

Zdroj: (vlastní)

PET vložky používají další zpracovatelé jako vstupní surovinu pro výrobu vláken, pásek, izolačních pěn a zejména rPET. Regranulát je následně používán pro další výrobu mnohých technických produktů, zejména pro výrobu nových PET lahví. Vložky bez další úpravy nelze použít pro výrobu rPET vhodného pro styk s potravinami. Proto je potřeba vložky PET upravit. K tomu nejčastěji slouží extruze, roztavení vložky, odsátí nežádoucích příměsí vakuovým systémem v tavenině, následující filtrace na sítích, granulace a úprava nejčastěji v tzv. jednotce SSP, solid state polycondensation unit neboli polykondenzační jednotce (Starlinger, 2021).

Ta mimo dekontaminace materiálu umožňuje i zvyšování IV, intrinsic viscosity, vnitřního viskózního čísla, které má zásadní vliv na možnosti použití regranulátů. Je to jeden z nejdůležitějších parametrů při posuzování kvality rPET. Pro výrobu lahví je většinou potřeba mít v regranulátu IV 0,8 až 0,82 dl/g. Toto číslo se ve vhodné technologii dá zvýšit až na úroveň virginu, materiálu vyrobeného z ropy (Brandau, 2017). Průkopníkem extruze jsou rakouské firmy EREMA (Engineering Recycling Maschinen und Anlagen GmbH) a zejména Starlinger & Co GmbH. Tyto firmy vyvinuly technologie, které umožňují granulaci většiny termoplastů pro následné technické účely, ale zejména pak systém pro regranulaci PET umožňující opětovné použití v potravinářském průmyslu (Starlinger, 2021).

6.2.1 Separační část

Každá recyklační a mycí linka (nejenom na PET) se musí skládat ze separační a mycí části. Žádné předtříděné balíky PET nejsou v takové kvalitě, aby se mohly rovnou rozemlít na vločky a dávkovat do mycí části linky. Kvalita předtříděných lisovaných PET lahví se liší nejen v jednotlivých zemích, ale i podle jednotlivých dotříd'ovacích linek v dané zemi. Separační část mycích linek může být manuální, kde podobně jako v dotříd'ovacích linkách pracovníci z pohyblivého pásu odebírají nežádoucí materiál. Toto je zatím nejčastější druh dotřídění. Jsou ale už mycí linky, kde jsou pracovníci nahrazeni automatickými separátory.



Obrázek 13: Ruční třídění

Zdroj: (vlastní)



Obrázek 14: Automatické separátory

Zdroj: (vlastní)

Mnohem větší technologickou výzvou je separace hliníkových plechovek. Hliník není standardní feromagnetický materiál. Jde o prvek s částečnými magnetickými vlastnostmi, takže bývá označován jako paramagnetický. Je tedy magnetický

jen zčásti a jen mírně reaguje na magnetické pole permanentního magnetu. Při otáčení magnetického válce vznikají vířivé proudy, v jejichž důsledku jsou nemagnetické kovy z pásu dopravníku od magnetického válce odhazovány (Magsy, 2021).

Pro separaci se musí používat speciální systém na základě rotujícího indukčního válce. Z tohoto důvodu jsou příměsi hliníku považovány za největší zápor zálohového systému sběru lahví zavedeného v Německu. Je otázkou, jestli i ostatní země uvažující o zavedení zálohového systému budou prosazovat zálohy i na hliníkové obaly od nápojů (Imro, 2021).

Nejznámější evropští výrobci jsou STF Maschinen – und Anlagenbau GmbH, Amut Group, B + B Recycling GmbH. Při zadávání požadavků na linku je nejdůležitějším faktorem výstupní kapacita linky. Minimální je 1,5 t/hod fleků. V současné době nejsou výjimkou ani linky s kapacitou 4 t/hod, v Asii i 8 t/hod. Je také potřeba počítat s vyšší kapacitou separační části, a to zhruba o 30 %. To je rozdíl mezi vstupem (lisované lahve) a výstupem (fleky).

6.2.2 Rozrušovač (balebreaker)

Je to vstupní zařízení, které slouží k mechanickému rozrušení balíků.

6.2.3 Separátor kovů (metal separator)

Separátor magnetických kovů se většinou skládá ze svazku neodymových magnetů, které mají za úkol z toku materiálu odstranit feromagnetické příměsi.

6.2.4 Balistický separátor (ballistic separator)

Zde se mechanicky (odstředivým pohybem) odstraňují nečistoty s nižší hmotností (fólie, dřevo, víčka lahví, kusy etiket).

6.2.5 Polymer separátor (polymer separator)

Zde prochází materiál elektronickým zařízením, které zkoumá odraz světla z povrchu materiálů a na základě tohoto měření odseparuje mechanicky proudem vzduchu jiné polymery. Nejčastěji se používá záření na základě NIR (Near InfraRed) spektroskopie. Technologie podle dodavatele zaručuje díky přesné detekci vysokou

čistotu po vytrídění 90 až 93 %, v některých případech v závislosti na vstupním materiálu až 98 %. Zaručuje kapacitu třídění až 10 tun za hodinu. Vedle senzoru NIR je využit v třídícím zařízení také senzor VIS pro detekci transparentních a neprůhledných předmětů, vhodný pro třídění PET a PE lahví. Jedná se o vylepšenou technologii běžné RGB (Red-Green-Blue) kamery, která je schopna zachytit silnější signál od všech barev, a zvýšit tak kvalitu třídění (Odpady-online, 2007).

6.2.6 Separátor barevných lahví

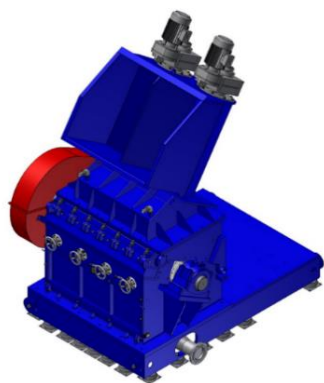
Separátor na základě předvolby elektronického vyhodnocení viditelného spektra barev projíždějícího materiálu odstraňuje mechanicky proudem vzduchu lahve, jejichž barva je ve výsledném produktu nežádoucí. Jiné než základní barvy jsou většinou ve finálním produktu nežádoucí, neboť procento obsahu jiných barev ve výstupním materiálu je jednou z kontrolovaných veličin (viz příloha 2).

6.2.7 Ruční třídící pás

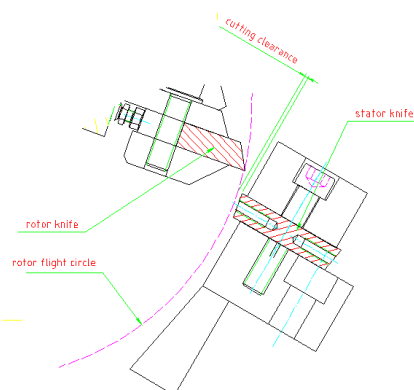
Na třídícím pásu pracovníci odebírají kontaminanty, které prošly přes kaskádu separátorů. Je třeba si uvědomit, že i sebelepší a nejmodernější detektor/separátor nepracuje se 100% účinností, proto je potřeba před vstupem do drtících mlýnů materiál na pásu kontrolovat lidskou obsluhou.

6.2.8 Mlýn (grinder)

Mokrý drtící mlýn se skládá z rotoru, který je osazen rotorovými noži, statorových nožů a síta. Síto má otvory většinou o průměru 10 mm. Mokrý drcení znamená, že samotný proces probíhá s neustálým proplachem vody. Mokrý drcení má výhodu v tom, že lahve jsou již při drcení zbavovány hrubých nečistot.



Obrázek 15: Mlýn – celkový pohled
(technical documentation STF)



Obrázek 16: Detail řezací části
(technical documentation STF)

Detail způsobu řezání je vidět na Obrázku 16. PET láhve jsou zde tedy nadrceny/rozřezány na částice o velikosti cca 10 x 10 mm. Velikost částic je možné měnit díky velikosti otvorů v sítích. Nejčastěji žádaná velikost fleků je 10 x 10 mm, ale pro určité aplikace jsou vhodnější menší velikosti fleků, např. 6 x 6 mm, a naopak jsou i zákazníci vyžadující velikost 14 x 14 mm. Je nutné podotknout, že jsou drceny kompletní lahve, tzn. lahve s etiketami a víčky. Jejich separace proběhne v další části procesu. Mlýn je určitě jednou z nejdůležitějších částí každé mycí linky (STF-GROUP, 2015).

6.2.9 Separátor prachových částí (zig-zag)

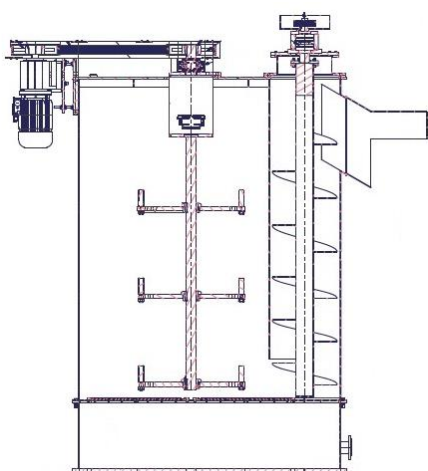
Vertikální separace je stacionární zařízení, obecně se používá název zig-zag. Využívá se zde fyzikálních zákonů, kdy je do zařízení vháněn vzduch a lehčí částice jsou nesené proudem vzduchu a zachytávány do filtru, zatímco těžší částice, v tomto případě PET vločky, tento proud vzduchu díky vyšší hmotnosti překonají a pokračují v toku materiálu dále (STF-GROUP, 2008).

6.2.10 Okruh horkého mytí (hot washing)

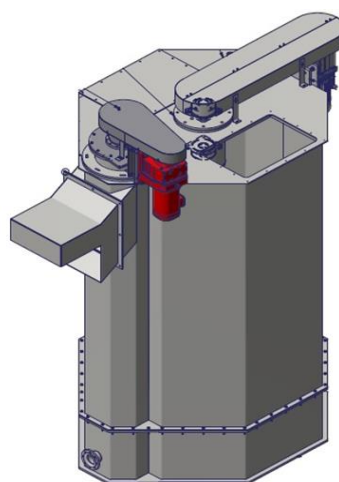
Materiál je dále dopraven do tzv. horkého mytí. Pro teplou vodu bývá zdrojem elektrická energie (topné články), popřípadě pára. Zde se při teplotě cca 70 až 75 °C s účastí chemických aditiv zbavují PET vločky zbytků lepidel z etiket, ale i zbytků cukrů, tuků a jiných nečistot, které ulpěly na lahvách.

Tento krok je velice důležitý, neboť při špatném omytí dochází při dalším zpracování (extruzi) k výraznému negativnímu ovlivnění vlastností výsledného produktu. Nejčastější aditiva jsou louh sodný a určitý typ detergentu. Ještě před několika lety se velice často při mycím procesu používala voda horká 90 až 95 °C. V dnešní době se i při zachování kvality mytí používá voda ohřátá na 70 až 75 °C.

Důležité je i správné dávkování chemikálií. Studie ukázaly, že ideální dávkování u 50% hydroxidu sodného je 0,5 až 3 %, u detergentů pak 0,25 až 0,75 %. V praxi se pak k dávkování hydroxidu sodného používá sonda na měření konduktivity, která je napojena na čerpadlo dávkování hydroxidu (Hossain, Salatul, 2018).



Obrázek 17: Řez pračkou (technical documentation STF)



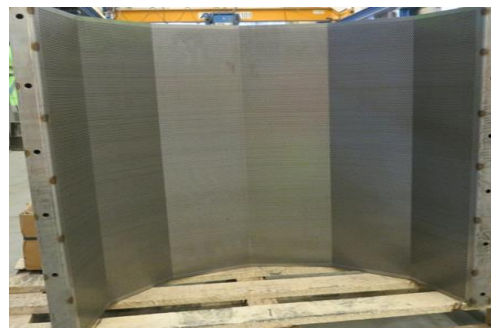
Obrázek 18: Pračka – celkový pohled (technical documentation STF)

6.2.11 Odstředivá sušička (centrifuge)

V odstředivé sušičce se materiál zbavuje přebytečné vody.



Obrázek 19: Lopatky sušičky (technical documentation STF)



Obrázek 20: Síta sušičky (technical documentation STF)

Odstředivá sušička pracuje na odstředivém principu, kde mokré fleky jsou rotujícími pádly tlačeny na síta s otvory 2–4 mm, kde se zachytí, ale veškerá voda projde těmito otvory (STF-GROUP, 2020).

6.2.12 Separační tanky (flotation tanks)

Separační tanky slouží k odseparování materiálů s rozdílnou měrnou hustotou. Rozdílná hustota materiálů je ukázána v Tabulce 9. V tancích se separují materiály s nižší hustotou od materiálu s vyšší hustotou, než má voda. Víčka a etikety z polyolefinů (PO) mají nižší hustotu než voda, a proto zůstávají plavat na hladině, kde jsou odebírány a odseparovány z toku materiálu. U materiálu z PET je to naopak, protože má vyšší hustotu než voda, klesá ke dnu, odkud je pomocí čerpadel odsáván do odstředivé sušičky.

Tabulka 11: Rozsah hustot jednotlivých typů plastů

Typ plastu	PVC	PET	PC	PS	ABS	PE	PP
Hustota (g/cm ³)	1,38–1,51	1,38–1,41	1,2–1,22	1,04–1,08	1,04–1,06	0,89–0,98	0,85–0,91

Zdroj: (vlastní zpracování)

Spolu s PET na dno klesnou i další materiály, které se mohou vyskytnout ve vstupních balících lisovaného plastu, a to jsou PC, PS, ABS a další nečistoty jako kovy a pryž (Guoa, Lin, 2016).

6.2.13 Okruh studeného mytí, oplach

Oplach studenou vodou, tj. studené mytí, je poslední krok v mycím procesu. Vložky jsou zbavovány zbytků chemických látek použitých při horkém mytí a ostatních nečistot z povrchu. Po tomto kroku již následuje sušení na požadovanou míru vlhkosti, většinou 1 % (STF-GROUP, 2015).

6.2.14 Separátor barev (color flake sorter) a polymerů

Separátor barev je zařízení, které opět na základě barevného spektra vyhodnocuje barvu PET vloček a pomocí tlakového vzduchu odsává z toku materiálu vločky nežádoucí barvy (STF-GROUP, 2015).



Obrázek 21: Stanice plnění žoků

Zdroj: (vlastní)



Obrázek 22: Žoky s výrobou

Zdroj: (vlastní)

6.2.15 Plnicí stanice (bigbag station)

Na konci procesu se umyté a usušené fleky nasypou do žoků, tzv. bigbagů.

Velikost žoků se volí zpravidla tak, aby co nejlépe vyhovovala následnému transportu a využila maximální rozměrovou i hmotnostní kapacitu používaných automobilových návěsů, což znamená základnu 1 x 1 m a výšku přibližně 2,3 m (STF-GROUP, 2020).

6.2.16 Vodní okruhy

Vodní okruhy jsou nezbytné a složité části všech soudobých recyklačních linek. Dříve se bylo možné setkat s menšími linkami, kde se voda jednorázově napustila a po určitém čase se kompletně vypustila. Linka se vyčistila a pak se napustila voda nová. To ale v současné době již není možné. Nejčastější rozdělení je pak na okruh horkého a studeného mytí, okruh flotace a okruh mlýnů. Propojení okruhů bývá většinou kaskádovité, to znamená, že čistá voda kontinuálně přitéká ve zvoleném množství do posledního okruhu, tj. studeného mytí (STF-GROUP, 2008).



Obrázek 23: Vodní okruh

Zdroj: (vlastní)



Obrázek 24: Chemické hospodářství

Zdroj: (vlastní)

6.2.17 Chemie

Jedná se o chemikálie pro zamezení pění ve vodních okruzích a chemikálie pro odstranění nečistot – detergenty. Díky použití zásaditých detergentů, nejvíce pak hydroxidu sodného, jsou vypouštěné vody značně zásaditého charakteru, a to až pH 12. Tato hodnota je již nad limity většiny odběratelů vod. Nejjednodušší způsob je použití automatického dávkování kyseliny, většinou kyseliny sírové (35 až 39 %).

6.2.18 Čistírna odpadních vod

Čištění odpadních vod je nepostradatelný krok při provozování jakékoliv mycí linky na plasty. Ideální je umístění linky do průmyslových areálů, které mají vlastní ČOV. Jinak si provozovatel mycí linky musí vybudovat ČOV sám.

Tabulka 12: Kvalita odpadních vod

		limit	měření 1	měření 2	měření 3	měření 4
rozpuštěné látky 105°C	mg/l	2 000	12 450	13 520	12 879	6 682
nerozpuštěné látky 105°C	mg/l	500	6 354	5 070	3 256	896
rozpuštěné anorganické soli 550°C	mg/l	1 600	4 595	5 844	6 095	2 167
CHSK Cr	mg/l	350	9 260	14 678	11 404	6 906
BSK 5	mg/l	200	2 480	1 726	2 158	2 793
C10-C40 uhlovodíky	µg/l	14	158	663	137	52
pH	mg/l	6 to 9	11,8	10,9	11,9	12,3
dusík celkový	mg/l	80	105	257	138	85
fosfor celkový	mg/l	12	25	106	39	20

Zdroj: (vlastní zpracování na základě STF Plastic Technologies s.r.o.)

Jak vyplývá z tabulky 12, kvalita odpadních vod z recyklačních linek na plasty mnohonásobně překračuje všechny limity a kvalita kolísá. I zde záleží na konkrétní konstrukci mycí linky, množství a kvalitě zpracovávaného materiálu a na průtoku vody. Zejména CHSK Cr a BSK 5 jsou nejproblematictější ukazatele. Většina ČOV je řešena jako klasická koagulační linka, spočívající v koagulaci a flokulaci nerozpuštěných látek. Koagulací dojde i ke snížení CHSK a BSK, ovšem míra odstranění je závislá na konkrétním typu původu CHSK (např. cukry se koagulací sníží jen málo). Voda po koagulaci se zahustí a většinou i slisuje na kalolise, sliv odchází do kanalizace, popřípadě se částečně může vrátit do technologie.

7. KVALITA RECYKLÁTŮ

Protože se PET fleky používají pro výrobu vysoce kvalitních produktů, musí být i kvalita těchto fleků na vysoké úrovni. Celková kvalita má dva základní ukazatele. Čistotu fleků, což znamená nečistoty na povrchu fleku. To mohou být nečistoty z prostředí, kde se lahev před recyklací nacházela, zbytky produktů uchovávaných v lahvi a zejména pak zbytky lepidel od etiket, nebo dokonce ještě zbytky nalepené etikety. Druhý ukazatel kvality jsou pak všechny příměsi, které zůstaly v materiálu. Jsou to zejména jiné plasty, zbytky víček, etiket. Nejčastěji se jedná o příměsi PE, PP, PVC. Zejména posledně jmenovaný plast je velice problematický. Jak je vidět na datovém listě určeném pro PET fleky barvy čiré (Příloha 2), povolené limity na nečistoty se většinou pohybují v rozmezí desítek, maximálně stovek ppm. O jak malé množství se jedná, ukazuje Obrázek 24, kde je vidět množství 100 ppm u jednotlivých druhů nejčastějších nečistot (TRANSFORM, 2021).



