



INSTITUT  
CIRKULÁRNÍ  
EKONOMIKY

# ZÁLOHUJME ?

STUDIE MATERIÁLOVÝCH  
TOKŮ PET NÁPOJOVÝCH  
OBALŮ V ČR ZA ROK 2016

**INFORMACE O DOKUMENTU:**

Zadavatel studie	Karlovarské minerální vody a.s.
Název dokumentu	Studie materiálových toků PET nápojových obalů v ČR za rok 2016
Projektový tým INCIEN v rámci projektu Zálohujme?	Ing. Soňa Jonášová, Vojtěch Vosecký, MSc., RNDr. Miloš Polák, Ph.D. Laura Mitroliosová, Ing. Ivana Jenerálová
Zpracovatel	Institut Cirkulární Ekonomiky, z. ú. IČ: 04065956 Cejl 37/62, 602 00 Brno – Zábřovice
Datum	Prosinec 2018
Na tvorbě studie se podíleli	Vojtěch Vosecký, MSc., RNDr. Miloš Polák, Ph.D.
Kontakt pro studii	Vojtěch Vosecký, MSc. <a href="mailto:vojtech@incién.org">vojtech@incién.org</a>
Kontakt pro média	Ing. Ivana Jenerálová <a href="mailto:ivana@incién.org">ivana@incién.org</a>
Disclaimer	Projektový tým nenesé žádnou odpovědnost za přímé nebo nepřímé škody vyplývající z použití tohoto dokumentu nebo jeho obsahu. Tento dokument obsahuje výsledky výzkumu autorů a nesmí být vnímán jako stanovisko Karlovarských minerálních vod a.s.



**OBSAH:**

<b>1. Úvod a popis problematiky.....</b>	<b>6</b>
1.1. Popis výchozího stavu v ČR:.....	7
<b>2. Detaily iniciativy Zálohujme?.....</b>	<b>13</b>
2.1. Postup a metodika .....	13
<b>3. Analýza materiálových toků PET láhví v ČR v roce 2016 .....</b>	<b>15</b>
3.1. Hlavní cíl .....	16
3.2. Software STAN .....	16
3.3. Základní definice a pojmy v MFA .....	16
3.4. Nejistoty a předpoklady .....	19
3.5. Postup.....	19
<b>4. MFA 1 – cesta PET láhve od uvedení na trh až po koncovky v odpadovém hospodářství ...</b>	<b>20</b>
4.1. MFA 1 - Výsledky.....	21
4.2. MFA 1 - Vysvětlení výsledků.....	22
4.3. MFA 1 – závěry a diskuze .....	29
<b>5. MFA 2 – cesta Pet láhve z dotřídovací linky ke zpracování na nový produkt.....</b>	<b>31</b>
5.1. MFA 2 – Souhrn výsledků.....	32
5.1. MFA 2 – vysvětlení výsledků.....	33
<b>6. Závěr a diskuze .....</b>	<b>40</b>
<b>7. Přílohy .....</b>	<b>42</b>
7.1. Vysvětlení pojmů.....	42
7.2. Přehled vstupních dat a odhadů standardních nejistot u MFA 1 a 2 .....	45
<b>8. Reference.....</b>	<b>47</b>



## Seznam obrázků:

Obrázek 1: Výměna toků materiálů (M), energie (E), organismů (O) a informací (I) mezi dvěma systémy „antroposféra“ a „životní prostředí“. Zdroj: upraveno dle Brunnera a Rechbergera (2004) .....	15
Obrázek 2: Integrace a dezintegrace hlavního procesu definovaného jako black-box v MFA. Pokud je interní proces důležitý, pak musí být rozdělen na subprocessy. Zdroj: upraveno dle Brunnera a Rechbergera (2004) .....	17
Obrázek 3: Obecné schéma MFA PET nápojových obalů.....	18
Obrázek 4: Schéma materiálových toků PET láhví za rok 2016 od vstupu na trh po koncovku v odpadovém hospodářství .....	20
Obrázek 6: Vzorky PET láhví z fyzické analýzy SKO společností INCIEN. Zdroj: INCIEN ( 2018). 24	
Obrázek 7: Výpočet 95% vstupu na trh pomocí metody MFA.....	25
Obrázek 8: Výpočet 100% vstupu na trh se zahrnutím litteringu (5 % ze vstupu na trh) pomocí metody MFA.....	26
Obrázek 9: Tok PET láhví od dotřídění po zpracování a přeměnu na nový produkt v ČR za rok 2016.....	31
Obrázek 10: Exponenciální nediskriminativní sběr dat pomocí metody sněhové koule (Dudovskiy, 2018) .....	33
Obrázek 11: PET vložky (Jaktridit.cz, 2018).....	34

## Seznam grafů:

Graf 1: Objemové zastoupení sledovaných složek odpadů. Zdroj: (Příbylová & Štejfa, 2007) ...	8
Graf 2: Průzkum podpory veřejnosti ve věci zavádění zálohových systémů. Zdroj: (Reloop, 2016) .....	9
Graf 3: Míra návratnosti nápojových obalů po zavedení zálohových systémů ve světě. Zdroj: (Reloop, 2017a) .....	11
Graf 4: MNOŽSTVÍ PET LÁHVÍ VE SKO v roce 2016. Zdroj: (Balner, 2018) .....	23



## Seznam tabulek:

Tabulka 1: Cíle CE Action Package. Zdroj: Bourguignon, (2016) .....	10
Tabulka 2: Popis dílčích kroků analytické části projektu .....	14
Tabulka 3: Započtené OKEČ v kategorii prodejních obalů na jedno použití, PET pevných dutých plastů uvedených na trh v roce 2016. Zdroj: (Balner, 2018).....	22
Tabulka 4: Přehled a výsledky zpracovatelů PET láhví na PET vložky v ČR.....	36
Tabulka 5: Přehled a výsledky zpracovatelů PET vložek na nové produkty v ČR .....	38
Tabulka 6: MFA 1 – přehled vstupních dat a odhadů standardních nejistot .....	45
Tabulka 7: MFA 1 – přehled použitých transferových koeficientů.....	45
Tabulka 8: Přehled vstupních dat odhadů standardních nejistot MFA 2 .....	46
Tabulka 9: MFA 2 – přehled použitých transferových koeficientů.....	46

## Seznam použitých zkratk:

EPR	Extended producer responsibility
EKOKOM	Autorizovaná společnost EKO-KOM a.s.
KMV	Karlovarské minerální vody a.s.
SKO	Směsný komunální odpad
SZ	System záloh
ZEVO	Zařízení na energetické využití odpadu



## 1. ÚVOD A POPIS PROBLEMATIKY

Společnost Karlovarské minerální vody, a.s. (KMV) v souvislosti s přijatým balíčkem o cirkulární ekonomice zvažuje kroky, které bude nezbytné přijmout pro naplnění připravovaných cílů cirkulární ekonomiky v EU. Vzhledem k ambiciózně nastaveným cílům, nadnárodní potravinářské společnosti, obalové asociace a další zainteresované strany v posledních letech aktivně zvažují vysoké recyklační cíle pro PET nápojové obaly.

Ve většině evropských zemí je pro podporu recyklace využíván kolektivní systém rozšířené odpovědnosti producentů (Extended Producer Responsibility, EPR). Ten však dosahuje jen omezené míry a kvality vytřídění a následné recyklace daného materiálu. Opírá se totiž výhradně o momentální ochotu a schopnost lidí třídít svůj odpad. V případě plastů je nutné takto získaný materiál dále dotřídřovat a jen menší část se daří dále zrecyklovat. K dosažení vyšší míry separace a recyklace bývá proto často zaváděn tzv. zálohový systém (dále jen „ZS“).

Jaké reálné ekonomické a environmentální přínosy by však zavedení ZS v ČR přineslo, musí být předmětem výzkumu. Z těchto a níže popsaných důvodů se společnost KMV rozhodla téma SZ na nápojové PET obaly blíže prozkoumat. V lednu 2018 proto společnost KMV společně s INCIEN a Vysokou školou chemicko-technologickou (dále jen VŠCHT) oznámila iniciativu Zálohujme?, která si klade za cíl efektivně zmapovat aktuální stav nakládání s PET nápojovými obaly v ČR a navrhnout kroky pro jeho zefektivnění.

Následující kapitoly blíže popisují výchozí stav v ČR, rovněž jaký postup a metodika výzkumu byly zvoleny a také představují výsledky z dílčí části výzkumu INCIEN, který zrealizoval analýzu materiálových toků PET nápojových obalů v ČR.



## 1.1. Popis výchozího stavu v ČR:

Povinnost třídění a využívání obalových odpadů ČR byla ze zákona stanovena v roce 1991. V roce 1997 pak vznikla autorizovaná obalová společnost EKO-KOM a.s. (dále EKOKOM), jež od té doby zavedla tříděný sběr obalových odpadů na 99 % území ČR (EKOKOM, 2017). Od roku 2002 EKOKOM získal licenci jako jediný provozovatel systému tříděného sběru odpadů firem i obce, které operují na českém trhu. Výrobce, jenž uvádí produkt s obalovým materiálem na trh, se může rozhodnout pro plnění recyklačních povinností vlastním plněním povinností, či delegací zodpovědnosti na EKOKOM tím, že bude platit příspěvek odpovídající množství produktů uvedených na trh.

### Limity stávajícího systému

Až donedávna fungoval systém v ČR velmi dobře, nicméně stagnující míra separace plastů za poslední roky dokazuje, že systém zřejmě dosáhl svých limitů. V roce 2016, při pokrytí 118 400 nádob na plasty na zhruba 85 % území ČR, se míra separace plastů v posledních letech prakticky nezměnila, naopak v období mezi roky 2015–2016 klesla ze 69 % na 68 % (EKOKOM, 2016, 2017). V období let 2016–2017 potom došlo podle oficiálních informací EKOKOM k navýšení počtu nádob na plasty ze 118 400 na 144 500 (Balner, 2018). Výsledky z roku 2017 však hlásí opět 69% míru separace plastů, tzn. nárůst o 1 % (EKOKOM, 2018).

Problém představuje fakt, že další navyšování kapacit na třídění plastů vyžaduje nadprůměrné investice do svozu, nákupu nových kontejnerů či edukace obyvatel a z ekonomického hlediska se stává neefektivní. Jak stojí ve strategickém analytickém dokumentu pro oblast využívání druhotných surovin: „*S růstem míry recyklace rostou náklady na její zajištění. Tento růst nákladů však není přímo úměrný růstu tříděného odpadu. Čím je dosahovaná vyšší míra recyklace, tím více vzrůstají jednotkové náklady na vytřídění jedné tuny.*“ (EKOKOM, IEEP, VŠE, 2011)

Ve stejnou chvíli však nadnárodní potravinářské společnosti, obalové asociace a další zainteresované strany v posledních letech aktivně zvažují vysoké recyklační cíle pro PET nápojové obaly (Moye, 2018). Naplnění vyšších cílů bývá zpravidla dosaženo formou zavádění ZS. ZS je obecně nastaven tak, aby ekonomickými pobídkami motivoval k vyšší separaci a následné recyklaci vybraných výrobků oproti klasickým systémům s rozšířenou zodpovědností. ZS ve zkratce funguje tak, že malý finanční obnos je účtován při koupi vybraných nápojových obalů a zároveň vyplacen zpět zákazníkovi při vrácení prázdného obalu na místo odběru.



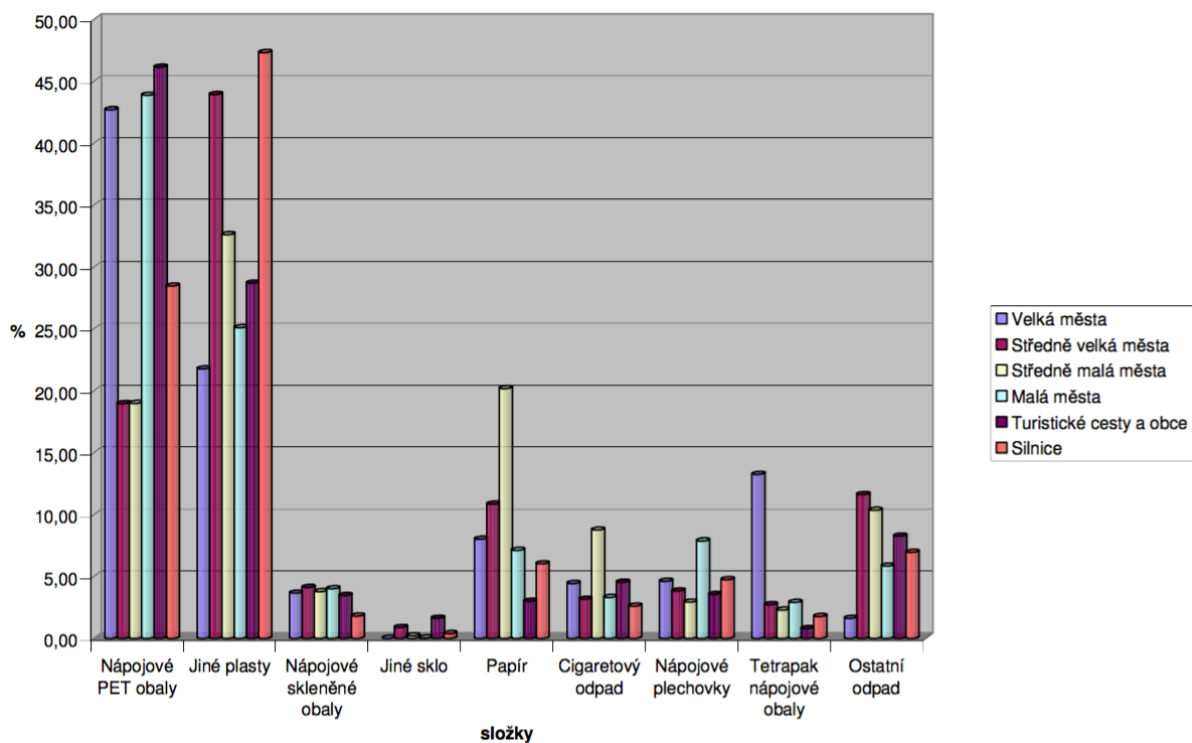
## Dopady na obecní rozpočty

Mezinárodní zkušenost naznačuje, že zavedení ZS na vybrané nápojové obaly může snížit obecní náklady na svoz a třídění odpadů (TA Forum, 2017). Například studie o zavedení ZS ve Skotsku dokázala, že obecní úspory dosáhnou v průměru 65 000 Kč/rok/1000 obyvatel (Reloop, 2017b). V tuto chvíli v ceně nevratných nápojových obalů totiž nejsou zahrnuty všechny náklady na jejich sběr, transport, zpracování, recyklaci či likvidaci, protože operátor systému a příp. i výrobci převádějí zodpovědnost za sběr a likvidace na zákazníky a obce. Dle nejnovějších údajů společnosti EKOKOM činila v roce 2017 průměrná odměna pro obce za třídění odpadu 121 Kč na osobu/rok, zatímco náklady obcí na tříděný sběr činily v tom samém roce 182 Kč na osobu/rok (EKOKOM, 2018). Tento údaj znamená, že obce ze svého rozpočtu doplácí na sběr tříděného odpadu, a to zhruba ze 33,5 % celkové částky.

## Problematika litteringu

Důvodů pro zvážení ZS je více. ZS přináší obecné snížení produkce komunálního odpadu a jejich zavedení předchází vzniku černých skládek a znečišťování přírody (Dráb & Slučiaková, 2018; European Parliament, 2018; Hnutí Duha, 2002; Hogg, Elliot, & Adrian, 2015). Plasty, které neskončí ani ve smíšeném komunálním odpadu (SKO), ani v systému na oddělený sběr plastů, jsou často volně pohozeny v přírodě.

Toto téma bylo předmětem předchozích analýz tzv. litteringu, provedených v ČR v roce 2007. Ze studie, která zkoumala celkem 24 různě zabydlených a frekventovaných oblastí ČR, vyšlo najevo, že 77 % objemu všech nápojových obalů, jež byly při analýze nalezeny, byly PET nápojové obaly. PET láhve tvořily 30 % průměrné hmotnosti ze všech materiálů a jak Graf 1 udává, činily tyto PET láhve 37 % objemu z celkového průměrného vzorku (Příbylová & Štejfa, 2007).



