

Univerzita Pardubice

Fakulta chemicko-technologická

Povýrobní fáze životního cyklu chemických látek

Michaela Hemelíková

Bakalářská práce

2019

Univerzita Pardubice  
Fakulta chemicko-technologická  
Akademický rok: 2018/2019

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Michaela Hemelíková  
Osobní číslo: C16413  
Studijní program: B2807 Chemické a procesní inženýrství  
Studijní obor: Ekonomika a management chemických a potravinářských podniků  
Název tématu: Povýrobní fáze životního cyklu chemických látek  
Zadávající katedra: Katedra ekonomiky a managementu chemického a potravinářského průmyslu

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Rešerše literatury v oblasti fází životního cyklu produktu.
2. Zmapování charakteristik povýrobních fází životního cyklu produktu.
3. Zmapování specifík chemických látek pro povýrobní fáze životního cyklu produktu.
4. Zmapování možností sledování vybrané chemické látky v povýrobních fázích životního cyklu.
5. Formulace závěrů a doporučení.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: cca 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINBLE DEVELOPMENT, 2014. Life Cycle Metrics for Chemical Products.
2. SLEZÁK, Miloslav, 2004. Ekologické aspekty chemických technologií a technologie zpracování odpadů. Pardubice: Univerzita Pardubice. ISBN 80-719-4692-3.
3. KOČÍ, Vladimír, 2009. Posuzování životního cyklu Life Cycle Assessment - LCA. 1. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor. ISBN 978-80-86832-42-5.
4. PROCHÁZKOVÁ, Dana, Jan BUMBA, Vilém SLUKA a Bedřich ŠESTÁK, 2008. Nebezpečné chemické látky a chemické přípravky a průmyslové nehody. Praha: Vydavatelství PA ČR. ISBN 978-80-7251-275-1.
5. EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2006. Life Cycle Assessment: principles and practice.
6. ČSN EN ISO 14040:2006 Environmentální management - posuzování životního cyklu, 2006. Český normalizační institut.
7. vědecké publikace k problematice životního cyklu produktu

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jan Vávra, Ph.D.

Katedra ekonomiky a managementu chemického a potravinářského průmyslu


Datum zadání bakalářské práce: 28. února 2019

Termín odevzdání bakalářské práce: 4. července 2019



prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.  
děkan

L.S.



Ing. Jan Vávra, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 23. února 2019

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 4. 7. 2019

Michaela Hemelíková

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Janu Vávrovi Ph.D. za cenné rady, doporučení, připomínky a konzultace při psaní práce. Taktéž bych chtěla poděkovat Ing. Petrovi Hašovi za ochotu a pomoc při získání potřebných informací a podkladů pro praktický výzkum. Poděkování patří i mé rodině za velkou podporu.

## **ANOTACE**

Tato bakalářská práce se zabývá vymezením životního cyklu produktu, jeho jednotlivými fázemi dle různých autorů a metodou hodnocení životního cyklu produktu – LCA (Life Cycle Assessment). Následně jsou detailně rozebrány povýrobní fáze životního cyklu, což je balení, distribuce, užívání a likvidace. Fáze jsou popsány nejprve obecně, a poté specifikovány pro chemikálie. V praktické části jsou sledovány povýrobní fáze životního cyklu kyseliny dusičné a sírové.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

životní cyklus, LCA, povýrobní fáze životního cyklu, chemické látky

## **TITLE**

The post production phases of the life cycle of chemicals

## **ANNOTATION**

This bachelor thesis deals with the product life cycle definition, its individual phases according to various authors, and the Life Cycle Assessment (LCA) method. Subsequently, the post-production phase of the life cycle is analyzed, which means packing, distribution, use and disposal. The phases are at first described in general and then specified for chemicals. In the practical part, the post production phases of the life cycle of the nitric and sulfuric acid are described.

## **KEY WORDS**

life cycle, LCA, post production phases of the life cycle, chemicals

## Obsah

Úvod .....	8
1 Životní cyklus.....	10
1.1 Definování životního cyklu .....	10
1.2 Fáze životního cyklu.....	11
1.3 Varianty životního cyklu .....	14
2 Posuzování životního cyklu .....	17
2.1 Historie.....	17
2.2 Environmentální prohlášení o produktu .....	18
2.3 Fáze LCA .....	19
3 Povýrobní fáze životního cyklu chemických látek .....	23
3.1 Obecné vymezení povýrobních fází ŽC .....	23
3.2 Specifika chemických látek v povýrobních fázích ŽC .....	30
3.2.1 Balení a distribuce.....	32
3.2.2 Použití a údržba.....	33
3.2.3 Likvidace produktů chemického průmyslu.....	35
3.2.4 Pohyb produktu .....	36
4 Kvalitativní výzkum v podniku Synthesia a.s.,.....	39
4.1 Charakteristika podniku .....	39
4.2 Sledování povýrobních fází vybraných chemických látek .....	40
4.2.1 Bezpečnostní list a scénář expozice .....	43
4.2.2 Kyselina dusičná .....	47
4.2.3 Kyselina sírová.....	48
Závěr .....	51
Použitá literatura .....	53

## ÚVOD

V současné době si populace čím dál více uvědomuje nutnost více chránit životní prostředí, snažit se o jeho udržitelnost. Trvale udržitelný rozvoj se snaží zajistit potřeby současných generací, aniž by byly ohroženy generace budoucí nebo se to dělo na úkor jiných národů. Momentálně možná nejvíce skloňované téma v této souvislosti jsou plasty, které jsou všude kolem nás, lidé se je naučili využívat téměř na vše. Mikroplasty, neviditelné kousky plastů, jsou dokonce součástí našich organismů, vod, které pijeme a jídel, která jíme. Dopad plastů na naši planetu je obrovský, proto se mnohem více řeší ekologické odstraňování plastů. Toto se ovšem vztahuje nejen na plasty a organické látky ale i ostatní chemické látky všeobecně mají vliv na životní prostředí.

S touto snahou o ochranu životního prostředí souvisí i různé metody, pomocí kterých se zjišťují dopady produktů na životní prostředí. Jednou z nich je metoda Life Cycle Assessment – LCA neboli posuzování životního cyklu produktu, jež hodnotí dopady produktů na životní prostředí v rámci jejich celého životního cyklu, takzvaně od kolébky do hrobu – Cradle to Grave.

Hlavním cílem této práce je zmapovat možnosti sledování chemických látek poté, co opustí bránu výrobního podniku, přes transport k zákazníkovi, využití až po místo, kde chemické látky končí, což může zahrnovat mnoho variant jako recyklace či znovupoužití, a to z hlediska výrobce chemické látky. Půjde o dílčí část životního cyklu od brány výrobního podniku „do hrobu“ – Gate to Grave.

Na tento hlavní cíl navazují dva dílčí cíle, a to:

- 1) na základě rešerše odborné literatury vymezit základní pojmy z oblasti životního cyklu produktu,
- 2) podrobně zmapovat životní cyklus zvolených anorganických chemických látek v povýrobních fázích životního cyklu.

V teoretické části bude nejprve v rámci první kapitoly obecně definován pojem životní cyklus, dále budou detailněji rozebrány jednotlivé fáze životního cyklu, bude uveden pohled různých autorů na tyto fáze a také budou uvedeny částečné varianty životního cyklu. Druhá kapitola bude pojednávat o samotném využití hodnocení životního cyklu, a to metodě LCA a jejímu praktickému využití v praxi pro firmy, čímž je environmentální prohlášení o produktu a také fázím metody LCA.



Třetí kapitola se bude věnovat teorii částečného životního cyklu, a to Gate to Grave – od brány do hrobu, v níž budou rozebrány jednotlivé fáze, kterými jsou balení a distribuce, použití a údržba a poslední likvidace, přičemž tyto fáze budou popsány nejprve obecně a následně pro chemické látky. Poslední kapitolou bude praktický výzkum v chemickém podniku, který se bude věnovat sledování povýrobních fází životního cyklu vybraných chemických látek.

# 1 ŽIVOTNÍ CYKLUS

V rámci první kapitoly bakalářské práce bude hlavním cílem vymezení a definování pojmu životní cyklus produktu, také pojmu Life Cycle Thinking neboli uvažování v životních cyklech a dalších pojmu s tím souvisejících. Jedná se o filosofii a určitý nadhled nad životním cyklem a zamyšlení, proč se životnímu cyklu věnovat. V druhé části první kapitoly půjde o vymezení fází životního cyklu podle různých autorů a o alternativní varianty životního cyklu.

## 1.1 DEFINOVÁNÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU

Na životní cyklus lze nahlížet z mnoha různých pohledů, rozlišován je životní cyklus marketingový, environmentální či biologický. Nejprve je důležité vymezit definici životního cyklu produktu z environmentálního hlediska a jeho jednotlivé fáze. Vymezení fází životního cyklu produktu je důležité z důvodu, že v každé z fází dochází k jiným dopadům na životní prostředí. Nejde ovšem jen o tyto dopady na životní prostředí, stejně tak důležitá je ochrana před nadměrným využíváním zdrojů a dalšími formami devastace prostředí [1].

Každý produkt během své existence vstupuje do několika významných stadií majících různé dopady na životní prostředí. Životní cyklus produktu podle Kočího zahrnuje tato čtyři hlavní stadia: získávání surovin pro výrobu potřebných materiálů, výrobu produktu z již vyrobených materiálů, užívání produktu a závěrečné odstranění produktu. Produkt v jednotlivých stadiích životního cyklu vstupuje do rozdílných interakcí s životním prostředím. Každé stadium tedy představuje jinou potenciální environmentální zátěž [2].

Life Cycle Thinking je způsob myšlení, který zahrnuje veškeré environmentální, ekonomické a sociální dopady výrobku během jeho celého životního cyklu [3]. Kočí dodává, že každý uživatel jakékoliv fáze životního cyklu produktu nebo služby zodpovídá za environmentální dopady spojené s libovolnou fází životního cyklu. Každý uživatel produktu tedy zodpovídá jak za spotřebu surovin při výrobě produktu, tak i za environmentální dopady spojené s odstraněním produktu na konci životního cyklu [2]. LCT rozpoznává důležitost potenciálních environmentálních dopadů v každé fázi životního cyklu produktu a také ukazuje, že na první pohled správná varianta nemusí být vždy tou lepší, tedy tou, která méně ovlivňuje životní prostředí [4].

Program OSN pro životní prostředí říká, že produkty mají životní cyklus stejně tak jako živé organismy, jejichž životní cyklus začíná zrozením a končí smrtí, tak životní cyklus produktu začíná získáváním surovin a materiálů, výrobou produktu, jeho využitím spotřebitelem a závěrečnou likvidací [3].

Problematiku životního cyklu a hodnocení dopadů životního cyklu je i upravena v mezinárodních normách řady ISO 14000, v České republice to je ČSN EN ISO 14040 a 14044, novelizované v roce 2006. Norma ČSN EN ISO 14040 popisuje životní cyklus jako po sobě jdoucí provázaná stadia výrobního systému od získávání surovin nebo tvorby přírodních zdrojů ke konečnému zneškodnění [5].

Na pojem životní cyklus lze nahlížet takto z pohledu environmentálního, jež bude pro tuto práci zásadní. Životní cyklus je však možné vnímat i z hlediska ekonomického (marketingového), třebaže je toto pojetí z hlediska zaměření práce nepodstatné. Ekonomicky pojaté řízení životního cyklu je jednou z klíčových úloh řízení marketingu a prodeje. Tento model popisuje vztah mezi objemem prodejů a ziskem z produktu. Fáze tohoto životního cyklu jsou: vývojová fáze, zaváděcí fáze, růstová fáze, fáze zralosti a fáze úpadku [6].

Na pomezí definování životního cyklu z hlediska environmentálního a ekonomického stojí definice od Hanuse, ten říká, že životní cyklus produktu lze definovat i jako životní cestu výrobku od návrhu vývojového oddělení až po uložení nevyužitých částí výrobku po ukončení jeho životnosti na skládku či zneškodnění ve spalovně. Tato definice se odlišuje první fází, kdy jako první neuvádí získávání surovin, ale počáteční návrh výrobku. Autor též uvádí, že životní cyklus produktu může mít různou životnost – od několika dní až po měsíce, roky a desetiletí, během nichž může různě zatěžovat životní prostředí [7].

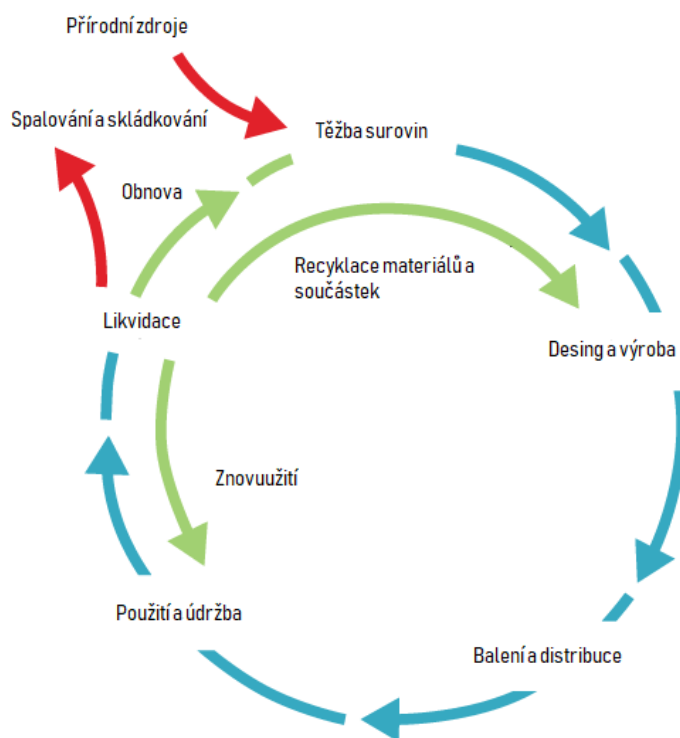
Pro potřeby této práce bude uvažován životní cyklus podle Life Cycle Initiative, tyto fáze budou během kapitoly 1.2 přesně popsány.

## **1.2 FÁZE ŽIVOTNÍHO CYKLU**

Životní cyklus výrobku lze rozdělit do několika částí a každý autor vymezuje jejich počet a hranice jinak, přitom záleží na tom, o jaký produkt se jedná. Každý produkt během své existence vstupuje do několika významných stadií, které mají různé dopady na životní prostředí, během nichž s životním prostředím rozdílně interaguje. Každé stadium tedy představuje jinou potenciální environmentální zátěž [2].

Jednotlivé fáze životního cyklu ovlivňují životní prostředí rozdílně. Některé produkty zatěžují životní prostředí nejvíce při své výrobě a jiné naopak až při ukončení životnosti. Všechny produkty ale ovlivňují životní prostředí po celou dobu svého životního cyklu. Životní cykly produktů jsou časově velmi proměnlivé, protože daný produkt může mít více možností životního cyklu. Rozdíly mohou být způsobeny například variantami ve výrobních technologiích, či při používání nebo zneškodňování produktu [8].

Na následujících stranách bude uvedeno několik možností rozdělení životního cyklu podle různých autorů, které se liší jak v počtu, tak vymezení fází, ze kterých se může životní cyklus skládat. Autorka se nejvíce přiklání k první definici od Life Cycle Initiative, jež dělí životní cyklus do fází, které jsou z hlediska potřeby práce nejnáročnější. Rozdělení fází podle Life Cycle Initiative lze znázornit pomocí obrázku 1.



**Obrázek 1: Životní cyklus dle Life Cycle Initiative**

*[Zdroj: upraveno autorem podle [3]]*

**Life Cycle Initiative** uvádí 5 fází životního cyklu, jež se od ostatních autorů liší například tím, že je v první fázi zařazená, kromě těžby surovin, i výroba energie. Druhá fáze obsahuje oproti následujícím definicím navíc i design výrobku, design se objevuje i v rozdělení podle UNEP, kde je ale součástí hned první fáze. Další fází je balení a distribuce,

následuje používání výrobku a po skončení jeho využívání probíhá recyklace materiálu a jeho opětovné využití nebo konečná likvidace [3].

Fáze životního cyklu podle Life Cycle Initiative:

- 1) těžba surovin z přírodních zdrojů a výroba energie,
- 2) výroba a design,
- 3) balení a distribuce,
- 4) použití a údržba,
- 5) likvidace.