Obrázek 25: Nečistoty v PET fleku

Zdroj: (vlastní zpracování)

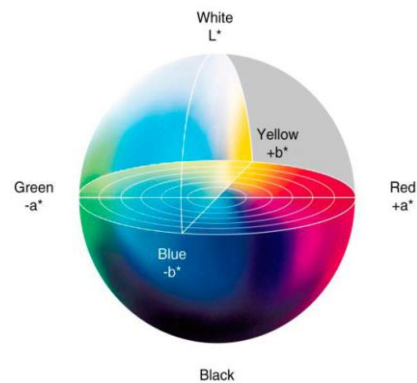
Základem kontroly kvality drtí je laboratorní určení parametrů materiálu. Každá firma může používat odlišnou metodiku, ale základem je zahřátí zkoumaného materiálu na teplotu 200 až 250 °C, kdy některé plasty změni strukturu a lze je později lépe identifikovat. To je obzvláště důležité v případech, kdy se vlastnosti materiálu změni až po tepelné expozici. To platí např. pro PET fleky s obsahem aditiv, které změni barvu vločky až po zahřátí. K zahřátí by samozřejmě došlo i při následném zpracování, ale to by značně změnilo barvu finálního produktu. Po zahřátí se i lépe určují např. materiály z PVC, které při této teplotě již zčernají. Poměrem hmotnosti materiálu před a po expozici v pícce se určí vlhkost. Poté se

již manuálně pomocí pinzety a často lupy z kontrolovaného vzorku vyjmou nečistoty a rozdělí podle druhu. Všechny se pak zvaží a určí se jejich hmotnost. Údaje se většinou zanesou do knihy k tomu určené (STF Plastic Recycling CZ, 2021).

Další metoda pro určování kvality materiálů je měření barevnosti. K tomu se používají spektrofotometry (Metodické pokyny pro měření kvality vložek 2020, STF).



Obrázek 26: 3D diagram barevnosti
(Larginkjet, wordpress.com)



Obrázek 27: Spektrofotometr Minolta
(www.anamet.cz)

Každá barva se dá vyjádřit třemi čísly, která udávají přesný bod v trojrozměrném grafu. Při měření spektrofotometrickou metodou to jsou tři osy – „L“, „a“, „b“. Osa „L“ udává světlost materiálu (čím vyšší číslo, tím světlejší materiál, a tím blíže k hodnotě 100). Černá je 0. Na ose „a“ je pak posun v rozmezí barev od zelené k červené, na ose „b“ pak posun barev od modré ke žluté. Proto měření regranulátů a vložek touto metodou poskytne zcela přesná data vypovídající o barevnosti materiálů. Při kontrole čirých materiálů je potřeba mít hodnotu na ose „L“ co nejblíže hodnotě 100 (reálně dosahované hodnoty se pohybují okolo hodnoty 80), na ose „b“ je třeba být v záporných hodnotách, nejčastěji okolo hodnoty -2. Měření barevnosti nevypovídá o mechanických kvalitách materiálu, ale i barva regranulátu, potažmo pak koncového výrobku, je důležitým parametrem (Larginkjet, 2005).



Obrázek 28: Měření kvality fleků
Zdroj: (vlastní)



Obrázek 29: PET flakes kvalita
Zdroj: (vlastní)

8. ANALÝZA SOUČASNÉ RECYKLACE

8.1 Energetická náročnost

Recyklace plastů je všeobecně energeticky náročná. Opět vysoce vyčnívá energetická náročnost zpracování PET. To se odvíjí i od náročné recyklační technologie popsané výše. Energetická náročnost pro mycí linku na polyolefiny se pohybuje v instalovaném příkonu maximálně ve stovkách kW. Naproti tomu mycí linka na PET s kapacitou 2,5 t/hodinu výroby fleků má instalovaný příkon okolo 2 MW. Kvůli potřebě vody teplé 70 až 75 °C je spotřebované teplo u takovéto linky okolo 550 GJ/měsíc. Tabulka 10 ukazuje měsíční náklady na energie při měsíční výrobě 1800 t PET fleků (STF Plastic Recycling CZ, 2021).

Tabulka 13: Spotřeba energií na mycí lince

Energie	Spotřeba energie za měsíc	Spotřeba energie na 1 t vyrobeného fleku	Měsíční fakturovaná částka v Kč	Částka v Kč/1t vyrobeného fleku
Elektrina (MWh)	550	0,305	1 265 000	703
Voda (m ³)	720	0,4	59 000	33
Teplo (GJ)	540	0,3	266 300	148

Zdroj: (vlastní zpracování na základě STF Plastic Recycling CZ, Purum)

Na začátku roku 2022 došlo nejenom v České republice k enormnímu zdražení energií, kdy cena za teplo se zvýšila o 10 až 20 %, elektrická energie pak i o stovky procent. To samozřejmě značně ovlivnilo cenu za recyklaci, energie již dříve činila okolo 35 % z celkových nákladů.

8.2 Nevhodné příměsi

Jak bylo napsáno výše, plastové obaly se vyznačují velkou rozmanitostí co do druhů používaných materiálů. Teoreticky každý obalový plast lze recyklovat. Problém je, jak je vytřídit na jednotlivé frakce. Při manuálním dotřídění je vše závislé na pracovníkovi, který vše musí třídít pouze za pomoci zraku, svých zkušeností a manuální zručnosti. Tím je omezena rychlost a množství materiálu na třídícím pásu a též kapacita dotřídřovacích linek. Jsou materiály jako PET, PP lahve, LDPE folie, které není problém v toku materiálu pro zkušeného pracovníka rozpoznat a vytřídit. Ale např. u stále častěji používaných plastových vaniček a kelímků je to téměř

nemožné. Vypadají stejně a mohou být vyrobeny z celé škály plastů od PET, PS, PVC, PP, tj. materiálů se zcela odlišným zpracováním. Firma Geiner Packaging se v roce 2021 zaměřila na ruční vybrání plastových kelímků se svozu a vybrala až 4% PP kelímků. Na rozdíl od PET lahví se PP či PE kelímky z procesu mechanické recyklace do nových obalů potravin většinou nedostanou (Udržitelné plasty, 2021). Tyto materiály v současné době většinou končí ve výmětech, protože není technicky možné je vytřídit. Ale kvůli velké rozmanitosti nápojových lahví PET zůstávají problémy i na mycích linkách. Před lety byla, zjednodušeně řečeno, hmotnost PET lahve 1,5 l kolem 40–45 g, víčko bylo vyrobeno z HDPE a etiketa z PP. Barvy byly omezeny na základní barvy, čirou, modrou a zelenou. V průběhu let, jak získávaly tyto obaly na oblibě, se díky aktivitě marketingových oddělení začaly přidávat nejen další barvy, ale i další druhy etiket (často z PVC), nové uzávěry se silikonovým těsněním. Prakticky žádný plastový výrobek není vyroben z panenského plastu, ale obsahuje různé druhy příměsí, kde nejčastější jsou aditiva a plniva. Aditiva slouží ke změně vlastnosti daného plastu podle přání zpracovatele. Nejčastěji používaná aditiva jsou barviva, změkčovadla pro lepší zpracování a tlumiče hoření. Obsah aditiv je sice obvykle pouze v setinách procenta, ale jejich účinky mají vliv na vlastnosti plastů a často způsobují problémy při recyklaci (Zajímej se, 2020). Stále častěji se používají vícevrstvé obaly, které sice vynikají lepšími vlastnostmi, ale směs několika druhů odlišných plastů znemožňuje smysluplnou recyklaci. To samé platí o ostatních obalech vyrobených z PET, jako jsou tácky, kelímky, krabičky. Na současných linkách nelze rozeznat, z jakého materiálu jsou tyto obaly vyrobeny. Všechny tyto změny se projevují na náročnosti recyklace (Obalový institut SYBA, 2021).



Obrázek 30: Etiketa z PVC

Zdroj: (vlastní)



Obrázek 31: PVC

ve flicích PET

Zdroj: (vlastní)



Obrázek 32: Blokátor

Zdroj: (vlastní)

8.3 Cenová ujednání

Regranuláty mají z podstaty vždy horší vlastnosti než plasty z virgin suroviny. Proto byly recyklované materiály po naprostou většinu času od počátků recyklace vždy levnější než originály. To se však změnilo před třemi lety, jak ukazuje Příloha 3. Z ní vyplývá, že v posledních letech je u materiálu rPET cena vyšší než originál. V roce 2021 dokonce i cena PET fleků převýšila cenu PET originálu, což bylo dříve zcela nemožné. To je z velké části způsobeno nevšedním zájmem o tento recyklovaný materiál, ať už z důvodu nové legislativy, nebo nových trendů ve společnosti. Jak je vidět z Přílohy 5, v určitých obdobích se některé druhy plastů dostávají do záporných čísel, což znamená, že dotřídňovací linky musí odběrateli platit za odvezení tohoto materiálu. I z tohoto důvodu EKO-KOM a.s. jako jeden ze svých programů poskytuje odměnu za úpravu a využití odpadu z obalů. Podmínkou pro uzavření smlouvy je souhlas k provozování zařízení podle zákona o odpadech a kolaudační rozhodnutí, ze kterého je patrné, že zařízení je kolaudováno jako stavba sloužící k úpravě odpadů (EKO-KOM, 2022 b).

8.4 Výhled do budoucna

Recyklace se musí vždy skládat ze tří částí. Sběr odpadu, dotřídění odpadu a následná recyklace. Ale ještě před tím je zde samotný vznik obalového plastového odpadu. Jedná se o vzájemně propojené a související činnosti, které jsou již důsledkem uvedením obalu na trh. Komplexně se jimi zabývají oborová sdružení, která vydávají doporučení k jednotlivým prvkům odpadového toku. Popisují podrobně jednotlivé obaly a jasně definují dobré, použitelné a nevhodné příměsi, barviva, etikety (FH Campus, 2019). Všechny další kroky jsou již důsledkem uvedením obalu na trh. Jak vyplývá z Přílohy 4, obsahy jednotlivých plastů v kontejnerech se v čase příliš neliší. Je však zřejmý určitý pokles množství dobře recyklovatelných plastů. I když celkové množství vybraných plastů každoročně stoupá, jediná výjimka z celé ČR za poslední 4 roky byla Praha, kde v roce 2020 mírně poklesla výtěžnost tříděného plastu z 12,1 na 11,8% (EKO-KOM 2021d). To samé se nedá říci o plastech dobře recyklovatelných. Jako u každé jiné komodity se určité množství pravidelně vyváží mimo území ČR, a naopak odpady na recyklaci se

do ČR i dovážejí. To je ale často způsobeno finanční situací na trhu, nikoliv nedostatečnou kapacitou zařízení v ČR. Z Přílohy 5 vyplývá, že cenově zdaleka nejdůležitější komoditou je PET, jak čirý, tak barevný. Recyklace PET, PO, ale i tvrdých plastů probíhá v zásadě bez problémů. Naprostou většinu vytríděných plastů je možné recyklovat na území ČR, u materiálu PET je dokonce nutnost surovinu dovážet z okolních zemí, a to i více než 1 000 t za měsíc. Tento rok začne výrobu i nové zařízení na výrobu rPET určeného pro výrobu obalů vhodných pro styk s potravinami. Roční kapacita bude 16 000 tun. Jedná se o firmu rPETinWqste. Která používá jako první provýrobu regranulátu pro výrobu lahví pokročilou technologii zvanou LSP, neboli Liquid State Polycondensation. Běžně používaná metoda výroby regranulátu je zatím takzvaná SSP, neboli Solid State Polycondensation. Zpracování PET na principu LSP není novinka, ale dosud se z nich vyráběly převážně plastové fólie a vlákna (Businessinfo, 2022).

Zatím však není dostatečné využití pro tzv. výměty, které stále tvoří více jak polovinu obsahu žlutých kontejnerů. Jeden ze způsobů zpracování je odvoz na TAP, kde se z výmětů vyrobí tuhé, alternativní palivo. Jedničkou na českém trhu je společnost FCC, která provozuje3 takováto zařízení. Podle Kristýny Jakubcové ze společnosti FCC platí, že výroba TAP je limitovaná především množstevními kontrakty, které jsou ochotné s nimi cementárny, které TAP odebírají, uzavřít (Ekonews, 2021). Jedna ze dvou největších firem zpracovávajících tvrdé plasty je Transform a.s., který je schopen díky své technologii zpracovávat tvrdé plasty přímo na finální výrobky s kapacitou 11 000 tun/rok. Další firmou je Plastic Union a.s., která umí díky optickému třídění oddělit PE a PP a tyto materiály poté drtí na frakce vhodné pro další použití. Jejich roční kapacita je 7 000 t. I na zpracování LDPE fólií je v ČR několik firem. Většinou ale zpracovávají průmyslové odpady, odkud jsou LDPE fólie poměrně čisté a není nutné je mýt, ale lze je rovnou granulovat. Ale např. firma SUEZ CZ a.s. provozuje mycí linku na LDPE s kapacitou 7 500 tun/rok. Určitě i podpora používání výrobků z hůře recyklovatelných plastů by pomohla k rozšíření vhodných recyklačních technologií a k výrobě výrobků z těchto regranulátů. Dotřídňovací linky budou muset provést investice do automatických separátorů plastů, které, jak bylo popsáno výše, jsou schopny třídít i plastové obaly, jež jsou pro lidské oko nerozlišitelné, a tudíž v současné době nedotříditelné a následně nerecyklovatelné. Bude nezbytné do

celého procesu podstatně více zainteresovat výrobce obalů. U nich celý proces začíná a uvádění nevhodných obalů na trh nijak neovlivní vylepšování tří výše popsanych kroků. Vhodným nástrojem by měla být ekomodulace, která finančně znevýhodňuje obtížně recyklovatelné obaly oproti obalům snadno recyklovatelným. To by mělo vytvořit tlak na producenty obalů a obalových prostředků k používání materiálů vhodných pro recyklační technologie. Pravidla ekomodulace se budou upravovat v návaznosti na vývoj právních předpisů Evropské unie a ČR. Do dnešního dne není dokončena jednotná evropská metodika a každý stát má k této problematice svůj přístup (EKO-KOM 2021 e). Samozřejmostí je neustálé vzdělávání obyvatelstva. Ve směsném komunálním odpadu je stále příliš vysoký obsah dobře recyklovatelných materiálů. Míra recyklace plastů se bude nepochybně do budoucna neustále zvyšovat. Zcela zásadním motorem celého procesu je vyvíjející se legislativa, která postupně zavádí další a další nástroje pro dosažení stanovených cílů. Ty se jednak promítají do strategických dokumentů jednotlivých zemí a jednak vytvářejí tlak na jednotlivé subjekty v odpadových tocích. Jasným důkazem je neustále rostoucí poptávka po rPET, která se projevuje stále se zvyšujícími cenami - viz příloha 3. Na druhou stranu bude nutné řešit problematiku konstrukce obalů a jejich vhodnosti pro recyklaci a účinnost a efektivitu dotřídňovacích linek. Všemi uvedenými problémy se zabývá Akční plán pro oběhové hospodářství, jehož prostřednictvím se odpovědné osoby postupně snaží realizovat opatření, která by měla vést ke zvyšování úrovně recyklace plastových odpadů.

Konečně nastala doba, kdy téměř každý velký výrobce plastových obalů přichází s novinkami zlepšující recyklační možnosti jeho výrobků. Společnost Danone si dala za cíl zcela vyloučit PVC z obalů, Olma nahradila u lahví s mlékem PVC etiketu PE (Idnes, 2019). Další směr je pak snižování hmotnosti plastových obalů. Výrobci však musí najít hranici, kde ještě obal neztrácí ochrannou funkci. Důležitá je i praktická stránka, aby se láhev v ruce zákazníka nezbortila. Také v depozitním systému, kde musí být láhev neporušená pro správné čtení kódu se nemůže hmotnost příliš snížit. U kelímků celkovou stabilitu a pevnost mohou zvýšit papírové přebaly (Idnes, 2019b).

9. METODIKA

Nejdříve byly prostudovány dostupné materiály ohledně legislativy, problematiky plastů a recyklace. Ze získaných informací byly vypracovány rešerše týkající se legislativy a základních druhů plastů, z nichž jsou vyrobeny nejvíce recyklovatelné obaly. Následně byl navázán kontakt s důležitými českými firmami zabývajícími se obalovými plasty. Ke zjištění úrovně sběru plastových obalů, jejich třídění a následné recyklace byly poté osloveny vybrané firmy zabývající se touto problematikou. V první řadě to byla firma EKO-KOM a.s., od níž byly získány prvotní informace týkající se žlutých kontejnerů a trendů ve sběru plastových obalů. Následně to byly firmy svozové a provozující dotřídňovací linky, které poskytly reálné podklady o složení jednotlivých druhů plastových odpadů v tzv. žlutých kontejnerech a jejich reálné prodejní ceny. Dále pak byly osloveny firmy recyklační, kde se vytríděné plasty dále zpracovávají. Třetí skupinou byly firmy vyrábějící rPET, regranulát vhodný pro styk s potravinami. Tento konkrétní materiál byl vybrán z důvodu speciálního postavení mezi recykláty, kdy v posledních třech letech je jeho cena vyšší než u originálu. PET je i nejhodnotnějším, nejdražším a nejvíce recyklovaným obalovým materiálem. Protože v České republice je v současné době pouze jedna firma vyrábějící rPET, byli v případě tohoto materiálu osloveni další tři zahraniční zpracovatelé tak, aby i v této skupině byly minimálně tři firmy jako u dalších analýz.

Osloveny byly tyto firmy:

Purum a.s., Jihosepar a.s., Transform a.s., Plastic union a.s., Toma Recycling a.s., AVE a.s., FCC a.s., STF Plastic Recycling CZ s.r.o., General Plastic a.s., STF-GROUP GmbH, ECO-I s.r.o., SUEZ CZ a.s.

Následně byl u svozových firem proveden terénní průzkum za účelem seznámení se s reálnými podmínkami sběru a dotřídění a s problematikou provozu. Dalším důležitým krokem bylo detailní seznámení se s českými i zahraničními recyklačními technologiemi a reálné poznatky, data i pořízené fotografie byly začleněny do popisu recyklačních technologií.

Oslovené firmy poskytly ke zpracování analýzy své interní údaje o ceně materiálu a odpadu a o procentuálním obsahu plastů ve žlutých kontejnerech zpracovaných na vlastních třídících linkách. Všechny oslovené společnosti tyto údaje poskytly výhradně k užití do analýz a následného vyhodnocování pomocí grafů. S ohledem na to, že tyto údaje byly interní, bylo do grafů a tabulek použito označení společností pod smyšlenými jmény, tedy firma X, firma Y, firma Z, aby bylo zamezeno možnému zneužití předložených dat. Data uvedená v tabulkách a grafech vycházejí z dat poskytnutých oslovenými společnostmi.

Data poskytnutá od společností byla zanalyzována a následně zobrazena ve třech tabulkách (Vývoj cen materiálů PET, Procentuální zastoupení druhů plastů a Vývoj cen druhů plastů). Data od společností byla zprůměrována aritmetickým průměrem. Výsledné hodnoty získané z analýz byly znázorněny ve třech grafech označených jako Přílohy 3, 4, 5 a v devíti tabulkách označených jako Přílohy 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12.

