

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická

Hodnocení životního cyklu technologií pro konečné zpracování odpadních
textilních materiálů
Diplomová práce

2022

Bc. Petra Zídková

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Petra Zídková**
Osobní číslo: **C20562**
Studijní program: **N0711A130014 Udržitelný rozvoj v chemii a technologii**
Téma práce: **Hodnocení životního cyklu technologií pro konečné zpracování odpadních textilních materiálů**
Zadávající katedra: **Ústav environmentálního a chemického inženýrství**

Zásady pro vypracování

1. Vypracujete literární rešerši zaměřenou na finální zpracování sbíraných textilních odpadů, jejich spalování, recyklaci a upcyclaci. Vypracujte přehled množství a následného zpracování odpadního textilu získaného sběrem v rámci České republiky.
2. Pro vybrané technologie finálního zpracování sbíraného textilního odpadu vypracujte studii hodnocení životního cyklu.
3. Kriticky zhodnoťte dosažené výsledky.
4. Diplomovou práci zpracujte v souladu se Směrnicí UPa č. 7/2019 „Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací“ v platném znění.

Rozsah pracovní zprávy:
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Anna Krejčová, Ph.D.**
Ústav environmentálního a chemického inženýrství

Konzultant diplomové práce: **Ing. Lenka Audrlická Vavrušová**
Ústav environmentálního a chemického inženýrství

Datum zadání diplomové práce: **25. února 2022**
Termín odevzdání diplomové práce: **6. května 2022**

L.S.

prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

prof. Ing. Petr Mikulášek, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 25. února 2022

Prohlášení autora

Prohlašuji:

Práci s názvem „Hodnocení životního cyklu technologií pro konečné zpracování odpadních textilních materiálů“ 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., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, 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 § 47 b 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. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 12. 5. 2022

Bc. Petra Zídková v. r.

Poděkování

Poděkování patří vedoucí mé diplomové práce doc. Ing. Anně Krejčové Ph.D. za vedení mé práce, odborné rady, trpělivost, věnovaný čas a důvěru. Dále děkuji Ing. Lence Audrlické Vavrušové za odborné konzultace spojené s vedením praktické části diplomové práce, věnovaný čas a podporu. Poděkování patří i mé rodině za podporu po dobu mého studia.

V Pardubicích dne 12. 5. 2022

ANOTACE

Diplomová práce je zaměřena na zmapování současného stavu nakládání s odpadním textilem, jeho případné další zpracování v České republice a posouzení dopadů na životní prostředí. Teoretická část práce se zabývá tématem udržitelnosti v textilním průmyslu, textilním odpadem z hlediska legislativy a hodnocením dopadů na životní prostředí metodou LCA. Část experimentální se zabývá sběrem a hodnocením dat s ohledem na používané technologie z oblasti nakládání s textilními odpady pomocí metody LCA a interpretací zjištěných výsledků.

KLÍČOVÁ SLOVA

Textilní odpad, nakládání s textilními odpady, recyklace, životní prostředí, udržitelnost, oběhové hospodářství, hodnocení životního cyklu

TITLE

Life cycle assessment of technologies for the final processing of waste textile materials.

ANNOTATION

The diploma thesis is focused on mapping the current status of textile waste management, its possible further processing in the Czech Republic and evaluation of the environment impacts. The theoretical parts deals with a topic of textile industry sustainability, textile waste from a legislative point of view and environmental impact assessment using the LCA method. The experimental part deals with the collection and evaluation of data with respect to the technologies used in the field of textile waste management using the LCA method and the interpretation of the results.

KEYWORDS

Textile waste, Textile waste management, Recycling, Environment, Sustainability, Circular economy, Life cycle assessment

Obsah

1	Teoretická část	14
1.1	Udržitelnost a její uplatňování v textilním průmyslu	14
1.1.1	Cirkulární ekonomika	15
1.1.2	Strategický rámec cirkulární ekonomiky České republiky 2040	17
1.1.3	Nový akční plán pro oběhové hospodářství	17
1.1.4	Místní agenda 21	18
1.1.5	Cirkulární modely v textilním odvětví	18
1.2	Textilní odpad	19
1.2.1	Odpad z hlediska legislativy	19
1.2.2	Odpadové hospodářství v oblasti textilu	21
1.2.2.1	Předcházení vzniku odpadů	22
1.2.2.2	Opětovné použití	22
1.2.2.3	Recyklace	23
1.2.2.4	Jiné využití	30
1.2.2.5	Odstranění	31
1.2.3	Textilní odpad v ČR a státech Evropské unie	32
1.2.4	Organizace zabývající se sběrem a recyklací textilu	37
1.2.5	Organizace zpracovávající textilní odpad	40
1.3	Environmentální dopady a jejich hodnocení	41
1.3.1	Fáze LCA	42
1.3.2	Studie LCA	43
2	Experimentální část	50
2.1	LCA analýza	50
2.1.1	Definice cílů a rozsahu	50
2.1.2	Inventarizace	51
2.1.2.1	Získaná data	52
2.1.3	Hodnocení dopadů	59
2.1.3.1	Kategorie dopadu	61
2.1.4	Interpretace	65
3	Výsledky a diskuze	66