Stejně tak pět fází životního cyklu uvažuje i **Koalice za udržitelné materiály**, ovšem v obsahu jednotlivých fází se liší. Jako první fázi uvádí získávání surovin, další je zpracování materiálů a následná výroba produktu. Čtvrtou fází je používání produktu spotřebitelem a jeho spotřeba a poslední fází je závěrečná likvidace produktu, což může být uložení na skládku, recyklace či znovu užití, oproti Life Cycle Initiative není do žádné z fází zahrnuta doprava [4].

Fáze životního cyklu podle **Evropské komise** se liší od Life Cycle Initiative tím, že uvádí fázi životního cyklu sedm, jsou totiž detailněji rozdělené, například zpracování surovin je samostatná fáze. První fázi je získávání surovin, následuje jejich zpracování, další fázi je výroba samotného produktu a balení. Mezi další fázi patří doprava, distribuce a skladování. Šestou fází je užívání produktu spotřebitelem a poslední fáze zahrnuje likvidaci, recyklaci a opětovné použití při ukončení životnosti produktu [9].

Program OSN pro životní prostředí (**UNEP**) definuje 6 fází životního cyklu, kde první začíná netypicky designovým návrhem výrobku. Design výrobku, jakožto první fáze se u ostatních autorů neobjevuje. Těžba a zpracování surovin je až v rámci druhé fáze. Třetí fázi je výroba produktu, následuje používání a údržba produktu spotřebitelem a poslední fázi je konečná likvidace či opětovné použití a recyklace [10].

Dle **Kočího** životní cyklus produktu zahrnuje čtyři hlavní stadia: získávání surovin pro výrobu potřebných materiálů, do tohoto stadia zahrnuje i dopravu materiálu, další fázi je výroba produktu z již vyrobených materiálů, následuje užívání produktu a závěrečné odstranění produktu [2].

Úplný životní cyklus produktu začíná získáváním obnovitelných a neobnovitelných surovin a energetických zdrojů z prostředí. Jedná se například o těžbu dřeva nebo ropy či o těžbu rud. Kočí do této fáze zahrnuje i transport z místa jejich získávání do místa dalšího

zpracování. V první fázi životního cyklu také udává zpracování surovin na materiály, které se použijí v další fázi životního cyklu, při čemž dochází ke spotřebě elektrické energie, paliv a dalších zdrojů. Do druhé fáze Kočí řadí výrobu produktu, jež obsahuje přeměnu materiálů pro výrobu a výrobu produktu. Dále sem patří balení a transport produktu ke spotřebiteli. Během této fáze jsou spotřebovány energetické a materiálové vstupy a výstupy, a i zde dochází k environmentálním dopadům na životní prostředí. Během třetí fáze je produkt spotřebováván a využíván spotřebitelem. Patří sem údržba produktu i jeho opětovné použití. Do této fáze jsou zahrnuty energetické a surovinové nároky na provoz, skladování a opravy produktu a s tím spojené environmentální dopady. Poslední fáze životního cyklu dle Kočího zahrnuje závěrečné odstranění produktu, opětovné užití a recyklaci. Díky recyklaci může dojít k získání části znovu využitelných materiálů, ale i energií [2].

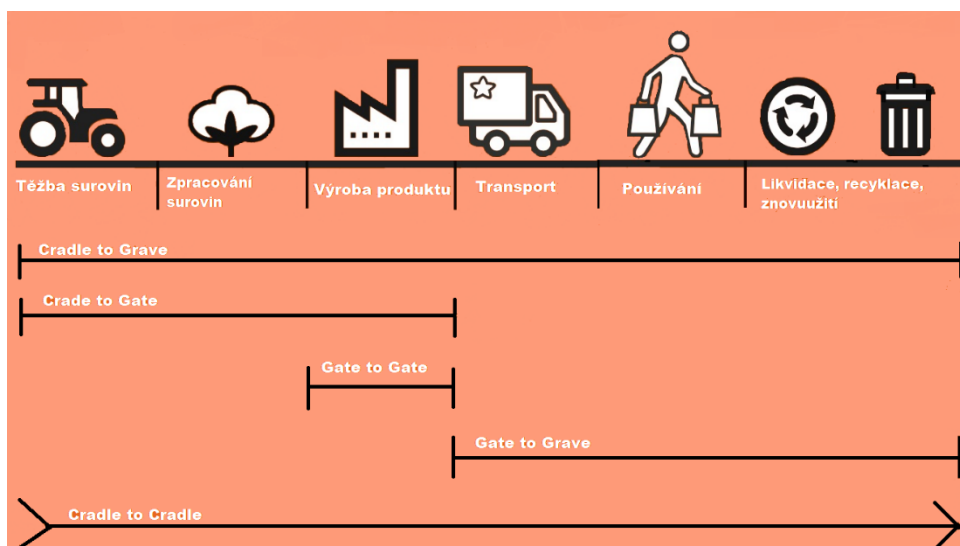
Podle metodiky **Life Cycle Assessment: principles and practice** jsou uváděny taktéž čtyři fáze životního cyklu produktu, a to získávání surovin, výroba, použití a závěrečné odstranění. Oproti Kočímu ale druhou fázi dále dělí, kde se výrobní stupeň skládá ze tří kroků, což je: výroba materiálu, výroba produktu a plnění, balení a distribuce. V rámci výroby materiálu jde o činnosti, které transformují suroviny na formu, kterou lze použít k výrobě produktu. Samotná výroba produktu přebírá vyrobený materiál a zpracovává jej do produktu, jež je balení a distribuce. V tomto kroku jsou produkty dokončovány a připraveny k následné distribuci. Zahrnuje to tedy veškeré činnosti nutné k balení a distribuci hotového výrobku. Produkty jsou přepravovány buď do maloobchodních prodejen nebo ke spotřebiteli [11].

Posledním vymezením fází životního cyklu, je od stránky **envimat.cz**, která udává, že fází životního cyklu je 7, jež se odlišují tím, že se jedná o životní cyklus stavebního materiálu. Také vymezují dopravu materiálu a jeho údržbu jako samostatnou fázi. Jedná se tedy o tyto fáze: těžba surovin, výroba materiálu, doprava materiálu, zabudování materiálu, údržba materiálu během jeho životnosti, likvidace materiálu po dožití a recyklace materiálu [12].

### **1.3 VARIANTY ŽIVOTNÍHO CYKLU**

V kapitole 1.1 a 1.2 byl definován životní cyklu produktu, který prochází všemi fázemi od získávání surovin přes výrobu a použití až po finální odstranění, tedy Cradle to Grave. Přístup Cradle to Grave neboli „od kolébky do hrobu“ se zaměřuje na environmentální aspekty a hodnotí všechny možné dopady na životní prostředí v životním

cyklu výrobku, který je brán od těžby suroviny, přes výrobu, po použití, zpracování na konci doby životnosti, recyklaci a konečné odstranění. Ovšem v některých případech je dostačující uvažovat životní cyklus ve zkrácené, či jinak upravené podobě, přičemž místem, kde se ŽC dělí je brána výrobního podniku, tzv. Gate. Životní cyklus může být ve variantě Cradle to Gate, Cradle to Cradle, Gate to Gate a Gate to Grave, znázorněné na obrázku 2.



Obrázek 2: Varianty životního cyklu

[Zdroj: upraveno autorem podle [13]]

### Cradle to Gate

Přístup Cradle to Gate „od kolébky k bráně“ popisuje životní cyklus výrobku a jeho dopady na životní prostředí zkráceně. Opět začíná získáváním surovin, přes výrobu a zpracování do té fáze, kdy výrobek opouští bránu továrny [11]. Tento životní cyklus tedy vynechává fáze, kdy je produkt distribuován spotřebiteli, používán a likvidován. Tento životní cyklus je výhodné uvažovat v případě, že se jedná o produkt s životností desítky let, tudíž by fáze používání a likvidace musely být předpovídaný do daleké budoucnosti, přičemž tyto informace nemusí být známé [12].

### Cradle to Cradle

Koncept Cradle to Cradle byl vyvinul v 90. letech minulého století profesor Dr. Michael Braungart a William McDonough, kde popisují nekonečné použití materiálů v cyklech. V rámci této koncepce se odpadové materiály ve starém produktu stávají vstupními materiály pro nový produkt [14].

Braungart s McDonoughem ve své knize Cradle to Cradle (Od kolébky do kolébky) navrhuji, *aby materiály cirkulovaly ve dvou oddělených okruzích, jež se řídí rozdílnou logikou. První operuje s látkami organického původu, které jsou snadno odbouratelné a není u nich, proto problém navrátit je zpět do biosféry. Druhý operuje se syntetickými látkami, jež by měly být do produktů vkládány tak, aby bylo možné je z nich následně extrahovat a opět použít, a nikdy nebylo nutné je do biosféry navracet* [15].

### **Gate to Gate**

Přístup Gate to Gate „od brány k bráně“ je částečný životní cyklus produktu, který se zabývá pouze krátkou částí životního cyklu, a to od vstupu materiálu do výrobního podniku, samotnou výrobou produktu, do opětovného opuštění výroby. Tento životní cyklus tedy nezahrnuje ani získávání surovin, ani transport ke spotřebiteli, používání a závěrečnou likvidaci [16].

### **Gate to Grave**

Varianta životního cyklu Gate to Grave se zaměřuje na životní cyklus produktu od fáze, kdy produkt opouští brány výrobního podniku, přes transport k uživateli, jeho využití a závěrečné odstranění. Vzhledem k tomu, že životní cyklus Gate to Grave je stěžejní pro tuto práci, bude mu nadále věnována pozornost v následující kapitole 3, kde budou detailněji rozebrány jednotlivé fáze životního cyklu, rozdělené podle Life Cycle Initiative v kapitole 1.2.



## 2 POSUZOVÁNÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU

Udržitelnost z hlediska životního prostředí spočívá v tom, že se vyrábí produkty, které mají menší dopad na životní prostředí než v současné době dostupně alternativy. Produkt, který by byl ideálně udržitelný, nahrazuje za srovnatelné ceny produkty, mající obdobné funkce. Takový produkt je vyroben z obnovitelných zdrojů, může být sám o sobě trvale obnovován a má minimální dopady na životní prostředí. Také musí být vyroben z látek, které nejsou nebezpečné pro zdraví člověka, ani pro životní prostředí. Klíčovým nástrojem měření udržitelnosti životního prostředí je metoda posuzování životního cyklu – LCA [17].

Při použití metody LCA se jedná o způsob vyjádření a vyhodnocení nepříznivých dopadů na životní prostředí v průběhu celého životního cyklu výrobku, od těžby základních surovin, přes výrobu a zpracování, používání až po konečné zpracování. Cílem LCA je zjistit, která z možných variant výrobku či výrobní technologie zatěžuje a ovlivňuje životní prostředí co nejméně, tedy je ekologicky nejméně škodlivou variantou. Metoda je nástrojem environmentálního managementu na ochranu životního prostředí. Hodnotí se celkový dopad výrobku na životní prostředí v rozsahu celého životního cyklu [18].

Dle normy ČSN EN ISO 14040 je posuzování životního cyklu shromažďování a vyhodnocování vstupů, výstupů a možných dopadů na životní prostředí výrobního systému během celého životního cyklu [5].

### 2.1 HISTORIE

Je důležité si položit otázku, kdy se lidé začali skutečně zajímat o to, jak jejich působení na planetě ovlivňuje životní prostředí. V dobách dávno minulých byla naše stopa na planetě skutečně zanedbatelná, lidstvo bojovalo o přežití a z přírody za cenu vysokých obětí získávalo zdroje, které mu sloužily k holému přežití. V té době mělo lidstvo na planetě skutečně malý vliv. Dle stránky [udrzitelny-rozvoj.cz](http://udrzitelny-rozvoj.cz) [15] nastal velký zlom v době průmyslové revoluce, kdy společnost získala dostatečnou výrobní kapacitu a znalosti v oblasti chemie, aby dokázala životní prostředí otrávit ve skutečně masovém měřítku.

Metoda posuzování životního cyklu LCA vznikla v USA v 60. letech 20. století. Tenkrát ještě pod názvem Zdroje a profilová analýza z hlediska životního prostředí, zkráceně REPA. Tyto studie se především zabývaly odpadovým hospodářstvím a obaly. Vliv na životní prostředí, lidské zdraví a ekosystémy ještě nebyl posuzován. Prvním, kdo si objednal tuto studii byla společnost Coca-Cola, která si v roce 1969 nechala zpracovat studii na

obalové materiály svých výrobků. Idea takto hodnotit výrobky od kolébky do hrobu je přisuzována Harry Teasleymu. Poté vznikla v 70. letech řada studií zabývajících se hodnocením environmentálních dopadů produktů během celého životního cyklu. Ropná krize v průběhu 70. let podpořila rozvoj těchto studií, jež se začaly zabývat hodnocením výrobků z hlediska spotřeby surovin a energií [19].

Koncem 80. let se začala věnovat pozornost vlivu výrobků nejen na lidské zdraví, ale hlavně na celkový negativní vliv na životní prostředí. A díky tomuto rozšíření se zahrnuje do hodnocení životního cyklu i poslední životní etapa výrobku, a to jeho likvidace. Začal se používat pojem posuzování životního cyklu výrobku, pojem LCA byl tedy poprvé použit na workshopu ve Vermontu roku 1990 a kniha *A Technical Framework for Life Cycle Assessment* stanovila dodnes platné fáze LCA [20].

LCA je metodou využívanou již desítky let k hodnocení dopadů produktů na životní prostředí v rámci jejich celého životního cyklu. Umožňuje identifikovat dopady na životní prostředí, pomáhá tím chránit i zdraví lidí, a pomáhá firmám při výběru z produktů, které méně ovlivňují životní prostředí. Díky tomu mohou firmy prakticky využít to, že jejich produkty prošly LCA a jsou tedy ekologicky šetrnější. Možností, jak mohou toto prokázat zákazníkům je environmentální prohlášení o produktu a ekoznačení, o němž pojednává následující podkapitola 2.2.

## **2.2 ENVIRONMENTÁLNÍ PROHLÁŠENÍ O PRODUKTU**

Vzhledem k tomu, že se společnost začala více zajímat o problematiku vyčerpání přírodních zdrojů a ničení životního prostředí se výrobní podniky začínají zajímat o to, jak jejich činnosti ovlivňují životní prostředí a jak by mohli minimalizovat dopady na životní prostředí. LCA tudíž pomáhá při rozhodování mezi dvěma a více variantami porovnat všechny hlavní environmentální dopady produktu, procesu nebo služby a vybrat ten s nejmenším dopadem. Tyto informace je poté dobré využít s ostatními faktory, jako jsou třeba náklady. LCA dokáže identifikovat přenos environmentálních dopadů z jednoho místa na druhé anebo z jednoho stupně životního cyklu do druhého [21].

Jedním z nástrojů pro podniky, jak prezentovat důvěryhodným způsobem environmentální vlastnosti svých produktů je environmentální prohlášení o produktu – EPD (Environmental Product Declaration). Jsou to tedy informace o vlivu produktu na životní prostředí během celého životního cyklu, tyto informace jsou zjišťovány právě pomocí metody hodnocení životního cyklu LCA. Díky EPD mohou podniky prokázat, že jejich

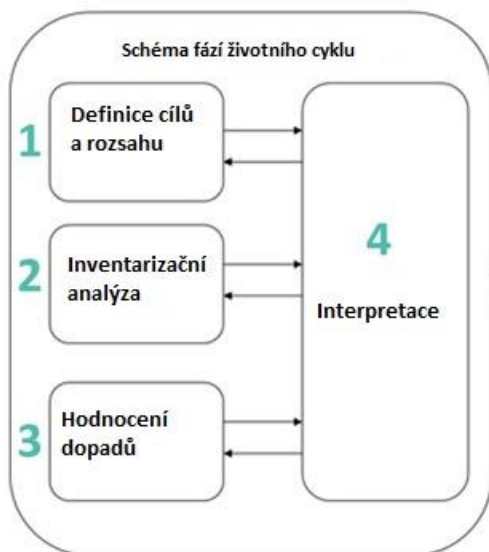
výrobek má, ve srovnání s jiným produktem stejné kategorie, menší dopad na životní prostředí [22].

Vedle EPD mohou firmy pro označení svých ekologicky šetrnějších produktů využít i ekoznačení, je to dobrovolný nástroj ochrany životního prostředí, jež zajišťuje CENIA, česká informační agentura životního prostředí. Ekoznačení se uděluje výrobkům, které jsou k životnímu prostředí šetrnější, oproti jiným produktům, v rámci celého životního cyklu [23]. Výrobky s ekoznačením by měly být šetrné nejen k životnímu prostředí ale i ke zdraví spotřebitelům. Přesto kvalita těchto výrobků je stále na vysoké úrovni. Využívání ekoznaček může být výhodné jak pro spotřebitele, který si díky tomu může při nákupu vybrat ekologicky šetrnější zboží, tak i pro firmy, které mohou využít ekoznačení při marketingu svého produktu. Použití ekoznačky, například u ekologického zemědělství, dokládá ekologický původ ve všech fázích – zpracování, výroba, prodej. Díky tomu je produkt snazší vystopovat [23].