10. VÝSLEDNÉ ZHODNOCENÍ

Míra recyklace plastových odpadů v ČR není známa. Systematické měření účinnosti recyklace se zaměřuje pouze na obaly, jejichž využití sleduje společnost EKO-KOM, a.s. pomocí systému čtvrtletních výkazů. Stejný parametr sleduje i EU jako jeden z indikátorů plnění cílů akčního plánu pro oběhovou ekonomiku. Podle tohoto parametru činila účinnost recyklace plastových obalů 70 %. Dá se však očekávat, že v dalších letech dojde ke korekci této hodnoty ve vazbě na změnu „měřicího bodu recyklace“, který by měl být v rámci EU jednotný.

Co se týče zpracovatelských kapacit pro základní tříděné plasty na území České republiky, jsou dostatečné. Vyplývá to z řady dokumentů, které se zabývají monitoringem kapacit pro dotřídění a zpracování plastových odpadů. Bohužel je obtížné přesně stanovit, jakou kapacitu zařízení mají a jakými druhy plastových odpadů se zabývají. Důležité je, že toto potvrdili i všichni zpracovatelé plastových obalových materiálů, jak třídící linky, které již na rozdíl od minulosti nemají problém udat veškerý dotříděný materiál, tak i zpracovatelé – provozovatelé recyklačních zařízení.

V případě zpracování PET jsou zpracovatelské kapacity dokonce podstatně vyšší a PET lahve se musí dovážet ze zahraničí. Zároveň se značná část plastových recyklovatelných obalů vyváží mimo republiku. Toto je dle vyjádření provozovatelů dotřídňovacích linek způsobeno finanční stránkou celého procesu, neboť zpracovatelé se snaží zejména o maximální profit z prodeje druhotných surovin. Prodávají proto těm odběratelům, kteří nabídnou nejvyšší cenu (obvykle po započtení nákladů na dopravu). V řadě případů je to dáno i skutečností, že pro některé materiály nejsou v ČR zcela vhodné zpracovatelské kapacity, obzvláště pro materiály jako barevná LDPE fólie nebo tvrdé plasty. Čeští zpracovatelé se starším, provozně nákladnějším vybavením nejsou schopni zaplatit stejnou částku jako zpracovatelé ze zahraničí.

Podíl jednotlivých složek plastového odpadu ve žlutých kontejnerech se za poslední tři roky příliš nezměnil. Tzv. výměť, materiál v současné době nevhodný pro recyklaci, tvoří stále více jak 50 % obsahu kontejnerů, v roce 2020 překračoval 60 %. V roce 2021 opět klesnul pod 60 %. Podle sdělení provozovatelů dotřídňovacích linek výše výmětu závisí zejména na ekonomické bilanci. Snahou

linek je dosahování kladného hospodářského výsledku, a proto pečlivě sledují náklady na provoz, včetně nákladů na odstranění výmětu, a na druhé straně výnosy z prodeje druhotných surovin. Proto se oslovené linky zaměřují na ty druhy plastových odpadů, které mají vysokou cenu na trhu a zároveň jich je v plastovém odpadu dostatečné množství.

Co se týče vývoje cen roztríděných materiálů, dlouhodobě si udržují nejvyšší cenu PET lahve. Ceny u čiré PET se v posledních třech letech pohybují mezi 10–12 Kč/kg, u barevných PET to pak je 6–8 Kč/kg. I u této komodity dochází někdy k nepředpokládaným abnormalitám, kdy např. na začátku roku 2021 začaly ceny PET stoupat a v únoru 2021 překročila cena za 1 kg čiré PET hodnotu 17 Kč/kg. Na konci roku 2021 byly ceny přes 20 Kč/kg u čirých a přes 10 Kč/kg u barevných lahví. V únoru 2022 se pak cena za čirou PET lahev dostala na 32 Kč/kg. K dalším cenově zajímavým materiálům se řadí HDPE, čiré LDPE fólie. Ostatní tříděné a recyklovatelné materiály se pohybují s výkupní cenou okolo 0 Kč/kg a často jsou i v záporných hodnotách.

Třetí část analýzy poukázala na vyšší ceny čirého rPET než PET virgin, který byl dříve automaticky o 20 až 30 % dražší. Přesněji řečeno, výrobci rPET museli dříve nabídnout cenu vždy nižší než u originálu, aby konečný zpracovatel akceptoval použití regranulátu. V roce 2022 překročily dokonce i PET fleky cenu za PET virgin. To vše je pravděpodobně výsledkem celé řady vlivů, zejména pak zvyšující s poptávkou po rPET.

Nutností pro zvyšování míry recyklace plastových odpadů budou investice do zařízení na úpravu a recyklaci odpadů. Důležité bude jednak zlepšit schopnost oddělit nečistoty nežádoucí pro recyklaci plastových odpadů, a to jak na úrovni dotřídňovacích linek (v ČR je zatím v provozu pouze jedna linka s optickými separátory materiálů a barev), tak na úrovni zpracovatelských zařízení, která musí neustále zdokonalovat svoje technologie, aby byla schopna plnit požadavky odběratelů na kvalitu produktů. Nicméně ani neustálé zdokonalování separačních linek nemusí stačit k potřebnému zvyšování míry recyklace. Ruku v ruce s tím musí jít opatření, které bude zohledňovat vhodnost konstrukce obalů pro recyklaci – ecodesign a ekomodulace. Ty by mohly snížit množství obalů, které svými

vlastnostmi komplikují nebo brání recyklaci, jako jsou např. PVC, polyamidy, různé blokátory a aditiva používaná v současné době pro výrobu obalů.

11. DISKUZE

Při zpracování dat o recyklaci plastových odpadů bylo velkým překvapením, že naprostá většina informací je vázána na recyklaci plastových obalů. Informace o recyklaci plastů jako celku nejsou zpravidla k dispozici. Pravděpodobně je to dáno složitostí evidence a vykazování a skutečností, že řada plastových odpadů v materiálovém toku není vůbec evidována, zvláště pak proto, že splňují podmínky pro vedlejší produkt podle zákona o odpadech a nemusí být evidovány jako odpady. Tuto myšlenku podporuje i jeden ze závěrů Analýzy současného stavu vybraných komodit druhotných surovin a jejich zdrojů včetně vize rozvoje daného odvětví (MPO, 2022b). Zároveň záleží na přístupu ke zpracování informací, různé přístupy přinášejí různé výsledky, jak je zřejmé z podkladů pro oblast podpory odpadového a oběhového hospodářství (MZP, 2022g). Zde je jasně konstatováno, že existuje zřejmá nejistota ohledně evidování odpadů a jejich toků a není zcela zřejmé, pod jakými kódy vstupují vyprodukované odpady do zařízení. Z logiky věci by měla být míra recyklace plastových odpadů vyšší než prezentovaná míra recyklace plastových obalů, a to proto, že v ČR se plastové obaly sbírají společně s neobaly, společně vstupují do dotřídňovacích linek a neobaly mohou být součástí některých druhotných surovin, zejména pak tzv. směsných plastů (podíl až 20 %), jak definuje příloha č. 5 ke smlouvě mezi EKO-KOM, a.s. a úpravcem (Eko-kom, 2021b). Deklarovaná míra recyklace plastových obalů se ale vypočte pomocí podílu obalové složky z celkového množství využitých plastových odpadů (obalů i neobalů). Z výše uvedeného plyne, že při zpracování dat o recyklaci plastů, ale i plastových obalů je třeba postupovat obezřetně a je nutné věnovat pozornost správné interpretaci dat.

Podobná situace panuje i v případě počtů a kapacit dotřídňovacích linek a zařízení pro recyklaci. Markantní je zejména rozdíl mezi zařízeními evidovanými v systému ISOH, zařízeními evidovanými společnostmi EKO-KOM, a.s. a jednotlivými kraji (Eko-kom 2021c). Nicméně se závěry, že instalované kapacity jak pro úpravu, tak pro recyklaci jsou dostatečné, lze souhlasit. Ovšem s tím, že bez důkladné znalosti jednotlivých zařízení není možné rozlišit, jaké druhy plastových odpadů zpracovávají (MZP, 2022h).

Analýza dat získaných od vybraných provozovatelů dotřídňovacích linek potvrdila skutečnost, že míra materiálového využití plastových odpadů (obalů) v České republice v posledních letech klesá. Jak uvádí EKO-KOM, a.s., (Eko-kom, 2022) příčin je hned několik, např. omezení vývozu plastových odpadů do Asie, poklesu cen primárních surovin, pandemie covid-19 a s ní souvisejícího útlumu průmyslu. Zjednodušeně řečeno, hlavními limity jsou jednak dostatek vhodných zpracovatelských kapacit, a jednak takové ceny druhotných surovin, které motivují dotřídňovací linky k výrobě druhotných surovin vhodných k recyklaci. V okamžiku, kdy je problém uplatnit na trhu druhotnou surovinu, přistupuje řada dotřídňovacích linek k tomu, že ji předávají k energetickému využití, zejména pak proto, že možnost ukládání výmětu na skládku je výrazně omezena. Je samozřejmě otázkou, kolik výmětu je možné takto uplatnit, kolik plastových odpadů je možné využít jako surovinu pro výrobu alternativních paliv.

Z pohledu materiálového využití plastových obalů jsou zásadní zejména PET lahve. Jejich dotřídění se věnují všechny oslovené dotřídňovací linky. Důvodem je jejich stabilně vysoká výkupní cena (závislá na barvě lahve) a relativně velký podíl v obsahu žlutých kontejnerů. Zároveň je zřejmé, že v tuzemsku je dostatek recyklačních kapacit na jejich zpracování (MPO, 2022c). Navíc se dá do budoucna očekávat další růst poptávky po recyklaci PET. Na vývoji cen PET virgin, PET flakes a rPET je zřejmý vliv legislativních opatření na poptávku po recyklátech. Jak potvrzuje Jiří Hudeček (Horáček, 2021), poptávka po rPET neustále roste, řada firem vyrábějících obaly chce používat recyklát v lahvích ještě před tím, než bude nutné plnit zákonné limity. Je však otázkou, nakolik je tento stav v souladu se zdravým rozumem. Na jednu stranu je nepochybně poptávka po recyklátech zásadním motorem pro recyklaci jako takovou. Na druhou stranu umělé navýšování poptávky prostřednictvím legislativy vede k tomu, že se uměle zvýhodňuje jeden polymer před ostatními a křiví se tak trh. Zároveň je pro recyklaci PET lahví znovu do lahví nezbytné, aby zpracovatelské technologie byly velmi komplexní, tj. jak investičně, tak provozně velmi nákladné, zejména s ohledem na spotřebu energií a chemických látek. V konečném důsledku se může stát, že obaly, které mají přijít do styku s potravinami, se budou složitě vyrábět z odpadů, ale výrobky pro automobilový průmysl, střešní krytiny nebo stavebnictví, které se doposud vyráběly zejména

z recyklátu, se budou vyrábět z PET virgin, protože to bude ekonomicky výhodnější a vstupní surovina bude dostupnější.

Na modelovém příkladu recyklační linky na zpracování PET lahví je možné pozorovat trend ve zvyšování nároků na technologické vybavení zařízení pro recyklaci plastů obecně. Pro splnění stále přísnějších nároků na kvalitu recyklátů je třeba instalovat stále další technologické prvky a ne vždy jsou tato opatření dostatečná, jak potvrzuje Hudeček (Horáček, 2021). Velký vliv totiž má vlastní provedení lahve, její barva, ale i použité etikety, lepidla či aditiva. To samozřejmě zvyšuje tlak na kvalitní dotřídění v dotřídňovacích linkách. To potvrzuje i případ společnosti Plastic One, která se zaměřovala na zpracování pevných HDPE a PP obalů. Technologicky byla vybavena podobně, jako modelová recyklační linka na PET lahve. Vzhledem k tomu, že její technologie vyžadovala již poměrně vysokou kvalitu dotřídění až na úroveň jednotlivých polymerů, kterou jsou schopné zaručit jen automatické dotřídňovací linky, které nejsou v tuzemsku zatím v provozu, způsobily vysoké náklady na výmět (a nejen ony) vstup společnosti do insolvence (Bukovský, 2021). Je zřejmé, že i moderní recyklační zařízení se potýkají s problémy spojenými s velkou materiálovou rozmanitostí plastových materiálů. Proto je třeba věnovat velkou pozornost i konstrukci a složení obalů třeba takovým způsobem, který doporučuje EKO-KOM, a.s. v RetailNews (Mullerová, 2021).

I technická úroveň recyklačních linek se pro zlepšení kvality recyklace a snížení nákladů neustále zlepšuje. Ještě před třemi lety se v literatuře popisovaly recyklační linky, které by v současné době v žádném případě nemohly splnit požadavky na kvalitu recyklátu (Průžková, 2019). Stejně jako Hossain (2018) se zabývá dávkováním chemie do vodních okruhů s teplotou 90 °C. Tato teplota se již nepoužívá a díky vhodnější chemii a novým technickým řešením recyklačních linek dnes již stačí voda s teplotou 70 až 75 °C. Před několika lety se začaly používat separátory na bázi laseru místo IR. Nejznámější výrobce je firma Unisensor GmbH, která první separátor vyvinula přímo pro velkého výrobce PET lahví. Tyto separátory mimo jiné umožňují právě i detekci blokátorů, které jsou jak okem, tak standartními separátory nerozpoznatelné. Pracují s kapacitou až 3 tuny materiálu za hodinu a detekují i částice o velikosti 1 mm. Také detekci PLA starší separátory

neumožňovali (Unisensor, 2022). Tyto separátory se Proto již neplatí tvrzení o nemožnosti separace PET vložek s blokátorem (Duliková, 2011).

Je zřejmé, že recyklace plastů bude hrát stále větší roli. Spotřeba plastů celosvětově neustále roste a celkové vyprodukované množství na Zemi je alarmující. Je to dáno mimo jiné i velice dobrými vlastnostmi plastů, které našly své místo ve všech odvětvích lidské činnosti. Stávající legislativní prostředí jednoznačně ukazuje jako jedinou smysluplnou cestu zvyšování míry recyklace a energetické využití pouze u materiálů nevhodných k recyklaci. Skládkování je dlouhodobě a systematicky omezováno a znevýhodňováno vůči ostatním způsobům nakládání s odpady. V rámci EU se Česká republika drží v míře recyklace na předních pozicích. Již několik let vykazuje nejvyšší hodnoty Litva. Co se týče zpracovatelských kapacit, Německo, Itálie a Španělsko mají více jak poloviční podíl mezi všemi státy EU. Asi největší diskuze se vede o zavádění depozitního, zálohového, systému. Již několik let probíhá v České republice někdy až příliš vypjatá diskuze příznivců a odpůrců s často zcela protichůdnými argumenty. V březnu 2022 má zálohový systém zavedeno 12 evropských států, od začátku letošního roku Slovensko a Lotyšsko. Do roku 2025 se plánuje přidat dalších 11 států (Zálohujeme.cz, 2022).

Tato práce nemohla zdaleka obsáhnout všechny aspekty spojené s recyklací plastových odpadů. Pokusila se popsat stávající stav recyklace plastů v podmínkách ČR a hlavní materiálové toky. Zároveň se pokusila propojit statistické informace se zkušenostmi a poznatky z reálného provozu a identifikovat některá kritická místa celého recyklačního procesu.

12. ZÁVĚR

První část práce byla teoretická, z dostupné literatury byly získány informace o legislativě, zejména měla tato část charakterizovat a představit nové zákony platné od ledna 2021, které značně upravují nakládání s plastovým odpadem.

Druhá část teoretické kapitoly se následně zabývala konkrétními kroky nutnými při založení firmy nakládající s odpady. Dále byly pro lepší pochopení veliké různorodosti jednotlivých typů popsány nejdůležitější druhy plastů, které se používají pro výrobu obalů a jsou v současné době recyklovatelné. Zde se ukázalo, že jednotlivé plasty mají tak odlišné vlastnosti, že se v naprosté většině musejí velice dobře před následnou recyklací od sebe separovat. Zde mezi zpracovateli vyniká firma Transform a.s., která je schopna díky své unikátní technologii zpracovávat velkou část plastů obsažených ve žlutých kontejnerech. Její kapacita je cca 11 000 tun zpracovaného materiálu ročně.

Poté se práce věnovala popisu současných recyklačních technologií, kde bylo ukázáno, že technicky je recyklace funkční proces, ale za cenu vysokých pořizovacích i provozních nákladů a též technologie jsou energeticky náročné.

Poslední část práce byla zaměřena na reálnou situaci na českém recyklačním trhu. Provedené analýzy byly poté zpracovány v grafické výstupy v přílohách. Analýza zpracovaných dat potvrdila, že obsah žlutých kontejnerů je v posledních třech letech téměř shodný. Ale stále mírně roste podíl složek, které se v současné době nedají recyklovat, a proto jsou to tzv. výměty, které slouží většinou pro následné energetické využití. Zajímavý byl v tomto ohledu rok 2021, kde se dle sesbíraných dat od dotřídovacích linek podíl nerecyklovatelných složek oproti minulým letům snížil. Za tento rok však zatím nejsou oficiální údaje pro porovnání s dosud sesbíranými daty. Také se díky analýze dat potvrdilo, že cena rPET je již poslední tři roky vyšší než cena virgin materiálu, v druhé polovině roku 2021 se nad cenu PET originálu dostaly i PET fleky. Tento trend pokračuje i na začátku roku 2022. To dříve bylo nemyslitelné, zatím je tento trend pouze u materiálu PET. To je způsobeno legislativou nařizující přidávání regranulátů do obalů, ale také změnou ze strany výrobců obalů, kteří reagují na nové trendy ve společnosti zaměřené na ochranu životního prostředí. Toto opět potvrdilo údaje v teoretické části.

V budoucnu je nezbytné zapojit do celého recyklačního cyklu výrobce obalových materiálů z důvodu výroby pro recyklaci vhodnějších materiálů. V dnešní době již není problém recyklovat téměř všechny druhy plastových obalů, které svým složením vhodné k recyklaci jsou, a kapacity jak v ČR, tak v EU jsou také. Ale stále je mnoho plastových obalů, které svým složením recyklaci neumožňují. Také bude nutná investice do dotřídňovacích linek, které jsou v ČR téměř výhradně manuální. Dnešní automatické separátory jsou schopné vytrídit i druhy plastů, které člověk není schopen identifikovat a ty poté zůstávají ve výmětech. A samozřejmě bude nutné i neustále vzdělávat občany v problematice recyklace.

Na závěr lze podotknout, že míra sběru a následné recyklace plastů v České republice je jedna z nejvyšších v Evropě a stále roste. Bude zajímavé pozorovat, jak se změní míra recyklace ve vazbě na stanovení měřicího bodu recyklace. Dá se očekávat, že v rámci celé EU dojde k poklesu, ale aplikace měřících metod se stále diskutuje.

Samozřejmě je stále co zlepšovat, mnoho domácností stále netřídí vůbec žádný odpad a veškerý odpad z těchto domácností končí v kontejnerech na odpad směsný, který je následně skládkován, v lepším případě energeticky využit v ZEVO.

Bez výrazné změny přístupu konzumní společnosti nebudou žádné nové recyklační technologie, sběrné systémy, zavádění cirkulární ekonomiky mnoho platné. Jak říkají všechny základní poučky o odpadech – jediný dobrý odpad je ten, který nikdy nevznikl. A to platí obzvláště o odpadu plastovém.

13. PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

13.1 Legislativa

ČSN 64 0003. Plasty. Zhodnocení plastového odpadu. Názvosloví. Praha: Český normalizační institut, 1996, 8 s. Třídící znak 64 0003

Důvodová zpráva k vládnímu návrhu zákona č. 541/2020 Sb., poslanecký tisk č. 676/0

Důvodová zpráva k vládnímu návrhu zákona č. 542/2020 Sb., o výrobcích s ukončenou životností, poslanecký tisk č. 677/0

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2018/852 ze dne 30. května 2018, kterou se mění směrnice 94/62/ES o obalech a obalových odpadech. In: Úřední věstník, L 150, 14. 6. 2018, s. 141-154. ISSN 1977-0626, dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0852&from=CS>

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2019/904 ze dne 5. června 2019 o omezování dopadu některých plastových výrobků na životní prostředí. In: Úřední věstník, L 155, 12. 6. 2019, s. 1-19. ISSN 1725-5074, dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0904&from=CS>

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a zrušení některých směrnic. In: Úřední věstník, L 312, 22. 11. 2008, s. 3-30. ISSN 1725-5074, dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0098>

Vyhláška č. 8/2021 Sb. O Katalogu odpadů a posuzování vlastností odpadů (Katalog odpadů), ze dne 5.1.2021, dostupné z file: <https://www.inisoft.cz/novinky-z-legislativy/novy-katalog-odpadu-vyhlaska-c-8-2021-sb>

Vyhláška č.273/2021 Sb. O podrobnostech nakládání s odpady, ze dne 12.7.2021, dostupné z <https://www.inisoft.cz/novinky-z-legislativy/plne-zneni-nove-vyhlaskey-o-podrobnostech-nakladani-s-odpady-c-273-2021-sb>

Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů, v platném znění

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, v platném znění

Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých dalších zákonů, v platném znění

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

Zákon č. 542/2020 Sb., o výrobcích s ukončenou životností, v platném znění

13.2 Tištěné zdroje

BALOUNOVÁ Eva, KODATOVÁ Zuzana, 2020: Systémy zálohování v EU – PET lahve, sklo a kovové (hliníkové) nápojové obaly na jedno použití, Praha: Kancelář Poslanecké sněmovny, 2020. ISSN 2533-4131

BRANDAU Ottmar, 2017: Stretch Blow Molding, 3. vydání, ISBN 978-0-323-46177-1

DOBIÁŠ Jaroslav, VOTAVOVÁ Lenka, VÁPENKA Lukáš, 2019: Balení potravin. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, ISBN 978-80-7592-052-2

DUCHÁČEK Vratislav, 2011: Polymery: výroba, vlastnosti, zpracování, použití. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, ISBN 978-80-7080-788-0

EKO-KOM, (2020 b) Výroční shrnutí 2019, 2020. s. 11. dostupné z https://www.ekokom.cz/uploads/attachments/Obecne/Ekokom_vyrocní_shrnutí_2019_web.pdf

EKO-KOM, Výroční shrnutí 2012, 2013. s. 20., dostupné z https://www.ekokom.cz/uploads/attachments/Klienti/Vyrocní_shrnutí_2012.pdf

EKO-KOM, Výroční shrnutí 2013, 2014. s. 16, dostupné z https://www.ekokom.cz/uploads/attachments/Klienti/Vyrocní_shrnutí_2013.pdf

EKO-KOM, Výroční shrnutí 2014, 2015. s. 13, dostupné z https://www.ekokom.cz/uploads/attachments/Obecne/vyrocní-shrnutí_2014.pdf

EKO-KOM, Výroční shrnutí 2015, 2016. s. 13, dostupné z https://www.ekokom.cz/uploads/attachments/22109_ekokom_vyrocní_shrnutí_2015_B5_250x176_FINAL.pdf

EKO-KOM, Výroční shrnutí 2016, 2017. s. 11, dostupné z https://www.ekokom.cz/uploads/attachments/Klienti/Vyrocní_shrnutí_2016.pdf

EKO-KOM, Výroční shrnutí 2017, 2018. s. 11, dostupné z https://www.ekokom.cz/uploads/attachments/Obecne/Ekokom_VyrocníShrnutí2017_blur_PREVIEW.pdf

EKO-KOM, Výroční shrnutí 2018, 2019. s. 11, dostupné z https://www.ekokom.cz/uploads/attachments/Obecne/Vyrocní_shrnutí_2018_EKO_KOM_1.pdf

EUNOMIA, (2020 a), 2020: FLEXIBLE FILMS MARKET IN EUROPE: STATE OF PLAY, 2020, s. 40.

EUNOMIA, 2020 b), 2020: HDPE & PP MARKET IN EUROPE: STATE OF PLAY, 2020, s. 27.

EUNOMIA, 2020 c), 2020: PET MARKET IN EUROPE: STATE OF PLAY, 2020, s. 39.

GUOA Jin, LIA Xiao, 2016: Procedia Environmental Sciences 31, s. 178 – 184, Research on Flotation Technique of separating PET from plastic Packaging

GUOA Jin, LIA Xiao, 2016: Research on Flotation Technique of separating PET from plastic packaging, Procedia Environmental Sciences 31, s. 178 – 184

HOSSAIN Shahadat, 2018: American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences 40, s. 62-76, Post-Consumer Polyethylene Terephthalate (PET) Recycling in Bangladesh through Optimization of Hot Washing Parameters

HŘEBÍČEK, Jiří, 2009: Integrovaný systém nakládání s odpady: na regionální úrovni. Brno: Littera, 2009, 202 s. ISBN 978-80-85763-54-6

Metodické pokyny pro měření kvality vloček, 2020: STF

PLASTICS RECYCLERS EUROPE, 2020: Report on plastics recycling statisticREPORT ON PLASTICS RECYCLING STATISTICS, 2020, s. 6

PLASTICSEUROPE 2013: Plastics – the Facts 2013 An analysis of European latest plastics production, demand and waste data, s. 40

PLASTICSEUROPE, 2011: Plastics – the Facts 2011 An analysis of European plastics production, demand and recovery for 2010, 2011, s. 32

PLASTICSEUROPE, 2012: Plastics – the Facts 2012. An analysis of European plastics production, demand and waste data for 2011, s. 40

PLASTICSEUROPE, 2015 b: Plastics – the Facts 2015 An analysis of European plastics production, demand and waste data, s. 30

PLASTICSEUROPE, 2015: Plastics – the Facts 2014/2015 An analysis of European plastics production, demand and waste data, s. 34

PLASTICSEUROPE, 2016: Plastics – the Facts 2016 An analysis of European plastics production, demand and waste data, s. 38

PLASTICSEUROPE, 2017: Plastics – the Facts 2017 An analysis of European plastics production, demand and waste data, s. 44

PLASTICSEUROPE, 2018: Plastics – the Facts 2018 An analysis of European plastics production, demand and waste data, s. 60

PLASTICSEUROPE, 2019: Plastics – the Facts 2019 An analysis of European plastics production, demand and waste data, s. 42

PLASTICSEUROPE, 2020: Plastics – the Facts 2020. An analysis of European plastics production, demand and waste data, s. 64

SMEJTKOVÁ Andrea, 2018: Balení v potravinářském průmyslu. V Praze: Česká zemědělská univerzita, ISBN 978-80-213-2864-8

SMEJTKOVÁ Andrea, DOBIÁŠ Jaroslav, 2004: Obaly a obalová technika. a Katedra technologických zařízení staveb, V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2004. ISBN 80-213-1315-3

STF GROUP, 2008: Operating and Maintenance Manual STF PET Recycling line 1500

STF GROUP, 2015: Technical documentation, STF Recycling line

STF Plastic Recycling CZ, 2020: Metodické pokyny pro měření kvality vloček, F-2018-05-II

Technický slovník naučný, Encyklopedický dům. sv. 6 ISBN 80-86044-26-2

Technický slovník naučný, Encyklopedický dům. sv. 8 ISBN 80-86044-26-2

Technický slovník naučný, Encyklopedický dům. sv. 5 ISBN 80-86044-26-2

13.3 Elektronické zdroje

BUKOVSKÝ Jaroslav 2021: Recyklátor plastů zavírá krám, (online) [cit. 25.12.2021], dostupné z <https://www.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/recyklator-plastu-zavira-kram-na-sve-stamiliony-marne-cekaji-i-dluhopisovi-investori-1385873>

CZSO, 2022: Produkce a využití odpadu, (online) [cit. 25.12.2021], dostupné z <https://www.czso.cz/documents/10180/98121450/280029-19.pdf/a732554f-bc8f-431a-b41b-acd9b89b1f8a?version=1.0>

DPG, 2021: Der DPG-Einwegpfand-prozess, (online) [cit. 25.12.2021], dostupné z <https://dpg-pfandsystem.de/index.php/de/das-einwegpfandsystem/der-dpg-einwegpfandprozess.html>

DUALES SYSTEM, 2021: Duales systém, (online) [cit. 12.1.2022], dostupné z https://de.wikipedia.org/wiki/Duales_System

EKO-KOM, 2020 a): Cesta PETu – z kontejneru zpět do lahve i do spacáku, (online) [cit. 12.02.2021], dostupné z <https://www.ekokom.cz/news/777/212/Cesta-PETu-z-kontejneru-zpet-do-lahve-i-do-spacaku>

EKO-KOM, 2019 a): Aktuální stav, (online) [cit. 15.02.2021], dostupné z <https://www.ekokom.cz/cz/ostatni/o-spolecnosti/system-eko-kom/aktualni-stav>

EKO-KOM, 2019 b): Přehled dosahovaných výsledků, (online) [cit. 10.02.2021], dostupné z <https://www.ekokom.cz/cz/ostatni/o-spolecnosti/system-eko-kom/vysledky-systemu/vyrocní-shrnutí>

EKO-KOM, 2021 b): Podíl obalů, (online) [cit. 10.03.2022], dostupné z <https://www.ekokom.cz/wp->

content/uploads/2021/09/Priloha_c5_podil_obalu_PAP_
PL_od_01102021-1.pdf

EKO-KOM, 2021 c): Materiálové využití odpadů, (online) [cit. 10.03.2022]
dostupné z [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/\\$FILE/OODP-3_Materialove_vyuziti_odpadu-20200529.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/$FILE/OODP-3_Materialove_vyuziti_odpadu-20200529.pdf) str. 61

EKO-KOM, 2021 d): Výsledky zpětného odběru, (online) [cit. 12.12.2021]
dostupné <https://www.ekokom.cz/vysledky-zpetneho-odberu-a-vyuziti-obalovych-odpadu-za-rok-2020/>

EKO-KOM, 2022: Účinnost dotřídění, (online) [cit. 10.03.2022], dostupné
z <https://www.ekokom.cz/ucinnost-dotrideni-plastovych-odpadu-na-tridicich-linkach-k-dobe-covidu-klesla-eko-kom-pracuje-na-otoceni-trendu/>

ENVYWEB, 2022: Zpětný odběr obalů a využití odpadů z obalů, (online) [cit.
12.1.2022], dostupné z <https://www.enviweb.cz/46233>

EUR-LEX, 2014: Sdělení Komise evropského parlamentu, (online) [cit. 12.02.2022],
dostupné z https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:50edd1fd-01ec-11e4-831f-01aa75ed71a1.0017.01/DOC_1&format=PDF

EUR-LEX, 2022: Legal content, (online) [cit. 12.02.2022], dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52015DC0614&from=EN>

EUROPARL, 2022: Understanding waste streams, (online) [cit. 25.1.2022], dostupné
z <https://www.europarl.europa.eu/EPRS/EPRS-Briefing-564398-Understanding-waste-streams-FINAL.pdf>

EUROSTAT, 2021: Recycling rates for packaging waste, (online) [cit. 15.02.2021],
dostupné z <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=ten00063&language=en>

EUROSTAT, 2022: Circular indicator, (online) [cit. 15.3.2022], dostupné
z https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/CEI_WM020/default/table?lang=en&category=cei.cei_wm

GLOGAR Martin, 2021: Nové zákony o odpadech a o výrobcích s ukončenou
životností, ATLAS consulting spol. s r.o., (online) [cit. 12.02.2021], dostupné

z <https://www.pravniprostor.cz/zmeny-v-legislative/vyslo-ve-sbirce-zakonu/nove-zakony-o-odpadech-o-vyrobcich-s-ukoncenou-zivotnosti>

HAMILTON Chris, 2017: How is LDPE recycled?, (online) [cit. 15.03.2021], dostupné z <https://sciencing.com/ldpe-plastic-6001216.html>

HORÁČEK Jiří, 2021: Česko má první továrnu, (online) [cit. 12.03.2021], dostupné z <https://www.seznamzpravy.cz/clanek/cesko-ma-prvni-tovarnu-na-plasty-budoucnosti-stare-pet-lahve-dovazi-146552>

HOSSAIN Shahadat, MOZUMDER Salatul Islam, 2018: Post-Consumer Polyethylene Terephthalate (PET) Recycling in Bangladesh through Optimization of Hot Washing Parameters American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences, Volume 40, No 1, s. 62-76, (online) [cit. 6.02.2021], dostupné z https://www.asrjetsjournal.org/index.php/American_Scientific_Journal/article/view/3815/1390

IMRO, 2021: Imro Recycling Systems - plastics recycling, (online) [cit. 12.02.2021], dostupné z <https://www.imro-maschinenbau.de/en/applications/plastics-recycling/>

JANOŠKO Ivan, 2011: Odpadní plasty – odstraňování a recyklace, (online) [cit. 15.02.2021], dostupné z <https://www.komunalweb.cz/odpadni-plasty-odstranovani-a-recyklace/>

KRULIŠ Zdeněk, 2019: Recyklace plastového odpadu. Technologické možnosti a realita, (online) [cit. 10.02.2021], dostupné z <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2019/cislo-12/recyklace-plastoveho-odpadu.html>

LARGEINKJET, 2005: Отклонения цвета во флексографии и офсетной печати, (online) [cit. 10.02.2021], dostupné z <https://largeinkjet.wordpress.com/tag/lch/>

LEBLANC Rick, 2019: An overview of PP recycling, (online) [cit. 10.03.2021], dostupné z <https://www.thebalancesmb.com/an-overview-of-polypropylene-recycling-2877863>

MAGSY, 2021: Magnetické separátory nemagnetických kovů (eddy current separator), (online) [cit. 12.02.2021], dostupné z <https://www.magsy.cz/24795-magneticke-separatory-nemagnetickykh-kovu-eddy-current-separator>

MPO, 2022b): Politika druhotných surovin, (online) [cit. 10.03.2022], dostupné z https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/politika-druhotnych-surovin-cr/2019/8/Analyza_materialove-toky_PDS-CR.pdf str.43

MPO, 2022c): Politika druhotných surovin, (online) [cit. 10.03.2022], dostupné z https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/politika-druhotnych-surovin-cr/2019/8/Analyza_materialove-toky_PDS-CR.pdf

MPO, 2022: Politika druhotných surovin, (online) [cit. 10.02.2022], dostupné z https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/politika-druhotnych-surovin-cr/2019/1/IV_Politika-druhotnych-surovin-CR.pdf

MULLEROVÁ Lucie, 2021: Ekodesign obalu, (online) [cit. 10.03.2022], dostupné z <https://archiv.press21.cz/retailnews/2021/7-8/index.html#p=27> str. 27

MZP, 2015: Balíček oběhového hospodářství, (online) [cit. 6.02.2021], dostupné z https://www.mzp.cz/cz/news_151202_balicek_obehove_hospodarstvi

MZP, 2022a): Státní politika, (online) [cit. 12.03.2022], dostupné z [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/statni_politika_zivotniho_prostredi/\\$FILE/OPZPUR-SPZP_2030-20211203.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/statni_politika_zivotniho_prostredi/$FILE/OPZPUR-SPZP_2030-20211203.pdf) str. 7.

MZP, 2022b): Odpadové a oběhové hospodářství, (online) [cit. 12.03.2022], dostupné z [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/\\$FILE/OODP-3_Materialove_vyuziti_odpadu-20200529.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/$FILE/OODP-3_Materialove_vyuziti_odpadu-20200529.pdf) str. 58

MZP, 2022c): Materiálové využití odpadu, (online) [cit. 12.3.2022], dostupné z [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/\\$FILE/OODP-3_Materialove_vyuziti_odpadu-20200529.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/$FILE/OODP-3_Materialove_vyuziti_odpadu-20200529.pdf) str. 57-59

MZP, 2022d): Materiálové využití odpadu, (online) [cit. 12.3.2022], dostupné z [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/\\$FILE/OODP-3_Materialove_vyuziti_odpadu-20200529.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/$FILE/OODP-3_Materialove_vyuziti_odpadu-20200529.pdf) tab. 51

MZP, 2022e): Materiálové využití odpadu, (online) [cit. 12.3.2022], dostupné z [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/\\$FILE/OODP-3_Materialove_vyuziti_odpadu-20200529.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/$FILE/OODP-3_Materialove_vyuziti_odpadu-20200529.pdf) tabulka 55

MZP, 2022f): Materiálové využití odpadu, (online) [cit. 12.3.2022], dostupné z [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/\\$FILE/OODP-3_Materialove_vyuziti_odpadu-20200529.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/$FILE/OODP-3_Materialove_vyuziti_odpadu-20200529.pdf)

MZP, 2022g): Materiálové využití odpadu, (online) [cit. 12.3.2022], dostupné z [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/\\$FILE/OODP-3_Materialove_vyuziti_odpadu-20200529.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/$FILE/OODP-3_Materialove_vyuziti_odpadu-20200529.pdf)

MZP, 2022h): Podklady pro oblast podpory odpadového a oběhového hospodářství, (online) [cit. 12.3.2022], dostupné z [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/\\$FILE/OODP-3_Materialove_vyuziti_odpadu-20200529.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/$FILE/OODP-3_Materialove_vyuziti_odpadu-20200529.pdf)

MŽPSR, 2022: Najčastejšie otázky, (online) [cit. 18.1.2022], dostupné z <https://www.minzp.sk/zalohovanie/najcastejsie-otazky.html>

ODPADY-ONLYNEONLINE, 2007: Optický detekční způsob, (online) [cit. 25.02.2021], dostupné z <http://odpady-online.cz/predstaveni-automaticke-tridici-linky-s-nir-detekci/>

PLASTICS RECYCLERS EUROPE, 2018: Glossary, (online) [cit. 18.02.2021], (online) [cit. 18.03.2021] dostupné z <https://www.plasticsrecyclers.eu/glossary>

PŘEHLED DOSAHOVANÝCH VÝSLEDKŮ, 2020: (online) [cit. 14.1.2022], dostupné z <https://www.ekokom.cz/vysledky-zpetneho-odberu-a-vyuziti-obalovych-odpadu-za-rok-2020/>

PRŮŽKOVÁ Kateřina, 2019: Recyklační závody v České republice, dostupné z https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=192917

SLOVENSKO ZÁLOHUJE, 2022: Jako funguje zálohový systém, (online) [cit. 10.1.2022], dostupné z <https://www.slovenskozalohuje.sk/>

SMITH Kerry Taylor, 2021: Recycling of High-Density Polyethylene, (online) [cit. 10.1.2022], dostupné z <https://www.azocleantech.com/article.aspx?ArticleID=255>

STARLINGER COMPANY, 2021: From waste to secondary resource with the right recycling equipment, (online) [cit. 12.02.2021], dostupné z <https://www.starlinger.com/en/recycling/recostar-product-line/>

STARLINGER, 2021: From waste to secondary resource with the right recycling equipment (online) [cit. 12.02.2021], dostupné z <https://www.starlinger.com/en/recycling/recostar-product-line/>