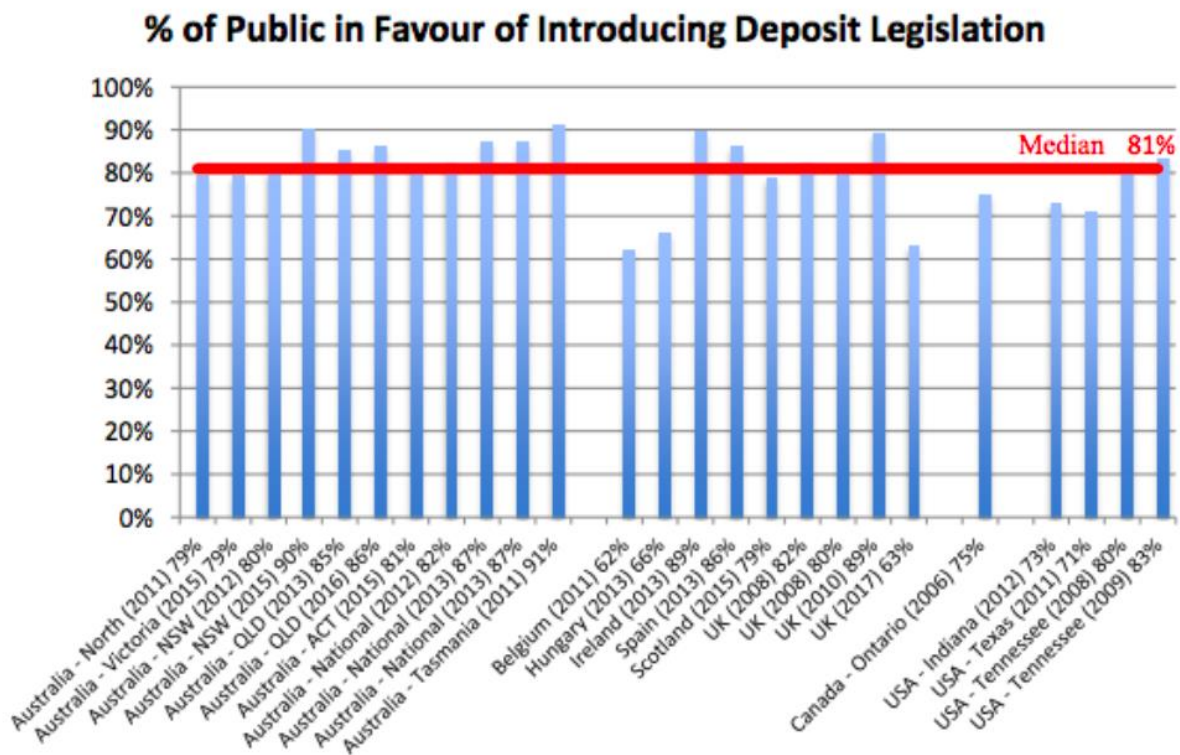
Graf 1: Objemové zastoupení sledovaných složek odpadů. Zdroj: (Příbylová & Štejfa, 2007)





Volně pohozený odpad se kromě negativních dopadů na životní prostředí promítá i do nákladů na sběr a odstranění odpadu, které zpravidla hradí místní úřad či správce lokality. Jak namítají Příbylová & Štejfa (2007), pokud by se podařilo omezit pohození jednorázových nápojových obalů, které byly ze 77 % objemu zastoupeny PET nápojovými obaly, významně by se snížily náklady na úklid a zneškodnění odpadů pro zodpovědné subjekty.

Z těchto a podobných důvodů jsou ZS aktuálně často projednávaným tématem na globální scéně, jelikož užívání plastů roste ruku v ruce s akumulací plastů v řekách, mořích i oceánech. Situace dosáhla takového stavu, že k roku 2050 by mohlo v oceánech být více plastů než ryb (podle hmotnosti) (Ellen MacArthur Foundation, 2016). Dalším zajímavým aspektem ZS je i obecná podpora veřejnosti, jak naznačuje Graf 2, ze kterého vychází, že zhruba 81 % populace je nakloněno systému záloh v různých zemích světa. Dokonce i 9 z 10 Čechů a Češek by PET nápojové obaly za vratnou zálohu vracelo, jak ukázal průzkum společnosti IPSOS (IDNES, 2019).



Graf 2: Průzkum podpory veřejnosti ve věci zavádění zálohových systémů. Zdroj: (Reloop, 2016)

### Legislativní výzvy

Dalším důvodem pro analyzování možností ZS jsou i současné legislativní výzvy. V rámci legislativních vlivů na nakládání s obalovými materiály byly ve chvíli psaní dokumentu vysoce relevantní 2 návrhy nařízení z EU – Circular Economy Action Package a Plastic Strategy.

### Plastic Strategy

V rámci finální verze tzv. Evropské strategie pro plasty přišla EU na konci roku 2018 s dohodou, která se zaměří na sérii opatření. V jejím hledáčku jsou zejména plastové výrobky na jedno použití. Konkrétní výrobky v nařízení představují 70 % odpadků v evropských mořích. Očekává se větší míra aktivity ze strany výrobců – na úklidu se budou muset podílet více a kromě zákazu



některých jednorázových plastových produktů se do roku 2029 bude muset zajistit sběr 90 % jednorázových plastových láhví od nápojů s mezidobým cílem 77 % v roce 2025. Právě pro naplnění 90% míry separace může podle EU i expertů sloužit zavedení ZS, jelikož ke dnešnímu dni neexistuje jiný systém, který by tak vysokého cíle dokázal dosáhnout. Odhaduje se totiž, že nejvyšší míra recyklace – po započítání ztrát při dotřídění v zemích bez ZS – je maximálně 70 % (Eunomia Consulting Ltd. & ICF, 2018; European Parliament, 2018).

### *Circular Economy Action Package*

Výraznou změnu nakládání s odpady přináší také série nařízení EU – dlouho očekávaný balíček k oběhovému hospodářství, s oficiálním názvem Circular Economy Action Package. Evropský parlament v dubnu 2018 odhlasoval návrh čtyř směrnic balíčku k cirkulární ekonomice a členské státy nyní mají dva roky na transpozici legislativy do národní legislativy. EU si od balíčku, který zásadně mění nařízení odpadových, obalových, skládkových a WEEE/baterie/ELV směrnic, slibuje rychlejší přechod na oběhové hospodářství. Balíček přináší vyšší recyklaci, omezení obalových materiálů, méně skládkování nebo například větší využití druhotných surovin.

Jedním z pilířů Circular Economy Action Package jsou tzv. recyklační kvóty na jednotlivé obalové materiály, popsané v Tabulka 1.

*Tabulka 1: Cíle CE Action Package. Zdroj: Bourguignon, (2016)*

	Rok 2025	Rok 2030
Všechny obalové materiály	65 %	70 %
Plasty	50 %	55 %
Dřevo	25 %	30 %
Kovy	70 %	80 %
Sklo	70 %	75 %
Hliník	50 %	60 %
Papír a karton	75 %	85 %

Právě recyklační kvóty, a to zejména na hliníkové a plastové obaly, budou mít velkou relevanci pro stávající situaci v ČR. Například nové cíle pro hliník či plasty s novou metodikou měření mohou představovat pro ČR problém.

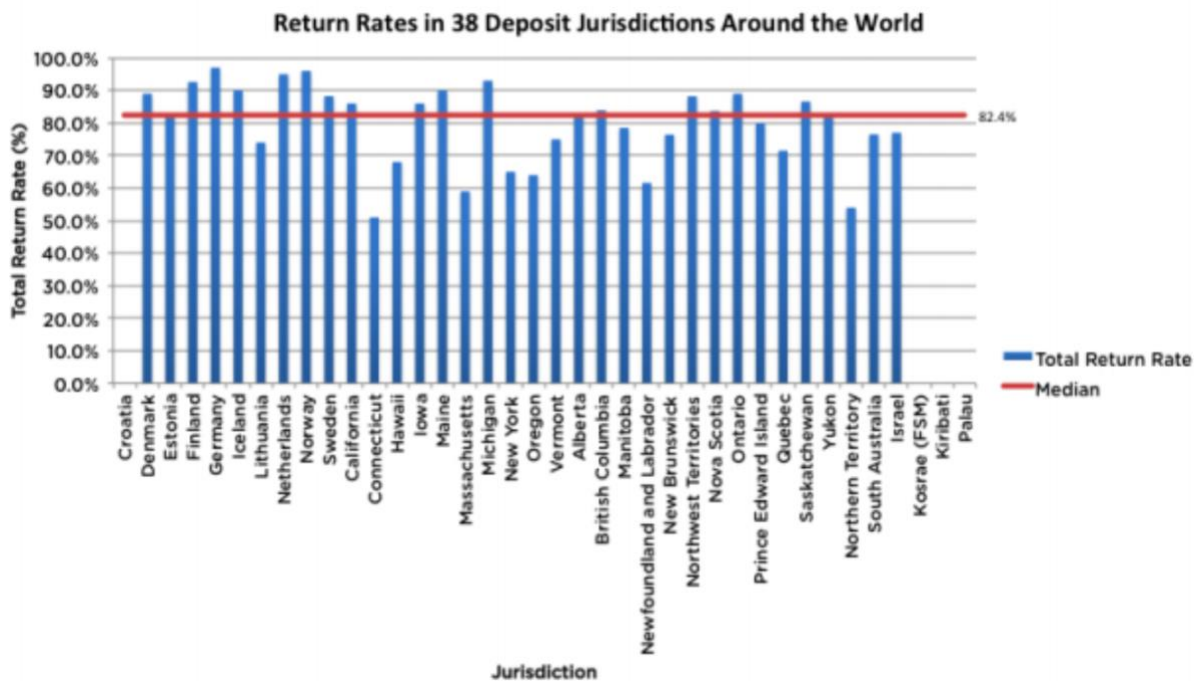
Důležitým bodem balíčku je totiž metodika měření míry recyklace, která byla doposud v členských státech EU nejednotná. Metodika měření bude nyní zavedena po výstupu z dotřídovacích zařízení a konkrétně při vstupu ke zpracovatelům, což je v rozporu se stávající metodikou hojně používanou v ČR, kdy se do míry recyklace započítává například i energetické využití. Tento fakt umocňuje problematiku dosažení nových recyklačních kvót. Nejenže budou kvóty pro některé obaly vyšší než doposud, ale budou se měřit i po výstupu z dotřídovacích zařízení, a to při odeslání do recyklačního zařízení – to bude v případě plastových i hliníkových obalů v ČR představovat výzvu ke splnění.



Tento fakt je pro ČR vysoce relevantní z toho důvodu, že stávající systém sběru a recyklace plastů má tendence reportovat spíše o odhadu celkové hmotnosti vytríděných odpadů v kontejnerech než o tom, co je skutečně recyklováno. Dle aktuálních informací z praxe z roku 2018 totiž množství vytríděných plastů v ČR svážených z obcí a měst na třídící linky již v první fázi třídění (zhruba v 50 % případů) skončí jako výmět k výrobě tuhých alternativních paliv, nebo skončí na skládkách a Zařízeních na energetické využívání odpadu (ZEVO) (Ministerstvo životního prostředí, 2018).

## Recyklační kvóty

Přestože je ZS na nápojové obaly komplexní problematikou, díky průměrnému dosažení > 90% míry návratnosti a recyklace produktů v EU nabízí jedno z nejefektivnějších řešení, jak se s výše zmíněnými výzvami vypořádat (viz Graf 3). Hlavní důvod pro dosažení vyšší míry zpětného odběru v ZS je ten, že systém ekonomickými pobídkami motivuje zákazníky k třídění vybraných výrobků. Malý finanční obnos je účtován při koupi vybraných nápojových obalů a následně vyplacen zpět zákazníkovi při vrácení prázdného obalu na místo odběru. Systémy zpětného odběru jednorázových nápojových obalů v současnosti úspěšně fungují pro 120 milionů občanů EU.



Graf 3: Míra návratnosti nápojových obalů po zavedení zálohových systémů ve světě. Zdroj: (Reloop, 2017a)

Nicméně i přes zdánlivé pozitivní výsledky z mnoha perspektiv je v tuto chvíli nezbytné pečlivě analyzovat současný stav i navrhované řešení. Vzhledem k nastavení financování celého systému třídění a recyklace obalových materiálů se dá očekávat, že pokud by se PET nápojové obaly vyjmuly z kontejnerů na tříděný odpad, negativní následky by mohly nést například dotřídňovací linky.

Pro společnosti, jejichž hlavním zdrojem příjmu jsou finance plynoucí z dotřídňování a následného prodeje vytríděných komodit (zejména plastů), jsou totiž PET nápojové obaly v podstatě hlavním příjmem. Relevantní otázkou je i financování celého systému EPR (Extended



Producer Responsibility), který by při vyjmutí PET láhví přišel o podstatnou část svých zdrojů. V ČR dále existují obavy o klesání míry sběru ostatních plastů v případě zavedení záloh, ale například situace z Německa napovídá, že míra recyklace plastových obalů stabilně roste od roku 2005 (zálohy na PET láhve byly v Německu zavedeny v roce 2003) (Eurostat, 2018).

Jaké reálné ekonomické a environmentální přínosy by zavedení ZS v ČR přineslo, je proto předmětem této a série dalších studií popsanych níže. Základem jakýchkoliv rozhodnutí o případném přínosu ZS na PET nápojové obaly však musí být hloubkový přehled ohledně aktuálního toku PET nápojových obalů. Jedině po pečlivém zmapování materiálových toků je možné vyvozovat závěry ohledně ekonomických a environmentálních přínosů alternativ ke stávajícímu systému. Vzhledem k tomu, že v tuto chvíli v ČR neexistuje studie, která by materiálové toky vybraných nápojových obalů mapovala, následující kapitoly zkoumají aktuální tok PET nápojových obalů od jejich uvedení na trh, přes dotřídění, odstranění, až po uvedení do zpracovatelských kapacit.



## 2. DETAILY INICIATIVY ZÁLOHUJME?

### 2.1. Postup a metodika

Analytická část projektu Zálohujme? byla a je prováděna v několika fázích. Výsledná zpráva je složena ze tří analytických podkladů, ze kterých každý hodnotí jiné aspekty stávajícího a alternativního systému pro sběr a nakládání s PET a hliníkovými nápojovými obaly v ČR.

- INCIEN v projektu zkoumá **obecné podklady, motivace a důvody pro změnu stávajícího systému**, na něž navázal s **mapováním materiálového toku PET nápojových obalů v ČR**. Ten je detailně rozdělen do několika hlavních fází, od uvedení na trh až po přeměnu na nový produkt.
- Dalším dokumentem je **analýza ekonomických dopadů zavedení systému záloh na PET a hliníkové nápojové obaly od společnosti Eunomia Research & Consulting Ltd.**
- Posledním dokumentem je **analýza porovnávající environmentální dopady stávajícího a alternativního systému sběru a zpracování PET a hliníkových nápojových obalů od VŠCHT.**

Tato série dokumentů bude sloužit jako komplexní přehled o možnostech stávajícího systému a možných krocích pro jeho zefektivnění. Tabulka níže pak blíže popisuje jednotlivé dokumenty a jejich dodavatele.