### **2.3 FÁZE LCA**

LCA je jedinou normalizovanou metodou k hodnocení životního prostředí, jejím hlavním rysem je, že hodnotí dopady na životní prostředí v průběhu celého životního cyklu, od kolébky do hrobu. Metoda posuzování životního cyklu se skládá ze čtyř částí, kterými jsou definice a rozsah cílů, inventarizační analýza, hodnocení dopadů a interpretace [24]. Schéma metody LCA je znázorněné na následujícím obrázku 3.

- Definice a rozsah cílů – Je definován a popsán produkt, proces nebo činnost, uveden kontext, ve kterém bude analýza prováděna, stanoveny hranice systému a určeny účinky na životní prostředí, které mají být posouzeny.
- Inventarizační analýza – Jsou určeny a spočítány spotřeby materiálu, energie, vody a jsou uvedeny úniky do životního prostředí, jako například emise do ovzduší či vypouštění odpadních vod.
- Hodnocení dopadů – Jsou analyzovány potencionální lidské a environmentální dopady využití energie, materiálů a vody a environmentální úniky, uvedené v inventarizační analýze.
- Interpretace výsledků – Vyhodnocení výsledků inventarizační analýzy a analýzy dopadů pro vybrání preferovaného produktu procesu nebo činnosti.



**Obrázek 3: Schéma LCA**

[Zdroj: upraveno autorem podle [25]]

### **Definice cíle a rozsahu**

Při provádění LCA analýzy je prvním krokem stanovení cíle a rozsahu studie. U cíle studie musí být jednoznačně stanoveno zamýšlené použití, důvody provádění studie a zamýšlené publikum, tedy to, komu je studie určena. Rozsah studie se skládá z určení funkce, funkční jednotky, hranic výrobního systému a alokačních postupů [5]. Je tedy nutné popsat, co bude předmětem studie, jaký je její obsah, komu je studie určena a za jakých podmínek jsou její závěry platné [2].

### **Inventarizační analýza**

Inventarizační analýza, anglicky Life Cycle Inventory LCI zahrnuje sběr údajů a výpočetní postupy ke kvantifikaci odpovídajících vstupů a výstupů z výrobního systému [5]. Mezi tyto vstupy a výstupy jsou zahrnuty energetické a materiálové požadavky, emise do ovzduší, vody a půdy a další úniky v průběhu celého životního cyklu. Inventarizační analýzu lze využít více způsoby, podniky díky ní mohou porovnávat produkty nebo služby, při výběru materiálu zohledňovat environmentální faktory [21].

### **Hodnocení dopadů**

Fáze hodnocení dopadů vyhodnocuje potenciální dopady na životní prostředí s využitím výsledků inventarizační analýzy [5]. Hodnocení dopadů, anglicky Life Cycle Impact Assessment LCIA, spojuje údaje z inventarizační analýzy se specifickými dopady na životní prostředí. První fáze je klasifikace, během které se konkrétním kategoriím dopadu

přiřadí výsledky z inventarizační analýzy. Druhým krokem je charakterizace, při níž dochází k vyčíslení potencionálních dopadů na životní prostředí na konkrétní dopadové kategorie. LCIA neposuzuje kompletně všechny environmentální problémy daného produktového systému, ale je zaměřena jen na ty, které byly určeny během definování cíle a rozsahu studie [8].

Environmentální dopady produktů jsou hodnoceny na základě posouzení vlivu materiálových a energetických toků, jež systém vyměňuje se životním prostředím. Metoda LCA vyjadřuje environmentální dopady na životní prostředí pomocí kategorií dopadu. Kategorie dopadu je specifický problém životního prostředí, na jehož rozvoji se lidská činnost v důsledku výměny látek či energií s okolním prostředím podílí. Nejde jen o množství materiálových a energetických toků, ale pomocí hodnot vyjadřujících míru poškození dané kategorie dopadu, podává informace o možném konkrétním poškození. Mezi kategorie dopadu patří: globální oteplování, úbytek stratosférického ozonu, vznik fotooxidantů, acidifikace, eutrofizace vod a půd, toxicita a ekotoxicita, odpady, čerpání obnovitelných a neobnovitelných surovin [2].

### **Interpretace**

Interpretace životního cyklu je poslední fází metody hodnocení životního cyklu. Je to systematická technika sloužící k identifikaci, kontrole, třídění a vyhodnocení informací získaných z výsledků Inventarizace (LCI) a Hodnocení dopadů (LCIA) [21]. Dle Kočího [2] má interpretace životního cyklu tři důležité části, kterými jsou:

- identifikace významných zjištění,
- hodnocení,
- formulace závěrů, omezení a doporučení studie LCA.

V první části se třídí informace z třech předchozích fází LCA a dochází ke shrnutí důležitých poznatků, která se nazývají významná zjištění. Během hodnocení LCA studií se sleduje spolehlivost průběžných i konečných výsledků a ověřuje se platnost významných zjištění. Poslední část interpretace – formulace závěrů, omezení a doporučení studie LCA má uvést všechna významná zjištění, formulují se předběžné závěry, u kterých se musí ověřit věrohodnost, otestovat kvalita a zjistit, zda splňují definici cílů a rozsahu. Poté jsou prohlášeny za závěry konečné [19].

Při provádění LCA studií může docházet k určitým omezením, protože provádění LCA může být náročné na zdroje a čas. Záleží na tom, jak důkladně chce uživatel LCA

provádět, shromažďování dat může být náročné a dostupnost dat může ovlivnit přesnost výsledků [21].

V rámci této kapitoly byl rozebrána metoda hodnocení životního cyklu, která má zjišťovat environmentální dopady produktů a pomoci i při rozhodování, který produkt je příznivější pro životní prostředí. Nejdůležitější z částí provádění LCA je pro tuto práci inventarizační analýza, která hodnotí spotřeby materiálů a energií, ale i úniky do životního prostředí během celého životního cyklu produktu. Schopnost vymezit konkrétní podobu životního cyklu chemické látky je základním předpokladem pro případné sestavení LCA či hodnocení EPD. Je zásadní otázkou, zdali je vůbec možné vysledovat chemickou látku až do konečné fáze spotřeby, a tedy zda je možné provádět inventarizaci v plném rozsahu (to Grave).

### 3 POVÝROBNÍ FÁZE ŽIVOTNÍHO CYKLU CHEMICKÝCH LÁTEK

Třetí kapitola se bude věnovat povýrobním fázím životního cyklu chemických látek, jež podle definice Life Cycle Initiative zahrnuje po opuštění výrobku z podniku 3 fáze. Jsou jimi balení a distribuce, dále použití a údržba, a nakonec likvidace produktu. Tato kapitola má za cíl vymezit všechny možné varianty, kterých může produkt nabýt v rámci povýrobních fází životního cyklu. Jedná se o druhy balení, dopravy či použití, ale hlavní jsou všechny možnosti, jak produkt končí, např. likvidace. Povýrobní fáze budou nejprve popsány obecně pro jakýkoliv produkt a vzhledem k zaměření této práce, budou následně tyto fáze vymezeny i pro chemické látky, jež mají svá specifika.

#### 3.1 OBECNÉ VYMEZENÍ POVÝROBNÍCH FÁZÍ ŽC

Prvním krokem po výrobě produktu v podniku je fáze přípravy k balení a distribuce zákazníkovi.

##### **Balení a distribuce**

Aby bylo možné produkt přepravovat, musí se nejprve zabalit do určitých přepravních nádob a balení. Rozlišují se tři druhy obalu primární, sekundární a přepravní. Primární obal bezprostředně chrání výrobek (například PET lahev chránící nápoj, aby nevytekl). Sekundární obal chrání primární balení výrobku (přepravka plná lahví) a posledním druhem obalu je přepravní, který slouží pro přepravu, skladování a identifikaci výrobku (paleta). V závislosti na druhu produktu, nemusí produkt mít všechny z výše uvedených druhů obalů. Obal by měl zabezpečit ochranu výrobku při přepravě, zajistit, aby nedošlo ke škodám, které by mohl výrobek způsobit. Obal, ale neslouží jen k výše zmíněným funkcím, je také velice důležitým marketingovým nástrojem během prodeje. Obal by měl přilákat zákazníka, přesvědčit ho o kvalitě produktu a motivovat ho ke koupi [26]. Součástí balení je i značení, které právě plní marketingovou funkci, hlavní funkcí značení je ale identifikovat produkt a uvést jeho popis, výrobce, kdy byl produkt vyroben, jaké je jeho složení a další informace, mezi které například patří datum trvanlivosti a nutriční hodnoty u potravinářských produktů [27]. Tyto údaje uvedené na obalu produktu např. informace o složení, či informace o výrobcu a dodavateli by měly pomáhat k lepšímu vysledování produktu.

Distribuce k zákazníkovi může probíhat dvěma způsoby, buďto jako přímá cesta, kdy produkt jde od výrobce přímo k zákazníkovi anebo nepřímou, kdy produkt jde přes jeden nebo

více stupňů. Znamená to, že produkt může jít od výrobce ke zprostředkovateli a dále k obchodníkovi, kterým může být velkoobchod či maloobchod a až poté k zákazníkovi. Volba distribuční cesty a celkové distribuční politiky závisí na charakteru produktu a zákazníků, na preferencích zákazníků a velikosti jejich nákupů.

Doprava produktů může probíhat skrz silniční nákladní dopravu, železniční, leteckou či vodní dopravu. Novák uvádí, že na počátku 21. století se stala nákladní přeprava a zasilatelství v systémovém logistickém pojetí hnací silou rozvoje a kvality celosvětové obchodní výměny. Silniční a kamionová doprava je rychle se rozvíjející a díky své rychlosti a dostupnosti velice konkuruje ostatním oborům dopravy. Základním posláním jakékoliv dopravy je, že propojuje výrobu, obchod a spotřebu [28]. Doprava ovšem také velice zatěžuje životní prostředí, systém reportingu dopravy a životního prostředí – TERM, říká, že doprava ovlivňuje životní prostředí ve třech hlavních aspektech, což je způsobování znečištění ovzduší, hluková zátěž a kvůli produkci skleníkových plynů se podílí i na změně klimatu [29].

Další variantou dopravy je potrubní doprava, jež zahrnuje ropovody, vodovody, plynovody, parovody, vzduchovody, potrubí pro přepravu chemických látek a další. Druh potrubí převážně závisí na druhu přepravovaného produktu a jeho skupenství, jedná se tedy hlavně o plyny, kapaliny, páry. Předností potrubní dopravy je zejména vysoká produktivita a spolehlivost, možnost automatizace procesů a centrálního řízení a také to, že se jedná o proces šetrný k životnímu prostředí [30].

### **Použití a údržba**

Poté co je výrobek zabalen a distribuován nastává fáze využívání produktu spotřebitelem. Použití jakéhokoliv produktu může být velice široké, Kotler definuje produkt jako cokoli, co může uspokojit touhy, přání nebo potřeby, jež může být nabídnuto spotřebiteli ke koupi, použití nebo spotřebě. Termín produkt může zahrnovat nejen hmotné zboží, ale i fyzické předměty, služby, osoby, místa, organizace a myšlenky. Produkt musí uspokojovat potřeby, které na něj zákazníci mají, při vývoji produktu je tudíž nejprve důležité určit jaké základní spotřebitelské potřeby má produkt uspokojit [27]. Důležité také je, že produkt se nemusí přímo spotřebovat, ale může se různě modifikovat, či další úpravou z něj vyrobit jiný nový produkt.



## Likvidace

Po skončení doby životnosti se z produktu nemusí stát v každém případě odpad, například v životním cyklu Cradle to Cradle se likvidovaný produkt stává vstupní surovinou pro produkt nový. Většinou ale vznik odpadu převládá, a tak má i vzrůstající tendenci snaha eliminovat množství vznikajících odpadů na co nejmenší počet. Společnost se snaží o co nejmenší produkci odpadů, vznikají bezobalové prodejny, které mají zabránit vzniku dalších odpadů z obalů a když už odpad vznikne, tak je důležité jej co nejvíce třídít. Ovšem úplnému vzniku odpadů zabránit, alespoň zatím, nepůjde.

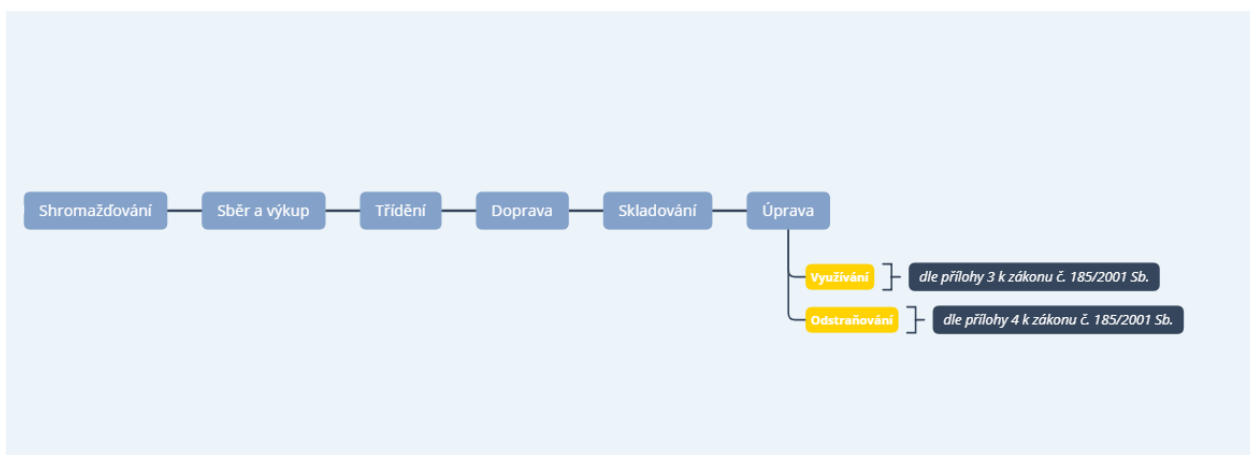
Abychom si uvědomili, jak obrovské množství odpadu produkujeme, je možné nahlédnout do publikace vydávané Českým statistickým úřadem (ČSÚ), kde je uvedeno, že během roku 2016 bylo na území České republiky vyprodukováno celkem 25,8 milionu tun odpadu, z čehož tvoří nebezpečný odpad 1 095 tisíc tun. Odpad vzniklý činností ekonomických subjektů (podniků) tvoří 21,8 milionu tun a komunální odpad, tedy odpad z domácností, tvoří 3,6 milionu tun. V přepočtu na jednoho obyvatele ČR to vychází na 339 kg odpadu za rok. Ačkoliv se tato čísla zdají obrovská, ČSÚ udává, že oproti roku 2015 produkce odpadů klesla o 4,4 %, což může být povzbudivé. Zajímavý je také nízký podíl komunálního odpadu oproti podnikovému. Podniky totiž tvoří téměř 85 % veškerého produkovaného odpadu, z nichž chemický průmysl zastává nezanedbatelnou část [31].

*Dle Procházkové [32] by bylo ideálním stavem, kdyby člověk svou činností se dokázal do koloběhů v životním prostředí i v planetě Zemi zapojit jako mezičlánek, tj., aby neprodukoval materiály, které jsou okolí lidského systému cizí, tj., odpady, se kterými životní prostředí a planeta Země ve svých koloběžích neumí zacházet.*

Definici odpadu dává zákon o odpadech, jež říká, že odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje, či má úmysl nebo povinnost se jí zbavit. Osoba má povinnost se zbavit movité věci, jestliže jí nepoužívá k původnímu účelu a věc ohrožuje životní prostředí nebo byla vyřazena na základě zvláštního právního předpisu. Zákon o odpadech se vztahuje na nakládání se všemi odpady s výjimkami uvedenými v tomto zákoně, jedná se o odpadní vody, radioaktivní odpad a mrtvá těla zvířat, která uhynula jiným způsobem než porážkou [33].

Zákon o odpadech stanovuje zařadit odpad pro správné nakládání do skupin podle Katalogu odpadů. Ten udává 20 kategorií a další podkategorie, pomocí kterých se odpadu přidělí šestmístné číslo, přičemž nebezpečné odpady jsou označeny symbolem „\*“ [33].