STF STF-GROUP, 2020: Plastic Recycling Machinery and Plant Engineering (online) [cit. 21.02.2021], dostupné z <https://www.stf-group.de/en/plastic-recycling-machine-building/>

SVĚT BALENÍ, 2022: Slováci vyzbierali prvý milión PET fliaš a plechoviek, (online) [cit. 12.1.2022], dostupné z https://www.svetbaleni.cz/2022/02/22/zalohovy-system-slovaci-vyzbierali-prvy-milion-pet-flias-a-plechoviek/?utm_source=email_kampane.cz&utm_medium=email&utm_campaign=sb-news-198

TOMRA, 2022: Ste pripravení na zálohovanie, (online) [cit. 12.1.2022], dostupné z <https://collection-sk.tomra.com/Blog/Ste-pripraveni-na-zalohovanie>

WEKON, 2018: PET – polyethylentereftalát, (online) [cit. 18.02.2021], dostupné z <http://wekon.cz/pet-polyethylentereftalat/>

13.4 Ostatní zdroje

AVE CZ odpadové hospodářství s.r.o., Pražská 1321/38a, Hostivař, 102 00 Praha 10, IČ:49356089, DIČ: CZ49356089, Spisová značka: C 19775 vedená u Městského soudu v Praze, Den zápisu: 27. dubna 1993

EKO-I recycling s.r.o., Lažany 36, 349 01 Černošín, Stříbro, IČ: 27984141 DIČ: CZ27984141, Spisová značka: C 20077 vedená u Krajského soudu v Plzni, Den zápisu: 1. července 2007

EKO-KOM, a.s., Praha 4, Na Pankráci 1685/17, 140 21 Praha 4, IČ: 25134701, DIČ: CZ25134701, Spisová značka: B 4763 vedená u Městského soudu v Praze Den zápisu: 5. června 1997

FCC Česká republika, s.r.o., Ďáblická 791/89, 182 00 Praha 8, IČ:45809712, DIČ: CZ45809712, Spisová značka: C 12401 vedená u Městského soudu v Praze, Den zápisu: 31. srpna 1992

GENERAL PLASTIC, a.s. – Priemyselny areál 3677 946 03 Kolárovo, Slovenská republika, Sa 1 0465/N, VAT SK2020161385

JIHOSEPAR, a.s., Špidrova 128, Vimperk III, 385 01 Vimperk, IČ: 28135067 DIČ: CZ28135067, Spisová značka: B 1975 vedená u Krajského soudu v Českých Budějovicích, Den zápisu: 1. dubna 2011

M-A-S GmbH, A-4055, Hobelweg 1, A4055, Pucking, Rakousko

OBALOVÝ INSTITUT SYBA, s.r.o., Lípová 511/15, 120 00 Praha Nové Město, IČ: 27626628, DIČ: CZ27626628, Spisová značka: C 119851 vedená u Městského soudu v Praze, Den zápisu: 29. listopadu 2006

PLASTIC UNION a.s., Hrušovská 3203/13a, 702 00 Ostrava, IČ:06186157, DIČ: CZ06186157, Spisová značka: B 10944 vedená u u Krajského soudu v Ostravě Den zápisu: 13. června 2017

PURUM, s.r.o., Národní 961/25 110 00 Praha, IČ: 62414402 DIČ: CZ62414402, Spisová značka: C 31916 vedená u Městského soudu v v Praze, Den zápisu: 13. prosince 1994

STF Group Germany, UStID: DE165261162, Gewerbegebiet Am Pfarrhof, Industriestraße 1, 94529 Aicha vorm Wald, Německo

STF Plastic Recycling CZ s.r.o., Na Pomezí 1280/30, 301 00 Skvrňany Plzeň, IČ: 05510899, DIČ: CZ05510899, Spisová značka: C 33987 vedená u Krajského soudu v Plzni, Den zápisu: 31. října 2016

SUEZ CZ a.s., Španělská 1073/10, Vinohrady, 120 00 Praha 2, IČ:25638955, DIČ: CZ25638955, Spisová značka: B 9378 vedená u Městského soudu v Praze, Den zápisu: 19. ledna 1998

TOMA RECYCLING a. s.,tř. Tomáše Bati 332, 765 02 Otrokovice, IČ:04074157, DIČ: CZ04074157, Spisová značka: B 7296 vedená u Krajského soudu v Brně, Den zápisu: 14. května 2015

TRANSFORM a.s. Lázně Bohdaneč., Na Lužci 659, 533 41 Lázně Bohdaneč Skvrňany, IČ: 15050114, DIČ: CZ 15050114, Spisová značka: B 191 vedená u Krajského soudu v Hradci Králové Den zápisu: 28. května 1991

14. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Vybraná část přílohy č. 3 zákona č.477/2001 Sb.....	5
Tabulka 2: Vybrané body přílohy č. 1 zákona č. 100/2001 Sb.....	12
Tabulka 3: Vybrané body přílohy č. 2 zákona č. 100/2001 Sb.....	13
Tabulka 4: Vybrané body přílohy č. 2 zákona č. 100/2001 Sb.....	14
Tabulka 5: Stanovení využití vody	14
Tabulka 6: Způsoby vypouštění vody	15
Tabulka 7: Vlastnosti LDPE, HDPE a PP	22
Tabulka 8: Vlastnosti polyethylentereftalátu	24
Tabulka 9: Způsoby nakládání s plastovými odpady v ČR v roce 2018.....	40
Tabulka 10: Energetická náročnost a pořizovací cena recyklačních linek	48
Tabulka 11: Rozsah hustot jednotlivých typů plastů	54
Tabulka 12: Kvalita odpadních vod	56
Tabulka 13: Spotřeba energií na mycí lince.....	60

15. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Základní schéma cirkulární ekonomiky	16
Obrázek 2: Dělení polymerů	17
Obrázek 3: Rozložení recyklační kapacity v rámci EU28 v roce 2019	37
Obrázek 4: Kóje na druhy odpadů	45
Obrázek 5: Odpad ze žlutých kontejnerů	45
Obrázek 6: PET čirý	45
Obrázek 7: PET zelený	45
Obrázek 8: PET mix	45
Obrázek 9: Tvrdé plasty a duté obaly	46
Obrázek 10: Duté obaly lisované	46
Obrázek 11: Německé lisované PET lahve	48
Obrázek 12: České lisované PET lahve	48
Obrázek 13: Ruční třídění	49
Obrázek 14: Automatické separátory	49
Obrázek 15: Mlýn – celkový pohled (technical documentation STF)	52
Obrázek 16: Detail řezací části (technical documentation STF)	52
Obrázek 17: Řez pračkou (technical documentation STF)	53
Obrázek 18: Pračka – celkový pohled (technical documentation STF)	53
Obrázek 19: Lopatky sušičky (technical documentation STF)	53
Obrázek 20: Síta sušičky (technical documentation STF)	53
Obrázek 21: Stanice plnění žoků	55
Obrázek 22: Žoky s výrobou	55
Obrázek 23: Vodní okruh	55
Obrázek 24: Chemické hospodářství	55
Obrázek 25: Nečistoty v PET fleku	57
Obrázek 26: 3D diagram barevnosti	58
Obrázek 27: Spektrofotometr Minolta	58
Obrázek 28: Měření kvality fleků	59
Obrázek 29: PET flakes kvalita	59
Obrázek 30: Etiketa z PVC	61
Obrázek 31: PVC ve flecích PET	61
Obrázek 32: Blokátor	61

16. SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Poptávka po plastu v EU v letech 2010–2019	18
Graf 2: Poptávka po plastových materiálech v EU28, Norsku a Švýcarsku (2019) ..	19
Graf 3: Aplikace fólií z LDPE na trhu EU	20
Graf 4: Aplikace pevného HDPE v obalovém průmyslu EU.....	21
Graf 5: Aplikace pevného PP v obalovém průmyslu EU.....	23
Graf 6: Aplikace PET na trhu EU	25
Graf 7: Nárůst počtu nádob na tříděný odpad v ČR.....	31
Graf 8: Míra třídění plastového obalového odpadu v ČR v letech 2010–2020	32
Graf 9: Míra recyklace plastového odpadu v EU27 v roce 2019.....	35
Graf 10: Instalovaná recyklační kapacita polymerů v EU v roce 2019	36
Graf 11: Míra recyklace plastového odpadu v ČR v letech 2009–2019	39
Graf 12: Aplikace sekundárních plastů v EU v roce 2018.....	41
Graf 13: Aplikace recyklátu z PET v EU28 v roce 2018.....	42
Graf 14: Aplikace recyklátu z LDPE v EU28 v roce 2018.....	42
Graf 15: Aplikace recyklátů z PP a HDPE v EU28 v roce 2018	43

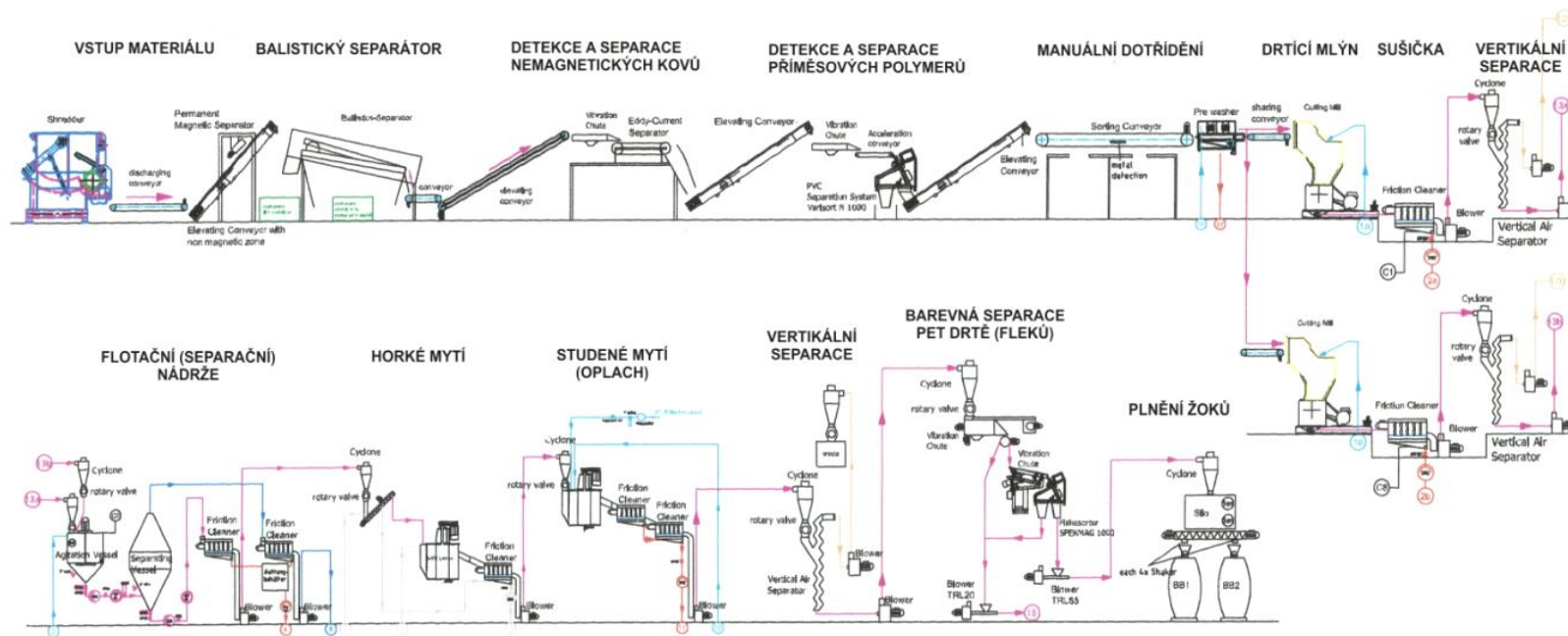
17. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Mycí linka PET.....	I
Příloha 2: Datový list PET čirý	II
Příloha 3: Vývoj cen PET za období 2018–2021	III
Příloha 4: Procentuální zastoupení druhů plastů za období 2018–2021	IV
Příloha 5: Vývoj cen za druhy plastů za období 2018–2021	V
Příloha 6: Vývoj cen materiálů PET za období 2018–2021.....	VI
Příloha 7: Procentuální zastoupení druhů plastů firmy x za období 2018–2021	VII
Příloha 8: Procentuální zastoupení druhů plastů firmy y za období 2018–2021	VIII
Příloha 9: Procentuální zastoupení druhů plastů firmy za období 2018–2021	IX
Příloha 10: Vývoj cen za druhy plastů firmy x za období 2018–2021.....	X
Příloha 11: Vývoj cen za druhy plastů firmy y za období 2018–2021.....	XI
Příloha 12: Vývoj cen za druhy plastů firmy za období 2018–2021.....	XII

18. PŘÍLOHY

Příloha 1: Mycí linka PET

PET MYCÍ (RECYKLAČNÍ) LINKA



Zdroj: (vlastní zpracování na základě STF-GROUP 2008)

Příloha 2: Datový list PET čirý

PET FLAKES – Colourless

Product: PET flakes
Chemical description: Polyethylene terephthalate
Delivery form: Semi-crystalline PET flakes
Appearance: Natural

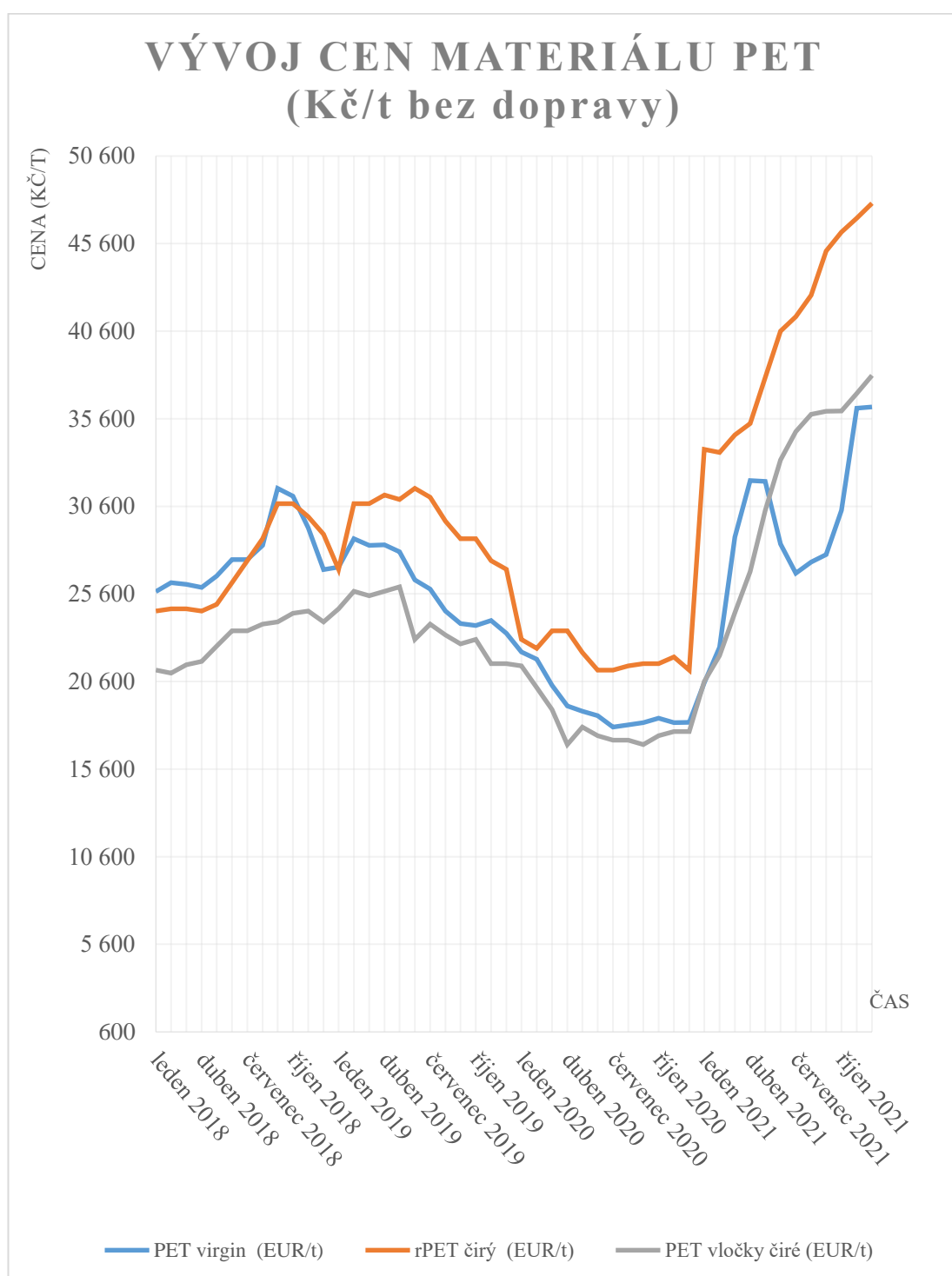
Packaging:
 Big Bags (height x width x depth) 2400 x 1000 x 1000
 delivered on one-way wooden pallet
 (width x depth) 1000 x 1000

Description:
 Semi-crystalline PET flakes are produced out of PET post-consumer beverage bottles.