Tabulka 2: Popis dílčích kroků analytické části projektu

Metody výzkumu	Detail	Dodavatel služeb	Kontakt
MFA	Výstupem je přehled o celkovém toku PET láhví v ČR od jejich uvedení na trh, až po odpadové hospodářství a přeměnu na nový produkt.	INCIEN	<b>Manažer projektu:</b> Vojtěch Vosecký, MSc. <a href="mailto:vojtech@incién.org">vojtech@incién.org</a>  <b>Koordinace komunikačních aktivit:</b> Ing. Soňa Jonášová <a href="mailto:sona@incién.org">sona@incién.org</a> Ing. Ivana Hekerle <a href="mailto:ivana@incién.org">ivana@incién.org</a>  <b>MFA expert</b> RNDr. Miloš Polák, Ph.D. <a href="mailto:milospolak@seznam.cz">milospolak@seznam.cz</a>
<i>Cost-Benefit analýza</i>	Výstupem je návrh a propočítání ekonomických dopadů systému záloh na nápojové PET láhve a nápojové plechovky v ČR s cílem dosáhnout 90% míry návratnosti.	Eunomia Research & Consulting, Ltd.	<b>Project Lead</b> Chris Sherrington <a href="mailto:Chris.Sherrington@eunomia.co.uk">Chris.Sherrington@eunomia.co.uk</a>  <b>Project Manager</b> Orla Woods <a href="mailto:Orla.woods@eunomia.co.uk">Orla.woods@eunomia.co.uk</a>
LCA	Výstupem je zhodnocení environmentálních přínosů a nedostatků systému záloh na PET láhve a plechovky v porovnání se stávajícím systémem.	VŠCHT Praha, Fakulta technologie ochrany prostředí	<b>Vedoucí výzkumu LCA</b> Doc. Ing. Vladimír Kočí, Ph.D. <a href="mailto:Vlad.Koci@vscht.cz">Vlad.Koci@vscht.cz</a>



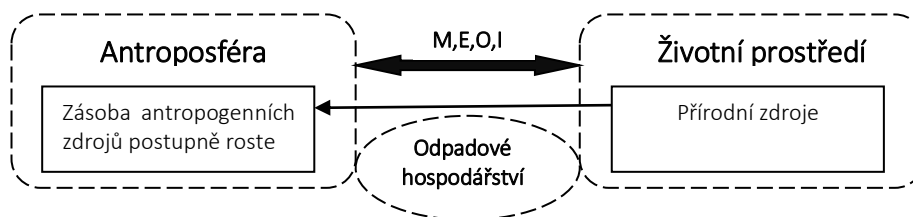
### 3. ANALÝZA MATERIÁLOVÝCH TOKŮ PET LÁHVÍ V ČR V ROCE 2016

Počet a množství uvedených nápojových obalů na trh je z hlediska zkoumání materiálových toků zásadní údaj. Jedině díky správnému odhadu, kolik je ročně uvedeno PET nápojových obalů na trh, je možné vypočítat efektivitu celého systému. Množství nápojových obalů na trh v ČR také slouží jako klíčový údaj i pro správné navržení ZS, propočtu jeho ekonomických dopadů na hlavní zaujaté strany a dále jeho dopadů na životní prostředí v porovnání se systémem stávajícím.

*Material Flow Analysis* (MFA) čili analýza materiálových toků je systematický přístup k hodnocení toků a zásob materiálů v rámci definovaného systému v daném prostoru a čase (Brunner & Rechberger, 2004). MFA poskytuje kompletní a konzistentní sadu informací o celkových tocích a zásobách daného materiálu v rámci zvoleného systému. Pojem materiál v pojetí MFA symbolizuje či zastupuje jak látku, tak výrobek. Metoda MFA je nejčastěji využívána v oborech jako je environmentální management, průmyslová ekologie, hospodaření s přírodními zdroji nebo odpadové hospodářství.

Dle Brunnera & Rechbergera (2004) existují dva druhy zdrojů – přírodní zdroje a **antropogenní zdroje**. Mezi přírodní zdroje se počítají například minerály, voda, vzduch, informace, půda nebo biomasa (včetně rostlin, živočichů i lidí). Antropogenní zdroje jsou ty, které byly vytvořeny nebo přeměněny lidmi – např. kulturní dědictví, technologie nebo umění.

Tyto zdroje se nacházejí v tzv. antroposféře, tedy v domácnostech, zemědělství, zdravotnictví, infrastruktuře atd. Díky masivní těžbě hornin a minerálů dochází k přeměně přírodních zdrojů na antropogenní zdroje. Tato přeměna je v některých případech tak výrazná, že antropogenní toky už překonaly svou mocností toky přírodní. Například tok kadmia spojený s lidskou činností je asi tři- až čtyřikrát větší než přírodní (geogenní) tok způsobený erozí, počasím, mobilitou nebo vulkanickou činností (Brunner & Rechberger, 2004). I proto je současná éra některými autory nazývána jako antropocén, jelikož lidská činnost se stala globální geofyzikální silou a hnacím mechanismem globálních environmentálních změn (Crutzen, 2002; Steffen, Crutzen, & McNeill, 2007).



Obrázek 1: Výměna toků materiálů (M), energie (E), organismů (O) a informací (I) mezi dvěma systémy „antroposféra“ a „životní prostředí“. Zdroj: upraveno dle Brunnera a Rechbergera (2004).

Odpadové hospodářství probíhá na rozhraní mezi antroposférou a životním prostředím, viz Obrázek 1. Vzhledem ke vzrůstající spotřebě lidské společnosti roste i množství produkováných odpadů a jejich složení se v čase mění. Prapůvodním cílem odpadového hospodářství bylo zachování základních hygienických podmínek a předcházení epidemií. Nicméně významné změny v produkci množství a kvality odpadů proběhly až během 20. století. Dnes je odpadové hospodářství integrovaným konceptem několika způsobů nakládání s odpady, jako je skládkování, energetické využití, materiálové využití, opětovné využití či prevence vzniku odpadu.



### 3.1. Hlavní cíl

Hlavním cílem této dílčí zprávy je teoreticky popsat a kvantifikovat materiálové toky PET láhví. Dílčí cíle jsou:

1. Vymežit systém toku materiálů a zásob PET láhví za pomoci jasně definovaných termínů.
2. Redukovat komplexitu systému při zachování hodnoty výsledků pro rozhodovací proces.
3. Využít výsledků MFA k rozpoznání potenciální akumulace / ztráty využitelných zdrojů.
4. Prezentovat výsledky jasně a srozumitelně.

### 3.2. Software STAN

Pro grafické znázornění a dopočet neznámých materiálových toků byl použit software STAN (Oliver Cencic & Rechberger, 2008). STAN (zkratka z anglického subSTance flow ANalysis) je freeware vyvinutý pro MFA podle rakouské normy ÖNorm S 2096 (*Material flow analysis – Application in waste management*).

Tento software umožňuje vystavět grafický model MFA s předdefinovanými komponentami (procesy, toky, hranice systému, textová pole atd.), kam lze vepsat či importovat známá data (hmotnostní toky a zásoby, objemové toky a zásoby, koncentrace, transfer koeficienty) pro různé vrstvy (výrobek, látka, energie) a periody. STAN také umožňuje automatické dopočítání neznámých toků. Všechny toky jsou zobrazeny tzv. Sankey diagramem, tedy šířka toku proporcionálně odpovídá jeho hodnotě. Grafiku lze tisknout i exportovat a jako import/export nástroj je používán rozšířený Microsoft Excel. STAN rovněž umožňuje automatickou kombinaci nejistot. Algoritmy výpočtu jsou založeny na matematických nástrojích, jako jsou rekonciliace dat, propagace chyb nebo detekce hrubé chyby.

### 3.3. Základní definice a pojmy v MFA

Následující definice a pojmy byly převzaty z Brunnera a Rechbergera (Brunner & Rechberger, 2004):

**Látka** (*Substance*) je jakýkoliv (chemický) prvek nebo chemická sloučenina. Všechny prvky i látky jsou charakterizovány tím, že mají jedinečnou a totožnou konstituci a jsou tedy homogenní (např. N, C, Cu,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{CO}_2$ ). Naopak např. pitná voda není látka, jelikož se skládá z látek, jako je čistá voda, vápník, hořčík atd. Ani PVC není dle MFA látka, jelikož se skládá z polyvinylchloridu a určitých přísad.

**Výrobek** (*Good*) je definován jako hmotný předmět s pozitivní nebo negativní ekonomickou hodnotou. Výrobek je tvořen jednou nebo více látkami. Příkladem může být pitná voda, nerost, beton, televizor, automobil, odpad atd. Jako synonymum je možné použít slova zboží, produkt či komodita.

**Materiál** (*Material*) je společný termín označující v MFA jak látku, tak výrobek. Materiálem se v této analýze myslí „PET láhev“. PET láhev či PET láhve definujeme v pojetí nápojové PET láhve v segmentu nealkoholických nápojů, ciderů a alkoholického i nealkoholického piva, a to bez





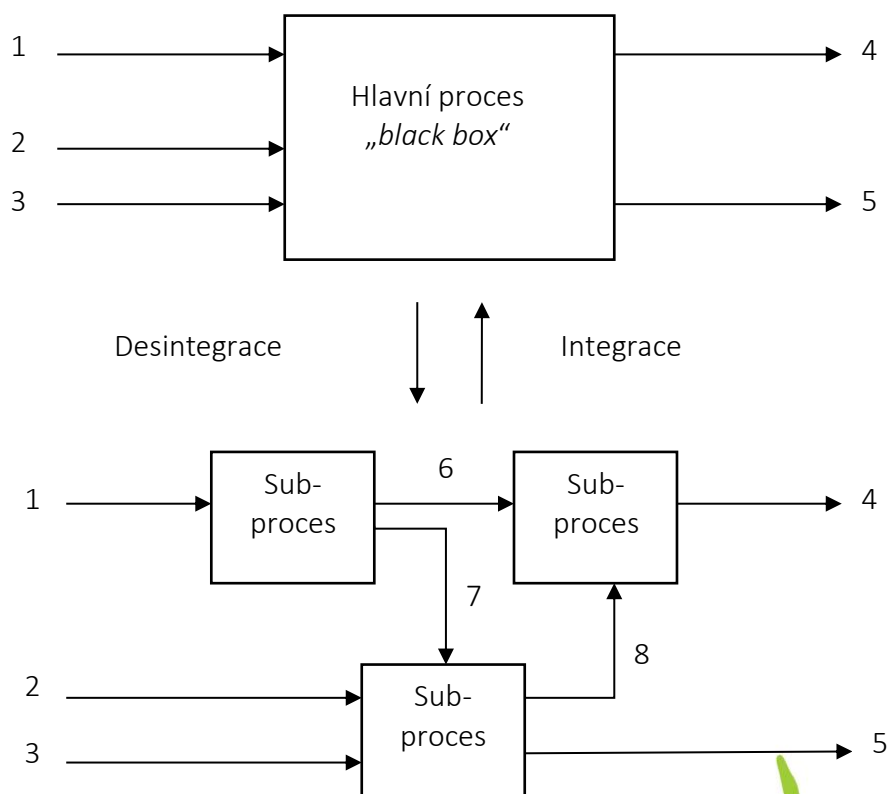
ohledu na distribuční kanál. Nezapočítáváme sem širší význam PET láhví, jako například využití PET láhví pro oleje, mléko či drogistické zboží.

**Proces** (*Process*) je definovaný jako přeměna, doprava či skladování materiálů. K přeměně materiálů dochází při primárních výrobních procesech, jako je těžba či extrakce kovů z rud. Spotřebními procesy v domácnostech dochází k přeměně výrobků na odpady a emise. Dalšími příklady procesů jsou metabolismus města, člověka či zvířete; činnost domácností (např. separace odpadu) nebo podniku (např. spalování odpadu, skládkování, výroba papíru atd.); proces probíhající v životním prostředí (např. v atmosféře, hydrosféře či pedosféře); služba (např. sběr komunálního odpadu). Obvykle je proces definován jako *black box*, což znamená, že interní procesy v rámci black boxu nejsou brány v potaz. Do úvah jsou brány pouze vstupy a výstupy. Pokud je interní proces důležitý a měl by být zahrnut do MFA, pak musí být rozdělen na 2 nebo více subprocesů, viz Obrázek 2.

**Zásoba** (*Stock*) je celkové množství materiálu, které je v zásobě daného procesu. Existují dva typy rozdílných zásob:

1. např. odpad ve spalovně odpadů – nový odpad odpovídá zvýšení zásoby, spalování vede ke snížení zásob;
2. např. budova jako součást infrastruktury – nová budova vede ke zvýšení zásoby, demolice budovy naopak vede ke snížení zásoby.

**Tok** (*Flow*) je definován jako „podíl materiálového toku“, např. podíl materiálového toku za čas skrz vodič, jako je vodovodní potrubí. Fyzikální jednotka toku potom může být kilogram za sekundu nebo tuna za rok atd.



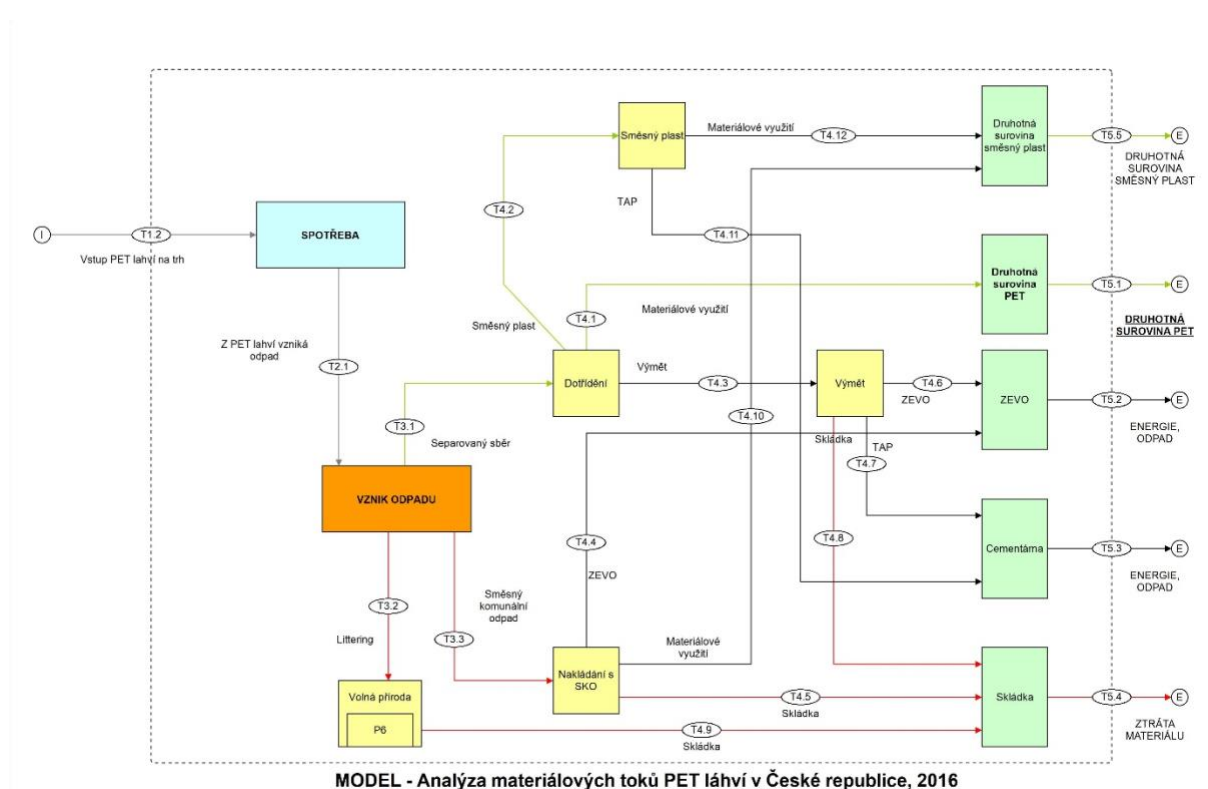
Obrázek 2: Integrace a desintegrace hlavního procesu definovaného jako black-box v MFA. Pokud je interní proces důležitý, pak musí být rozdělen na subprocesy. Zdroj: upraveno dle Brunnera a Rechbergera (2004).



**Koeficient přenosu  $TC_x, j$**  (*Transfer Coefficient (TC)*) popisuje přítomnost materiálu (výrobky nebo látky) v rámci daného procesu, tedy přenos materiálu do konkrétního výstupního toku  $j$ . Součet všech koeficientů přenosu do všech výstupních toků se musí rovnat jedné (v případě, že přenos materiálu do zásob je rovněž počítán do výstupů).

**Systém** (*System*) je definovaný jako skupina prvků a jako interakce mezi těmito prvky. V MFA jsou prvky systému nazývány jako procesy nebo toky. Systémem může být podnik (např. spalovna odpadů), region, stát nebo domácnost atd. V MFA systému je každý výrobek jasně identifikován skrze původní a cílový proces.