Aby bylo s odpady nakládáno skutečně, tak jak se má podle jejich vlastností, pro zajištění vysoké úrovně ochrany životního prostředí, je nutné odpady rozdělit podle toho, zda mají nebezpečné vlastnosti. Základním rozdělením odpadu je tedy na nebezpečný a ostatní. Nebezpečný odpad bude dále rozebrán v kapitole 3.2 Zákon o odpadech specifikuje činnosti při nakládání s odpady vedoucí ke konečnému využití nebo odstranění odpadu znázorněné na obrázku 4.



Obrázek 4: Nakládání s odpady

[Zdroj: upraveno autorem podle [34]]

## Odpadové hospodářství

Důležitým dokumentem, který se týká nakládání s odpady je Plán odpadového hospodářství ČR, dále jen POH ČR. Ten aktuální byl vládou schválen v roce 2014 s platností pro roky 2015-2024. *Plán odpadového hospodářství České republiky je nástroj pro řízení odpadového hospodářství ČR a pro realizaci dlouhodobé strategie odpadového hospodářství* [34]. Cílem strategie odpadového hospodářství je jednoznačně předcházet vzniku odpadů, zvýšit podíl recyklace a materiálového využití odpadů. POH ČR rovněž vede k odklonu odpadů ze skládek [34].

Dle odpadového hospodářství je důležité se držet určité celoevropské hierarchie pro nakládání s odpady. Znamená to:

- 1) předcházení vzniku odpadů,
- 2) příprava k opětovnému použití,
- 3) recyklace,
- 4) jiné využití odpadů,
- 5) odstranění odpadů.

Dle této posloupnosti by mělo být učiněno vše pro to, aby se vzniku odpadu zcela předešlo. Když už odpad vznikne, jako první variantou při nakládání s ním by mělo být materiálové využití – tedy využití ho jako suroviny pro další výrobu. Pokud není možné odpad materiálově využít, nabízí se možnost odpad využít energeticky, a to ve spalovnách, pro výrobu tepla. Poslední a nejméně žádoucí možnost je odstranění odpadu, což je převážně skládkování a spalování [35].

### **Využití odpadů**

Příloha 3 k zákonu č. 185/2001 Sb. [33] udává možnosti využití odpadu, mezi které patří:

- využití odpadu jako palivo, či obdobným způsobem k výrobě energie,
- recyklace nebo zpětné získávání (anorganických materiálů, organických látek, kovů a sloučenin kovů),
- zpětné získávání nebo regenerace (kyselin a zásad, rozpouštědel, složek katalyzátorů, látek používaných ke snížení znečištění),
- rafinace nebo způsob opětovného použití olejů,
- aplikace do půdy, která je přínosem pro zemědělství.

Životní cyklus podle Life Cycle Initiative, znázorněný na obr. 1, udává tři hlavní možnosti využití odpadu. Spadá tam recyklace, znovupoužití a obnova, o kterých jakožto nejdůležitějších možnostech, jak odpad využít bude pojednáno v následujících odstavcích.

### **Recyklace**

Recyklace je způsob nakládání s odpadem, kdy je znovu zpracován na materiály či výrobky nebo látky pro nové využití, které může být pro původní nebo nové účely. Recyklace pomáhá šetřit obnovitelné i neobnovitelné přírodní zdroje. Aby bylo možné odpad recyklovat jsou důležité dvě podmínky, a to třídění odpadu a zpětný výkup výrobků [36].

Recyklace má 4 hlavní aspekty, které recyklování limitují. Prvním je *finanční rentabilita*, kdy cena recyklátu nesmí přesáhnout cenu nového materiálu, dále *technologie a materiály*, to platí v případě, že je konkrétního odpadu málo, tudíž se jej nevyplatí recyklovat, nebo není možnost odpad účelně recyklovat. Třetím aspektem je *trh a obchod*, u kterého nastává problém v případě, kdy nabídka materiálu k recyklaci překračuje poptávku. Posledním aspektem je *zátěž pro životní prostředí*, protože i samo recyklování,

zatěžuje životní prostředí a v případě, že je tato zátěž větší než používání nových materiálů, nastává problém [37].

Evropská komise [38] vymezuje další problémy, které recyklaci a opětovné použití znesnadňují. Původcem problémů jsou chemické látky obsažené v odpadu. Mezi problémy, které brání recyklaci a znovupoužití patří:

- nedostatečná informovanost o obávaných látkách ve výrobcích a v odpadu,
- přítomnost obávaných látek v recyklovaných materiálech a nových produktech vyráběných z recyklovaných materiálů,
- problémy s dodržováním metodik EU pro klasifikaci odpadů,
- problémy týkající se dopadů na recyklovatelnost materiálů.

### **Znovupoužití a obnova**

Znovupoužití v obecné rovině znamená opětovné použití již existujícího předmětu, bez jakékoliv změny jeho vlastností. Snaha zabraňování vzniku odpadu ale i znovupoužití je nejefektivnější způsob, kterým lze chránit přírodní zdroje, životní prostředí a šetřit finanční zdroje, protože při znovupoužití nejsou další energetické a finanční nároky jako u recyklace. Možností, kde se dá znovupoužití aplikovat jsou nepřeberné množství a je jen na každém jedinci, zda chce chránit životní prostředí, a tak například pro své již nepoužívané oblečení či elektroniku najít nové využití, či ho prodat nebo darovat někomu, kdo jej dál využije [39].

### **Odstranění odpadů**

Odstraňování odpadu je finální možností, jak s vzniklým odpadem naložit. Life Cycle Initiative udává spalování a skládkování. Možností odstranění odpadu je ovšem více, podle přílohy 4 k zákonu č. 185/2001 Sb. k nim patří tyto:

- ukládání v úrovni nebo pod úrovní terénu (skládkování),
- ukládání do povrchových nádrží či do speciálně technicky provedených skládek,
- spalování na pevnině, moři,
- biologická či fyzikálně-chemická úprava,
- vypouštění do vodních těles, moří a oceánů, ukládání na mořské dno,
- trvalé uložení, hlubinná injektáž [33].

## **Skládkování**

*Skládka odpadu je technické zařízení určené k odstraňování odpadů jejich trvalým a řízeným uložením na zemi nebo do země. Skládkováním odpadů se rozumí zneškodňování dopadu trvalým uložením na skládkách, úložištích, složištích, odvalech a výsypkách [40]. Odpad se může vršit nad úroveň terénu, či ukládat do podzemí, kde se využívají buď přirozené nebo uměle vytvořené prostory [41].*

Skládky musí technickým provedením splňovat určité požadavky, stanovené pro ukládání odpadů, a to podle složení odpadů, jejich nebezpečných vlastností a obsahu škodlivých látek. Druhy skládek se dělí na:

- S-IO – inertní odpad,
- S-OO – ostatní odpad,
- S-NO – nebezpečný odpad.

Varianta skládkování odpadů je v hierarchii odpadů až na konci, jak s odpady naložit, a i to je postupně omezováno. Od roku 2024 bude legislativně zakázáno ukládat na skládky směsný komunální odpad a recyklovatelné a využitelné odpady [42].

## **Spalování**

Spalování odpadů představuje v rámci nakládání s odpady poslední variantu, jak odpad odstranit. Spalování znamená působení na odpad teplotou přesahující meze její chemické stability, je to tedy termický proces odstraňování odpadu. Tento proces zahrnuje nejen spalování, ale i pyrolýzu či zplyňování [40].

Podle obsahu kyslíku v reaktoru, kde k termickým procesům dochází se tyto procesy dělí na oxidativní a reduktivní. Během oxidativních procesů je odpad rozkládán za přítomnosti kyslíku, jehož obsah je stechiometrický nebo vyšší vzhledem ke zpracovávanému odpadu. V tomto případě se jedná o spalování. Při reduktivním procesu je obsah kyslíku nulový nebo substechiometrický. Těmito procesy jsou pyrolýza a zplyňování [43].

Spalovny odpadu mohou být využity i k získání energie, tzv., energetické využití odpadů, za něj je považované spalování, kdy odpad po zapálení, nepotřebuje další podpůrné palivo. Vznikající teplo se dá využít jako zdroj tepelné energie. Druhou variantou jsou spalovny, kde se nevyužívá energie vzniklá ze spalování odpadu. Takto spalovat by se měly

jen ty odpady, které nelze jinak využít, spálením odpad zmenší svůj objem na 10 % a vznikající popel má jen 25-30 % původní hmotnosti [44].

Při spalování dochází k uvolňování látek, které znečišťují ovzduší, jejich přípustnou úroveň stanovují emisní limity, pro jednotlivé látky nebo skupiny. Mezi látky, pro které jsou stanoveny emisní limity patří např., tuhé znečišťující látky, plynné sloučeniny chloru a fluoru, oxid siřičitý, oxid dusnatý a dusičitý a oxid uhelnatý [40]. Problémem při spalování je, že se při něm uvolňují všechny nebezpečné látky naráz, zatímco při skládkování, jde o uvolňování jen pozvolné, přičemž to není přímo do podzemních vod, ale látky jsou nejprve zachycovány a přeměňují se v látky s nižší nebezpečností [32].

Jak již bylo zmíněno výše, proces spalování zahrnuje i pyrolýzu a zplyňování. Technologie pyrolýzy spočívá v rozkladu organických látek za absence oxidačních činitelů, tudíž bez přístupu vzduchu. Při pyrolýze dochází ke štěpení na stálé nízkomolekulární produkty a tuhý zbytek díky působení teploty přesahující mez stability přítomných organických sloučenin. Produkty pyrolýzního odstraňování odpadů jsou rozmanitější a tím pádem více využitelné než produkty spalování odpadu. Těmito produkty mohou být látky jak plynné, kapalné a tuhé. Podle dosahované teploty lze pyrolýzní procesy dělit na nízkoteplotní, středně teplotní a vysokoteplotní [43].

Zplyňováním se rozumí termochemická přeměna organického materiálu substechiometrické oxidace. Hlavním produktem zplyňování je převážně  $H_2$  a  $CO$ , což je syntézní plyn (syngas), dále vzniká  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ . Zplyňování probíhá v teplotním rozmezí 500-1400 °C. Technologicky je zplyňování podobné pyrolýze, pouze se liší v přítomnosti oxidačního činitele [43].

### **3.2 SPECIFIKA CHEMICKÝCH LÁTEK V POVÝROBNÍCH FÁZÍCH ŽC**

Vzhledem k tomu, že chemické látky mají spoustu specifických vlastností, jimiž se odlišují od jiných produktů, je potřeba na to brát ohled i během povýrobních fází životního cyklu vymezených v kapitole 3.1.

#### **Co jsou chemické látky a jak se odlišují**

Nařízení REACH – registrace, hodnocení, povolování a omezování chemických látek, je nástroj evropské unie pro chemickou politiku a udává tuto definici: *chemická látka je chemický prvek nebo chemická sloučenina ve stavu, jak byla vyrobena z přírodních surovin nebo z jiných chemických látek, včetně případných přísad zajišťujících její stabilitu,*

zbavená případných rozpouštědel, které lze oddělit bez ovlivnění stability látky. Chemický přípravek je směs nebo roztok nejméně dvou původně izolovaných chemických látek [45].

Od 1.6.2015 platí nové nařízení Evropského parlamentu o klasifikaci, označování a balení chemických látek a směsí – CLP (Classification, Labeling, Packaging). Cílem CLP je zjistit a klasifikovat, zda je látka považována za nebezpečnou. Pokud látka splňuje kritéria nebezpečnosti, nebezpečnost se stanovuje přiřazením třídy a kategorie nebezpečnosti [45].

Třídy nebezpečnosti se dělí na tři podskupiny fyzikálně-chemické, pro zdraví a pro životní prostředí. Mezi látky nebezpečné **fyzikálně-chemicky** patří výbušniny, hořlavé plyny, kapaliny tuhé látky, aerosoly, oxidující plyny, kapaliny tuhé látky, plyny pod tlakem, samozápalné pevné látky a kapaliny. Třída nebezpečnosti **pro zdraví** zahrnuje tyto zdravotní ohrožení: způsobující akutní toxicitu, žíravost/dráždivost pro kůži, vážné poškození očí, senzibilaci kůže/dýchacích cest, mutagenitu, karcinogenitu, toxicitu pro reprodukci, specifickou toxicitu pro cílové orgány a nebezpečnost při vdechnutí. Do třídy nebezpečnosti **pro životní prostředí** se řadí nebezpečnosti pro vodní prostředí [46].

Podle CLP musí být látky nebo směsi vedené jako nebezpečné označené štítkem, který musí obsahovat tyto údaje:

- Jméno, adresa, telefonní číslo dodavatele,
- Identifikace výrobku,
- Množství látky/směsi,
- Výstražné symboly nebezpečnosti, signální slova, věty o nebezpečnosti.

Taktéž dle CLP vyšly v platnost nové výstražné symboly nebezpečnosti znázorněné na obrázku 5, jež nahradily staré piktogramy, které byly na oranžovém pozadí. Jeden výstražný symbol může být určen pro více tříd nebezpečnosti [46].



Obrázek 5: Nové výstražné symboly

[Zdroj: upraveno autorem podle [47]]

### 3.2.1 Balení a distribuce

Nebezpečné chemické látky musí být dodávány a přepravovány v balení, která jsou vhodná pro tento účel. Konkrétně nádoba a veškeré související obaly musí být navrženy, konstruovány, udržovány a uzavřeny tak, aby se zabránilo úniku jakéhokoli obsahu nádoby při vystavení napětí a namáhání při normální manipulaci. Nádoba a veškeré související obaly, pokud mohou přicházet do styku s nebezpečnou látkou, musí být vyrobeny z materiálů:

- a) které nemohou být látkou nepříznivě ovlivněny,
- b) které nereagují s látkou a nemohou vytvářet jinou nebezpečnou látku [48].

Pokud je nádoba vybavena vyměnitelným uzávěrem, musí být uzávěr konstruován tak, aby nádoba mohla být opakovaně znovu uzavřena, aniž by unikl obsah. Obaly některých nebezpečných chemikálií (např. látky označené jako toxické, velmi toxické nebo žíravé) musí být opatřeny uzávěry proti otevření dětmi nebo upozornění na hmatové nebezpečí (pro nevidomé), pokud jsou prodávány veřejnosti [48].

Klíčovými vlastnostmi štítku dodávek je identifikovat chemickou látku a všechna nebezpečí a bezpečnostní opatření, která zohledňuje jejich citlivost, výbušnost a chemická povaha [48]. Obal chemické látky, která je přístupná pro veřejnost nesmí mít podobný obal jako potraviny, krmiva nebo kosmetické přípravky, také nesmí svým vzhledem vzbuzovat pozornost dětí [45].

Z důvodu zajištění bezpečnosti při nakládání s nebezpečnými chemickými látkami se zpracovávají bezpečnostní listy. Bezpečnostní list je důležitý při předávání bezpečnostních informací v dodavatelském řetězci o látkách a směsích, měl by podávat komplexní informace o látce nebo směsi [47].

Dopravu nebezpečných věcí upravuje evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí ADR – Accord Dangereuses Route. Tato dohoda má omezit a co nejvíce snížit rizika spojená s dopravou nebezpečných věcí, jejich manipulací, příjmem a uložením. Dohoda ukládá povinnosti zařadit nebezpečné látky do kategorií, udává požadavky na obaly, značení, vozidla a jejich vybavení a řidiče. Přepravu nebezpečných věcí po železnici upravuje obdobná dohoda, a to dohoda o přepravě nebezpečných věcí drážní dopravou – RID, pravidla pro námořní přepravu upravuje IMDG – mezinárodní předpis o námořní přepravě nebezpečných věcí [49].



Při dopravě nebezpečných věcí se u dopravních prostředků využívá značení na oranžové tabulce, kde v horní části je uveden Kemlerův kód a ve spodní UN kód. Kombinace čísel uvedených na tabulce udává nebezpečné vlastnosti přepravované látky.

### **3.2.2 Použití a údržba**

Chemické látky mají mnoho využití v různých odvětvích lidského života, ačkoliv je v poslední době nespočet tendencí omezující používání chemikálií, zatím se používají téměř všude. U použití chemických látek se musí rozlišit plánované, správné použití a to nesprávné, protože nesprávné použití chemických výrobků způsobuje přenos chemických látek do životního prostředí, proto je důležitý vývoj ekologicky šetrných výrobků [50].