PROPERTIES	VALUE		UNIT
Material Source	beverage bottles		-
PET type	A		-
Bulk density	280		kg/m ³
Grain size	< 10 mm (max. 5% > 10 mm)		%
QUALITY PARAMETER	VALUE	UNIT	TESTING
Colour based on etalon before thermal exposure	1	-	2 x from a sample
Following thermal exposure 200° C/30 min	1	-	
Yellowed flakes	0,5	%	
Content of PVC	≤ 10	ppm	
Humidity	≤ 1,0	%	
Other polymers (PE,PP etc.)	≤ 100	ppm	
PA (polyamid)	≤ 0,05	%	
Contaminant			
wood, minerals, glass, metals, gum, textile, paper, Al content	≤ 100	ppm	
Other color of PET flakes in colorless flakes max.		light	
	≤ 1,0	%	
		blue	
	≤ 2,0	%	
		dark	
	≤ 0,01	%	
	OPAK		
Flakes with glue	≤ 300	ppm	
Dust fraction (mesh 1,0 mm)	≤ 0,5	%	
I.V. min.	≤ 0,2	%	
Melting point	> 74	ml/g	
	> 243	°C	

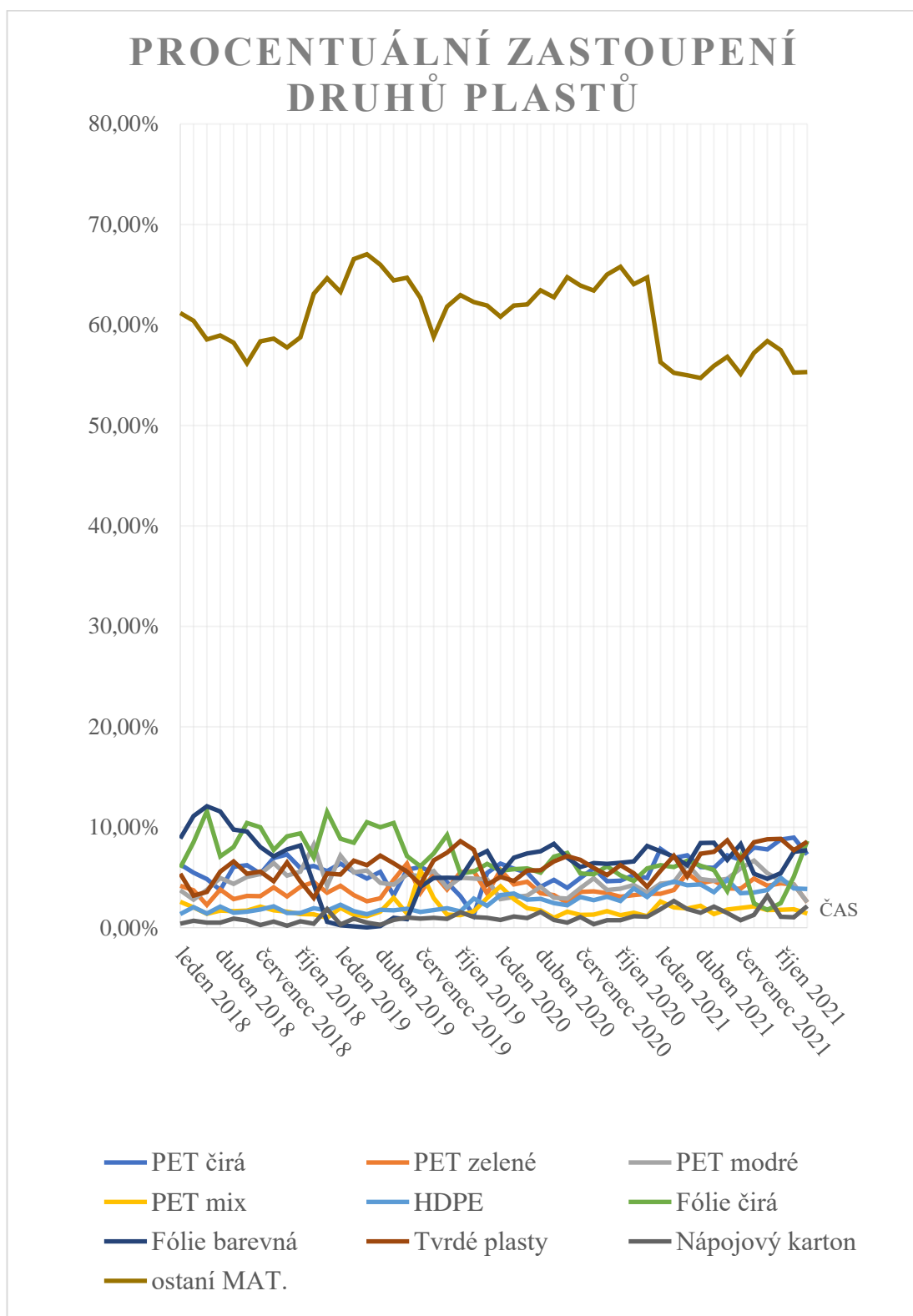
Zdroj: (vlastní zpracování na základě dat PTP-GROUP)

Příloha 3: Vývoj cen PET za období 2018–2021



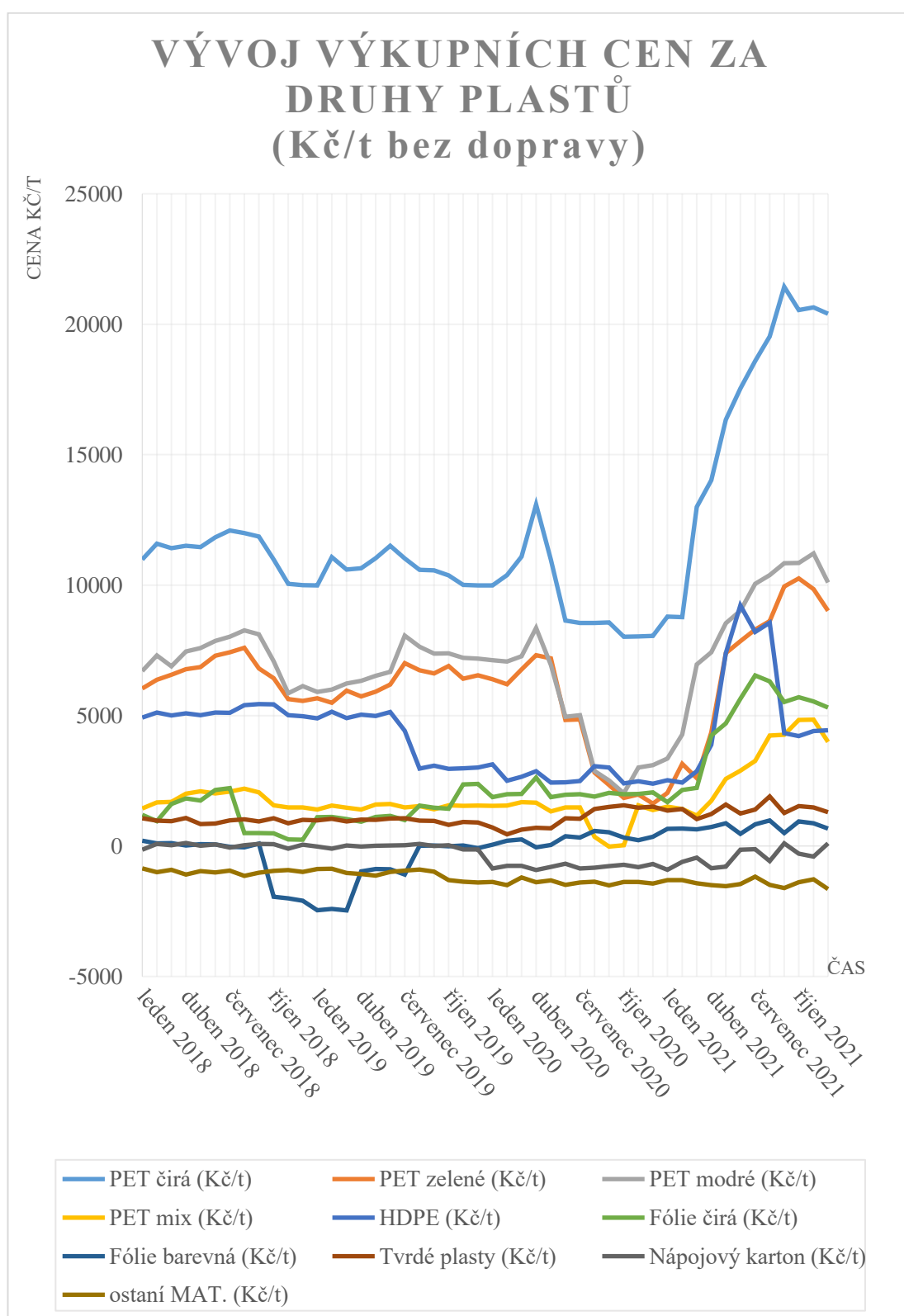
Zdroj: (vlastní zpracování na základě Purum, General Plastic, STF Plastic Recycling CZ, STF Group, Toma Recycling)

Příloha 4: Procentuální zastoupení druhů plastů za období 2018–2021



Zdroj: (vlastní zpracování na základě Jihosepar, EKO-KOM, EKO-I, Plastic Union, FCC)

Příloha 5: Vývoj cen za druhy plastů za období 2018–2021



Zdroj: (vlastní zpracování na základě Jihosepar, Purum, EKO-I, Plastic Union, FCC, AVE)

Příloha 6: Vývoj cen materiálů PET za období 2018–2021

Vývoj cen materiálů PET firma X												
Materiál	leden 2018	únor 2018	březen 2018	duben 2018	květen 2018	červen 2018	červenec 2018	srpen 2018	září 2018	říjen 2018	listopad 2018	prosinec 2018
PET virgin (Kč/t)	25 692	26 198	25 972	25 885	26 502	27 416	27 458	28 350	31 554	30 975	29 244	26 849
rPET čirý (Kč/t)	24 388	24 721	24 549	24 466	24 924	26 038	27 452	28 595	30 698	30 546	29 940	28 805
PET flakes (Kč/t)	21 121	20 858	21 534	21 581	22 548	23 448	23 372	23 722	23 968	24 404	24 612	23 829
Materiál	leden 2019	únor 2019	březen 2019	duben 2019	květen 2019	červen 2019	červenec 2019	srpen 2019	září 2019	říjen 2019	listopad 2019	prosinec 2019
PET virgin (Kč/t)	27 027	28 694	28 306	28 168	27 915	26 212	25 674	24 437	23 715	23 554	24 052	23 190
rPET čirý (Kč/t)	26 992	30 705	30 591	31 028	30 852	31 594	31 042	29 576	28 584	28 514	27 292	26 917
PET flakes (Kč/t)	24 668	25 656	25 347	25 659	25 772	22 763	23 674	23 239	22 547	22 968	21 455	21 522
Materiál	leden 2020	únor 2020	březen 2020	duben 2020	květen 2020	červen 2020	červenec 2020	srpen 2020	září 2020	říjen 2020	listopad 2020	prosinec 2020
PET virgin (Kč/t)	22 154	21 690	20 151	19 083	18 795	18 587	17 938	18 033	18 213	18 370	18 008	18 165
rPET čirý (Kč/t)	22 953	22 421	23 325	23 438	22 026	21 177	21 028	21 413	21 535	21 516	21 924	21 015
PET flakes (Kč/t)	21 351	20 006	18 834	16 792	17 796	17 485	17 222	17 012	16 851	17 344	17 701	17 722
Materiál	leden 2021	únor 2021	březen 2021	duben 2021	květen 2021	červen 2021	červenec 2021	srpen 2021	září 2021	říjen 2021	listopad 2021	prosinec 2021
PET virgin (Kč/t)	20 525	22 550	28 850	32 075	32 025	28 450	26 775	27 425	27 850	30 375	36 200	36 275
rPET čirý (Kč/t)	33 850	33 675	34 675	35 325	37 950	40 600	41 425	42 650	45 175	46 250	47 050	47 900
PET flakes (Kč/t)	20 600	22 075	24 525	26 875	30 350	33 250	34 875	35 850	36 025	36 050	37 050	38 075

Vývoj cen materiálů PET firma Y												
Materiál	leden 2018	únor 2018	březen 2018	duben 2018	květen 2018	červen 2018	červenec 2018	srpen 2018	září 2018	říjen 2018	listopad 2018	prosinec 2018
PET virgin (Kč/t)	25 824	26 486	26 201	26 217	26 695	27 680	27 671	28 520	31 869	31 406	29 557	27 070
rPET čirý (Kč/t)	24 799	24 769	24 833	24 736	25 079	26 305	27 697	28 937	30 827	30 836	30 206	29 090
PET flakes (Kč/t)	21 369	21 309	21 756	21 819	22 700	23 582	23 705	24 092	24 027	24 657	24 691	24 211
Materiál	leden 2019	únor 2019	březen 2019	duben 2019	květen 2019	červen 2019	červenec 2019	srpen 2019	září 2019	říjen 2019	listopad 2019	prosinec 2019
PET virgin (Kč/t)	27 352	28 899	28 478	28 515	28 224	26 481	26 108	24 743	24 095	23 861	24 142	23 409
rPET čirý (Kč/t)	27 013	30 822	30 985	31 428	31 096	31 728	31 327	29 891	28 883	28 979	27 507	27 227
PET flakes (Kč/t)	24 753	25 798	25 526	25 989	26 063	23 149	24 041	23 299	22 972	23 137	21 801	21 763
Materiál	leden 2020	únor 2020	březen 2020	duben 2020	květen 2020	červen 2020	červenec 2020	srpen 2020	září 2020	říjen 2020	listopad 2020	prosinec 2020
PET virgin (Kč/t)	22 492	21 951	20 570	19 348	18 992	18 749	18 089	18 368	18 431	18 708	18 419	18 487
rPET čirý (Kč/t)	23 120	22 733	23 718	23 702	22 373	21 369	21 293	21 585	21 859	21 738	22 125	21 497
PET flakes (Kč/t)	21 622	20 320	19 191	17 229	18 195	17 625	17 250	17 497	17 160	17 573	17 994	17 974
Materiál	leden 2021	únor 2021	březen 2021	duben 2021	květen 2021	červen 2021	červenec 2021	srpen 2021	září 2021	říjen 2021	listopad 2021	prosinec 2021
PET virgin (Kč/t)	21 347	22 229	28 271	33 066	32 219	29 375	27 365	27 267	27 311	30 722	36 514	35 611
rPET čirý (Kč/t)	34 098	33 083	33 693	36 120	38 684	40 695	42 191	42 530	44 804	46 830	47 713	47 698
PET flakes (Kč/t)	21 556	21 756	24 205	27 305	31 009	34 174	35 758	35 813	35 906	36 931	37 324	37 106

Vývoj cen materiálů PET firma Z												
Materiál	leden 2018	únor 2018	březen 2018	duben 2018	květen 2018	červen 2018	červenec 2018	srpen 2018	září 2018	říjen 2018	listopad 2018	prosinec 2018
PET virgin (Kč/t)	25 689	26 062	26 258	25 804	26 660	27 591	27 559	28 228	31 467	31 155	29 306	27 062
rPET čirý (Kč/t)	24 688	24 760	24 869	24 674	24 996	26 407	27 351	28 718	30 725	30 868	29 854	29 105
PET flakes (Kč/t)	21 260	21 058	21 359	21 849	22 627	23 470	23 423	23 811	24 005	24 438	24 572	23 960
Materiál	leden 2019	únor 2019	březen 2019	duben 2019	květen 2019	červen 2019	červenec 2019	srpen 2019	září 2019	říjen 2019	listopad 2019	prosinec 2019
PET virgin (Kč/t)	27 034	28 658	28 341	28 516	27 861	26 508	25 843	24 696	23 890	23 985	24 032	23 433
rPET čirý (Kč/t)	26 995	30 724	30 674	31 294	31 052	31 553	31 006	29 783	28 784	28 757	27 702	26 856
PET flakes (Kč/t)	24 829	25 796	25 627	25 603	26 165	23 088	23 910	23 212	22 731	22 895	21 619	21 591
Materiál	leden 2020	únor 2020	březen 2020	duben 2020	květen 2020	červen 2020	červenec 2020	srpen 2020	září 2020	říjen 2020	listopad 2020	prosinec 2020
PET virgin (Kč/t)	22 198	21 984	20 405	19 169	18 913	18 614	17 974	17 974	18 106	18 422	18 323	18 136
rPET čirý (Kč/t)	22 927	22 345	23 457	23 360	22 350	21 204	21 429	21 501	21 481	21 621	21 951	21 238
PET flakes (Kč/t)	21 526	20 424	18 975	16 979	18 010	17 390	17 278	17 242	16 988	17 582	17 555	17 554
Materiál	leden 2021	únor 2021	březen 2021	duben 2021	květen 2021	červen 2021	červenec 2021	srpen 2021	září 2021	říjen 2021	listopad 2021	prosinec 2021
PET virgin (Kč/t)	20 708	23 054	28 456	32 713	32 468	29 043	27 308	27 329	27 426	30 441	35 865	37 030
rPET čirý (Kč/t)	34 683	32 837	34 469	35 148	37 960	41 067	42 045	42 505	44 374	46 049	46 302	47 193
PET flakes (Kč/t)	21 269	22 268	25 351	27 093	31 010	33 628	35 474	35 370	35 684	36 750	37 543	38 279

Zdroj: (vlastní zpracování na základě Purum, General Plastic, STF PlasticRecycling CZ, STF-Group, Toma Recycling)

Příloha 7: Procentuální zastoupení druhů plastů firmy x za období 2018–2021

Procentuální zastoupení druhů plastů firma X												
Materiál	leden 2018	únor 2018	březen 2018	duben 2018	květen 2018	červen 2018	červenec 2018	srpen 2018	září 2018	říjen 2018	listopad 2018	prosinec 2018
PET čirá	6,22%	5,08%	4,96%	3,36%	5,62%	5,93%	5,01%	7,01%	7,48%	5,80%	6,16%	5,70%
PET zelené	3,81%	3,28%	1,81%	2,66%	2,78%	3,22%	3,04%	3,84%	2,77%	3,76%	4,08%	2,75%
PET modré	3,65%	2,30%	3,49%	5,17%	4,22%	4,73%	5,25%	6,25%	4,87%	5,28%	7,99%	3,99%
PET mix	2,55%	1,95%	1,19%	0,48%	1,46%	1,23%	1,52%	1,68%	1,21%	0,76%	0,50%	0,06%
HDPE	0,50%	1,81%	1,31%	0,48%	1,17%	1,45%	1,44%	2,00%	1,16%	1,39%	1,94%	1,14%
Fólie čirá	5,55%	8,61%	11,55%	6,37%	8,01%	10,40%	9,92%	7,84%	9,23%	9,33%	7,10%	11,69%
Fólie barevná	8,51%	11,41%	12,24%	12,66%	9,65%	9,78%	8,27%	7,25%	7,68%	8,06%	3,65%	0,93%
Tvrdé plasty	5,28%	3,04%	3,11%	5,41%	6,61%	4,94%	5,64%	4,22%	6,27%	4,71%	2,94%	5,44%
Nápojový karton	0,40%	0,26%	0,20%	0,69%	0,39%	0,27%	0,14%	0,20%	0,20%	0,21%	0,33%	0,91%
ostaní MAT.	64,34%	62,25%	60,54%	66,07%	60,09%	58,05%	60,05%	59,70%	59,52%	60,70%	65,97%	69,37%
Materiál	leden 2019	únor 2019	březen 2019	duben 2019	květen 2019	červen 2019	červenec 2019	srpen 2019	září 2019	říjen 2019	listopad 2019	prosinec 2019
PET čirá	6,16%	5,54%	4,99%	5,13%	3,12%	5,60%	6,12%	5,34%	4,37%	3,11%	1,20%	5,54%
PET zelené	3,84%	3,32%	2,67%	2,67%	4,55%	6,20%	3,09%	5,16%	3,55%	4,93%	5,53%	2,83%
PET modré	7,34%	5,09%	5,56%	4,10%	4,18%	4,93%	5,06%	5,40%	3,66%	4,30%	4,54%	4,88%
PET mix	1,91%	1,22%	0,79%	1,45%	2,94%	1,26%	5,69%	2,80%	1,09%	1,14%	1,04%	3,02%
HDPE	1,72%	1,21%	1,02%	1,57%	1,49%	1,94%	1,51%	1,51%	1,56%	0,86%	2,28%	2,14%
Fólie čirá	9,04%	8,66%	10,23%	10,11%	10,62%	6,95%	6,19%	7,39%	9,08%	4,90%	5,51%	5,88%
Fólie barevná	0,37%	0,20%	0,20%	0,08%	0,54%	0,27%	4,12%	5,04%	5,04%	4,47%	6,54%	7,31%
Tvrdé plasty	5,36%	6,43%	6,34%	7,20%	6,51%	5,38%	4,26%	6,84%	7,60%	8,13%	7,44%	4,26%
Nápojový karton	0,21%	0,65%	0,19%	0,47%	0,26%	1,02%	0,49%	0,58%	0,35%	1,21%	1,06%	0,36%
ostaní MAT.	65,21%	68,09%	67,99%	68,32%	65,76%	66,46%	63,47%	59,94%	63,71%	66,96%	64,70%	63,78%
Materiál	leden 2020	únor 2020	březen 2020	duben 2020	květen 2020	červen 2020	červenec 2020	srpen 2020	září 2020	říjen 2020	listopad 2020	prosinec 2020
PET čirá	6,11%	5,97%	5,63%	3,74%	4,36%	3,81%	4,76%	5,55%	4,69%	4,24%	5,18%	4,77%
PET zelené	5,63%	3,80%	4,24%	3,51%	2,77%	2,32%	3,48%	3,49%	3,14%	3,03%	2,85%	3,11%
PET modré	2,88%	2,53%	2,90%	3,99%	3,05%	2,99%	3,78%	4,92%	3,38%	3,74%	3,92%	3,30%
PET mix	3,92%	2,89%	1,64%	1,52%	0,94%	1,18%	1,29%	1,26%	1,43%	1,12%	1,37%	1,16%
HDPE	2,99%	3,46%	2,86%	2,62%	2,49%	1,89%	2,61%	2,37%	2,91%	2,20%	3,52%	2,77%
Fólie čirá	5,53%	5,42%	5,77%	5,54%	7,11%	7,66%	5,03%	5,12%	5,78%	5,14%	4,72%	5,85%
Fólie barevná	5,37%	7,02%	7,50%	7,38%	8,09%	6,66%	6,12%	6,14%	6,39%	6,29%	6,62%	8,34%
Tvrdé plasty	4,96%	4,68%	5,55%	5,72%	6,58%	6,84%	6,33%	5,57%	5,05%	6,05%	5,07%	3,86%
Nápojový karton	0,67%	0,82%	0,56%	1,06%	0,34%	0,54%	0,98%	0,54%	0,12%	0,22%	1,11%	0,70%
ostaní MAT.	61,93%	63,42%	63,35%	64,91%	64,28%	67,19%	65,61%	66,11%	67,11%	67,96%	65,63%	66,14%
Materiál	leden 2021	únor 2021	březen 2021	duben 2021	květen 2021	červen 2021	červenec 2021	srpen 2021	září 2021	říjen 2021	listopad 2021	prosinec 2021
PET čirá	7,45%	6,76%	6,85%	5,49%	5,46%	7,11%	6,26%	7,65%	7,47%	8,24%	8,34%	6,94%
PET zelené	3,13%	3,66%	4,90%	4,37%	4,23%	3,61%	3,44%	4,54%	3,86%	4,24%	3,95%	2,34%
PET modré	4,13%	4,10%	5,79%	4,59%	4,24%	4,61%	5,65%	6,27%	5,05%	4,18%	3,87%	2,10%
PET mix	2,53%	1,49%	1,83%	1,84%	0,98%	1,61%	1,47%	1,76%	1,47%	1,42%	1,47%	1,21%
HDPE	3,82%	4,52%	3,91%	3,72%	3,46%	4,47%	3,25%	3,36%	3,57%	4,67%	3,66%	3,53%
Fólie čirá	6,01%	5,87%	6,13%	5,87%	5,23%	3,38%	6,55%	2,05%	1,36%	2,16%	4,49%	8,26%
Fólie barevná	7,39%	6,90%	5,90%	8,03%	8,23%	6,38%	7,85%	5,05%	4,36%	5,16%	7,49%	7,42%
Tvrdé plasty	5,26%	6,58%	4,99%	6,88%	7,54%	8,26%	6,48%	8,26%	8,62%	8,57%	7,45%	7,98%
Nápojový karton	1,60%	2,20%	1,44%	0,99%	1,62%	0,91%	0,70%	0,85%	2,81%	0,93%	0,60%	1,75%
ostaní MAT.	58,69%	57,91%	58,27%	58,23%	59,02%	59,67%	58,34%	60,20%	61,41%	60,44%	58,67%	58,48%