**Hranice systému** (*System boundary*) jsou definovány v čase a prostoru (časové a prostorové hranice systému). Nejčastěji používanou časovou hranicí systému pro antropogenní systémy jako je podnik, město, nebo stát je perioda 1 rok, a to zejména z důvodu dostupnosti dat. Prostorové hranice systému jsou obvykle fixovány na geografickou plochu, ve které se dané procesy nacházejí. Toky do systému jsou nazývány jako importní (*imports*) a toky opouštějící systém potom jako exportní (*exports*). Toky v rámci systému, které vstupují do jednotlivých procesů, se nazývají vstupy (*inputs*) a toky, jež vystupují z procesu, se nazývají výstupy (*outputs*). Obecný model MFA PET láhví na Obrázek 3 ukazuje následující schéma:



Obrázek 3: Obecné schéma MFA PET nápojových obalů. Zdroj: INCIEN, 2018



### 3.4. Nejistoty a předpoklady

Často jsou jedinými dostupnými daty jednotlivá měření, rozhovory či historické zdroje. V takových případech je třeba nejistoty „hrubě odhadnout“ analýzou zdroje dat (Brunner & Rechberger, 2004). V případě systému analýzy materiálových toků PET láhví byly nejistoty ve většině případů odborně odhadnuty. Pro kombinaci nejistot používá software STAN matematickou metodu „propagace chyb“ či „propagace nejistot“. (Oliver Cencic & Rechberger, 2008).

Předpokládá se, že nejistoty v MFA PET láhví mají normální Gaussovo rozdělení. Jedná se o tzv. *standard uncertainty* nebo také *standard error* (O. Cencic, 2018) – česky mluvíme o standardní nejistotě. Podle způsobu vyhodnocení se standardní nejistoty člení na

- **standardní nejistoty typu A ( $u_a$ )** – získané z opakovaných měření hodnoty veličiny (statistická analýza série naměřených hodnot). Hodnoty s rostoucím počtem opakovaných měření klesají. Příčina je neznámá;
- **standardní nejistoty typu B ( $u_b$ )** – získané jinak než statistickým zpracováním výsledků opakovaných měření. Jsou vyhodnoceny pro jednotlivé zdroje nejistoty identifikované pro konkrétní měření. Jejich hodnoty nezávisí na počtu opakování měření (obdobně jako systematické chyby měření). Pocházejí z různých zdrojů. Společné působení jednotlivých nejistot typu B vyjadřuje výsledná standardní nejistota typu B.

Nejistoty typu B se vážou na známé, identifikované zdroje, na rozdíl od nejistot typu A, kde se příčiny náhodných chyb považují za všeobecně neznámé.

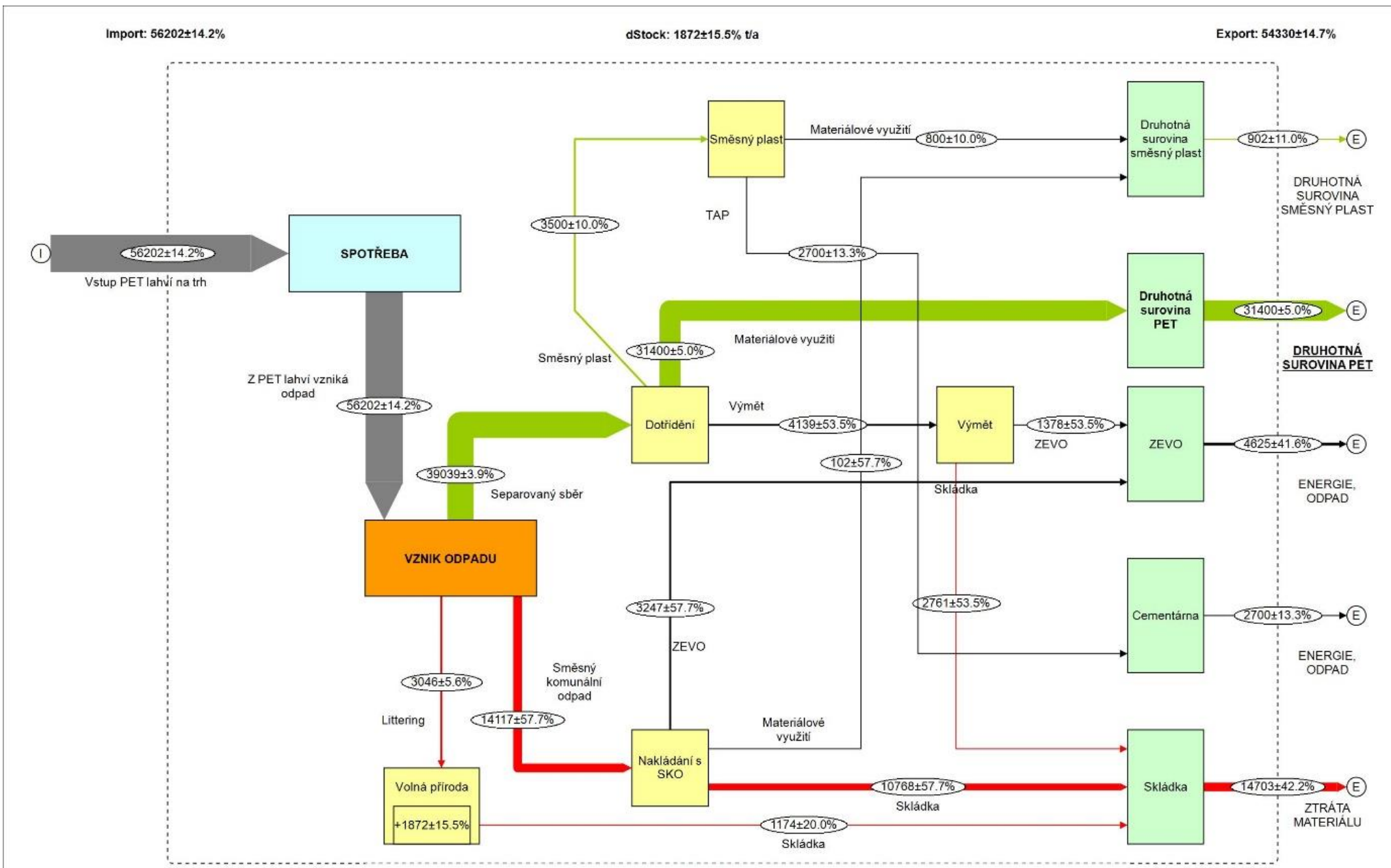
V souvislosti s MFA PET láhví pracujeme se standardní nejistotou typu B.

### 3.5. Postup

Pro lepší srozumitelnost jsme rozdělili naše výzkumné aktivity do dvou částí – první, MFA 1, zkoumá tok PET láhve od uvedení na trh až po koncovky, jako jsou skládky, ZEVO či volné odhození v přírodě nebo přeměnu na druhotnou surovinu. Druhá část, MFA 2, zkoumá tok PET láhve od bodu, kdy se tzv. „nabalíkové“ PET láhve odvezou z dotřídovací linky ke zpracování (tzv. „vločkování“) v ČR či do zahraničí. V MFA 2 jsme se zaměřili i na následný krok, čímž je přeměna PET vloček na nový produkt, opět s rozlišením, jestli k takovému kroku došlo v ČR nebo v zahraničí. Výsledkem je přehled o celkovém toku PET láhve, a to od uvedení na trh až po přeměnu na nový produkt a následné znovuuvedení na trh. Následující stránky popisují jednotlivé poznatky.



## 4. MFA 1 – CESTA PET LÁHVE OD UVEDENÍ NA TRH AŽ PO KONCOVKU V ODPADOVÉM HOSPODÁŘSTVÍ



Obrázek 4: Schéma materiálových toků PET láhví za rok 2016 od vstupu na trh po koncovku v odpadovém hospodářství

#### 4.1. MFA 1 - Výsledky

Za hlavní výsledky z MFA 1 mohou být považovány následující údaje (pro rok 2016):

- V roce 2016 se uvedlo na trh zhruba 56 202 tun PET láhví (+/- 14,2 %).
- PET láhví vytříděných v nádobách na tříděný odpad skončilo cca 39 039 tun neboli 69,5 % z celkového množství uvedeného na trh (+/- 3,9 %).
- Z toho vychází, že 17 163 tun PET láhví neboli 30,5 % z celkového množství uvedeného na trh neskončilo ve tříděném sběru, nýbrž ve směsném komunálním odpadu (SKO) nebo volně pohozených v přírodě či na veřejném prostranství.
- V SKO skončilo zhruba 14 117 tun PET láhví (+/- 57,7 %) neboli 25,1 % z celkového množství uvedeného na trh.
- V přírodě nebo na veřejných prostranstvích tudíž skončilo zhruba 3 046 tun PET láhví (+/- 5,6 %) neboli zhruba 5,4 % z celkového množství uvedeného na trh. Předpokládá se, že zhruba 1 872 tun (+/- 15,5 %) se v přírodě akumuluje a není každoročně uklizeno.
- PET láhví odeslaných z dotřídovacích linek k recyklaci (jako druhotná surovina PET) bylo 31 400 tun (+/- 5 %) neboli 55,9 % z celkového množství uvedeného na trh.
- Celkem k přeměně na PET vločky tudíž nebylo předáno zhruba 24 800 tun PET láhví neboli 44,1 % z celkového počtu PET láhví uvedených na trh.
- Z toho vyplývá, že v procesu dotřídění v dotřídovacích linkách je ztraceno 6 839 tun PET láhví neboli 12,1 % z celkového množství uvedeného na trh. Ke ztrátám dochází zejména kvůli vlastnostem materiálů, které nejsou vhodné k samostatnému dotřídění v rámci samostatného jednodruhového odpadu PET (barva, etikety, znečištění), ale i kvalitě odvedené práce a technologickým možnostem ručního dotřídění odpadů. Do ztráty materiálu je započítáno i využití PET láhví v podobě TAP v cementárnách.
- V cementárnách bylo jako tuhé alternativní palivo energeticky využito zhruba 2 700 tun PET láhví (+/- 13,3 %) neboli 4,8 % z celkového množství uvedeného na trh.
- V zařízení na energetické využití odpadu (ZEVO) skončilo energeticky využito zhruba 4 625 tun PET láhví (+/- 41,6 %) neboli 8,2 % z celkového množství uvedeného na trh.
- Na skládce skončilo uloženo zhruba 14 703 tun PET láhví (+/- 42,2 %) neboli 26,2 % z celkového množství uvedeného na trh.
- V balících směsného plastu určených pro další materiálové využití skončilo cca 902 tun (+/- 11 %) PET láhví neboli 1,6 % z celkového množství uvedeného na trh.



## 4.2.MFA 1 - Vysvětlení výsledků

MFA 1 se zaměřuje na tok PET láhví za rok 2016 od celkové hmotnosti uvedené na trh, přes interakci se spotřebitelem a následnou cestu PET láhve do odpadového hospodářství. Zde se zaměřujeme na popis a kvantifikaci výsledků v případě, že se spotřebitel rozhodne PET láhev odhodit volně v přírodě nebo na veřejném prostranství (definováno jako littering), či když se spotřebitel rozhodne odhodit PET láhev do SKO nebo do kontejnerů určených pro tříděný sběr plastů. Dále jsme se soustředili na cestu PET láhve v odpadovém hospodářství, ztráty na materiálu, které v různých procesech vznikají, až po koncové zpracování PET láhví v případě odeslání k recyklaci, uložení na skládce nebo na energetické využití v ZEVO a v cementárnách.

### 4.2.1. MFA 1 – vysvětlení výsledků – uvedení na trh

Základním údajem pro výzkum je celková hmotnost či množství PET láhví, jež jsou v daném roce uvedeny na trh. Jedná se o celkové množství PET láhví, které fyzicky vstoupí na trh v ČR.

Z původního údaje společnosti EKOKOM z ledna roku 2018, že celková míra třídění PET láhví v roce 2016 činila nejméně 74 %, by vycházelo, že hmotnost všech PET láhví uvedených na trh by činila zhruba 52 813 tun. EKOKOM pro dopočet použil celkový počet PET obalů (60 750 tun), kde jsou však obsaženy měkké fólie (4 570 tun), či obaly s objemem nad 5 litrů (330 tun). Na PET láhve, drogerii, blistry a krabičky by tak podle EKOKOM správně mělo zbývat 55 850 tun. 5 % z celkového množství PET obalů (tedy cca 3 037 tun) však podle údajů EKOKOM činí právě blistry, krabičky atp., takže na PET láhve by logicky mělo zbýt 52 813 tun (Müllerová, 2018).

Na základě dat o množství nápojových PET lahví uvedených na trh v roce 2007, viz studie Ekonomická analýza zamýšleného systému zálohování nápojových obalů v České republice z roku 2008, Ladislav Trylč z odboru odpadů MŽP odhaduje, že nápojových PET lahví mohlo být v roce 2016 uvedeno na trh přibližně 50 – 53 tis. tun (Trylč, 2018)“.

EKOKOM následně za použití metodiky výpočtu dle evidence OKEČ dospěl k závěru, že se na trh uvedlo v roce 2016 zhruba 48 200 tun PET láhví od organizací registrovaných pod následujícími detaily ekonomické činnosti:

*Tabulka 3: Započtené OKEČ v kategorii prodejních obalů na jedno použití, PET pevných dutých plastů uvedených na trh v roce 2016. Zdroj: (Balner, 2018).*

Kód	Název ekonomické činnosti
159000	Výroba nápojů
159600	Výroba piva
159800	Stáčení minerální a pitné vody do láhví a výroba nealkoholických nápojů

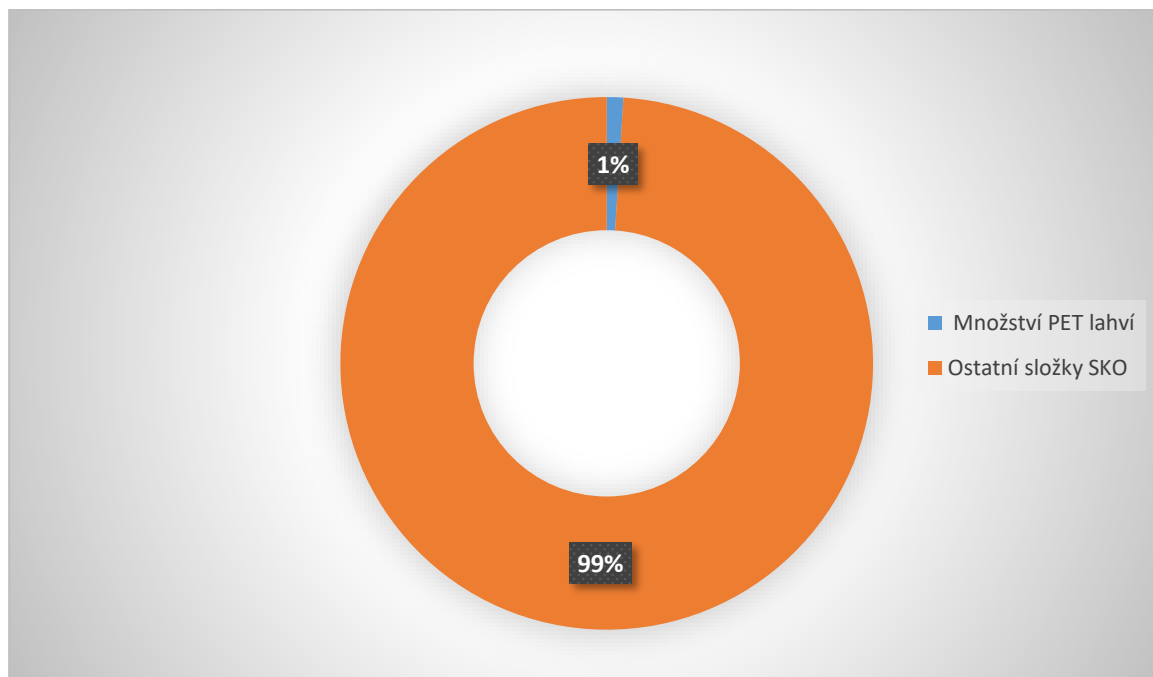


Variabilita dat o množství PET láhví uvedených na trh v roce 2016 je tedy poměrně velká. Jisté je, že neexistuje přesná statistika či evidence množství PET láhví uvedených na trh v daném období. V rámci MFA jde ovšem o zásadní vstupní údaj, který ovlivní velikost ostatních toků v rámci celé analýzy. Nicméně MFA umožňuje také dopočítat pravděpodobné množství vstupu PET láhví na trh v případě, že známe množství separovaného sběru PET láhví a množství PET láhví ve směsném komunálním odpadu (SKO). Niže je uveden postup odhadu dle následujících předpokladů.