Chemické látky jsou produktem chemických reakcí, přičemž vstupní látky (suroviny) jsou transformovány na produkty. Pro každou chemickou reakci jsou určující různé podmínky, dané výrobní technologií např. teplota, tlak, počet vstupních surovin, katalyzátor. Chemické látky mají mnohostranné využití, důležitým aspektem chemických látek je, že jsou základním vstupem pro další výroby, přičemž mění své složení, skupenství a vlastnosti, a tudíž se dají velice obtížně sledovat.

Klasifikace ekonomických činností (CZ-NACE) udává rozdělení veškerých ekonomických činností v České republice. Výroba chemických látek se dělí na následující podskupiny, které ukazují opravdu široké použití chemických látek.

#### **Základní chemické látky**

Mezi základní chemické látky patří výroba chemických prvků, výroba anorganických kyselin, výrobu zásad, louhů a jiných anorganických bází s výjimkou čpavku, výroba jiných anorganických směsí, výroba destilované vody. Dále výroba základních organických chemických látek: nasycených a nenasycených uhlovodíků, alkoholů, kyselin, další sloučeniny s působením kyslíku – aldehydy, ketony, chinony [51].

#### **Hnojiva, dusíkaté sloučeniny**

Hnojiva jsou látky, které obsahují živiny pro výživu rostlin a dřevin, čímž dochází k ovlivnění výnosu a kvality produkce. Hnojiva využívaná v zemědělství mohou být přírodní. Jedná se o kravský hnůj, močůvku či kompost. Druhou variantou jsou hnojiva průmyslová, která jsou založena na třech hlavních složkách, jsou to tedy hnojiva dusíkatá, fosforečná a draselná. Průmyslová hnojiva se dělí na jednoduchá a složená. Jednoduchá obsahují jen jednu ze základních živin – dusík, fosfor a draslík. Hnojiva složková obsahují

všechny tři základní živiny – hnojiva NPK. Hnojiva se podle fyzikálního skupenství dělí na pevná a kapalná [40].

### **Plasty**

Plasty jsou makromolekulární látky, vyrábí se z monomerů přírodního anebo syntetického původu. Podle reakci se rozlišují na plasty vyrobené polymerací: polyethylen, polypropylen, polystyren, polyvinylchlorid, polytetrafluoretylen, polymethylmethakrylát, polyvinylacetát, polyakrylonitril. Mezi plasty vyrobené polykondenzací patří například polyester či polyethylentereftalát. Poslední skupinou jsou plasty vyrobené polyadící, což je například polyuretan [52].

### **Pesticidy a agrochemické přípravky**

V zemědělství jsou využívány chemické látky tzv. agrochemikálie, jde především o používání pesticidů a hnojiv. Pesticidy jsou látky, které se používají k ochraně rostlin, patří mezi ně např.:

- Insekticidy – využívají se k hubení hmyzu,
- Herbicidy – využívají se proti plevelu,
- Fungicidy – využívají se proti parazitujícím houbám [53].

Oproti tradičnímu zemědělství stojí ekologické zemědělství, kde se zakazuje používání chemických látek, produktem ekologického zemědělství jsou biopotraviny [54].

### **Nátěrové barvy, laky, tiskařské barvy**

Pod tuto kategorii spadá výroba barev a laků, smaltů a jemných laků, hotových pigmentů a barviv, kalidel a barev, emailových smaltů a glazur. Dále výrobu tmelů a podobných nežáruvzdorných plnidel nebo přípravků povrchové úpravy, organických směsných rozpouštědel a ředidel, hotových barev (laků, nátěrů) nebo odlakovačů, tiskařských barev [51].

### **Čistící, leštící a toaletní přípravky**

Mezi chemické látky využívané v domácnosti patří mýdla a detergenty, čistící a leštící prostředky. Detergenty jsou čistící a prací prostředky, které obsahují tenzidy a další složky jako barviva a parfémy. Tenzidy snižují povrchové napětí rozpouštědel, čímž usnadňují smáčení povrchu a odstranění nečistot. Také sem patří výroba parfémů a toaletních přípravků [55].

## **Chemická vlákna**

Základní surovinou pro výrobu syntetických a umělých vláken jsou plasty. Syntetická vlákna slouží převážně k výrobě textilních vláken a díky tomu, že jsou nemačková, pružná, rychle schnoucí, vytlačují vlákna přírodní jako je vlna a bavlna [51].

### **3.2.3 Likvidace produktů chemického průmyslu**

V chemickém průmyslu se jako vznikající odpady považují nezareagované suroviny, nečistoty v surovinách, pomocné látky, odpady z provozu čistíren odpadních vod a vzhledem k tomu, že během chemické reakce probíhají i reakce vedlejší a následné, i produkty těchto reakcí jsou zdrojem odpadu. Chemické odpady mohou být plynné, kapalné a tuhé. Z celkového množství odpadů se v chemickém průmyslu využije jako druhotná surovina jen zhruba čtvrtina [40].

Nebezpečným odpadem je chápán odpad vykazující jednu nebo více nebezpečných vlastností uvedených v příloze zákona, nebo je uveden v Katalogu odpadů jako nebezpečný odpad, anebo smíšen či znečištěn některým z odpadů uvedených v Katalogu odpadů jako nebezpečný odpad [56].

Mezi nebezpečné vlastnosti patří:

- Výbušnost,
- Oxidační schopnost,
- Hořlavost,
- Dráždivost,
- Toxicita pro specifické cílové orgány,
- Akutní toxicita,
- Karcinogenita,
- Žíravost,
- Infekčnost,
- Teratogenita – toxické pro reprodukci,
- Mutagenita,
- Schopnost uvolňovat akutně toxické plyny,
- Senzibilita,
- Ekotoxicita,

- Odpad schopný při nakládání vykazovat některou z těchto vlastností, kterou v době vzniku neměl [56].

Mezi nebezpečný odpad patří například odpady polychlorovaných bifenylů, perzistentních organických polutantů, infekční zdravotnické odpady nebo odpady obsahující rtuť či odpady z výroby převážně používající nebezpečné chemikálie ve výrobním procesu [57].

Podle oblasti výskytu se průmyslové odpady dělí na výrobní, zpracovatelské a spotřební. Výrobní odpady vznikají přímo při výrobě a jsou to zbytky surovin, materiálů nebo polotovarů. Patří mezi ně také odpadní kaly z čistíren odpadních vod. Zpracovatelské odpady vznikají při zpracování polotovarů a konečném opracování výrobku. Odpady spotřebitelské představují opotřebované předměty, které ztratily své užitkové vlastnosti, patří mezi ně také použité stroje, přístroje a předměty [58].

Odpady chemického průmyslu mohou být tuhého, kapalného nebo plynného skupenství. Kapalný odpad převážně zastupují odpadní vody, které obsahují jak organické, tak anorganické rozpuštěné i nerozpuštěné látky. Znečištění závisí na druhu výroby, jsou to většinou vody chladicí či technologické. Mezi tuhé odpady vznikající v chemických anorganických výrobních patřící především odpadní sádrovec, zelená skalice, síran sodný, odpad z výroby sody, kaly z čistíren odpadních vod a další. Plynné odpady představuje především oxid siřičitý a sírový v odplynech, dále například sulfan, chlor, chlorovodík, fluorovodík [59].

### **3.2.4 Pohyb produktu**

Dalším mezičlánkem při životním cyklu produktu od kolébky do hrobu je nutné uvažovat i jeho samotný prodej a pohyb od výrobce k příjemci, který je legislativně ošetřen a následující podkapitola jej shrne.

Povinnosti při uvádění chemických látek a směsí na trh jsou legislativně upraveny Evropskou agenturou pro chemické látky (ECHA) spadající pod Evropskou unii. Chemické látky se musí registrovat u ECHA, jež pomáhá podnikům s dodržováním evropských právních předpisů v oblasti chemických látek, jedná se o nařízení REACH – registrace, hodnocení, povolování a omezování chemických látek, CLP – klasifikace, označování a balení látek a směsí, PIC – nařízení o předchozím souhlasu a BPR – nařízení o biocidních přípravcích [45].

Výrobce či dovozce musí Evropské agentuře pro chemické látky při registraci doložit, že s chemickými látkami lze nakládat tak, aby byla zaručena bezpečnost, cílem ECHA je, aby na trh byly uváděny pouze látky o známých vlastnostech a současně prověřovat bezpečnost jejich používání [45].

Při sledování pohybu produktu od výrobce k příjemci v rámci různých distribučních cest, ať už na B2B či B2C trhu je nutné se řídit nařízením stanoveným pro distribuci chemických látek a přípravků. Pokud podnik vyrábí v rámci Evropského hospodářského prostoru nebo do něj dováží alespoň jednu tunu chemické látky ročně, je povinen tuto činnost uvádět v databázi REACH. V této databázi musí být uváděny všechny chemické látky, jak ty, které jsou nezbytné pro průmyslovou výrobu, i ty, které jsou součástí běžného života. Chemická látka neregistrovaná v REACH nesmí být uvedena na trh, ani používána. Podniky musí pro splnění nařízení REACH zjistit a řídit rizika v souvislostmi s látkami, které vyrábějí a uvádějí na trh [45].

Nařízení REACH se týká **výrobců**, tedy podniků, které chemické látky a směsi vyrábí a dále je sami prodávají nebo dodávají jiným podnikům. Dále **dovozců**, ti nakupují mimo EU chemické látky či směsi pro další prodej. **Distributorů**, jež chemické látky skladují a uvádí je na trh. A také **následných uživatelů**, jež používají chemické látky při výrobě či při výkonu povolání.

S výše uvedenými souvisí i nařízení o předchozím souhlasu PIC (Prior Informed Consent). Toto nařízení se týká dovozu a vývozu určitých nebezpečných chemických látek a ukládá povinnosti při jejich vývozu mimo Evropskou Unii. Toto nařízení se vztahuje jak na přísně omezené chemické látky (např. benzen, chloroform, atrazin), tak na látky zakázané a látky, které je zakázáno vyvážet. Cílem nařízení PIC je *podporovat sdílenou odpovědnost a spolupráci v mezinárodním obchodu s nebezpečnými chemickými látkami a chránit lidské zdraví a životní prostředí na základě poskytování informací rozvojovým zemím o tom, jak bezpečně skladovat dopravovat, používat a likvidovat nebezpečné chemické látky* [45].

Pro všechny plátce DPH v rámci Evropské Unie je také důležitý statistický systém Intrastat, který zpracovává statistiku obchodu se zbožím mezi členskými státy, zahrnuje i sběr údajů o pohybu zboží, které není přímo předmětem obchodu. Povinnost podávat informace Intrastatu vzniká subjektům, jež jsou v ČR registrované k platbě DPH a *také odeslaly nebo přijaly zboží do nebo z jiného členského státu EU, v hodnotě přesahující*

*částku 8 mil. CZK. Povinnost vykazovat Intrastat vznikne v roce 2019 také nově těm subjektům, které přesáhly limit 12 mil. CZK od začátku roku [60].*

Intrastat provádějí všechny členské země EU na svých národních úrovních a následně předávají svá národní data do Lucemburska, kde jsou zpracovávány jako podklady pro Eurostat. Sběr hlášení a kontrolu provádí Celní správa a následně data zpracovává a kontroluje Český statistický úřad.

## **4 KVALITATIVNÍ VÝZKUM V PODNIKU SYNTHESIA A.S.,**

Praktická část bakalářské práce byla zaměřena na zkoumání informací vytyčených v teoretické části, tedy sledování chemických látek poté, co opustí bránu výrobního podniku. Cílem bylo zjistit, zda vybraná chemická firma sleduje životní cyklus svých produktů, zda ví, kam se produkt dostane, jaké má využití a zda se životní cyklus chemických látek dá vůbec vysledovat. Dotazování proběhlo v chemickém podniku Synthesia a.s.

### **4.1 CHARAKTERISTIKA PODNIKU**

Synthesia a.s., je akciová společnost sídlící v Semtíně v Pardubicích. Její hlavní činností je výroba, prodej a zpracování chemických výrobků. Synthesia a.s., je předním evropským výrobcem tzv. kvalifikované chemie [61].

Historie Synthesie a.s., sahá až do roku 1920, kdy v Pardubicích vznikla Československá akciová továrna na látky výbušné. Postupně byla zavedena výroba kyseliny dusičné a sírové. Následně založen v Rybitví závod na výrobu barviv a léčiv a v průběhu let se zakládaly další výroby.

Organizační struktura firmy je rozdělena do čtyř strategických výrobně obchodních jednotek – SBU, jež mají velkou míru nezávislosti:

- pigmenty a barviva,
- nitrocelulóza,
- organická chemie,
- energetika [61].

Synthesia a.s., se intenzivně věnuje výrobkovým a technickým inovacím, poskytováním komplexního řešení, důležitá je kvalita nad kvantitou a udržování dlouhodobých vztahů se zákazníky, díky tomu je Synthesia a.s., jednou z nejvýznamnějších evropských chemických firem [61].

Výrobní areál se rozkládá na ploše 4,4 km<sup>2</sup> a je zde zaměstnáno přes 1600 zaměstnanců, což ze Synthesie a.s., činí jednoho z největších zaměstnavatelů v pardubickém kraji. V průmyslovém areálu Semtín Zone se nachází mnoho dalších firem, jež zaměstnávají další tři tisíce lidí. Mateřskou společností a 100% akcionářem je společnost AGROFERT a.s., jež se skládá z více než 200 dceřiných společností, které zahrnují podniky chemického, zemědělského či potravinářského zaměření. Synthesia a.s., je 100% vlastníkem

dceřiných společností: Výzkumný ústav organických syntéz a.s., (VUOS) a SYNTHESIA POLSKA [61].

*Mezi klíčové zákazníky Synthesie a.s., patří především výrobci z odvětví nátěrových hmot a tiskových barev, barviv pro textilní, papírenský a kožedělný průmysl. Dále se společnost řadí mezi významné výrobce produktů pro farmaceutické koncerny, výrobce střelivin a trhavin, producenty kosmetiky, či podniky z oblasti agrochemie. Produkce Synthesie a.s., je zaměřena nejen na tuzemský trh, tři čtvrtiny výroby jsou určeny pro export na vyspělé evropské trhy či do zámoří. Společnost dlouhodobě realizuje převažující část produkce na zahraničních trzích, v roce 2018 podíl exportu na celkových tržbách dosáhl úrovně 85 %. Mezi hlavní teritoria exportu patří USA, Německo, Itálie, Francie a Polsko. Obrat v roce 2018 přesáhl 4,2 mld. Kč [61].*

Vzhledem k tomu, že společnost považuje za velice důležitou oblast pro další rozvoj firmy výzkum a vývoj, je mu věnován vysoký inovační potenciál. Pro společnost Synthesia, a.s. zajišťuje výzkumnou a vývojovou část projektů dceřiná firma VUOS, která zajišťuje hledání nových technických a technologických řešení. VUOS je zcela samostatná firma, která spolupracuje s firmami zaměřenými převážně na farmaceutický průmysl a dalšími partnery po celém světě. VUOS taktéž testuje chemické produkty v rámci legislativy REACH. Dle tohoto nařízení je od roku 2007 registrováno pře 250 látek a meziproduktů, které Synthesia a.s., vyrábí. Registrovány jsou převážně všechny anorganické kyseliny a soli, pigmenty, barviva a organické meziprodukty. Synthesia a.s., plní jak požadavky plynoucí z nařízení REACH, tak i další požadavky, jako je CLP [61].

## **4.2 SLEDOVÁNÍ POVÝROBNÍCH FÁZÍ VYBRANÝCH CHEMICKÝCH LÁTEK**

Pro praktický výzkum bylo zvoleno šetření v oblasti anorganických sloučenin, neboť u nich byl předpoklad široké a pestré využitelnosti v navazujících výrobních stupních či dalších chemických transformacích. Dotazován byl manažer prodeje Ing. Haša, který je odpovědný za prodej cca 40 % produktů SBU, zejména pak základních kyselin, na které bylo šetření primárně zaměřeno.

První okruh otázek byl zaměřen na celkový rozsah sortimentu daného SBU, jímž bylo vedením podniku doporučeno SBU nitrocelulóza, jež se zabývá zejména výrobou následujících produktů:



- kyselina sírová,
- kyselina dusičná,
- oleum,
- diethylether,
- dusičnan sodný/ amonný,
- nitrační směs,
- oxycelulóza,
- nitrocelulóza energetická a průmyslová.

Kromě samotného výčtu produkce byly dalšími informacemi roční produkované objemy jednotlivých látek, i jejich nejčastěji vyráběná koncentrace a další specifika a možnosti modifikací dle přání zákazníka. Výčet specifikací však nebyl úplný, neboť při nájezdech a přechodech výroby vzniká celá řada modifikací, které nejsou vyvolány přáním zákazníka, přesto však jsou nakonec prodány.