Zdroj: (vlastní zpracování na základě Jihosepar, EKO-KOM, EKO-I, Plastic Union, FCC)

Příloha 8: Procentuální zastoupení druhů plastů firmy y za období 2018–2021

Procentuální zastoupení druhů plastů firma Y												
Materiál	leden 2018	únor 2018	březen 2018	duben 2018	květen 2018	červen 2018	červenec 2018	srpen 2018	září 2018	říjen 2018	listopad 2018	prosinec 2018
PET čirá	6,2%	5,4%	4,9%	5,1%	5,9%	6,3%	5,9%	7,0%	7,3%	6,3%	6,1%	5,6%
PET zelené	4,8%	3,7%	2,4%	3,6%	3,0%	3,3%	3,4%	4,2%	3,3%	4,2%	5,0%	3,7%
PET modré	3,7%	2,9%	4,2%	6,2%	4,9%	5,4%	5,4%	6,7%	5,4%	5,8%	7,9%	4,2%
PET mix	2,8%	2,4%	1,5%	2,5%	2,2%	2,2%	2,2%	1,8%	1,6%	1,6%	1,7%	1,6%
HDPE	1,8%	2,1%	1,9%	3,0%	1,8%	2,0%	1,9%	2,1%	1,8%	2,0%	1,9%	1,9%
Fólie čirá	6,3%	8,9%	11,5%	7,2%	8,0%	10,1%	9,9%	8,0%	9,3%	9,4%	7,3%	11,8%
Fólie barevná	8,8%	11,1%	12,1%	10,6%	9,8%	9,7%	8,0%	7,3%	8,0%	8,2%	4,9%	0,7%
Tvrdé plasty	5,7%	3,2%	3,6%	7,0%	7,0%	5,4%	5,7%	4,9%	6,8%	4,9%	3,5%	6,1%
Nápojový karton	0,8%	0,9%	0,8%	0,8%	0,9%	1,2%	0,4%	0,9%	0,3%	1,0%	0,6%	2,1%
ostaní MAT.	59,1%	59,5%	57,0%	54,0%	56,5%	54,4%	57,2%	57,0%	56,2%	56,7%	61,0%	62,2%
Materiál	leden 2019	únor 2019	březen 2019	duben 2019	květen 2019	červen 2019	červenec 2019	srpen 2019	září 2019	říjen 2019	listopad 2019	prosinec 2019
PET čirá	6,8%	5,8%	4,8%	5,7%	3,6%	5,9%	6,0%	5,3%	4,6%	3,5%	1,9%	5,7%
PET zelené	4,5%	3,1%	2,6%	3,4%	4,9%	6,2%	3,8%	5,4%	3,8%	6,1%	6,0%	3,6%
PET modré	7,0%	5,8%	5,7%	4,7%	4,6%	5,4%	5,3%	5,8%	4,3%	5,7%	5,3%	4,7%
PET mix	2,1%	1,7%	1,3%	1,8%	3,1%	1,7%	5,6%	3,2%	1,5%	1,4%	2,0%	3,0%
HDPE	2,7%	2,2%	1,4%	2,1%	2,1%	2,5%	1,7%	2,0%	2,3%	2,0%	3,3%	2,6%
Fólie čirá	8,6%	8,6%	10,6%	10,3%	10,2%	7,0%	6,4%	7,4%	9,0%	5,5%	6,0%	6,5%
Fólie barevná	0,2%	0,0%	0,0%	0,2%	0,3%	1,2%	4,4%	5,2%	5,0%	5,0%	6,8%	7,7%
Tvrdé plasty	5,4%	6,7%	6,3%	7,2%	6,3%	6,0%	4,5%	7,0%	7,5%	8,4%	7,7%	4,3%
Nápojový karton	0,5%	1,0%	0,9%	0,1%	0,9%	1,0%	1,1%	1,4%	1,4%	2,1%	1,2%	1,7%
ostaní MAT.	62,2%	65,0%	66,2%	64,6%	64,1%	63,1%	61,1%	57,3%	60,5%	60,3%	59,8%	60,2%
Materiál	leden 2020	únor 2020	březen 2020	duben 2020	květen 2020	červen 2020	červenec 2020	srpen 2020	září 2020	říjen 2020	listopad 2020	prosinec 2020
PET čirá	6,7%	6,1%	5,8%	4,2%	4,9%	4,3%	5,1%	6,0%	4,6%	4,9%	5,3%	5,3%
PET zelené	6,0%	4,4%	4,5%	3,4%	3,3%	3,0%	3,9%	3,9%	4,0%	3,4%	3,4%	3,4%
PET modré	3,1%	3,4%	3,4%	4,4%	3,2%	2,8%	4,0%	5,1%	3,7%	3,9%	4,2%	3,4%
PET mix	4,1%	3,3%	1,9%	2,2%	1,2%	1,6%	1,7%	1,5%	1,8%	1,5%	1,6%	1,6%
HDPE	3,7%	3,9%	2,9%	3,1%	2,8%	2,7%	3,1%	3,0%	3,4%	2,9%	4,2%	3,3%
Fólie čirá	5,5%	6,0%	6,0%	5,5%	7,1%	7,9%	5,8%	5,5%	6,2%	5,6%	4,6%	6,2%
Fólie barevná	5,6%	6,9%	7,7%	7,5%	8,3%	6,9%	5,9%	6,8%	6,2%	6,8%	6,5%	8,1%
Tvrdé plasty	5,5%	4,6%	5,6%	6,1%	6,7%	7,3%	7,2%	6,0%	5,6%	6,4%	5,6%	4,0%
Nápojový karton	0,9%	1,8%	1,3%	1,7%	1,0%	0,7%	1,1%	0,1%	0,7%	1,3%	1,3%	1,5%
ostaní MAT.	58,9%	59,7%	60,9%	61,9%	61,5%	62,7%	62,2%	62,1%	63,8%	63,3%	63,4%	63,2%
Materiál	leden 2021	únor 2021	březen 2021	duben 2021	květen 2021	červen 2021	červenec 2021	srpen 2021	září 2021	říjen 2021	listopad 2021	prosinec 2021
PET čirá	8,4%	7,0%	7,7%	6,3%	6,1%	7,2%	7,2%	8,0%	8,0%	9,0%	9,3%	7,7%
PET zelené	3,5%	3,8%	5,9%	4,4%	5,2%	4,4%	4,0%	5,5%	4,5%	4,3%	4,5%	2,6%
PET modré	4,7%	4,6%	6,6%	5,3%	5,1%	4,6%	6,4%	6,7%	5,5%	5,1%	4,4%	2,7%
PET mix	2,7%	2,3%	1,8%	1,9%	1,9%	1,9%	2,1%	2,3%	2,2%	1,8%	1,8%	1,5%
HDPE	4,4%	4,8%	4,7%	4,7%	3,5%	4,8%	3,3%	3,4%	3,6%	5,0%	3,7%	3,6%
Fólie čirá	6,4%	6,1%	6,9%	6,6%	5,9%	3,8%	7,2%	2,2%	1,7%	2,5%	5,3%	8,5%
Fólie barevná	7,9%	7,2%	6,1%	9,0%	8,3%	7,3%	8,4%	5,9%	4,9%	5,2%	7,5%	8,0%
Tvrdé plasty	5,6%	7,3%	5,0%	7,7%	7,6%	9,0%	7,5%	8,5%	9,0%	8,8%	8,1%	9,0%
Nápojový karton	2,2%	2,8%	1,8%	1,9%	2,4%	1,8%	0,8%	1,4%	3,5%	1,4%	1,3%	2,5%
ostaní MAT.	54,3%	54,1%	53,5%	52,2%	54,1%	55,0%	53,1%	56,2%	57,1%	56,8%	54,1%	54,0%

Zdroj: (vlastní zpracování na základě Jihosepar, EKO-KOM, EKO-I, Plastic Union, FCC)

Příloha 9: Procentuální zastoupení druhů plastů firmy za období 2018–2021

Procentuální zastoupení druhů plastů firma Z												
Materiál	leden 2018	únor 2018	březen 2018	duben 2018	květen 2018	červen 2018	červenec 2018	srpen 2018	září 2018	říjen 2018	listopad 2018	prosinec 2018
PET čirá	6,5%	5,9%	4,6%	2,8%	6,7%	6,5%	5,2%	6,8%	7,0%	5,7%	6,1%	5,6%
PET zelené	3,9%	4,2%	2,6%	5,1%	2,8%	2,9%	3,0%	4,0%	3,2%	4,2%	4,6%	4,0%
PET modré	3,9%	3,2%	3,7%	3,5%	4,0%	5,0%	5,4%	6,3%	5,3%	5,7%	8,9%	4,2%
PET mix	2,5%	1,8%	1,5%	2,1%	1,3%	1,7%	2,6%	1,7%	2,0%	1,6%	1,7%	1,3%
HDPE	1,8%	2,2%	1,0%	2,9%	1,6%	1,4%	2,1%	2,3%	1,5%	1,0%	2,0%	2,1%
Fólie čirá	6,2%	8,0%	11,8%	7,8%	8,2%	10,7%	10,2%	7,4%	8,8%	9,4%	6,5%	11,1%
Fólie barevná	9,4%	10,8%	11,9%	11,4%	9,8%	9,3%	7,8%	6,8%	7,7%	8,4%	4,5%	0,2%
Tvrdé plasty	5,1%	3,4%	4,0%	4,4%	6,2%	5,8%	5,4%	4,8%	6,4%	4,1%	2,4%	4,6%
Nápojový karton	0,0%	1,0%	0,5%	0,0%	1,4%	0,6%	0,3%	0,7%	0,1%	0,8%	0,3%	2,6%
ostaní MAT.	60,8%	59,5%	58,5%	60,1%	58,1%	56,1%	58,6%	59,2%	58,2%	59,0%	63,6%	64,3%
Materiál	leden 2019	únor 2019	březen 2019	duben 2019	květen 2019	červen 2019	červenec 2019	srpen 2019	září 2019	říjen 2019	listopad 2019	prosinec 2019
PET čirá	6,2%	5,3%	4,9%	5,8%	3,0%	5,8%	6,0%	5,7%	4,6%	2,7%	0,7%	5,2%
PET zelené	4,1%	3,3%	2,6%	2,7%	4,9%	6,7%	3,4%	5,5%	4,1%	5,6%	5,4%	3,7%
PET modré	7,2%	5,6%	5,8%	4,7%	4,1%	5,5%	5,0%	5,7%	4,0%	4,9%	4,9%	4,9%
PET mix	2,0%	1,0%	1,4%	1,5%	2,9%	1,2%	5,8%	2,8%	1,3%	1,2%	1,8%	2,8%
HDPE	2,5%	1,6%	1,6%	1,7%	1,6%	1,3%	1,5%	1,7%	2,0%	2,0%	3,1%	1,8%
Fólie čirá	8,9%	8,1%	10,7%	9,7%	10,4%	7,4%	5,8%	7,4%	9,6%	5,7%	5,2%	6,7%
Fólie barevná	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%	1,1%	3,7%	4,6%	5,0%	5,4%	7,5%	7,9%
Tvrdé plasty	5,1%	7,0%	6,0%	7,2%	6,4%	5,5%	4,2%	6,4%	7,3%	9,4%	8,2%	4,3%
Nápojový karton	0,3%	1,0%	0,5%	0,4%	1,1%	1,0%	1,0%	1,0%	0,9%	1,4%	1,0%	0,9%
ostaní MAT.	64,2%	67,0%	66,5%	66,5%	65,4%	64,5%	63,5%	59,2%	61,3%	61,6%	62,3%	61,8%
Materiál	leden 2020	únor 2020	březen 2020	duben 2020	květen 2020	červen 2020	červenec 2020	srpen 2020	září 2020	říjen 2020	listopad 2020	prosinec 2020
PET čirá	6,4%	5,5%	5,1%	4,2%	5,1%	3,7%	5,0%	6,2%	4,6%	5,0%	5,2%	4,8%
PET zelené	5,6%	4,7%	4,9%	3,4%	3,7%	2,2%	3,3%	3,4%	3,2%	2,8%	3,5%	3,7%
PET modré	2,6%	3,3%	3,3%	3,8%	2,7%	2,9%	4,1%	4,7%	4,1%	4,0%	4,6%	3,7%
PET mix	4,4%	2,3%	2,3%	1,4%	0,9%	2,0%	0,9%	1,2%	1,7%	1,1%	1,5%	0,7%
HDPE	3,0%	2,9%	2,6%	2,9%	2,1%	2,1%	3,5%	2,9%	3,0%	2,8%	4,0%	3,1%
Fólie čirá	5,9%	6,1%	6,0%	5,5%	7,0%	6,8%	5,4%	5,3%	6,4%	4,9%	4,6%	5,7%
Fólie barevná	5,1%	7,0%	7,0%	7,9%	8,6%	7,3%	6,0%	6,4%	6,4%	6,4%	6,7%	8,0%
Tvrdé plasty	4,7%	4,7%	6,0%	5,3%	6,5%	7,3%	6,8%	6,3%	5,0%	6,3%	5,6%	4,3%
Nápojový karton	0,8%	0,8%	1,0%	2,0%	0,9%	0,2%	1,1%	0,4%	1,4%	0,7%	1,0%	1,1%
ostaní MAT.	61,6%	62,7%	61,9%	63,6%	62,5%	66,0%	63,9%	63,2%	64,1%	66,1%	63,2%	64,8%
Materiál	leden 2021	únor 2021	březen 2021	duben 2021	květen 2021	červen 2021	červenec 2021	srpen 2021	září 2021	říjen 2021	listopad 2021	prosinec 2021
PET čirá	7,7%	7,1%	7,1%	6,3%	6,3%	7,3%	6,8%	8,3%	7,9%	9,1%	9,3%	7,2%
PET zelené	3,5%	3,8%	5,5%	4,5%	4,6%	3,7%	4,2%	4,7%	4,2%	4,7%	4,5%	2,7%
PET modré	4,4%	4,9%	6,6%	4,7%	4,7%	5,3%	5,7%	7,1%	5,8%	4,8%	4,7%	2,8%
PET mix	2,6%	2,3%	2,1%	2,8%	1,2%	2,0%	2,4%	2,3%	1,6%	2,2%	2,2%	1,5%
HDPE	4,3%	4,5%	4,2%	4,6%	3,6%	5,1%	3,7%	3,8%	4,0%	5,2%	4,3%	4,4%
Fólie čirá	6,3%	6,1%	7,0%	6,0%	6,1%	3,8%	7,3%	3,1%	2,3%	2,8%	5,5%	9,2%
Fólie barevná	7,6%	7,2%	6,6%	8,3%	8,9%	6,6%	8,7%	5,2%	5,4%	5,9%	7,7%	7,7%
Tvrdé plasty	6,2%	7,5%	5,3%	7,6%	7,6%	8,8%	6,5%	8,8%	8,8%	9,2%	7,6%	8,7%
Nápojový karton	1,7%	2,9%	2,3%	1,5%	2,3%	1,7%	0,8%	1,6%	3,2%	1,0%	1,2%	2,2%
ostaní MAT.	55,9%	53,7%	53,2%	53,7%	54,7%	55,8%	54,0%	55,3%	56,7%	55,2%	53,0%	53,4%

Zdroj: (vlastní zpracování na základě Jihosepar, EKO-KOM, EKO-I, Plastic Union, FCC)