Vstup na trh = tříděný sběr + množství PET v SKO + Littering

- Tříděný sběr PET láhví byl podle dopočtu v roce 2016 39 039 tun (Balner, 2018).
- Množství PET láhví ve SKO bylo v roce 2016 1 % (Balner, 2018).
- Littering činí dle vědeckých odhadů při 70% míře třídění asi 5 % z celkového množství PET láhví uvedených na trh (Raadal, Iversen, & Modahl, 2016).

Dle EKOKOM byla produkce SKO v roce 2016 2 069 800 tun (Balner, 2018). Jedná se o auditované výkazy obcí zapojených do systému EKOKOM. Jde pouze o domovní odpad, není zde zahrnutý SKO pocházející z firem a od živnostníků. Oficiální databáze MŽP ISOH uvádí produkci veškerého SKO, a to jak z obcí, tak z firem. V roce 2016 byla produkce SKO dle ISOH 2 820 913 tun (kód odpadu 200301 – Směsný komunální odpad).



Graf 4: MNOŽSTVÍ PET LÁHVÍ V SKO v roce 2016. Zdroj: Balner, (2018)

Dle EKOKOM je objemová hmotnost PET láhví ve tříděném sběru 20 kg/m<sup>3</sup> a v SKO 40 kg/m<sup>3</sup>. Tuto změnu společnost EKOKOM přisuzuje faktu, že PET láhve ve SKO jsou silně znečištěné od zbytku ostatních odpadů a mohou být vlhké. Hmotnost PET láhví v SKO by se tak podle EKOKOM proto měla násobit korigujícím koeficientem 0,5 (Balner, 2018). Domníváme se ovšem, že objemová hmotnost v tomto případě není relevantní údaj. Objemová hmotnost PET láhví je zejména závislá na tom, jak moc je PET láhev slisovaná či sešlápnutá. I přesto, že dochází ke



změně objemové hmotnosti, nedochází ke změně hmotnosti PET láhví ve vztahu k celkové hmotnosti SKO. Nicméně z rozborů SKO je zřejmé, že jednotlivé složky odpadu jsou do jisté míry znečištěny ostatními odpady – například popelem, zbytky ovoce a zeleniny a někdy jsou zase velmi čisté, viz Obrázek 6.

Nečistoty a jiné materiály, které ulpí na PET láhvi ve SKO, odhadujeme na 23 % (korigující koeficient odhadujeme na 0,77) – tedy 1 % celkové hmotnosti PET láhví ve SKO lze ponížít o 0,23 % na 0,77 % kvůli nečistotám.

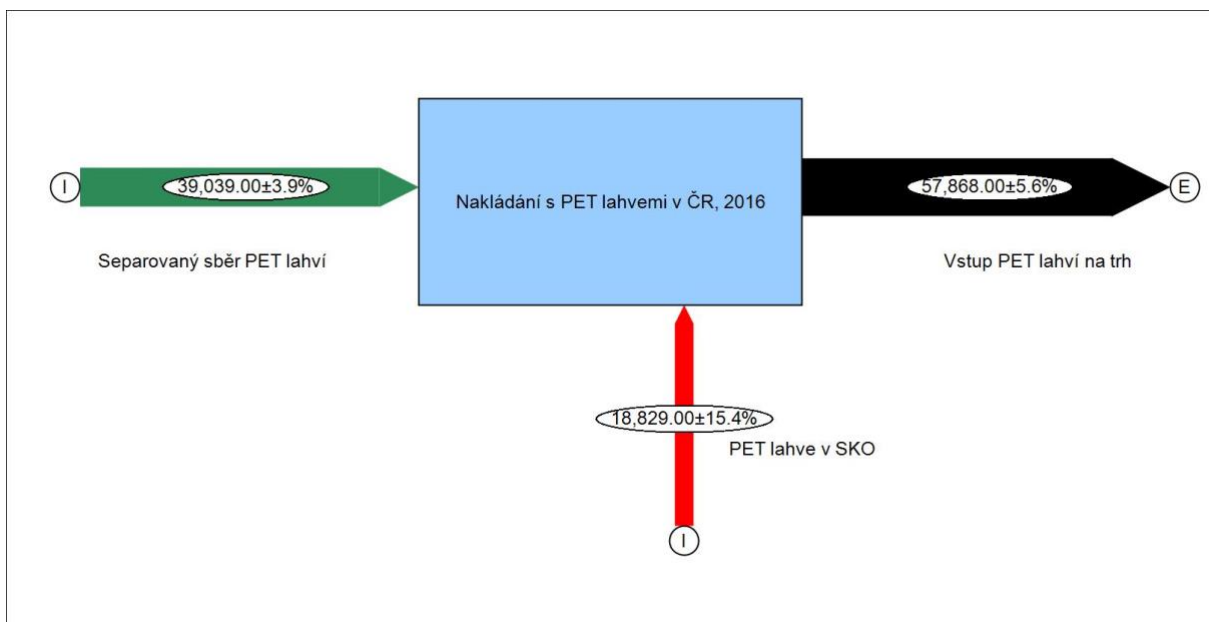


Obrázek 5: Vzorky PET láhví z fyzické analýzy SKO společností INCIEN. Zdroj: INCIEN (2018).





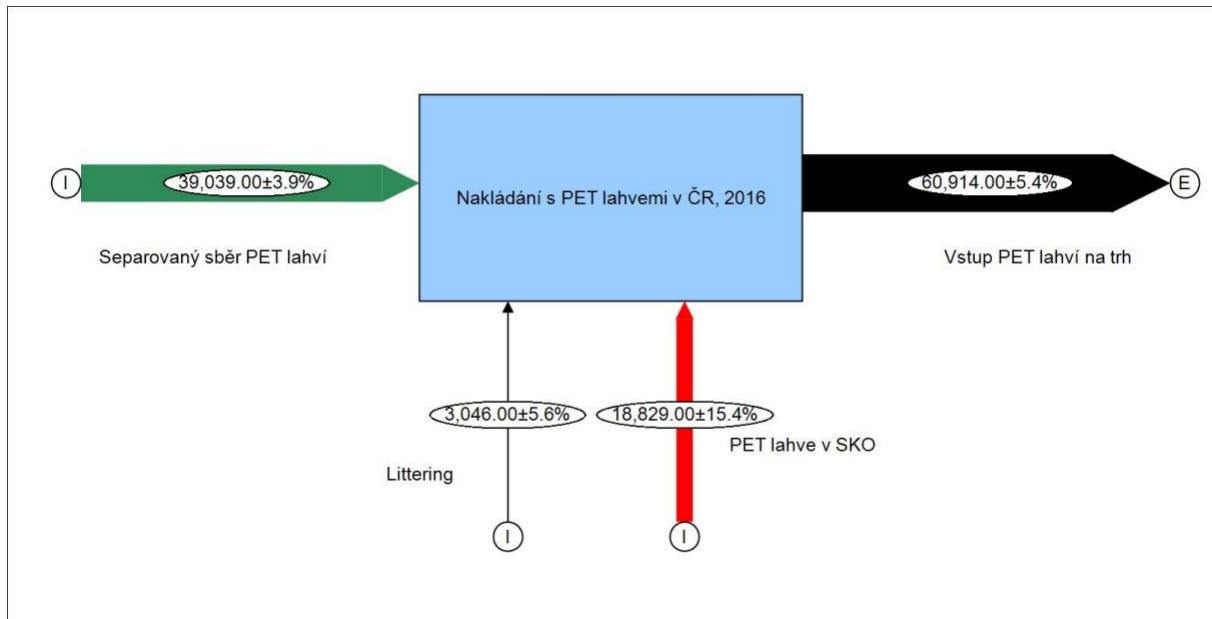
- Jako minimální hodnotu množství PET láhví ve SKO proto uvažujeme odhad na základě dat od společnosti EKOKOM:  $2\,069\,800\text{ t} * 0,77\% = 15\,937\text{ tun}$
- Jako maximální hodnotu množství PET láhví v SKO proto uvažujeme odhad na základě oficiální databáze ISOH:  $2\,820\,913\text{ t} * 0,77\% = 21\,721\text{ tun}$
- Pro srovnání – např. v Rakousku s 8,7 miliony obyvatel je množství PET láhví ve SKO 14 884 tun (32 % z celkového množství uvedených na trh) (Van Eygen, Laner, & Fellner, 2017).
- Na Slovensku, se zhruba polovičním počtem obyvatel než ČR (5,4 milionů), se množství PET láhví ve SKO (10 000 tun) a litteringu (2637 tun) odhaduje celkem zhruba na 12 637 tun (Dráb & Slučiaková, 2018).
- Na místě je tedy předpoklad, že v ČR by množství PET láhví ve SKO a litteringu nemělo být zásadně jiné než v Rakousku, a nikoliv nižší než na Slovensku.
- Vlastní výpočet množství PET láhví = střední hodnota mezi min. a max., tedy:  $(15\,937 + 21\,721) / 2 = 18\,829 (+/- 2\,892)\text{ tun}$ . Vstup na trh (95 %) = tříděný sběr + množství PET v SKO =  $39\,039 (+/- 3,9\%)\text{ tun} + 18\,829 (+/- 15,4\%)\text{ tun} = 57\,868\text{ tun} (+/- 5,9\%)$ , viz Obrázek 6.



Obrázek 6: Výpočet 95% vstupu na trh pomocí metody MFA

- Vstup na trh (100 %) = tříděný sběr + množství PET v SKO + littering =  $39\,039 (+/- 3,9\%)\text{ tun} + 18\,829 (+/- 2\,892)\text{ tun} + 3046 (+/- 171)\text{ tun} = 60\,914\text{ tun} (+/- 5,4\%)$ , (viz Obrázek 6 a Obrázek 7).





Obrázek 7: Výpočet 100 % vstupu na trh se zahrnutím litteringu (5 % ze vstupu na trh) pomocí metody MFA

- Tedy minimální hodnota odhadů je 48 200 tun (Balner, 2018), maximální 64 203 tun (60 914 tun + 5,4%). Finální odhadovaná hodnota vstupu na trh:  $(48\ 200 + 64\ 203) / 2 = 56\ 202$  tun (+/- 8 002 tun)

#### 4.2.2. Littering

Nejbližší údaj ohledně množství PET láhví, které skončí pohozené ve veřejných prostranstvích a v přírodě v ČR, je již zmiňovaná studie z roku 2007 (Příbylová & Štejfa, 2007). Ta však nepojednává o celkovém množství PET láhví, které takto po uvedení na trh skončí, nýbrž analyzuje z 20 vzorků v různých částech ČR, jaký poměr z toho byly PET láhve. V ČR ke dnešnímu dni tudíž neexistovalo přesné číslo o celkovém množství, a proto se řešitelský tým rozhodl odkázat na podobné studie ze Skotska a Norska, kde za předpokladu, že 70 % PET láhví po uvedení na trh skončí v systému na tříděný sběr odpadu, se odhaduje že 5 % z celkového počtu je nedbale odhozeno na veřejném prostranství nebo v přírodě (Hogg et al., 2015; Raadal et al., 2016). 5 % z celkového počtu uvedeného na trh v ČR činí na základě dopočtu zhruba 3 046 tun, jak ukazuje Obrázek 7.

Pro účely kontroly byla využita nejaktuálnější studie, která se odkazuje na evropský průměr litteringu na 4,6 kg na osobu na rok pro veškeré druhy odpadů (Cordle et al., 2018). Po dopočtu na PET láhve díky studii složení volně pohozeného odpadu pak výsledné množství tvoří 2 900 tun, což velice přesně koresponduje s odhadu 5 % z celkového množství (WRAP, 2018) .

Littering je jediný proces v MFA 1, který obsahuje zásoby. To znamená, že určitá část PET láhví se v přírodě akumuluje a není uklizena. Nicméně pro zjednodušení předpokládáme, že zásoby odpadních PET láhví byly v roce n-1 nulové (tedy v roce 2015, což jistě není pravda, protože blíže neurčené množství PET láhví už v přírodě bylo pohozeno v minulých letech) a v roce n (tedy v roce 2016) se na základě rozhovorů s odbornou veřejností vysbíralo z veřejných



prostranství a z volné přírody 40 % odpadních PET láhví, které byly v tomto roce nedbale odhozeny.

#### 4.2.3. PET láhve ve SKO

Pokud se spotřebitel rozhodne PET láhev nevytřídit, ani volně nepohodit v přírodě, pak skončí PET láhve ve SKO. Zde se tedy jedná o tok PET láhví v běžných černých nádobách na směsný odpad.

Např. v Rakousku je velikost tohoto toku 14 884 tun (Van Eygen et al., 2017), což činí 32 % z celkového množství uvedených PET láhví za rok v Rakousku. Na Slovensku je velikost daného toku odhadnuta na 10 307 tun, což činí 28,3 % z celkového množství. Odhad množství PET láhví ve SKO v ČR v roce 2016 v rámci této analýzy činí okolo 18 829 (+/- 2 892) tun PET láhví, což představuje 33,5 % z celkového množství uvedených PET láhví na trh.

Společnost EKOKOM však tvrdí, že vstup PET láhví na trh je 48 200 tun, míra separace 39 100 tun a množství PET láhví v SKO tudíž 9 100 tun. Tento odhad (pouze 18,9 % z celkového vstupu na trh) se zdá v porovnání s okolními zeměmi i předchozími odstavci významně podhodnocený, například i kvůli faktu, že v něm není zohledněn tok PET láhví, jež končí volně pohozené v přírodě a na veřejných prostranstvích. Tento odhad také odporuje samotnému tvrzení EKOKOM z ledna 2018, že se vytrídí 7,4 PET láhví z 10 (Müllerová, 2018).

Nicméně i tento scénář je v MFA popsán a obsažen i v odhadovaném celkovém množství PET láhví uvedených na trh, jež činí 56 202 +/- 8 002 tun. Jinými slovy, scénář 48 200 tun PET láhví uvedených na trh v roce 2016, poskytnutý společností EKOKOM, je nejmenší možná varianta, kterou MFA zohledňuje.

Pokud tedy uvažujeme, že vstup PET láhví na trh je 56 202 +/- 8 002 tun, pak se změní i odhad množství PET láhví ve SKO, který spočítá software STAN. Výsledkem tedy je 14 117 +/- 8 146 tun PET láhví se SKO. Takto široký odhad zahrnuje jak odhad provedený v rámci této studie (18 829 +/- 2 892) tun, tak odhad EKOKOMu (9100 tun).

Obrázek 4 také popisuje cestu PET láhve ve SKO do jednotlivých koncovek. Poměry SKO odeslaného na skládku, do ZEVO nebo k dotřídění pak vycházejí z evidence ISOH, která proces nakládání se směsným komunálním odpadem popisuje následovně (bez odhadu standardní nejistoty):

- 76,3 % SKO bylo v roce 2016 uloženo na skládku,
- 23 % SKO bylo v roce 2016 energeticky využito v ZEVO,
- 0,7 % SKO bylo materiálově využito neboli dotříděno na třídících linkách.



#### 4.2.4. Míra separovaného sběru

Pro zjištění, jaké míry třídění PET nápojových obalů se v ČR dosahuje, jsou hlavním relevantním měřicím bodem dotřídovací linky. Celý systém nakládání s komunálními odpady je totiž nastaven tak, že po uvedení na trh a spotřebě produktů mají obce zajistit místa pro odkládání veškerého komunálního odpadu produkovaného obyvateli obce, tj. i pro oddělené soustřeďování složek komunálního odpadu, a tedy i obalových odpadů.

Obec má dále za povinnost předat odpady, vyprodukované na jejím katastrálním území, osobám oprávněným k jejich převzetí dle § 12 odst. 3 zákona o odpadech. V praxi to znamená, že obce uzavírají smluvní dohody s dotřídovacími linkami nebo svozovými firmami, které odpad k autorizovaným úpravcům přepraví pro další zpracování. Provozovatelé dotřídovacích linek svezeny odpad upraví na druhotnou surovinu a prodávají na trhu podle aktuálních kritérií zpracovatelů. Jak stojí ve studii věnující se efektivitě českého systému třídění odpadu, zhruba 95 % vytříděných odpadů prochází úpravou před zpracováním v síti dotřídovacích linek (Rod, Rais, & Benko, 2016). Dle údajů EKOKOM byly PET nápojové obaly dotřídovány na všech třídících linkách, které třídí plasty.