Firma Synthesia a.s., prostřednictvím SBU Nitrocelulóza, vyrábí mimo jiné zejména technickou kyselinu sírovou o koncentraci 94–98 % o ročním obejmu produkce 55 kt, z čehož interně dále zpracovávají 15-17 kt, zbylé množství prodávají. Oleum vyráběné z kyseliny sírové tvoří objem 15 kt. Kyselinu dusičnou vyrábí koncentrovanou a zředěnou (koncentrace 53 %). Ročně jí vyprodukují až 80 kt, polovinu tohoto objemu prodávají do Lovochemie. Na interní využití zůstává 20 kt. Nitrační směsi ročně vyrobí 3-4 kt. Dusičnanu sodného a amonného 3 kt. Nejmenší část výroby z uvedeného výčtu vyráběných látek zaujímá diethylether, jehož vyrobí 600 tun.

Pro obě kyseliny je zhruba stejný poměr 1:1 odběratelů zahraničních a tuzemských, kterých jsou řádově tři až čtyři desítky. Dá se říci, že zákazníci jsou převážně stálí, dle prodejce probíhá se zákazníky neustálá komunikace ohledně sortimentu či modifikací, ovšem žádné speciální úpravy dle přání zákazníků firma nevyrábí, výroba je tradičně stejná, což je dáno zejména kvalitou vstupních surovin a použitou technologií výroby. I přes to, ale prodejní oddělení prodá veškeré vyrobené produkty, a dokonce musí i zákazníky odmítat. Prodají se i veškeré nájezdy a přejezdy výroby a další méně kvalitní vyrobené produkty. Dle vyjádření manažera prodejce Ing. Haše: „Každé zboží má svého kupce, záleží jen na ceně.“ Dále dodává, že vysoký podíl odmítnutých zakázek tvoří specifikace zákazníků, které by SBU ze vstupních látek při používané technologii nedokázala vyrobit, zejména pro nežádoucí vyšší obsah některých prvků ve výsledném produktu.

Stěžejní částí rozhovoru byla snaha zjistit, zda společnost zná (či z jaké části zná) své zákazníky, zda ví, jaké je finální využití jejich produktů či se o něj zajímá a jak firma nahlíží na životní cyklus svých produktů.

Zajímavým zjištěním jistě bylo, že společnost dokáže u 80 % objemů produkce říct, kam produkt putuje a přibližně ze 60 % co z produktu pravděpodobně vzniká. Vzhledem k tomu, že produkty zkoumaného SBU jsou spíše základní látky (kyseliny sírová a dusičná), které jsou pouze meziprodukty pro další výrobu, nahlíží management SBU na životní cyklus svých produktů jako na velmi krátký, kdy produkt ukončí svůj ŽC v podstatě na vstupní bráně dalšího podniku, ve kterém se z něj další výrobou stává zcela jiná chemická látka. U těchto chemických látek – základních kyselin není převažující přímé využití, nejčastěji se kyseliny dále zpracovávají, pouze menší část kyselin se zpracovává napřímo, nejčastěji v ředěné koncentraci.

Ve společnosti Synthesia a.s., nepotřebují a ani nejsou zvyklí sledovat životní cyklus svých látek. Tato informace pro ně není nijak důležitá, a to ani z hlediska marketingového, kdy by mohli získávat zpětnou vazbu od zákazníků či konečných spotřebitelů a ani z hlediska environmentálního. Převážně kvůli tomu, že sledování chemických látek považují za velmi obtížné a vzhledem k využitelnosti této informace za neefektivní ve vztahu k nákladům na získání této informace.

Základní látku jako např. kyselina sírovou či dusičnou, koupí další průmyslový podnik, který z ní vyrobí nový produkt, s jinými vlastnostmi a pro další použití. Vzhledem k širší využitelnosti je i obtížné dohledat, ve které z následně vyrobených sloučenin je vstupní látka (kyselina) obsažena a zda ve vzniklých sloučeninách není tatáž surovina, ale dodaná od jiné firmy. Praktické využití sledování životního cyklu není pro SBU Nitrocelulóza žádné, a i proto SBU nahlíží na životní cyklus látky coby ukončený v podstatě „na bráně“ dalšího podniku.

Ing. Haša uvedl srovnání příkladu životního cyklu pro pneumatiky, které se při výrobě namontují do automobilu a jsou relativně přesně dohledatelné po celou dobu životního cyklu, kde jsou a kde skončí. Guma se na konci recykluje, a vznikne nový produkt, či skončí na skládce. Životní cyklus se takto zacyklí či zcela skončí. U produktu tohoto typu má sledování životního cyklu smysl, je totiž stále dohledatelný. Dle jeho mínění však takové sledování je u chemikálií nemožné, navíc tyto látky neprocházejí skutečnými cykly, ve kterých

by bylo možné část produktu reálně zrecyklovat, či jinak použít. I z těchto důvodů nepovažuje sledování životního cyklu těchto látek za efektivní a účelné.

Pro pokus demonstrovat životní cyklus látek „od kolébky po hrob“ či přesněji „od brány do hrobu“ byly zvoleny kyselina dusičná a kyselina sírová, jakožto základní a důležité chemické látky.

#### **4.2.1 Bezpečnostní list a scénář expozice**

Výrobce vypravuje látku na cestu k odběrateli tzv. bezpečnostním listem. Informace zde obsažené jsou nutné dle nařízení REACH a CLP pro jednoznačnou identifikaci a bezpečnost při nakládání s chemickými látkami. Specifikace bezpečnostního listu by měly pomoci k lepšímu sledování chemické látky, zjistit určená použití a identifikaci nebezpečnosti. Pro výzkum povýrobních fází životního cyklu chemických látek poskytl Ing. Haša bezpečnostní listy a scénáře expozice pro kyselinu dusičnou a sírovou.

Z bezpečnostních listů uživatelé chemických látek mohou získat potřebné informace, které jim pomohou ochránit lidské zdraví a životní prostředí. Uživatelé chemických látek jsou společnosti nebo fyzické osoby v Evropské unii, které během své průmyslové činnosti používají chemickou látku, a to samotnou nebo obsaženou ve směsi. Bezpečnostní listy jsou určeny pracovníkům, kteří s chemickými látkami manipulují, i osobám zodpovědným za bezpečnost. Formát bezpečnostního listu je stanoven nařízením REACH. Je rozdělen do 16 oddílů a může k němu být přiložen scénář expozice [62].

Bezpečnostní list je třeba poskytnout, jestliže:

- je látka nebo směs klasifikována jako nebezpečná,
- je látka perzistentní, bioakumulativní a toxická (PBT) nebo vysoce perzistentní a vysoce bioakumulativní (vPvB),
- bezpečnostní list je na požádání také třeba poskytnout u směsí, které nejsou klasifikované jako nebezpečné, ale které obsahují stanovené koncentrace určitých nebezpečných látek [62].

Prvním oddílem bezpečnostního listu je identifikace látky/směsi a podniku/společnosti, kde se nachází informace jako identifikátor výrobku, tedy název např.: kyselina sírová koncentrovaná technická či kyselina dusičná 50%, indexové a registrační číslo, které získá látka registrovaná podle nařízení REACH. Dále jsou v prvním oddíle uvedeny příslušná určená použití látky nebo směsi a nedoporučená použití, což v případě kyseliny

dusičné jsou použity pro meziprodukty pro chemické syntézy, meziprojektu pro výrobu anorganických a organických chemikálií včetně hnojiv. Další použití je jako pomocná látka v průmyslu včetně laboratorních aplikací, jako pH regulátor, neutralizační činidlo, oxidační činidlo, reaktivní činidlo při anorganické a organické syntéze, regenerace ionexů či kontrola pH. Bezpečnostní list pro kyselinu sírovou udává, že má tato příslušná určená použití: v chemické výrobě jako základní surovina, meziprojekt pro výrobu anorganických a organických chemikálií včetně hnojiv, při výrobě papíru a celulózy, v textilní, kožedělné a kožešnické výrobě, při výrobě potravin, v gumárenství, jako laboratorní chemikálie, katalyzátor, dehydratační činidlo, pH regulátor. Dále při výrobě elektřiny, páry, při dodávkách vody, úpravě kalů, průmyslovém čištění, výrobě baterií. Poslední informací v prvním oddíle je identifikace výrobce a kontakt na něj.

Další oddíl se zabývá *identifikací nebezpečnosti*, kde je uvedena klasifikace nebezpečnosti, která musí být provedena v souladu s nařízením CLP a prvky označení. Identifikace nebezpečnosti je u obou kyselina splněna výstražným symbolem korozivní a žíravé látky, pro kyselinu dusičnou navíc i výstražný symbol toxické látky. Signálním slovem je u obou látek nebezpečí a standardní větou o nebezpečnosti (způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí – H314, toxický při vdechování H331 a korozivní pro kovy H290) a pokyny pro bezpečné zacházení.

Dalším oddílem je *složení/informace o látkách*, následují *pokyny pro první nemoc*, kde je zdůrazněno, že je ve většině případů styku kyseliny s člověkem nutné zajistit lékařskou pomoc. Dále *opatření pro hašení požáru*, sedmým oddílem je *zacházení a skladování*. Kyselina dusičná by měla být skladována v původních těsně uzavřených obalech na suchém místě, chráněném před přímými vlivy povětrnosti a slunečním zářením. Také je nutné ji skladovat odděleně od organických, lehce zápalných a hořlavých látek. Vhodným obalovým materiálem pro kyselinu dusičnou je sklo či nerezová ocel. Při používání kyseliny dusičné je nutné zabránit přímému kontaktu s pokožkou, očima, oděvem, zabránit vdechování par. Zajistit ochranné prostředky a účinné větrání. Kyselinu sírovou je nutné skladovat v uzavřené kyselinovzdorné nádrži chráněné před mrazem a vyššími teplotami, odděleně od hořlavin.

Osmým oddílem bezpečnostního listu je *omezování expozice/osobní ochranné prostředky*, hlavní myšlenkou je minimalizovat možnosti expozice a omezování expozice životního prostředí, což znamená zamezit úniku látky/směsi do životního prostředí, také

zamezit nekontrolovanému úniku roztoku kyseliny na čistírnu odpadních vod nebo do povrchových vod. Taktéž je vyžadována přísná kontrola pH během vypouštění do vod (pH v rozmezí 6-9). Následují *fyzikální a chemické vlastnosti*. Desátým oddílem je *stálost a reaktivita*, zde je uvedeno, že kyselina dusičná reaguje za prudkého vývinu tepla, při dodržení podmínek skladování a správné manipulaci je stabilní. Je třeba zabránit podmínkám jako je kontakt s vodou, přímým sluncem a zdroji tepla a ohně. Kyselina sírová také prudce reaguje s vodou, louhy, organickými látkami, silnými oxidanty za prudkého vývinu tepla a ve vysoké koncentraci může ve styku s hořlavými látkami způsobit jejich samovznícení. Mezi podmínky pro ochranu životního prostředí patří: zamezit rozlévání kapaliny, nevypouštět do kanalizace, zabránit průniku do vody a půdy.

Dalším oddílem jsou *toxikologické informace*, kde je uvedeno, že kyselina dusičná způsobuje těžké poleptání kůže, či vážné poškození očí, přičemž kontakt s očima může způsobit oslepnutí. Následují *ekologické informace*, které uvádějí údaje jako toxicita pro vodní a ostatní prostředí.

Důležité informace z bezpečnostního listu podávají také následující dva oddíly, které zahrnují *pokyny pro odstranění* a také se věnují *informacím pro přepravu*. Mezi způsoby zneškodňování kyseliny dusičné uvedenými v bezpečnostním listu patří: ředění vodou, neutralizace sodou a následná likvidace na místech k tomu určených. Zbytky kyseliny stejně jako oplachové vody nesmí být vypouštěny do půdy, veřejné kanalizace ani do blízkosti vodních zdrojů. Vypouštění vod obsahujících kyselinu do kanalizace, je přípustné až po neutralizaci za podmínek stanovených vodohospodářskými orgány. V informacích pro přepravu se uvádí možnosti pozemní, námořní a letecké přepravy a také u každého druhu dopravy UN kód, zmíněný v teoretické části. Možnosti zneškodňování kyseliny sírové dle bezpečnostního listu jsou následující: kyselina musí být opatrně zředěna vodou a následně neutralizována louhem sodným a následně likvidována. Zbytky kyseliny, ani oplachové vody nesmí být vypuštěny do půdy, kanalizace ani do blízkosti vodních zdrojů. Obal musí být taktéž zneškodněn opláchnutím vodou a následnou neutralizací. Kyselina sírová bývá přepravována pomocí pozemní, námořní či letecké dopravy, což upravují předpisy ADR, RID, IMDG atd.

Druhým dokumentem, který příkládá Synthesia a.s., jakožto výrobce k chemické látce, tedy kyselině dusičné a sírové je expoziční scénář, který je přílohou k bezpečnostnímu listu. V úvodu expozičního scénáře jsou deskriptory použití, které standardizovaným způsobem popisují použití látky. Deskriptory použití se dělí do těchto kategorií:

- fáze životního cyklu (LCS),
- oblast použití (SU),
- kategorie výrobků (PC),
- kategorie procesu (PROC),
- kategorie předmětů (AC),
- kategorie uvolňování do životního prostředí (ERC) [63].

Fáze životního cyklu není v expozičním scénáři pro kyselinu dusičnou uvedena, oblasti použití pro kyselinu dusičnou jsou uvedeny pod kódy SU 3, SU4, SU 8, SU 9, SU 10, SU12, SU14, SU 15, SU 16. Jsou tu uvedeny veškerá odvětví, ve kterých může být kyselina dusičná používána, patří mezi ně obecně výroba potravin, výroba těžkých velkoobjemových a lehkých chemických látek, výroba výrobků z umělých hmot, výroba základních kovů, či elektronických a počítačových výrobků. Oblasti použití SU jsou definována široce, oproti tomu kategorie výrobku PC je již konkrétnější. Pod kódy PC0, PC7, PC12, PC14, PC15, PC19, PC20, PC33, PC35, PC37 jsou uvedena tato použití na: základní kovy a slitiny, hnojiva, přípravky pro povrchovou úpravu kovů i úpravu nekovových povrchů, pomocné látky jako pufrы, srážedla, neutralizační činidla, polovodiče, prací a čisticí prostředky a přípravky pro úpravu vody [63].

V rámci kategorií procesu (PROC) jsou popsány úkony a typy zpracování z pohledu pracovníka a také pravděpodobné možnosti expozice pracovníka během úkonů. PROC1: Použití v rámci uzavřeného výrobního procesu, expozice nepravděpodobná PROC2: Použití v rámci nepřetržitého uzavřeného výrobního procesu s příležitostně kontrolovanou expozicí PROC3: Použití v rámci uzavřeného dávkového výrobního procesu (syntéza nebo formulace) PROC4: Použití v rámci dávkového a jiného procesu (syntéza) s větší možností expozice PROC5: Míchání nebo směšování v dávkových výrobních procesech při formulaci přípravků a předmětů.

V expozičním scénáři se znovu objevuje informace pro nakládání s odpady, tedy že neutralizovaná kapalina na pH 6-9 může být vylita v souladu s platnou legislativou. Obalové materiály by měly být zneškodněny v souladu s předpisy. Dále uvádí informace o expozici životního prostředí, protože výroba kyseliny dusičné může potenciálně vést k emisím do vod a lokálně zvýšit koncentraci dusičnanů za současného snížení pH. Nicméně pH průmyslových odpadních vod se běžně měří a odpadní vody mohou být snadno neutralizovány. Díky vysoké rozpustnosti ve vodě se kyselina dusičná vyskytuje hlavně v

půdě (migrace do podzemních vod) a vodě: zde kyselina postupně disociuje a ovlivňuje tak pH daného prostředí. Vliv kyseliny na pH prostředí je tím nižší, čím vyšší je pufrací kapacita vody.