Příloha 10: Vývoj cen za druhy plastů firmy x za období 2018–2021

Vývoj cen za druhy plastů firma X												
Materiál	leden 2018	únor 2018	březen 2018	duben 2018	květen 2018	červen 2018	červenec 2018	srpen 2018	září 2018	říjen 2018	listopad 2018	prosinec 2018
PET čirá (Kč/t)	10 949	11 141	11 327	11 092	11 483	11 504	11 623	11 758	11 271	10 873	9 677	9 903
PET zelené (Kč/t)	6 169	6 376	6 342	6 709	6 881	7 035	7 195	7 388	6 689	6 485	5 644	5 645
PET modré (Kč/t)	6 656	6 865	6 935	7 183	7 048	7 491	7 852	7 929	7 551	6 554	5 991	5 576
PET mix (Kč/t)	1 276	1 527	1 700	1 976	1 671	1 623	1 695	2 035	1 794	1 193	1 290	1 098
HDPE (Kč/t)	4 825	4 720	4 938	4 608	4 699	5 094	5 184	5 262	5 137	5 013	4 640	4 683
Fólie čirá (Kč/t)	1 232	991	1 031	1 336	1 409	2 065	1 942	312	342	236	-27	-88
Fólie barevná (Kč/t)	202	185	213	329	588	594	536	546	185	-1 869	-1 636	-1 519
Tvrdé plasty (Kč/t)	773	852	641	617	966	916	858	729	881	698	962	842
Nápojový karton (Kč/t)	459	231	296	110	352	30	239	288	251	166	353	137
ostatní MAT. (Kč/t)	-656	-1 435	-1 335	-1 203	-1 454	-1 312	-1 304	-1 080	-1 191	-1 209	-1 369	-1 334
Materiál	leden 2019	únor 2019	březen 2019	duben 2019	květen 2019	červen 2019	červenec 2019	srpen 2019	září 2019	říjen 2019	listopad 2019	prosinec 2019
PET čirá (Kč/t)	9 826	10 786	10 069	10 726	10 599	11 425	10 581	10 046	10 234	9 871	9 601	9 882
PET zelené (Kč/t)	5 549	5 324	5 955	5 596	5 775	5 915	6 815	6 604	6 682	6 733	6 329	6 449
PET modré (Kč/t)	5 952	5 769	5 782	5 740	6 334	6 135	7 541	7 405	7 266	7 256	7 078	7 175
PET mix (Kč/t)	1 312	1 110	1 361	1 369	1 213	1 001	1 262	1 301	1 397	1 091	1 026	1 026
HDPE (Kč/t)	4 886	4 895	4 888	4 901	4 862	5 092	4 487	2 703	2 641	2 786	2 807	2 843
Fólie čirá (Kč/t)	659	539	682	790	985	520	903	1 023	1 424	1 425	2 439	1 766
Fólie barevná (Kč/t)	-2 352	-2 491	-2 236	-719	-965	-977	-622	11	259	387	404	482
Tvrdé plasty (Kč/t)	564	615	708	726	934	765	796	651	473	851	706	663
Nápojový karton (Kč/t)	460	394	76	438	432	37	33	60	196	158	412	425
ostatní MAT. (Kč/t)	-1 418	-1 438	-1 036	-1 070	-1 032	-1 296	-1 263	-1 457	-1 571	-1 839	-1 655	-1 582
Materiál	leden 2020	únor 2020	březen 2020	duben 2020	květen 2020	červen 2020	červenec 2020	srpen 2020	září 2020	říjen 2020	listopad 2020	prosinec 2020
PET čirá (Kč/t)	9 545	10 383	10 584	12 508	10 980	8 014	8 132	8 045	8 255	7 843	7 618	7 756
PET zelené (Kč/t)	6 445	5 939	6 557	7 244	7 204	4 802	4 739	2 724	2 396	1 892	1 950	1 737
PET modré (Kč/t)	6 629	6 760	7 392	7 996	6 376	4 788	4 840	2 934	2 281	1 585	2 938	2 587
PET mix (Kč/t)	1 176	1 347	1 237	1 467	1 172	1 323	1 247	441	-228	-162	1 052	1 254
HDPE (Kč/t)	2 514	2 237	2 001	3 000	2 248	2 403	2 132	2 768	2 521	2 458	2 259	2 346
Fólie čirá (Kč/t)	1 969	1 849	1 847	2 079	1 898	1 661	1 673	1 928	1 719	1 555	1 730	1 733
Fólie barevná (Kč/t)	78	702	294	261	646	563	441	513	889	578	790	610
Tvrdé plasty (Kč/t)	262	212	98	324	321	503	739	1 442	1 096	1 014	1 112	1 154
Nápojový karton (Kč/t)	-595	-632	-701	-388	-422	-702	-464	-505	-580	-655	-459	-725
ostatní MAT. (Kč/t)	-1 397	-1 376	-1 814	-1 470	-1 813	-1 352	-1 527	-1 489	-1 373	-1 736	-1 499	-1 559
Materiál	leden 2021	únor 2021	březen 2021	duben 2021	květen 2021	červen 2021	červenec 2021	srpen 2021	září 2021	říjen 2021	listopad 2021	prosinec 2021
PET čirá (Kč/t)	8 452	8 501	12 958	13 854	16 003	17 586	18 054	19 105	21 186	20 289	20 408	20 630
PET zelené (Kč/t)	2 008	2 985	2 900	4 126	6 985	7 994	8 009	8 359	10 077	9 852	9 556	9 055
PET modré (Kč/t)	3 008	3 985	6 855	6 987	8 322	8 896	9 582	10 088	11 058	10 596	10 698	10 088
PET mix (Kč/t)	996	985	1 268	1 499	2 332	2 845	3 088	4 102	4 369	4 455	4 486	4 120
HDPE (Kč/t)	2 004	2 178	2 893	3 587	6 982	9 128	8 055	8 099	4 458	4 001	4 297	4 533
Fólie čirá (Kč/t)	1 388	1 787	2 193	3 987	4 586	5 520	6 005	5 987	5 452	5 456	5 148	5 174
Fólie barevná (Kč/t)	458	460	477	493	471	486	499	526	533	544	550	566
Tvrdé plasty (Kč/t)	1 005	1 158	1 244	1 068	1 058	1 257	1 244	1 298	1 301	1 311	1 359	1 390
Nápojový karton (Kč/t)	-560	-587	-489	-453	-259	-108	0	0	0	50	69	78
ostatní MAT. (Kč/t)	-1 698	-1 697	-1 678	-1 589	-1 633	-1 587	-1 600	-1 697	-1 638	-1 682	-1 674	-1 631

Zdroj: (vlastní zpracování na základě Jihosepar, Purum, EKO-I, Plastic Union, FCC, AVE)

Příloha 11: Vývoj cen za druhy plastů firmy y za období 2018–2021

Vývoj cen za druhy plastů firma Y												
Materiál	leden 2018	únor 2018	březen 2018	duben 2018	květen 2018	červen 2018	červenec 2018	srpen 2018	září 2018	říjen 2018	listopad 2018	prosinec 2018
PET čirá (Kč/t)	10 894	11 417	11 088	11 131	11 355	11 607	11 915	11 729	11 610	10 820	9 822	9 887
PET zelené (Kč/t)	5 750	6 237	6 653	6 619	6 711	7 351	7 497	7 599	6 738	6 326	5 504	5 300
PET modré (Kč/t)	6 383	7 179	6 607	7 040	7 310	7 670	7 931	7 838	7 904	6 795	5 575	5 966
PET mix (Kč/t)	1 098	1 296	1 533	1 990	1 954	1 672	1 970	2 034	1 964	1 389	1 219	1 035
HDPE (Kč/t)	4 610	4 780	4 963	4 859	4 756	4 839	4 914	5 274	5 254	5 108	4 702	4 622
Fólie čirá (Kč/t)	1 061	853	1 356	1 573	1 391	1 764	1 847	319	322	205	-5	-110
Fólie barevná (Kč/t)	504	198	259	103	507	475	140	109	164	-1 694	-1 660	-1 793
Tvrdé plasty (Kč/t)	974	767	505	833	504	512	821	817	722	896	568	850
Nápojový karton (Kč/t)	39	493	387	464	394	206	70	387	497	391	62	291
ostaní MAT. (Kč/t)	-912	-1 446	-1 080	-1 474	-1 330	-1 341	-1 110	-1 495	-1 267	-1 062	-1 115	-1 307
Materiál	leden 2019	únor 2019	březen 2019	duben 2019	květen 2019	červen 2019	červenec 2019	srpen 2019	září 2019	říjen 2019	listopad 2019	prosinec 2019
PET čirá (Kč/t)	9 783	10 998	10 375	10 420	10 697	11 441	10 637	10 320	10 430	10 099	9 616	9 858
PET zelené (Kč/t)	5 684	5 410	5 914	5 601	5 785	6 258	6 956	6 617	6 379	6 876	6 335	6 594
PET modré (Kč/t)	5 679	5 764	5 863	6 133	6 123	6 374	7 724	7 380	7 030	7 075	6 973	6 966
PET mix (Kč/t)	1 009	1 275	1 284	1 058	1 479	1 332	1 201	1 403	1 134	1 281	1 140	1 168
HDPE (Kč/t)	4 574	4 745	4 612	4 998	4 814	4 895	4 234	2 605	2 881	2 658	2 744	2 873
Fólie čirá (Kč/t)	973	897	773	584	741	990	893	1 192	1 323	1 200	2 028	2 168
Fólie barevná (Kč/t)	-2 236	-2 216	-2 136	-636	-610	-646	-908	61	317	372	461	241
Tvrdé plasty (Kč/t)	531	749	539	780	951	929	984	576	659	577	773	681
Nápojový karton (Kč/t)	392	103	147	379	466	93	135	314	188	243	37	24
ostaní MAT. (Kč/t)	-1 066	-1 047	-1 145	-1 291	-1 442	-1 272	-1 098	-1 144	-1 211	-1 706	-1 688	-1 712
Materiál	leden 2020	únor 2020	březen 2020	duben 2020	květen 2020	červen 2020	červenec 2020	srpen 2020	září 2020	říjen 2020	listopad 2020	prosinec 2020
PET čirá (Kč/t)	9 503	10 026	10 867	12 776	10 899	8 442	8 282	8 194	8 470	7 911	7 711	7 926
PET zelené (Kč/t)	6 222	6 276	6 858	7 186	7 092	4 697	4 810	2 732	2 142	1 631	1 989	1 340
PET modré (Kč/t)	6 696	6 967	7 025	8 185	6 793	4 668	4 891	2 577	2 331	1 658	2 977	2 902
PET mix (Kč/t)	1 307	1 203	1 473	1 342	1 260	1 249	1 200	17	-288	-53	1 241	1 195
HDPE (Kč/t)	2 921	2 242	2 478	2 607	2 036	2 241	2 110	2 938	2 560	2 155	2 203	2 017
Fólie čirá (Kč/t)	1 588	1 817	1 845	2 446	1 516	1 574	1 640	1 624	1 819	1 504	1 725	1 918
Fólie barevná (Kč/t)	248	557	305	104	322	793	519	748	989	650	571	790
Tvrdé plasty (Kč/t)	302	60	499	314	263	700	872	1 212	1 090	1 211	1 032	1 190
Nápojový karton (Kč/t)	-770	-518	-569	-741	-414	-340	-640	-594	-496	-406	-495	-388
ostaní MAT. (Kč/t)	-1 484	-1 822	-1 378	-1 581	-1 711	-1 773	-1 652	-1 549	-1 832	-1 822	-1 576	-1 822
Materiál	leden 2021	únor 2021	březen 2021	duben 2021	květen 2021	červen 2021	červenec 2021	srpen 2021	září 2021	říjen 2021	listopad 2021	prosinec 2021
PET čirá (Kč/t)	8 695	9 011	13 172	14 002	16 771	17 986	18 935	19 660	22 039	20 640	20 747	20 722
PET zelené (Kč/t)	2 067	3 191	2 906	4 594	7 227	8 353	8 034	8 375	10 095	10 421	10 400	9 714
PET modré (Kč/t)	3 489	4 621	7 552	7 982	8 541	9 385	10 118	10 326	11 159	11 234	11 253	10 479
PET mix (Kč/t)	1 552	1 508	1 952	1 777	2 592	3 624	3 468	4 180	4 904	4 773	5 342	4 499
HDPE (Kč/t)	2 720	2 244	3 237	3 816	7 877	10 033	8 469	8 888	4 471	4 218	4 440	4 995
Fólie čirá (Kč/t)	2 206	2 053	3 083	4 412	4 744	6 238	6 629	6 196	5 859	5 713	5 807	5 747
Fólie barevná (Kč/t)	820	856	976	980	930	998	1 296	1 489	883	1 329	728	1 253
Tvrdé plasty (Kč/t)	1 107	1 274	1 605	1 292	1 925	2 194	1 323	2 177	2 150	1 817	1 538	1 848
Nápojový karton (Kč/t)	-1 282	-633	-1 090	-1 308	-982	-384	-327	-837	-502	-318	-400	-170
ostaní MAT. (Kč/t)	-1 104	-1 100	-914	-1 447	-1 621	-1 071	-797	-1 343	-887	-1 307	-1 334	-1 415

Zdroj: (vlastní zpracování na základě Jihosepar, Purum, EKO-I, Plastic Union, FCC, AVE)

Příloha 12: Vývoj cen za druhy plastů firmy za období 2018–2021

Vývoj cen za druhy plastů firma Z												
Materiál	leden 2018	únor 2018	březen 2018	duben 2018	květen 2018	červen 2018	červenec 2018	srpen 2018	září 2018	říjen 2018	listopad 2018	prosinec 2018
PET čirá (Kč/t)	11 103	12 218	11 845	12 316	11 535	12 393	12 755	12 485	12 708	11 254	10 647	10 194
PET zelené (Kč/t)	6 200	6 500	6 700	7 000	7 000	7 500	7 600	7 800	7 000	6 500	5 750	5 750
PET modré (Kč/t)	7 089	7 870	7 131	8 134	8 405	8 417	8 296	9 042	8 899	7 892	6 018	6 847
PET mix (Kč/t)	1 948	2 195	1 849	2 048	2 659	2 754	2 610	2 530	2 411	2 115	1 921	2 304
HDPE (Kč/t)	5 349	5 860	5 124	5 785	5 602	5 411	5 231	5 676	5 926	6 174	5 720	5 634
Fólie čirá (Kč/t)	1 287	1 018	2 438	2 578	2 432	2 620	2 866	875	817	1 029	803	927
Fólie barevná (Kč/t)	-105	-69	-126	-358	-876	-889	-772	-792	-70	-2 262	-2 728	-2 962
Tvrdé plasty (Kč/t)	1 453	1 296	1 717	1 766	1 068	1 168	1 285	1 543	1 237	1 604	1 076	1 316
Nápojový karton (Kč/t)	-918	-462	-591	-220	-703	-60	-478	-575	-502	-332	-707	-275
ostaní MAT. (Kč/t)	-1 000	-131	-329	-595	-93	-375	-392	-841	-617	-583	-262	-332
Materiál	leden 2019	únor 2019	březen 2019	duben 2019	květen 2019	červen 2019	červenec 2019	srpen 2019	září 2019	říjen 2019	listopad 2019	prosinec 2019
PET čirá (Kč/t)	10 349	11 428	11 362	10 799	11 802	11 651	11 837	11 409	11 032	11 158	10 799	10 236
PET zelené (Kč/t)	5 750	5 750	6 000	6 000	6 200	6 400	7 275	7 000	6 800	7 100	6 580	6 600
PET modré (Kč/t)	6 096	6 461	7 036	7 120	7 133	7 530	8 918	8 141	7 817	7 838	7 594	7 401
PET mix (Kč/t)	1 877	2 280	1 778	1 761	2 073	2 498	1 976	1 898	1 706	2 318	2 448	2 449
HDPE (Kč/t)	5 228	5 810	5 225	5 198	5 277	5 415	4 526	3 594	3 717	3 428	3 385	3 314
Fólie čirá (Kč/t)	1 682	1 921	1 637	1 421	1 630	1 960	1 194	2 455	1 653	1 651	2 622	3 218
Fólie barevná (Kč/t)	-2 796	-2 518	-3 029	-1 563	-1 069	-1 046	-1 756	-22	-517	-773	-808	-965
Tvrdé plasty (Kč/t)	1 872	1 771	1 585	1 549	1 132	1 469	1 407	1 698	1 754	998	1 288	1 375
Nápojový karton (Kč/t)	-920	-787	-151	-876	-865	-73	-66	-121	-393	-316	-824	-850
ostaní MAT. (Kč/t)	-164	-125	-928	-861	-936	-408	-475	-87	-157	-372	-740	-887
Materiál	leden 2020	únor 2020	březen 2020	duben 2020	květen 2020	červen 2020	červenec 2020	srpen 2020	září 2020	říjen 2020	listopad 2020	prosinec 2020
PET čirá (Kč/t)	10 909	10 733	11 832	13 984	11 040	9 473	9 236	9 410	8 990	8 314	8 765	8 488
PET zelené (Kč/t)	6 500	6 400	6 900	7 500	7 300	5 000	5 000	3 000	2 500	2 000	2 000	1 800
PET modré (Kč/t)	8 042	7 480	7 415	8 909	7 647	5 424	5 320	3 132	2 937	2 830	3 125	3 825
PET mix (Kč/t)	2 149	2 107	2 326	2 166	1 556	1 855	2 005	617	456	324	2 396	1 692
HDPE (Kč/t)	3 972	3 026	3 498	3 000	3 004	2 694	3 236	3 464	3 958	2 583	2 982	2 809
Fólie čirá (Kč/t)	2 062	2 303	2 307	3 343	2 205	2 678	2 654	2 144	2 561	2 890	2 540	2 533
Fólie barevná (Kč/t)	-155	-654	163	-523	-841	-227	18	474	-279	-256	-679	-320
Tvrdé plasty (Kč/t)	1 576	1 077	1 304	1 453	1 458	1 994	1 522	1 616	2 309	2 473	2 277	2 193
Nápojový karton (Kč/t)	-1 210	-1 136	-999	-1 624	-1 556	-995	-1 473	-1 389	-1 240	-1 090	-1 482	-950
ostaní MAT. (Kč/t)	-1 257	-1 299	-423	-1 111	-423	-1 347	-997	-1 071	-1 305	-578	-1 053	-933
Materiál	leden 2021	únor 2021	březen 2021	duben 2021	květen 2021	červen 2021	červenec 2021	srpen 2021	září 2021	říjen 2021	listopad 2021	prosinec 2021
PET čirá (Kč/t)	9 224	8 822	12 875	14 209	16 256	17 034	18 786	19 820	21 080	20 713	20 783	19 865
PET zelené (Kč/t)	2 023	3 291	2 001	4 346	7 981	7 215	8 858	9 120	9 682	10 502	9 582	8 267
PET modré (Kč/t)	3 573	4 228	6 469	7 308	8 754	8 782	10 462	10 735	10 309	10 706	11 698	9 737
PET mix (Kč/t)	1 971	1 762	270	1 930	2 798	2 195	3 243	4 424	3 518	5 271	4 708	3 364
HDPE (Kč/t)	2 842	2 875	2 463	4 231	7 328	8 513	8 082	8 710	4 060	4 418	4 478	3 776
Fólie čirá (Kč/t)	1 445	2 615	1 426	4 305	4 779	5 168	6 985	6 749	5 260	5 948	5 683	5 002
Fólie barevná (Kč/t)	695	706	465	709	1 227	-80	706	927	77	948	1 336	203
Tvrdé plasty (Kč/t)	1 971	1 818	257	1 318	1 805	287	1 633	2 229	353	1 456	1 536	656
Nápojový karton (Kč/t)	-902	-605	235	-775	-1 118	65	-33	-879	811	-613	-882	401
ostaní MAT. (Kč/t)	-1 099	-1 121	-1 679	-1 442	-1 369	-1 707	-1 123	-1 411	-2 304	-1 158	-831	-1 899

Zdroj: (vlastní zpracování na základě Jihosepar, Purum, EKO-I, Plastic Union, FCC, AVE)