Díky pravidelnému hlášení dotřídovacích linek jsme schopni určit, kolik PET láhví skončilo po uvedení na trh v infrastruktuře dotřídovacích linek. Dle dat EKOKOM bylo v roce 2016 předáno k dotřídění 39 038,9 tun PET obalů (údaj nezahrnuje recyklaci z opakovaně použitelných obalů, která činila 49 tun) (Trylč, 2018). Tento údaj dle názoru MŽP odráží hlavně nápojový PET, neboť právě ten je zejména tříděn a dále předáván k využití. Jedná se o odhad, který je založen na vzorkování obsahu separovaného plastu (obsahu žlutých nádob).



#### 4.2.5. Dotřídění

Na dotřídovací linky vstupuje celý obsah žlutých nádob, tedy směs obalových plastů, neobalových plastů a neplastových příměsí sesbíraných v rámci obecních systémů, a rovněž vytříděný plastový odpad z živností typu HORECA. Po konzultaci s operátory dotřídovacích linek a společností EKOKOM byly v procesu dotřídění identifikovány tři hlavní toky PET láhví z dotřídovacích linek.

- Největší tok (31 400 tun) tvořily PET láhve, které byly v balících odeslány ke zpracování a přeměně na nový produkt.
- Dalším tokem jsou PET láhve v lisovaných balících směsných plastů (2 700 tun), určených k energetickému využití jako certifikovaný výrobek palivo pro cementárny (TAP).
- Dalším tokem byly PET láhve obsažené v balících směsného plastu, za účelem využití ve výrobcích ze směsných plastů. Podle údajů EKOKOM bylo v roce 2016 odesláno k výrobě nových produktů 800 tun balíků směsných plastů.
- Posledním tokem je výmět (4 139 tun), kde PET láhve z důvodu svých vlastností a designu (např. zbarvení, různorodé složení etikety z PVC a zbytku materiálu z PET či znečištění) skončil v toku, který je dále uložen na skládku či zpracován v ZEVO (Balner, 2018).

#### 4.3. MFA 1 – závěry a diskuze

Cílem MFA 1 bylo popsat a kvantifikovat toky PET láhví v ČR pro rok 2016. Systém toku materiálů a zásob byl vymezen hranicí systému, viz Obrázek 4. Jednotlivé procesy a toky byly zvoleny tak, aby došlo k redukci komplexity celého systému toku materiálů. Jedním z klíčových vstupních dat je odhad množství PET láhví, které se v roce 2016 uvedlo na trh.

Dle vlastní odhadní metodiky založené na rozdělení klientů EKOKOMu dle OKEČ odhaduje pak EKOKOM množství PET láhví uvedených na trh v roce 2016 na 48 200 tun. Nicméně tento odhad je buď podhodnocený nebo míra separovaného sběru je nadhodnocená, jelikož součet odhadu množství PET láhví ve SKO a množství PET láhví v separovaném sběru je daleko větší, což má vliv na poměrně značnou standardní nejistotu (odhadnuta na 14,2 %).

Dalším důvodem pro vlastní odhad INCIEN je fakt, že údaje EKOKOM počítají pouze SKO z tzv. domovního odpadu, což by znamenalo, že v SKO pocházejících od firem a institucí není ani jedna PET láhev. Posledním důvodem je fakt, že odhad 48 200 tun nezahrnuje problematiku litteringu, kde zkušenosti ze zahraničí dokazují, že se množství PET láhví v tomto toku pohybuje kolem 5 % z celkového množství uvedeného na trh (cca 3000 tun v případě ČR).

Za komentář jistě stojí také velká nejistota v odhadu množství PET láhví ve SKO, která je téměř 60 %. Ve SKO se tedy nachází někde mezi 6 000 až 22 000 tuny PET láhví. Tato velká nejistota



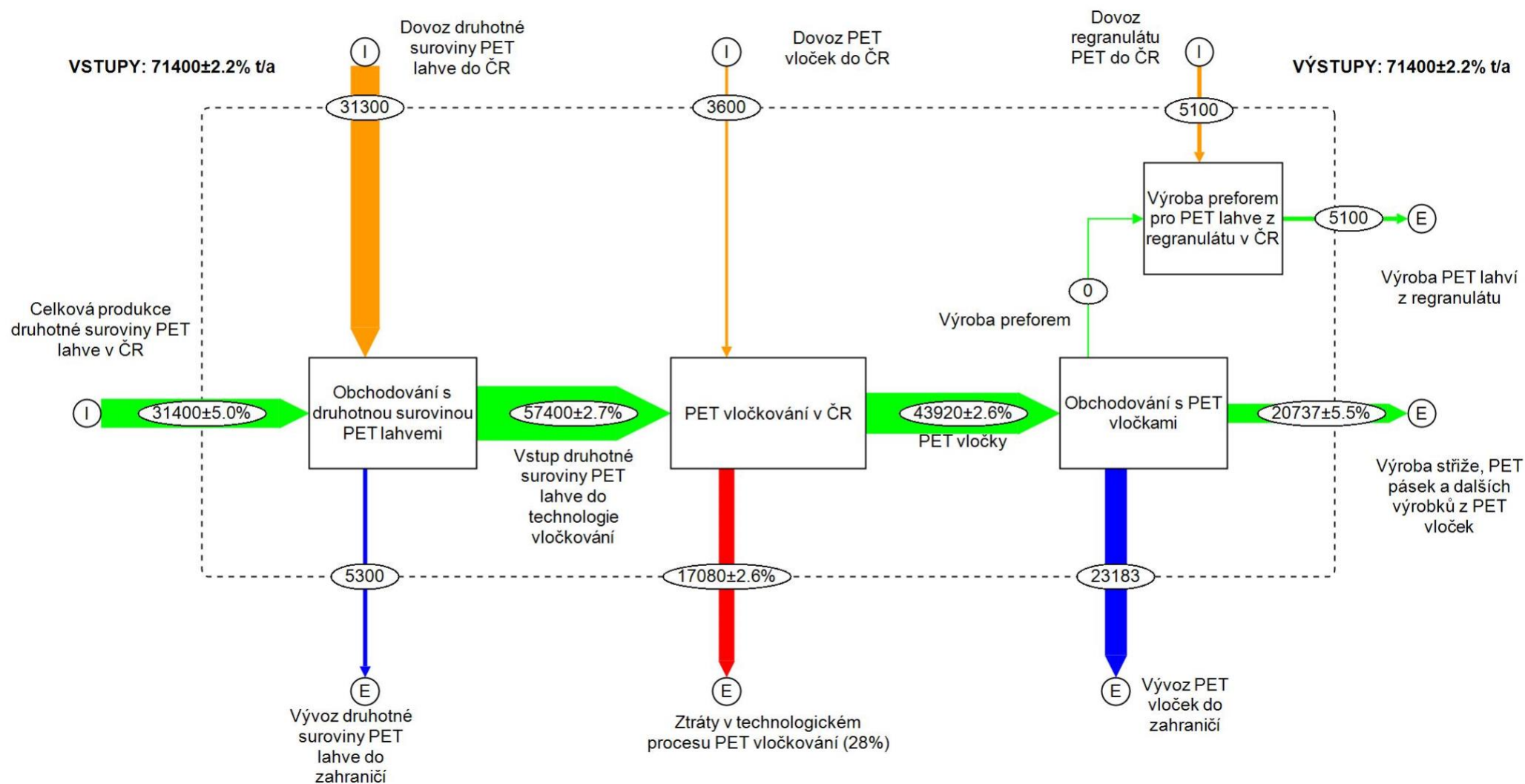
je dána zohledněním dat poskytnutých EKOKOM, které se značně rozcházejí s našimi vlastními odhady. Pokud by se zpřesnil odhad PET láhví vstupujících na trh nebo odhad množství PET láhví v SKO, pak bychom dostali přesnější výsledky materiálových toků. Při interpretaci výsledků předkládané MFA je tedy nutné vzít v úvahu výše zmíněné nejistoty. Níže v bodech shrnujeme podstatné výsledky MFA PET láhví pro rok 2016:

- Množství PET láhví vstupující na trh v ČR bylo odhadnuto na 48 200 – 64 203 tun.
- Množství PET láhví v rámci separovaného sběru plastů bylo odhadnuto na 37 516 – 40 562 tun.
- Množství PET láhví v rámci materiálového využití PET bylo odhadnuto na 29 830 – 32 970 tun.
- Množství PET láhví, které skončí definitivně nevyužité na skládce, bylo odhadnuto na 8 498 – 20 908 tun.



## 5. MFA 2 – CESTA PET LÁHVE Z DOTŘÍDOVACÍ LINKY KE ZPRACOVÁNÍ NA NOVÝ PRODUKT

### Analyza materiálových toků sekundární suroviny PET lahve ve zpracovatelském průmyslu v ČR pro rok 2016



Obrázek 8: Tok PET láhvi od dotřídění po zpracování a přeměnu na nový produkt v ČR za rok 2016

## 5.1. MFA 2 – Souhrn výsledků

Za hlavní výsledky z MFA 2 mohou být považovány následující údaje<sup>1</sup>:

- Po odeslání 31 400 tun PET láhví (+/- 5 %) z dotřídovacích linek v ČR je v balících exportováno do zahraničí cca 5 300 tun PET láhví, což činí cca 16,9 % z celkového množství PET láhví odeslaných k recyklaci.
- Zbylých 26 100 tun, tj. 83,1 % z celkového množství odeslaného k recyklaci, je předáno k přeměně na tzv. PET vložky do několika zařízení sídlících na území České republiky.
- PET vložkovací zařízení v ČR společně s českými PET láhvemi zpracovávají ještě dalších zhruba 31 300 tun PET láhví dovezených ze zahraničí. Celkem bylo ke zpracování v ČR 54,5 % PET láhví dovezeno ze zahraničí a 45,5 % pochází ze separovaného sběru v ČR.
- Celkové množství zpracovaných PET láhví na území České republiky činilo 57 400 tun (+/- 2,7 %).
- Při vložkování dochází ke ztrátám materiálu v množství 17 080 tun (+/- 2,6 %). Do toho množství spadají i ztráty z procesování 3 600 tun PET vložek, které jsou do českých zařízení importovány ze zahraničí pro další zpracování. Ke ztrátám vstupního materiálu dochází zejména kvůli nutnosti oddělit materiály, jako jsou etikety, fólie, či víčka od samotné PET láhve, ale i nutnosti vyčistit vzorek.
- V ČR dále dochází k importu zhruba 5 100 tun tzv. PET regranulátu neboli PET vložek přeměněných na regranulát ze zahraničí za účelem výroby PET láhví.
- Z celkového množství PET vložek vyprodukovaných na území ČR se odešle k exportu do zahraničí cca 23 183 tun PET vložek (52,8 % z celkového množství vložek na českém území) a zbylých 20 737 tun (+/- 5,5 %) (47,2 % z celkového množství vložek na českém území) je odesláno do výrobních procesů či přeprodání na území ČR.
- ČR již teď disponuje kapacitami na zpracování PET vložek a PET regranulátu odpovídající zhruba 115 000 tun/rok, což je více než 2x odhad vstupu PET láhví na trh.

<sup>1</sup> Všechny údaje jsou uvedeny pro rok 2016.



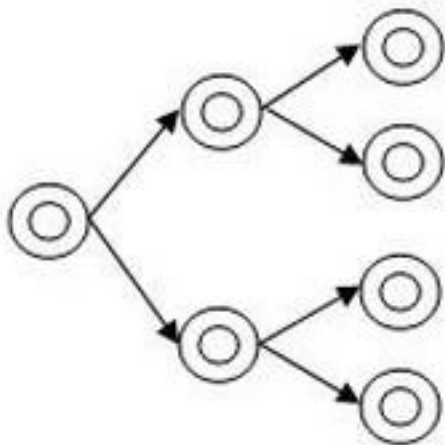


## 5.1. MFA 2 – vysvětlení výsledků

Jak již bylo zmíněno v úvodu dokumentu, MFA 2 detailně popisuje tok PET láhví z českých či zahraničních dotřídovacích linek či jiných zdrojů materiálu, jejich zpracování v českých vložkovacích továrnách a následné zacházení s PET vložkami, jež mapuje jak ztráty materiálu, export, tak i přeměnu na nový produkt. Ve výsledku tak kombinace MFA 1 a 2 dává kompletní přehled o toku PET láhve od uvedení na trh, až po přeměnu na nový produkt nebo jinou koncovku.

Vzhledem k tomu, že v ČR neexistuje přesná databáze o kapacitách či zařízeních, které by se specificky věnovaly PET vložkování či zpracování PET vložek na nový produkt, byl výzkumný tým odkázán na práci v terénu. Z tohoto důvodu zvolil výzkumný tým metodologii sběru dat formou tzv. „snowball sampling“ (Dudovskiy, 2018). Pro začátek výzkumných aktivit byla použita databáze ISOH, osobní kontakty a analýza stávající sítě v krajích ČR (EY, 2015) – zdroje, jež nám poskytly důležitou databázi firem, které se na poli zpracování plastů pohybují.

Snowball sampling je metoda, jež zahrnuje primární zdroje dat, které označují další potenciální primární zdroje dat, které mají být použity ve výzkumu. Jinými slovy, sběr dat je založen na doporučeních od počátečních subjektů k vytvoření dalších zdrojů informací. Exponenciální nediskriminativní metoda sněhové koule znamená, že první oslovený subjekt doporučí několik dalších subjektů k oslovení. Ty jsou osloveny, než je dosažena situace, kdy více zdrojů k oslovení již není nebo nejsou relevantní. Zdroje a informace se tedy nabalují každým novým odkazem a rozhovorem jako sněhová koule. I takto byly použity naše primární zdroje pro doporučení dalších důležitých subjektů.



Obrázek 9: Exponenciální nediskriminativní sběr dat pomocí metody sněhové koule (Dudovskiy, 2018)

Následující podkapitoly byly postaveny na třech základních zdrojích informací – organizacích, které a) zpracovávají PET láhve na PET vložky, b) používají PET vložky pro výrobu nových produktů nebo c) používají PET regranulát pro výrobu nových produktů.



### 5.1.1. MFA 2 – vysvětlení výsledků – PET vločkování

Tato kapitola popisuje situaci na trhu v oblasti produkce PET vloček. PET vločky nebo také PET flakes jsou v podstatě nutným mezistupněm v cyklu přeměny PET láhví na nový produkt. K tomu, aby se PET láhev na jedno použití mohla reálně zrecyklovat a použít jako vstupní materiál pro nové výrobní procesy, musí být v naprosté většině průmyslových řešení nadrcena, vyprána, vyčištěna, zbavena etiket, víček, jiných komponentů a dalších nečistot. Takto očištěný materiál se nazývá PET vločka. Obrázek 10 ukazuje, jak vypadá finální produkt po procesu vločkování.



Obrázek 10: PET vločky (Jaktridit.cz, 2018)

Možným mezistupněm přeměny PET vločky na nový produkt může být ještě tvorba PET regranulátu, který se používá například pro výrobu PET láhví s obsahem recyklovaného PET. Jak Tabulka 4 ukazuje, PET vločkováním se v ČR zabývá nejméně pět společností, nicméně odhaduje se, že zde mohou existovat zařízení s kapacitou zpracování PET láhví <2000 tun/rok, na které výzkumný tým nenarazil během sběru dat. Každá z firem zabývajících se PET vločkováním byla přímo oslovena a data v následující tabulce pocházejí z e-mailové nebo osobní konverzace s provozovateli těchto zařízení.



Hlavní poznatky ohledně výsledků sběru a analýzy dat jsou shrnuty v Tabulce 4 a Kapitole 0. Jak Tabulka 4 ukazuje, v ČR bylo celkem identifikováno pět hlavních subjektů, které se PET vložkování věnují. Kapacitně podle poskytnutých údajů mohou celkem ročně přijmout cca 57 400 tun nabalíkových PET láhví. Výzkumný tým zná i množství příjmu PET láhví a výsledných PET vložek jednotlivých podniků, nicméně z důvodu zachování obchodního tajemství jednotlivých subjektů je níže nezveřejnil.