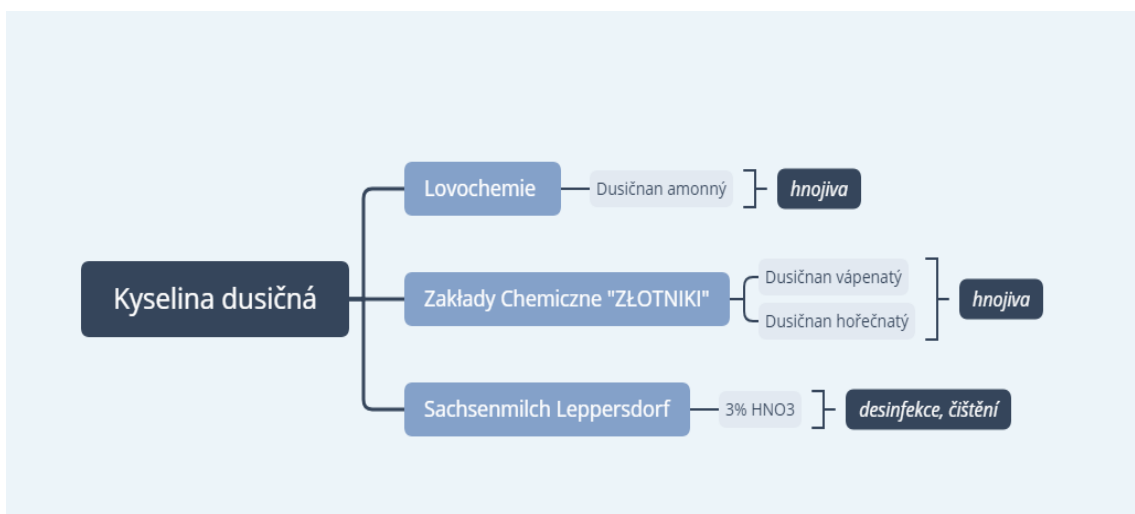
Expoziční scénář pro kyselinu sírovou je připraven v několika variantách odlišených dle plánovaného použití, jedná se o kyselinu používanou jako meziproduct, pomocnou látku, používanou při úpravě povrchů, čištění a moření, použití v elektrolytických procesech, při výrobě baterií, jako laboratorní chemikálie, použití pro průmyslové čištění a pro mísení, přebalování, preparace a výrobu olea. Vzhledem k tomu, že jsou expoziční scénáře již přímo vytvořené pro dané použití, jsou mnohem konkrétnější oproti expozičnímu scénáři u kyseliny dusičné, který byl jednotný.

Díky poskytnutým bezpečnostním listům a scénářům expozice byla popsána první povýrobní fáze daná definicí Life Cycle Initiative, tedy balení a distribuce. Částečně byla popsána i fáze následující, použití a údržba. Z těchto dokumentů přiložených při distribuci k chemické látce byly zjištěny převážně veškeré teoretické možnosti využití, zatímco v následujících dvou kapitolách 4.2.2 a 4.2.3 je konkrétně demonstrována fáze použití a údržby u kyseliny dusičné a sírové. Jsou zde znázorněni konkrétní odběratelé za rok 2019, popsány produkty, které z daných kyselin odběratelé vyrábí a pravděpodobné využití těchto produktů.

#### **4.2.2 Kyselina dusičná**

Od začátku roku 2019 (s dubnovou odstavkou) vyrobila Synthesia a.s., přes 18 kt 53% kyseliny dusičné, která byla dodána 20 odběratelům. Z vyrobeného objemu zakoupil 50 % hlavní odběratel lovosická firma Lovochemie (vyrábí dusičnan amonný a vápenatý), další část produkce byla prodána dvěma větším zákazníkům, přičemž jeden odebírá 2 kt a druhý 0,5 kt. Téměř zde tedy platí Paretovo pravidlo, jež říká, že 20 % zákazníků, vytváří 80 % tržeb.

U kyseliny dusičné vyrobené ve firmě Synthesia a.s., byly výsledovány tři cesty životního cyklu znázorněné na následujícím obrázku č.6. Je ale otázkou, zda látky z kyseliny vyrobené se dají považovat za pokračování jejího životního cyklu.



**Obrázek 6: Životní cyklus kyseliny dusičné**

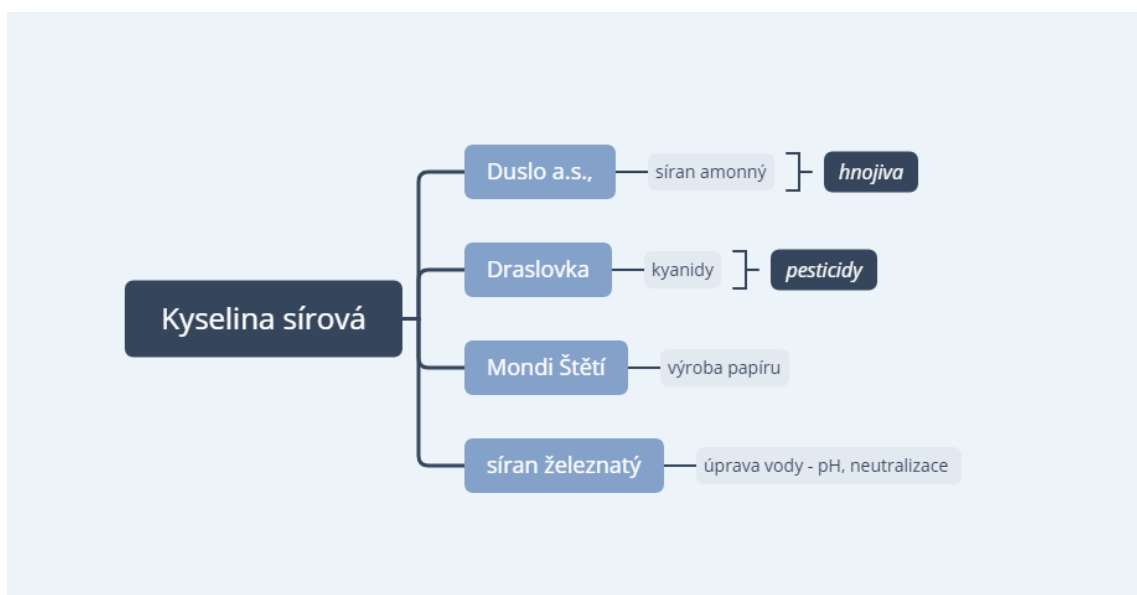
[Zdroj: upraveno podle Synthesia a.s.]

Hlavní využití nachází kyselina dusičná ve výrobě dusíkatých hnojiv. Kyselinu dusičnou kupuje česká firma, taktéž spadající pod Agrofert, Lovochemie a polská firma Zakłady Chemiczne "ZŁOTNIKI" sídlící ve Wroclawi. Z kyseliny tyto firmy vyrábí soli, konkrétně dusičnan amonný, vápenatý a hořečnatý, což je hlavní surovinou pro výrobu již zmíněných hnojiv, používaných v zemědělství. Další využití nachází kyselina dusičná v mlékárnách, které ji používají zředěnou na 3 % koncentraci k desinfekci a čištění trubek. Konkrétně ji Synthesia a.s., dodává do německé mlékárny Sachsenmilch Leppersdorf. Je to jedno z mála využití kyseliny dusičné, kde zůstává používaná přímo, ač ve velmi zředěné koncentraci.

#### 4.2.3 Kyselina sírová

Obdobně jako u kyseliny dusičné, má i kyselina sírová několik odběratelů, jež jsou znázorněny na obrázku 7. Největším odběratelem kyseliny sírové je slovenská firma Duslo Šala, která odebírá 10kt. a vyrábí síran amonný sloužící opět k výrobě hnojiv. Dalším odběratelem je firma Mondi Štětí, která se zabývá výrobou papíru a využívá kyselinu sírovou při chemických úpravách buničiny. Kyselinu sírovou také využívá firma Draslovka při výrobě kyanidů a pesticidů.





**Obrázek 7: Životní cyklus kyseliny sírové**

*[Zdroj: upraveno autorem podle Synthesia a.s.,]*

Kyselina sírová se taktéž používá k výrobě olea, jež se společně s kyselinou dusičnou používá na nitrační směs, která má využití při nitraci celulózy. Také se využívá z ní vyrobený síran železnatý pro úpravy pH vody a její neutralizaci, či k odlakování kol. Prakticky veškerá kyselina sírová se využívá pro další výrobu, přímé využití např. pro čištění nebo náplně autobaterií je minimální, nicméně existuje, jeden z odběratelů, který například využívá kyseliny sírové k čištění a odlakování. Nicméně jako již u kyseliny dusičné, je samotné využití pro vedení SBU informačně nezajímavé, nezjišťuje ani jak je následně s využitými látkami nakládáno či jak probíhá jejich likvidace. V rámci životního cyklu jsou pouze řešeny některé z obalových materiálů coby součást reverzní logistiky, což je i uloženo zákonem o odpadech č. 185/2001 Sb.

Respondent dodává, že pokud by se kyselina sírová dostala do nepovolaných rukou, mohla by sloužit jako prekurzor pro výrobu drog. V rámci opatření, aby se látky jako kyselina sírová či dusičná nedostaly do rukou veřejnosti v nadměrném množství, jsou v platnosti směrnice dle legislativy Evropské unie.

Ing. Haša shrnuje, že vybrané chemické látky se navzdory své jednoduchosti ve smyslu využití a uplatnění dají sledovat s vysokou obtížností, která nevyvažuje přínosy z takto získané informace. Tím, že z kyselin vznikají různé soli, oxidy, směsi či složitější komplexy, je téměř nemožné říci, kdy přestává být sledovaný produkt – kyselina, svým

vlastním produktem, a tedy kdy končí jeho životní cyklus, proto je pro SBU přijatelný poněkud zjednodušující náhled, že kyselina ukončí svůj ŽC okamžikem vstupu do závodu odběratele, třebaže se reálně může vyskytovat ve své chemické podstatě i nadále a být i následně přeprodána.

## ZÁVĚR

Bakalářská práce s názvem Povýrobní fáze životního cyklu chemických látek se zabývala životním cyklem, metodou LCA a následným praktickým výzkumem povýrobních fází chemických látek, hlavním cílem tedy bylo zmapovat možnosti sledování chemických látek poté, co opustí výrobní podnik.

V první kapitole byl definován životní cyklus produktu a jeho fáze z hlediska environmentálního, jež se vymezuje získáváním surovin, výrobou produktu, transportem, užíváním zákazníkem a nakonec likvidací. Vzhledem k tomu, že tyto fáze vymezuje množství autorů, byly jednotlivé fáze uvedeny a nadále se v dalších kapitolách vycházelo z definice od Life Cycle Initiative. Ve druhé kapitole byla popsána metoda hodnocení životního cyklu a její čtyři části, kterými jsou definice cíle a rozsahu, inventarizační analýza, hodnocení dopadu a interpretace výsledků. V návaznosti na cíl práce – zmapovat povýrobní fáze životního cyklu a zjistit varianty, jak končí chemické látky, byly v rámci třetí kapitoly uvedeny možnosti balení a distribuce, využití, a nakonec možnosti likvidace produktu. Tyto fáze byly popsány nejprve obecně pro produkt a poté byly blíže specifikovány pro chemické látky.

V rámci praktické části proběhlo kvalitativní zkoumání v podniku Synthesia a.s., kde bylo cílem zmapovat povýrobní fáze životního cyklu vybraných chemických látek. Vedením podniku bylo doporučeno SBU Nitrocelulóza, jež kromě jiného vyrábí taktéž základní anorganické kyseliny – dusičnou a sírovou, na které byl výzkum zaměřen. Bylo zjištěno, že vedení SBU má představu o tom, kam putuje 80 % produktů a zhruba u 60 % má přehled o jejich využití. Kyselina dusičná vyrobená v Synthesii a.s., se převážně používá pro další zpracování na výrobu dusíkatých hnojiv, z kyseliny sírové se taktéž vyrábí hnojiva, ale využívá se i k dalším účelům, jako při výrobě papíru, či čištění vody. Bohužel ani jedna z látek nemá téměř žádné přímé využití, kromě 3% kyseliny dusičné využívané na čištění a desinfekci v mlékárnách. Vzhledem k tomuto faktu se sledovat povýrobní fáze jejich životního cyklu z hlediska výrobce dají jen velice obtížně. Dá se totiž říct, že životní cyklus těchto látek, dle mínění managementu, končí již na hraně dalšího podniku, ve kterém je transformován na zcela jinou chemickou sloučeninu, která má jiné vlastnosti a použití, původní kyselina tím okamžikem v podstatě zaniká a její životní cyklus končí. Díky tomu není ani tato možnost sledovat životní cyklus vyrobených látek pro vedení SBU zajímavá a nepřinesla by jim potřebné přínosné informace.

Třebaže podnik Synthesia a.s., nesleduje látku v životním cyklu „od brány do hrobu“, tak vybavuje produkt veškerými informacemi souvisejícími s transportem, balením, skladováním, užitím a likvidací. Čímž jsou pokryty všechny tři povýrobní fáze – balení a distribuce, použití a údržba, likvidace definované v první kapitole. Tyto fáze je možné sledovat díky poskytnutým bezpečnostním listům a scénářům expozice, které výrobce dodává společně s chemikálií odběrateli. Z bezpečnostních listů bylo zjištěno, jak by látka měla být transportována k odběrateli, jaké podmínky musí výrobce dodržet, do jakých dalších chemických podniků se látka dostane, na co je tam zpracována a jaké má nová sloučenina využití. Kvůli dalšímu chemickému zpracování, které následně u odběratele proběhne, se kyselina transformuje v novou sloučeninou a její životní cyklus tím zdánlivě končí.

Přínosnějším by se možná mohlo stát sledování životního cyklu základní chemické suroviny nebo elementárních prvků či molekul. Tedy místo např. kyseliny sírové sledovat životní cyklus přímo samotné síry, která nezaniká, a tudíž je neustále součástí veškerých sloučenin z ní vyrobených. Je možné, že takto by se dal vysledovat životní cyklus chemické látky až „to grave“, tedy do hrobu. Zároveň je možné, že i zde by nastala nějaká předem neočekávaná skutečnost jako např. přechod z pevného skupenství do kapalného či plynného a s tím spojené ztráty, tudíž by se nedala se ani tato látka vysledovat až do hrobu.

## POUŽITÁ LITERATURA

- [1] MOUČKA, Jiří a Ilona OBRŠÁLOVÁ. *Environmentální management*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 1999. ISBN 80-719-4235-9.
- [2] KOČÍ, Vladimír. *Posuzování životního cyklu Life Cycle Assessment - LCA*. 1. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 2009. ISBN 978-80-86832-42-5.
- [3] LIFE CYCLE INITIATIVE. What is Life Cycle Thinking?. *Lifecycleinitiative.org* [online]. 2017 [cit. 2018- 10- 17]. Dostupné z: <https://www.lifecycleinitiative.org/starting-life-cycle-thinking/what-is-life-cycle-thinking/>
- [4] KOALICE ZA UDRŽITELNÉ MATERIÁLY. *Guidance on Life-Cycle Thinking and Its Role in Environmental Decision Making* [online]. 2014, 28 [cit. 2018-11-03]. Dostupné z: <https://www.michaeldbaker.com/wp-content/uploads/2014/03/Guidance-on-Life-Cycle-Thinking-031014.pdf>
- [5] ČSN EN ISO 14040:2006. *Environmentální management - posuzování životního cyklu*. Český normalizační institut, 2006, 36 s.
- [6] Životní cyklus výrobku nebo služby. *Managementmania.com* [online]. c2011-2016 [cit. 2018-10-15]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/zivotni-cyklus-vyrobku-sluzby>
- [7] HANUS, Robert, Jan KOUBSKÝ a Miroslav KRČMA. Inovace výrobků a jejich systémů: Přehled metodiky analýzy inovačního potenciálu. *Eko-net.cir.cz* [online]. 2004 [cit. 2018-11-01]. Dostupné z: <http://eko-net.cir.cz/prirucka-inovace-vyrobku-s-vyuzitim-lca/485362/lca.pdf>
- [8] JANEČEK, Jan. LCA a EPD. *Atelier-dek.cz* [online]. 2014 [cit. 2018-10-04]. Dostupné z: <https://atelier-dek.cz/lca-analyza-zivotního-cyklu-epd-environmentální-prohlášení-o-produktu-646>
- [9] EVROPSKÁ KOMISE. *Environmental LIFE CYCLE Information for Products Used Every Day in Households* [online]. 2010 [cit. 2018-11-04]. Dostupné z: [http://ec.europa.eu/environment/industry/retail/pdf/issue\\_paper\\_lc.pdf](http://ec.europa.eu/environment/industry/retail/pdf/issue_paper_lc.pdf)

- [10] UNEP/SETAC. *Life Cycle Approaches: The road from analysis to practice* [online]. 2005 [cit. 2018-12-19]. Dostupné z: <https://www.lifecycleinitiative.org/wp-content/uploads/2012/12/2005%20-%20LCA.pdf>
- [11] WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINBLE DEVELOPMENT. *Life Cycle Metrics for Chemical Products* [online]. 2014 [cit. 2018-12-19]. Dostupné z: <https://www.wbcd.org/cU5j>
- [12] ENVIMAT. LCA. *Envimat.cz* [online]. c2010-2018 [cit. 2018-10-05]. Dostupné z: <http://www.envimat.cz/metodika/lca/>
- [13] Design and the Environment - Cradle to Grave. In: *Www.slideshare.net* [online]. 2017 [cit. 2019-06-24]. Dostupné z: <https://www.slideshare.net/virtuinstitute/design-and-the-environment-cradle-to-grave>
- [14] MCDONOUGH, William. *Cradle to Cradle* [online]. 2018 [cit. 2018-12-19]. Dostupné z: <http://www.mcdonough.com/cradle-to-cradle/>
- [15] UDRŽITELNÝ ROZVOJ. Co je to zelený produkční řetězec?. *Udrzitelny-rozvoj.cz* [online]. 2015 [cit. 2018- 10- 04]. Dostupné z: <https://www.udrzitelny-rozvoj.cz/clanky/co-je-to-zeleny-produkcni-retezec>
- [16] ENVIPAK. Posudzovanie životného cyklu. *Envipak.sk* [online]. c2003-2016 [cit. 2018-12-19]. Dostupné z: <https://envipak.sk/clanok/Posudzovanie-zivotneho-cyklu-LCA>
- [17] VINK, Erwin, Karl RÁBAGO, David GLASSNER a Patrick GRUBER. Applications of life cycle assessment to NatureWorks™ polylactide (PLA) production. *Polymer Degradation and Stability* [online]. 2003, **80**(3), 403-419 [cit. 2018-11-03]. DOI: 10.1016/S0141- 3910(02)00372- 5. ISSN 01413910. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141391002003725#aep-section-id26>
- [18] ČURDA, Dušan a Alena FUCHSOVÁ. *Ekologická bilance - hodnocení životního cyklu*. 1. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 1996. Phare. ISBN 80-853-6895-1.
- [19] KOČÍ, Vladimír. Metoda posuzování životního cyklu a chemický průmysl. *Chem. listy* [online]. 2010 [cit. 2018- 10- 10]. Dostupné z: [http://chemicke-listy.cz/docs/full/2010\\_10\\_921-925.pdf](http://chemicke-listy.cz/docs/full/2010_10_921-925.pdf)

- [20] REMTOVÁ, Květa. *Posuzování životního cyklu - Metoda LCA*. 1. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2003. ISBN 80-721-2232-0.
- [21] EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Life Cycle Assessment: principles and practice* [online]. 2006 [cit. 2018-12-19]. Dostupné z: <https://sites.cs.ucsb.edu/~chong/290N-W10/EPAonLCA2006.pdf>
- [22] CENIA. Co je environmentální prohlášení o produktu (EPD). *Cenia.cz* [online]. 2012 [cit. 2018-10-19]. Dostupné z: <http://www1.cenia.cz/www/epd/co-je-rpd>
- [23] Ekoznačení. *Ekospotřebitel.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-11-03]. Dostupné z: <http://www.ekospotrebitel.cz/ekospotreba/ekoznaceni/>
- [24] KLOEPFFER, Walter. Life cycle sustainability assessment of products. *The International Journal of Life Cycle Assessment* [online]. 2008, **13**(2), 89-95 [cit. 2018-11-01]. DOI: 10.1065/lca2008.02.376. ISSN 0948-3349. Dostupné z: <http://www.springerlink.com/index/10.1065/lca2008.02.376>
- [25] Life Cycle Assessment Framework. In: *Www.researchgate.net* [online]. 2012 [cit. 2019-06-24]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/figure/Steps-of-LCA-according-to-DIN-EN-ISO-14040-DIN-EN-ISO-14044\\_fig3\\_264702188](https://www.researchgate.net/figure/Steps-of-LCA-according-to-DIN-EN-ISO-14040-DIN-EN-ISO-14044_fig3_264702188)
- [26] CEMPÍREK, Václav. Některé základní funkce vymezuje definice obalu. *Enviweb.cz* [online]. 2008 [cit. 2018-12-05]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/71596>
- [27] KOTLER, Philip. *Moderní marketing: 4. evropské vydání* [online]. Praha: Grada, 2007 [cit. 2019-06-24]. ISBN 978-802-4715-452. Dostupné z: [https://books.google.cz/books?id=T\\_-3\\_W9qD8C&printsec=frontcover&key=AiZaSyDIPfI89JdFhWBVsMVsavVo6aNh057xITc#v=onepage&q&f=false](https://books.google.cz/books?id=T_-3_W9qD8C&printsec=frontcover&key=AiZaSyDIPfI89JdFhWBVsMVsavVo6aNh057xITc#v=onepage&q&f=false)
- [28] NOVÁK, Radek. *Mezinárodní silniční nákladní přeprava a zasílatelství*. V Praze: C.H. Beck, 2018. ISBN 978-80-7400-041-6.
- [29] VICENTE, Alfredo. Je možné omezit dopady dopravy na životní prostředí?. *Evropská agentura pro životní prostředí* [online]. 2016 [cit. 2018-12-19]. Dostupné z: <https://www.eea.europa.eu/cs/articles/je-mozne-omezit-dopady-dopravy>

- [30] TVRDOŇ, Leo a Jaroslav BAZALA. Potrubní doprava. *Dlprofi.cz* [online]. 2017 [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: [https://www.dlprofi.cz/33/potrubni-doprava-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4Ehizgoz3iHbpGEm\\_8rKH41I/](https://www.dlprofi.cz/33/potrubni-doprava-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4Ehizgoz3iHbpGEm_8rKH41I/)
- [31] ODBOR STATISTIKY ZEMĚDĚLSTVÍ, lesnictví. *Produkce, využití a odstranění odpadů v roce 2016: Generation, recovery and disposal of wastes in 2016*. Praha: Český statistický úřad, 2017. Životní prostředí, zemědělství. ISBN 978-80-250-2783-7.
- [32] PROCHÁZKOVÁ, Dana, Jan BUMBA, Vilém SLUKA a Bedřich ŠESTÁK. *Nebezpečné chemické látky a chemické přípravky a průmyslové nehody*. Praha: Vydavatelství PA ČR, 2008. ISBN 978-80-7251-275-1.
- [33] ČESKO. Zákon č. 185/2001 Sb.: Zákon o odpadech. In: *Sbírka zákonů České Republiky*. 2001. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-185/odkaz>
- [34] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. Plán odpadového hospodářství ČR. *Mzp.cz* [online]. Ministerstvo životního prostředí, c2008-2018 [cit. 2018-12-05]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/plan\\_odpadoveho\\_hospodarstvi\\_cr](https://www.mzp.cz/cz/plan_odpadoveho_hospodarstvi_cr)
- [35] Nakládání s odpady. *Vitejtenazemi.cz* [online]. 2013 [cit. 2018-12-19]. Dostupné z: [http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=nakladani\\_s\\_odpady&site=odpady](http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=nakladani_s_odpady&site=odpady)
- [36] Recyklace. *Vitejtenazemi.cz* [online]. 2013 [cit. 2018-12-19]. Dostupné z: (<http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=recyklace&site=odpady>)
- [37] TŘÍDĚNÍ ODPADU. Jak se co recykluje. *Trideniodpadu.cz* [online]. c2007-2018 [cit. 2018-12-05]. Dostupné z: <https://www.trideniodpadu.cz/recyklace>
- [38] EVROPSKÁ KOMISE. Jak maximálně vytěžit z recyklace?. *Ec.europa.eu* [online]. [cit. 2019-06-13]. Dostupné z: [https://ec.europa.eu/environment/efe/themes/chemicals/getting-most-out-recycling\\_cs](https://ec.europa.eu/environment/efe/themes/chemicals/getting-most-out-recycling_cs)
- [39] EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Reducing and Reusing Basics* [online]. 2018 [cit. 2019-06-13]. Dostupné z: <https://www.epa.gov/recycle/reducing-and-reusing-basics>
- [40] SLEZÁK, Miloslav. *Ekologické aspekty chemických technologií a technologie zpracování odpadů*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2004. ISBN 80-719-4692-3.



- [41] Skládkování. *Vitejtenazemi.cz* [online]. 2013 [cit. 2018-12-05]. Dostupné z: <http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=skladkovani&site=odpady>
- [42] TUHÁČEK, Miloš a Jitka JELÍNKOVÁ. *Právo životního prostředí: praktický průvodce*. Praha: Grada, 2015. Právo pro každého (Grada). ISBN 978-80-247-5464-2.
- [43] MOLEK, Tomáš. *Analýza využití plazmového zplyňování odpadů v ČR*. Praha, 2017. Diplomová práce. České vysoké učení technické. Vedoucí práce Ing. Petr Břenek.
- [44] Spalování. *Vitejtenazemi.cz* [online]. 2013 [cit. 2018-12-05]. Dostupné z: <http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=spalovani&site=odpady>
- [45] EVROPSKÁ AGENTURA PRO CHEMICKÉ LÁTKY. Právní předpisy. *Echa.europa.eu* [online]. 2018 [cit. 2018-12-05]. Dostupné z: <https://echa.europa.eu/cs/legislation>
- [46] TRÁVNÍČKOVÁ, Zdeňka. Nařízení (ES) č. 1272/2008 o klasifikaci a označování látek a směsí. *Www.szu.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-12-05]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/navrh-narizeni-ghs-o-klasifikaci-a-oznacovani-latek-a-smesi-1>
- [47] ENVIGROUP. Povinnosti kolem bezpečnostních listů. *Www.envigroup.cz* [online]. 2016 [cit. 2018-12-05]. Dostupné z: (<http://www.envigroup.cz/povinnosti-kolem-bezpecnostnich-listu.html>)
- [48] CARSON, P. a C. MUMFORD. *Hazardous chemicals handbook*. 2nd ed. Boston: Butterworth-Heinemann, 2002. ISBN 07-506-4888-0.
- [49] Co je to ADR?. *Ekobena.cz* [online]. [cit. 2018-12-19]. Dostupné z: <http://www.ekobena.cz/adr/co-je-adr>
- [50] HORÁK, Josef. *Ekologická rizika spojená s výrobou a použitím chemických látek a ochrana proti nim*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 1996. Phare. ISBN 80-707-8369-9.
- [51] NACE. Výroba chemických látek a chemických přípravků. *Nace.cz* [online]. 2018 [cit. 2018-12-05]. Dostupné z: <http://www.nace.cz/20-vyroba-chemickych-latek-chemickych-pripravku>

- [52] MULTIMEDIÁLNÍ UČEBNICE CHEMIE. Syntetické makromolekulární látky. *E-chembook.eu* [online]. 2018 [cit. 2018-12-19]. Dostupné z: <http://e-chembook.eu/synteticke-makromolekularni-latky>
- ŠTĚRBOVÁ, Kateřina a Oldřich SNĚHOTA. *Používání chemických látek: v*
- [53] *zemědělství, ve vodárenství, při povrchových úpravách materiálů, v čerpacích stanicích pohonných hmot*. Vyd. 3. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2012. ISBN 978-80-87676-00-4.
- [54] MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. Ekologické zemědělství. *Eagri.cz* [online]. c2009- 2018 [cit. 2018- 12- 05]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/ekologicke-zemedelstvi/ekologicke-zemedelstvi/>
- [55] KIZLINK, Juraj. *Technologie chemických látek*. Vyd. 3., přeprac. a dopl. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2005. ISBN 80-214-2913-5.
- [56] Hodnocení nebezpečných vlastností odpadů. *Hnvo.cz* [online]. [cit. 2018-12-05]. Dostupné z: <https://hnvo.cz/hnvo/prod/hnvo.nsf/Index.xsp>
- [57] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. Nebezpečné odpady. *Mzp.cz* [online]. c2008- 2018 [cit. 2018- 12- 05]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/nebezpecne\\_odpady](https://www.mzp.cz/cz/nebezpecne_odpady)
- [58] SEIDLEROVÁ, Jana, Daniela PLACHÁ a Gabriela KRATOŠOVÁ. *Analytická chemie odpadních materiálů*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2006. ISBN 80-248-1010-7.
- [59] ODPADOVÝ HODPODÁŘ. Odpady z chemického průmyslu. *Odpadovy-hospodar.cz* [online]. c2016-2018 [cit. 2018-12-19]. Dostupné z: <http://odpadovy-hospodar.cz/odpady-z-chemickeho-prumyslu/odpady-z-chemickeho-prumyslu>
- [60] CEDA SERVICE & CONSULTING. *Co je to Intrastat a jak funguje Intrastat v roce 2019?* [online]. 2019 [cit. 2019-06-15]. Dostupné z: <https://www.intrastat.cz/>
- [61] Synthesia - chemie pro budoucnost. *Synthesia.eu* [online]. 2011 [cit. 2019-06-13]. Dostupné z: <https://www.synthesia.eu/cze>
- [62] EVROPSKÁ AGENTURA PRO CHEMICKÉ LÁTKY. *Průvodce týkající se bezpečnostních listů a scénářů expozice* [online]. 2018 [cit. 2019-06-14]. ISBN 978-

92- 9020- 572- 2. Dostupné z: [https://echa.europa.eu/documents/10162/22786913/sds\\_es\\_guide\\_cs.pdf/f70806c4-6682-b496-bc28-b797be77559f](https://echa.europa.eu/documents/10162/22786913/sds_es_guide_cs.pdf/f70806c4-6682-b496-bc28-b797be77559f)

[63] EVROPSKÁ AGENTURA PRO CHEMICKÉ LÁTKY. *Pokyny k požadavkům na informace a posouzení chemické bezpečnosti* [online]. 3. 2015 [cit. 2019-06-14]. ISBN 978- 92- 9247- 699- 1. Dostupné z: [https://echa.europa.eu/documents/10162/13632/information\\_requirements\\_r12\\_cs.pdf](https://echa.europa.eu/documents/10162/13632/information_requirements_r12_cs.pdf)

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Životní cyklus dle Life Cycle Initiative .....	12
Obrázek 2: Varianty životního cyklu.....	15
Obrázek 3: Schéma LCA .....	20
Obrázek 4: Nakládání s odpady .....	26
Obrázek 5: Nové výstražné symboly .....	31
Obrázek 6: Životní cyklus kyseliny dusičné.....	48
Obrázek 7: Životní cyklus kyseliny sírové .....	49

## **Seznam příloh**

Příloha 1: Scénář dotazování

## **Scénář dotazování**

Scénář dotazování vytvořený s cílem získat informace pro praktickou část bakalářské práce s názvem Povýrobní fáze životního cyklu chemických látek. Autorem je Michaela Hemelíková, studentka oboru Ekonomika a management chemických a potravinářských podniků, na fakultě chemicko-technologické Univerzity Pardubice.

## **1. Okruh – Rozsah sortimentu**

Jaká je charakteristika daného SBU?

Jaké produkty v rámci daného SBU vyrábíte? (Charakteristika sortimentu anorganických kyselin a solí)

Jaké množství se vyrábí u jednotlivých produktů?

Kyselina (sírová x dusičná) – v jaké koncentraci, čistotě, objemu se vyrábí?

Vyrábíte nějaké modifikace na základě přání zákazníků?

Jaké ty modifikace mohou být?

## **2. Okruh – analýza zákazníků**

Členíte vaše zákazníky do nějakých skupin? (dle segmentů, důležitosti) Pokud ano, jak?

Kolik odběratelů celkem máte?

Jedná se o odběratele tuzemské či zahraniční?

Víte, zda to je konečný spotřebitel, překupník či zpracovatel?

Znáte své konečné zákazníky?

Sledujete, finální využití produktu, jak zprostředkovatelé či zákazníci s produktem nakládají? Pokud ano, jak?

Odhadem, jak vysoký podíl dokážete takto případně sledovat?

Znáte finální způsob využití produktu? Pokud ano, jak toto zjišťujete?

Odhadem, jak vysoký podíl využití produktu znáte?

Proč je (či mohla by být) pro vás informace o konečném využití výrobku důležitá?



### **3. Okruh – Životní cyklus produktu**

Zajímáte se o životní cyklus vašeho produktu? Pokud ano, z jakého důvodu?

Pokud ano, sledujete životní cyklus jen v rámci vašeho podniku nebo i přesah za váš podnik?

(předvýrobní fáze, pouze uvnitř podniku, povýrobní fáze)

Jsou pro vás důležité ekologické aspekty? Zajímáte se o dopady, které váš produkt má/může mít na životní prostředí?