Jak Obrázek 9 ukazuje, z ČR se v roce 2016 dovezlo k vložkování zhruba 26 100 tun PET láhví z původních 31 400 tun, které byly podle evidence společnosti EKOKOM odevzdány k recyklaci (Balner, 2018). Odhaduje se, že zbylých 5 300 tun bylo prodáno z českých dotřídovacích linek ke zpracování do zahraničí. Aby však české vložkovací zařízení zaplnily kapacity, dalších zhruba 31 300 tun dovezly ze zahraničí, převážně z Německa.

Jednou z charakteristických vlastností vložkování PET láhví jsou i ztráty materiálu, které při procesu vznikají. Jak Tabulka 4 ukazuje, ztráty jednotlivých zařízení se pohybují mezi 20–30 %. Rozdíly jsou dány převážně tím, jak vysokou kvalitu vložek požaduje finální odběratel a jakou technologií disponuje dané zařízení, případně z jaké země jsou PET láhve dováženy.

Dalším důvodem ztrát je samotný design PET láhví. Některé PET láhve se neskládají jen z PET, ale často je etiketa z PVC, víčko z HDPE nebo jiného plastu nebo i samotné PET láhve obsahují nízké procento nečistot. Všechny tyto komponenty se však musí odstranit a výsledný produkt, závisící na specifických požadavcích odběratelů, zpravidla musí dosahovat přísných limitů bez obsahu jakýchkoliv nečistot nebo nesořodých materiálů. Z tohoto důvodu se zástupci sektoru PET vložkování, dotřídování či finálního zpracování shodují, že PET láhve potažené tzv. PVC rukávy, tzv. sleevey (anglický ekvivalent), či PET láhve z barev, jako např. oranžová, červená, hnědá atp. jsou těžko recyklovatelné, respektive méně hodnotné materiály s nízkou přidanou hodnotou, oproti čirým PET. Celkem v ČR z výše zmíněných důvodů při vložkování dochází ke ztrátám zhruba 17 080 tun vstupního materiálu.

Jak Tabulka 4 dále ukazuje, odběratelské vztahy se velmi liší – některé subjekty prodávají veškerý materiál například jednomu odběrateli v ČR nebo v zahraničí, další mají odběratelů více. Ve výsledku se do zahraničí odešle zhruba 23 181 tun PET vložek, z čehož vyplývá, že se v ČR prodá k přeměně na nový produkt či dalšímu prodeji zhruba 20 737 PET vložek. O detailech zpracování vložek na nový produkt pojednává následující kapitola.



Tabulka 4: Přehled a výsledky zpracovatelů PET Láhví na PET vložky v ČR

PODNIK	PŘÍJEM PET (TUN/ROK)	ZTRÁTY (%)	VÝSLEDNÉ PET VLOČKY	DODAVATEL ZAHRANIČÍ (%)	DODAVATEL ČR (%)	ODBĚRATEL ZAHRANIČÍ (%)	ODBĚRATEL ČR (%)
<i>SUBJEKT A</i>		28		20	80	100	0
<i>SUBJEKT B</i>		25		5	95	0	100
<i>SUBJEKT C</i>		30		90	10	80	20
<i>SUBJEKT D</i>		25		„PŘEVÁŽNÁ MENŠINA“	„PŘEVÁŽNÁ VĚTŠINA“	15	85
<i>SUBJEKT E</i>		20		5	95	10	90
<b>CELKEM</b>	<b>57 400</b>		<b>43 920</b>				



### 5.1.2. MFA 2 VYSVĚTLENÍ VÝSLEDKŮ – PŘEMĚNA NA NOVÝ PRODUKT

Tato kapitola pojednává o poslední fázi výzkumu materiálových toků – přeměny PET vložek na nový produkt. Jak Obrázek 9 ukazuje, z celkového množství PET vložek vyprodukovaných nebo procesovaných na území ČR se odešle k exportu do zahraničí cca 23 183 tun PET vložek (52,8 % z celkového množství vložek na českém území) a zbylých 20 737 tun (47,2 % z celkového množství vložek na českém území) je odesláno do výrobních procesů či k přeprodání na území ČR.

Jak Tabulka 5 dále ukazuje, bylo identifikováno pět hlavních subjektů, které se přeměnou PET vložek či regranulátu na nový produkt v ČR věnují. Jeden subjekt se věnuje výrobě PET stříže, jenž je následně použita například v automobilovém průmyslu či pro výrobu hygienických potřeb. Dva subjekty produkují PET pásy v podobném výsledném množství. Všechny subjekty používají pro vstupní materiál recyklované PET vložky. Poslední dva subjekty se věnují výrobě PET preforem a pro své výrobní procesy používají jak PET granulát z primárních zdrojů (virgin PET granulát), ale také PET regranulát.

Z tabulky se dá dále vyčíst, že celkový příjem PET vložek činil v roce 2016 kolem 57 400 tun a PET regranulátu ve dvou výrobních podnicích bylo využito cca 5 100 tun. Celkové kapacity všech podniků dohromady pro příjem vložek či regranulátu z recyklovaných PET láhví však teoreticky dosahují hodnoty 118 400 tun (za předpokladu, že by výrobci preforem používali jen PET regranulát jako vstupní surovinu).

Jak Tabulka 5 a Obrázek 9 ukazují, i přes poměrně velkou výrobní kapacitu, a tudíž i poptávku po PET vložkách, musí například subjekty F a H dovážet většinu materiálu ze zahraničí, mnohdy ze zemí na periferii Evropské unie. V případě producentů PET preforem je všech 5 100 tun dováženo ze zahraničí, jelikož v době výzkumu neexistovalo v ČR zařízení na výrobu PET regranulátu v požadované kvalitě pro výrobu nových preforem.



Tabulka 5: Přehled a výsledky zpracovatelů PET vložek na nové produkty v ČR

PODNIK	PET VLOČKY NA NOVÝ PRODUKT:	PŘÍJEM FLAKES (T/ROK)	PŘÍJEM VIRGIN PET GRANULÁT (T/ROK)	PŘÍJEM PET REGRANULÁT (T/ROK)	DODAVATEL ZAHRANIČÍ (%)	DODAVATEL ČR (%)	ODBĚRATELÉ ZAHRANIČÍ (%)	ODBĚRATELÉ ČR (%)
<i>SUBJEKT F</i>	PET STŘIŽE				84	16	80	20
<i>SUBJEKT G</i>	PET PÁSKY				5 – 10	90 – 95	22	78
<i>SUBJEKT H</i>	PET PÁSKY				50	50	30	70
<i>SUBJEKT I</i>	PET PREFORMY				VŠE ZAHRANIČÍ	0	75	25
<i>SUBJEKT J</i>	PET PREFORMY				VŠE ZAHRANIČÍ	0	70	30
<b>CELKEM</b>		<b>57 400</b>	<b>55 900</b>	<b>5 100</b>				



## 5.2. MFA 2 – DISKUZE A ZÁVĚRY

Cílem MFA 2 bylo popsat a kvantifikovat toky PET láhví v ČR pro rok 2016 od procesu dotřídění, přes přeměnu na PET vločky a dále na finální produkt. Systém toku materiálů a zásob byl vymezen hranicí systému. Stejně jako v MFA 1 byly jednotlivé procesy a toky zvoleny tak, aby došlo k redukci komplexity celého systému toku materiálů.

Vzhledem k nedostatku veřejně dostupných dat bylo nutné subjekty kontaktovat individuálně, na základě postupně získaných tipů od klíčových aktérů či expertů z oboru. Zde je však nutno podotknout limitaci zvolené výzkumné metody snowball sampling – je možné, že výzkumný tým nenarazil díky sérii doporučení a průzkumu webu a databází na další subjekty, které PET vločky či regranulát využívají k výrobním procesům na území ČR.

Během výzkumu bylo identifikováno několik subjektů, které v minulosti tyto činnosti provozovaly (například firma vyrábějící střešní krytinu z PET láhví), avšak v době výzkumu se s nimi nešlo spojit nebo firmy svou činnost ukončily nebo byly například v insolvenční. Do výsledků v Tabulce 5 nebyly zahrnuty subjekty, které se věnují přeprave PET vloček či regranulátu, avšak produkty z nich už nevyrábí.

Do výzkumu dále nebyly zahrnuty firmy či závody, které se věnují nejen výrobě PET preforem, ale i výrobě nápojů samotných. I u těchto firem se dá předpokládat, že už v tuto chvíli používají regranulát ve svých výrobních procesech nebo že by po úpravách mohly regranulát do výrobních procesů zahrnout. Z rozhovorů se zástupci producentů nápojů však opakovaně vycházelo najevo, že v době výzkumu PET regranulát ve svých láhvích pro český trh nepoužívali.

Jak Obrázek 9 dále ukazuje, přibližně 54,5 % PET láhví se v roce 2016 muselo dovážet ze zahraničí, za účelem zaplnění kapacit, které pro PET vločkování činily zhruba 57 400 tun/rok. Z těchto údajů se dá usoudit, že Česká republika má dostatek kapacit na zpracování všech PET láhví uvedených na český trh v daném roce, dokonce více než polovinu jich musí dovážet ze zahraničí. Z materiálového hlediska se zde nabízí prostor pro navýšení množství separovaného PET, za účelem dodání potřebného množství materiálu pro PET vločkování v ČR.

Je nutno dále podotknout, že ztráty systému v procesu vločkování popsaném v Obrázek 9 by nastaly jak v případě záloh, tak i v případě stávajícího systému a prostory pro zefektivnění recyklace PET láhví po jejich sběru leží tudíž spíše v inovaci výrobních procesů.



## 6. ZÁVĚR A DISKUZE

Hlavním cílem této analýzy bylo získání přesného přehledu toku PET nápojových obalů v ČR a přiblížit výzkumné kroky, jež INCIEN od začátku roku 2017 v tomto projektu podnikl. Konkrétní závěry jsou vždy popsány u jednotlivých podkapitol a z toho důvodu INCIEN chce na závěr jen stručně doporučit následující.

INCIEN vítá iniciativy, které ambiciózním způsobem cílí na zavedení principů cirkulární ekonomiky do každodenní praxe ve všech oblastech naší společnosti. I z tohoto důvodu se tým INCIEN věnoval výzkumu v rámci projektu Zálohujme?. Klíčem cirkulární ekonomiky není totiž jen třídění, ale dokonalé navrácení materiálu bez ztráty na kvalitě, do co nejvíce dalších cyklů využití.

Analýza materiálových toků PET láhví v ČR pracovala za využití softwaru STAN s daty z roku 2016 a byla rozdělena na dvě části. První zkoumala tok PET nápojových obalů od uvedení na trh, až po koncovku v odpadovém hospodářství. Druhá část zkoumala cestu PET nápojových obalů z dotřídovacích linek k přeměně a zpracování na nové produkty.

První část výzkumu ukázala, že z celkového množství PET nápojových obalů uvedených na trh, jež v roce 2016 činilo 56 202 tun, skončilo 69,5 % v nádobách na tříděný odpad. Přibližně 25,1 % PET nápojových obalů skončilo ve SKO a dalších 5,4 % volně pohozené v přírodě, ze které se však menší část během roku podaří uklidit a zbytek se akumuluje. PET nápojových obalů odeslaných z dotřídovacích linek k recyklaci, jako druhotná surovina PET, bylo 31 400 tun neboli 55,9 % z celkového množství uvedeného na trh. Celkem bylo v procesu spotřeby, třídění a dotřídění ztraceno zhruba 23 900 tun PET láhví neboli 42,5 % z celkového počtu PET nápojových obalů uvedených na trh.

Dále je nutné uvést, že v evidenci PET nápojových obalů, a zejména v množství uvedeného na trh, panuje nezanedbatelná míra nepřesnosti mezi jednotlivými institucemi a INCIEN doporučuje řádné sladění způsobu evidencí a vykazovaných čísel. Výsledky studie však tyto nepřesnosti neovlivnily. Použití softwaru STAN totiž bralo v potaz lišící se vstupní data. Přesné měření, vážení a důsledná evidence, transparentně sdílená mezi všemi subjekty, umožní v budoucnu řádné vykazování a zejména přehled o skutečném nakládání s jednotlivými druhy odpadů, ale v tuto chvíli však chybí.

Druhá část MFA poukázala na to, že po odeslání 31 400 tun PET nápojových obalů z dotřídovacích linek v ČR, cca 5 300 tun putuje do zahraničí a zbylých 26 100 tun je předáno k vločkování do českých zařízení. Ty však za účelem zaplnění kapacit zpracovávají dalších 31 300 PET nápojových obalů dovezených ze zahraničí. Celkem tak ČR má dostatek kapacit na vločkování všech PET nápojových obalů, jež se každoročně uvedou na trh.

PET vloček se po vločkování odešle zhruba 52,8 % do zahraničí a zbylých 47,2 % je zpracováno nebo přeprodáno do ČR. Z dostupných údajů vyšlo najevo, že hlavním produktem, který se z PET vloček v ČR vyrábí, je PET stříž a dále PET pásy. V ČR dále existuje několik závodů na výrobu





preforem pro PET nápojové obaly, jež z menší části používají PET regranulát. Vzhledem k tomu, že v době psaní studie však v ČR neexistovalo zařízení, které by dokázalo vyrobit PET regranulát v požadované kvalitě, veškerý PET regranulát používán pro výrobu preforem byl dovážen ze zahraničí.

Na závěr je důležité podotknout, že stávající systém tříděného sběru plastového odpadu dosáhl za dobu své existence velmi dobrých výsledků. Již dnes má totiž 99 % obyvatel možnost třídít. I přesto však k recyklaci do PET vložkových zařízení bylo odesláno jen 55,9 % PET nápojových obalů a v balících směsného plastu dalších 1,6 %. Velký prostor pro osvětu a optimalizaci systému je proto v oblasti zapojení zbývajících částí populace, která se pro třídění nerozhodne a svých odpadů se buď zbaví odhozením do SKO, nebo na veřejné prostranství či v přírodě. Prostor pro zlepšení je i v procesu dotřídění, protože zhruba 6 839 tun je ztraceno právě tam, ať už kvůli svému designu a znečištění láhví či technologickým možnostem dotřídovacích linek.

Je zřejmé, že zapojení zbývajících částí, nyní netřídících částí populace, si vyžaduje nové cesty a způsoby motivace. Důsledky nezapojení i jen malé frakce celkové populace však mohou mít silné negativní následky na životní prostředí v podobě skládkování a litteringu. Negativně se tato situace může projevit i z ekonomických důvodů – například kvůli financím vynaložených na úklid veřejných prostranství, národních parků či okolí silnic, železnic a dálnic. Z tohoto důvodu INCIÉN doporučuje v případě toku PET nápojových obalů analyzovat cesty pro zefektivnění systému, jenž by navýšil množství separace a recyklace PET nápojových obalů na maximum, a tím zároveň omezil množství volně pohozených na minimum.

Z hlediska cirkulární ekonomiky je důležité se také zaměřit na způsoby využití vytříděných PET nápojových obalů, protože základní principy tohoto konceptu tkví v lokálním uzavírání materiálových toků, bez ztráty na kvalitě materiálu v jednotlivých recyklačních cyklech a s co nejmenšími dopravními vzhlednostmi. V tuto chvíli však někteří čeští zpracovatelé PET vložek dovážejí materiál z celé EU, kvůli jeho nedostatku na českém trhu.

Téma ZS s sebou nese i několik více či méně předvídatelných dopadů – ekonomické dopady na stávající systém jsou jistě předmětem další diskuze se všemi zahrnutými stranami a tato diskuze bude moci využít i studii ekonomických dopadů, která je jedním z výstupů našeho projektu a kterou vytvořila Eunomia Consulting Ltd. Konkrétní dopady na životní prostředí pak hodnotí experti z VŠCHT. Společně se studií materiálových toků by tak tyto tři dokumenty měly poskytnout komplexní přehled o stávající situaci a možnostech ZS.



## 7. PŘÍLOHY

### 7.1. Vysvětlení pojmů

#### 7.1.1. Definice materiálu

Materiálem se v této analýze myslí „PET láhev“. PET láhev či PET láhve definujeme v pojetí nápojové PET láhve v segmentu nealkoholických nápojů, ciderů a alkoholického i nealkoholického piva, a to bez ohledu na distribuční kanál. Nezapočítáváme zde širší význam PET láhví, jako například pro oleje, mléko či drogistické zboží.

#### 7.1.2. Popis a definice procesů, předpoklady a koeficienty přenosu

Procesy jsou v modelu MFA znázorněny jako různě barevné obdélníky či čtverce. Jedná se např. o proces „spotřeba“, „vznik odpadu“, „dotřídění“ atd.

##### **Spotřeba**

Jedná se o proces spotřeby PET láhví zákazníky dle definice (viz výše). Spotřeba je vztažena jak na sektor B2C (domácnosti), tak B2B (firmy, instituce).

##### **Vznik odpadu**

Spotřebou výrobku v PET láhvi vzniká odpadní PET láhev. Při výpočtu množství vznikajícího odpadu vycházíme ze zjednodušujícího předpokladu, že každá PET láhev uvedená na trh v daném roce se zároveň stane v témže roce odpadem, tedy spotřeba = vznik odpadu.

##### **Volná příroda**

Jedná se o proces, který lze také nazvat jako „littering“, který lze definovat jako „nedbalé odhazování odpadků (PET láhví) na veřejném prostranství a ve volné přírodě“ nebo jako „bezohledné odhazování odpadků (PET láhví) v místě jejich vzniku, bez použití k tomu určených nádob“ (Příbylová & Štejfá, 2007).

##### **Dotřídění**

Jedná se o proces, kdy jsou PET láhve dotříděny z celkového množství separovaného sběru plastů. Jedná se o manuální proces třídění PET láhví, které probíhá na dotřídovacích linkách v České republice.

##### **Nakládání s SKO**

Proces nakládání se směsným komunálním odpadem. Pro zjednodušení není samotné spalování uvažováno.

##### **Výmět**

Jedná se o proces vzniku odpadní směsi, která není vhodná na materiálové využití (ať už z ekonomického nebo technologického důvodu).

##### **Druhotná surovina směsný plast**



Proces, kdy se z odpadní PET láhve stane druhotná surovina vhodná pro výrobu produktů ze směsného plastu. Tento proces vzniká dotříděním v dotřídňovacích linkách v ČR.

### **Druhotná surovina PET**

Proces, kdy se z odpadní PET láhve stane druhotná surovina vhodná pro výrobu produktů z PET. Tento proces vzniká dotříděním v dotřídňovacích linkách v ČR.

### **ZEVO**

Proces energetického využití odpadní PET láhve v zařízení pro energetické využití odpadu.

### **Cementárna**

Proces energetického využití odpadní PET láhve v cementárně.

### **Skládka**

Proces skládkování PET láhve na řízených skládkách.

## **7.1.3. Popis a definice toků včetně vstupních dat**

### **Vstup PET láhví na trh**

Jedná se o celkové množství PET láhví, které fyzicky vstoupí na trh v ČR. Tedy jedná se o prodej výrobků (dovoz – vývoz + domácí výroba), zabalených v PET láhvích v rámci ČR za rok 2016.

### **Z PET láhví vzniká odpad**

Spotřeba výrobků zabalených v PET láhvích vede ke vzniku odpadních PET láhví. Tedy vstup na trh v roce  $t$  = spotřeba v roce  $t$  = vznik odpadu v roce  $t$ .

### **Separovaný sběr**

Sběr PET láhví v rámci separovaného sběru plastového obalového odpadu. Jedná se o tok PET láhví ve „žlutých kontejnerech“. Jiný separovaný sběr není pro zjednodušení uvažován.

### **Littering**

Tok PET láhví, které spotřebitel nedbale odhodí ve veřejném prostranství či do volné přírody.

### **Směsný komunální odpad**

Tok PET láhví v rámci toku směsného komunálního odpadu. Jedná se o tok PET láhví v „černých kontejnerech“ či v nádobách na směsný odpad.

### **Materiálové využití**

Tok vytříděných PET láhví, ze kterých se stane druhotná surovina PET. Jedná se o nejkvalitnější materiál, který dále vstupuje do technologie výroby nových výrobků.

### **Směsný plast**

Tok vytříděných PET láhví, které se nehodí (ekonomicky či technologicky) na přímé materiálové využití, ze kterých se stane druhotná surovina směsný plast. Jedná se např. o barevné PET láhve, o něž není v danou chvíli zájem na trhu, nebo o PET láhve s PVC fólií.



## Výmět

Tok PET láhví, které skončí v procesu výmět. Jedná se o PET láhve, které se nehodí (ekonomicky či technologicky) na přímé materiálové využití a ani na využití v rámci směsných plastů. Jedná se např. o barevné PET láhve, o které není v danou chvíli zájem na trhu, nebo o PET láhve s PVC fólií, či jinak kontaminované či extrémně znečištěné PET láhve. V tomto toku končí také PET láhve, které nejsou zachyceny v rámci manuální separace (tedy jedná se o chybu či obecně technologický nedostatek manuální separace).

## ZEVO

Tok PET láhví směřující do zařízení pro energetické využití odpadu. Do ZEVO může směřovat jak SKO, tak výmět, které obsahují PET láhve.

## Skládka

Tok PET láhví směřující na skládku v rámci toku SKO, výmětu, nebo v rámci „clean-up“ akcí ve volné přírodě.

## TAP

Tok PET láhví směřující ze zpracování směsného plastu a z výmětu do cementárny na energetické využití. V rámci legislativy a evidence způsobů nakládání s odpady v ČR je toto považováno za materiálové využití, jelikož se před vstupem do cementárny vznikne výrobek „tuhé alternativní palivo“.

## Druhotná surovina PET

Tok PET láhví jako druhotné suroviny, se kterou se dále obchoduje. Slisované balíky PET láhví jdou buď na export na zpracování do zahraničí, nebo vstupují do procesu PET vložkování v rámci ČR (proces PET vložkování je v našem případě mimo stanovené hranice systému).

## Druhotná surovina směsný plast

Tok PET láhví ve frakci směsných plastů jako druhotné suroviny, se kterými dále obchoduje a které dále vstupují do procesu zpracování směsných plastů (mimo hranice systému).

## Energie, odpad

Jedná se o materiálový tok, který vznikne energetickým využitím PET láhví v rámci ZEVO a cementáren. Tento tok už je mimo hranice systému.

## Ztráta materiálu

Jedná se o materiálový tok, který vznikne skládkováním PET láhví. Tento tok už je mimo hranice systému. Pro zjednodušení předpokládáme, že skládka nebude v budoucnosti těžena např. pro technologii výroby TAP atd., a tudíž jde o definitivní ztrátu materiálu (Bocken, de Pauw, Bakker, & van der Grinten, 2016).



## 7.2. Přehled vstupních dat a odhadů standardních nejistot u MFA 1 a 2

### 7.2.1. Přehled vstupních dat a odhadů standardních nejistot MFA 1

Tabulka 6: MFA 1 - Přehled vstupních dat a odhadů standardních nejistot

Tok	Název toku	Vstupní data (t/a)	+/- nejistota (t/a)	Data spočítaná (t/a)	+/- nejistota (t/a)
T1.2	Vstup PET láhví na trh	56 202	8 002	56 202	8 002
T2.1	Z PET láhví vzniká odpad			56 202	8 002
T3.1	Separovaný sběr	39 039	1 522,521	39 039	1 522, 521
T3.2	Littering	3 046	170,6	3 046	170,6
T3.3	Směsný komunální odpad			14 117	8 147,3
T4.1	Materiálové využití	31 400	1 570	31 400	1 570
T4.2	Směsný plast	3 500	350	3 500	350
T4.3	Výmět			4 139	2 214,8
T4.4	ZEVO			3 246,9	1 873,9
T4.5	Skládka			10 768,5	6 214,8
T4.6	ZEVO			1 378,3	737,5
T4.7	TAP			2 760,7	1 477,3
T4.8	Skládka			2 760,7	1 477,3
T4.9	Skládka	1 173,6	234,7	1 173,6	234,7
T4.10	Materiálové využití			101,6	58,6
T4.11	TAP			2 700	359
T4.12	Materiálové využití	800	80	800	80
T5.1	Druhotná surovina PET			3 1400	1 570
T5.2	Energie, odpad			4 625,2	1 923,6
T5.3	Energie, odpad			2 700	359
T5.4	Ztráta materiálu			14 702,8	6 205
T5.5	Druhotná surovina směsný plast.			901,6	99,2

Tabulka 7: MFA 1 - Přehled použitých transfer koeficientů

Proces	Název proces	In -> Out	Transfer koeficient (TC)	+/- TC	TC (spočítaný)	+/- (spočítaný)	TC
P7	Nakládání s SKO	T3.3 ->T4.10	0,0072	n/a	0,0072	n/a	
P7	Nakládání s SKO	T3.3 ->T4.4	0,23	n/a	0,23	n/a	
P7	Nakládání s SKO	T3.3 ->T4.5	0,7628	n/a	0,7628	n/a	
P9	Výmět	T4.3-> T4.6	0,333	n/a	0,333	n/a	
P9	Výmět	T4.3-> T4.8	0,667	n/a	0,667	n/a	



## 7.2.2. Přehled vstupních dat a odhadů standardních nejistot MFA 1

Tabulka 8: přehled vstupních dat odhadů standardních nejistot MFA 2

Tok	Název toku	Vstupní data (t/a)	+/- nejistota (t/a)	Data spočítaná (t/a)	+/- nejistota (t/a)
T1	Celková produkce druhotné suroviny PET láhve v ČR	31 400	1 570	31 400	1 570
T2	Dovoz druhotné suroviny PET láhve do ČR	31 300		31 300	
T3	Vývoz druhotné suroviny PET láhve do zahraničí	5 300		5 300	
T4	Vstup druhotné suroviny PET láhve do technologie vložkování			57 400	1 570
T5	Dovoz PET vložek do ČR	3 600		3 600	
T6	Ztráty v technologickém procesu PET vložkování (28 %)			17 080	439,6
T7	PET vložky			43 920	1 130,4
T8	Vývoz PET vložek do zahraničí	23 183		23 183	
T9	Výroba stříže, PET pásek a dalších výrobků z PET vložek			20 737	1 130,4
T10	Výroba preforem	0		0	
T11	Výroba PET láhví z regranulátu			5 100	0

Tabulka 9: MFA 2- přehled použitých transfer koeficientů

Proces	Název proces	In -> Out	Transfer koeficient (TC)	+/- TC	TC (spočítaný)	+/- TC (spočítaný)
P2	PET vložkování v ČR	$\Sigma \rightarrow T6$	0,28	n/a	0,28	n/a
P2	PET vložkování v ČR	$\Sigma \rightarrow T7$	0,72	n/a	0,72	n/a



## 8. REFERENCE

Balner, P. (2018, říjen 8). Výměna dat mezi společnostmi EKO-KOM a.s. a INCIEN [Email].

Bocken, N. M. P., de Pauw, I., Bakker, C., & van der Grinten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5), 308–320. <https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124>

Bourguignon, D. (2016, září). Briefing EU Legislation in Process - Circular economy package Four legislative proposals on waste. EPRS - European Parliamentary Research Service.

Brunner, P. H., & Rechberger, H. (2004). *Practical Handbook of Material Flow Analysis*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, USA.

Cencic, O., & Rechberger, H. (2008). Material Flow Analysis with software STAN. *Journal of Environmental Engineering and Management*, 18, 3–7.

Cordle, M., Elliot, L., Elliot, T., Kemp, S., Sherrington, C., & Woods, O. (2018). *A Deposit Refund System for the Czech Republic. Draft Report*.

Crutzen, P. J. (2002). Geology of mankind. *Nature*, 415(6867), 23. <https://doi.org/10.1038/415023a> 415023a [pii]

Dráb, J., & Slučiaková, S. (2018). *Skutočná cena zálohy. Analýza zavedenia systému zálohovania jednorazových nápojových obalov v SR*. Inštitút environmentálnej politiky.

Dudovskiy, J. (2018). *Sampling in primary data collection*. Získáno z <https://research-methodology.net/sampling-in-primary-data-collection/snowball-sampling/>

EKOKOM. (2016). Sborník konference Odpady a obce 2016. Získáno z [https://www.ekokom.cz/uploads/attachments/OD/SBORN%C3%8DK%2017\\_20170619.pdf](https://www.ekokom.cz/uploads/attachments/OD/SBORN%C3%8DK%2017_20170619.pdf)

EKOKOM. (2017). Sborník konference Odpady a obce 2017. Získáno z [https://www.ekokom.cz/uploads/attachments/OD/SBORN%C3%8DK%2017\\_20170619.pdf](https://www.ekokom.cz/uploads/attachments/OD/SBORN%C3%8DK%2017_20170619.pdf)

EKOKOM. (2018). Sborník konference Odpady a obce 2018. Získáno z <https://www.ekokom.cz/uploads/attachments/OD/SBORN%C3%8DK%2018.pdf>

EKOKOM, IEEP, VŠE. (2011). Strategický analytický dokument pro oblast využívání druhotných surovin.

Ellen MacArthur Foundation. (2016). *THE NEW PLASTICS ECONOMY RETHINKING THE FUTURE OF PLASTICS*. UK: Ellen MacArthur Foundation. Získáno z [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/EllenMacArthurFoundation\\_TheNewPlasticsEconomy\\_Pages.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/EllenMacArthurFoundation_TheNewPlasticsEconomy_Pages.pdf)

European Parliament. (2018). Single-use plastics and fishing gear - Briefing EU Legislation in Progress.



EY, 2015. (2015). Příloha k dokumentu: Návrh optimální sítě zařízení k nakládání s odpady v rámci celé ČR včetně stanovení potřebných kapacit těchto zařízení ve všech krajích.

Hnutí Duha. (2002). *Vratné lahve jsou výhodnější*. Získáno z <http://olomouc.hnutiduha.cz/data/publications/vratne-lahve-jsou-vyhodnejsi.pdf>

Hogg, D., Elliot, T., & Adrian, G. (2015). *A SCOTTISH DEPOSIT REFUND SYSTEM Final Report for Zero Waste Scotland*. Získáno z <http://www.eunomia.co.uk/reports-tools/a-scottish-deposit-refund-system/>

Ministerstvo životního prostředí. (2018, srpen). *Prezentace v rámci akce Cirkulární ekonomika v evropské legislativě a české praxi*. Senát ČR.

Moye, J. (2018, leden 19). *A World Without Waste: Coca-Cola Announces Ambitious Sustainable Packaging Goal*. Získáno z <https://www.coca-colacompany.com/stories/world-without-waste>

Müllerová, L. (2018). *Tisková zpráva EKO-KOM: „Jak to s tím PET vlastně je?“*

Příbylová, M., & Štejfá, J. (2007). *ANALÝZA VOLNĚ POHOZENÝCH ODPADŮ V ČESKÉ REPUBLICE*. SPF Group v.o.s.

Raadal, H. L., Iversen, O. M., & Modahl, I. S. (2016). *LCA of beverage container production, collection and treatment systems*. *Østfoldforskning. OR, 14*.

Reloop. (2016). *Fact Sheet: Deposit Return System: Public Support*.

Reloop. (2017a). *Fact Sheet: Deposit Return System: System Performance*. Reloop Platform.

Reloop. (2017b). *Fact Sheet: Deposit Return System: Studies confirm big savings to municipal budgets*. Reloop Platform. Získáno z <http://reloopplatform.eu/wp-content/uploads/2017/10/Fact-Sheet-Economic-Impacts-to-Municipis-New.pdf>

Rod, A., Rais, J., & Benko, T. (2016). *Efektivita českého systému třídění odpadu v kontextu Evropské unie*. Získáno z <http://eceta.cz/>

Steffen, W., Crutzen, J., & McNeill, J. R. (2007). *The Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of Nature?* *Ambio, 36(8)*, 614–621.

TA Forum. (2017). *Costbenefit analysis of a container deposit schemes summary report & FAQs*. WasteMINZ's Territorial Authority Forum. Získáno z <http://www.wasteminz.org.nz/wp-content/uploads/2017/12/Container-Deposit-Scheme-Summary-Report-Final.pdf>

Trylč, L. (2018, duben 4). *Emailová komunikace mezi INCIEN a Ministerstvem životního prostředí [Email]*.

Van Eygen, E., Laner, D., & Fellner, J. (2017). *Circular economy of plastic packaging: Current*





practice and perspectives in Austria. *Waste Management*, 72, 55–64.  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.040>

WRAP. (2018). *The Composition of Litter in Wales*. Získáno z  
<http://www.wrapcymru.org.uk/sites/files/wrap/Litter%20composition%20FINAL%20technical%20report%20WRAP%20Cymru%2020180607.pdf>