3.1	Sběr dat.....	66
3.2	Doporučení k nakládání s textilem	70
3.3	Hodnocení zjištěných environmentálních dopadů.....	71
4	Závěr	80
5	Bibliografie	83

SEZNAM ILUSTRACÍ

Obr. 1 – Sektory udržitelného rozvoje	15
Obr. 2 – Hierarchie odpadového hospodářství	21
Obr. 3 – Vývoj energetického využívání odpadů v České republice	31
Obr. 4 – Produkce odpadů v České republice	33
Obr. 5 – Schéma fází LCA	42
Obr. 6 – Hranice systému nakládání s odpady v Oblastní charitě Pardubice.....	51
Obr. 7 – Kruhová třídící linka v Diakonii Broumov	55
Obr. 8 – Třídění na kruhové třídící lince v Diakonii Broumov.....	56
Obr. 9 – Srovnané oblečení dle velikostí v OChP.....	58
Obr. 10 – Používané technologie pro nakládání s textilním odpadem	59
Obr. 11 – Životní cyklus nakládání s textilním odpadem v OChP	60
Obr. 12 – Klimatická změna	62
Obr. 13 – Tvorba prachových částic	62
Obr. 14 – Spotřeba fosilních surovin	62
Obr. 15 – Spotřeba sladké vody	62
Obr. 16 – Sladkovodní ekotoxicita.....	63
Obr. 17 – Sladkovodní eutrofizace.....	63
Obr. 18 – Humánní toxicita.....	63
Obr. 19 – Mořská ekotoxicita.....	63
Obr. 20 – Mořská eutrofizace.....	64
Obr. 21 – Spotřeba kovů	64
Obr. 22 – Fotochemická tvorba ozonu	64
Obr. 23 – Poškození stratosférického ozonu	64
Obr. 24 – Půdní acidifikace	65
Obr. 25 – Půdní ekotoxicita.....	65
Obr. 26 – Přepočet funkční jednotky (212 tun) dle způsobu nakládání	73

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 – Produkce textilních odpadů v České republice (v tunách).....	32
Tab. 2 – Porovnání textilního odpadu (TO) s jinými státy za rok 2016.....	36
Tab. 3 – Výsledná spotřeba energie a vody.....	44
Tab. 4 – Spotřeba chemikálií, energie a vody na výrobu trička z bavlny	45
Tab. 5 – Spotřeba energie a vody na výrobu trička z polyesteru	45
Tab. 6 – Data poskytnutá firmou DIMATEX	53
Tab. 7 – Nakládání s textilním odpadem v Diakonii Broumov	57
Tab. 8 – Množství textilního odpadu (TO) na osobu za rok v Pardubicích	57
Tab. 9 – Data poskytnutá OChP	58
Tab. 10 – Posuzované kategorie dopadu a jejich stručný popis.....	61
Tab. 11 – Získané informace od dotazovaných institucí.....	67
Tab. 12 - Zpracování textilního odpadu (TO) v % v zemích EU.....	69
Tab. 13 – Procentuální příspěvek ke změně dopadů.....	75
Tab. 14 – Rozdělení funkční jednotky (212 tun) podle způsobu nakládání.....	76
Tab. 15 - Přepočítaný podíl dopadů technologií na jednotlivé kategorie v %	77
Tab. 16 – Srovnání studií se zjištěnými výsledky	78

SEZNAM ZKRATEK

BAT (Best Available Technology) – nejlepší dostupná technologie

CENIA – Česká informační agentura životního prostředí

EP – Evropský parlament

EU – Evropská unie

GaBi (Ganzheitliche Bilanz) – software pro LCA studie

HDPE (High Density Polyethylene) – polyethylen s vysokou hustotou

INCIEN – Institut cirkulární ekonomiky

LCA (Life Cycle Assessment) – posouzení životního cyklu

LCI (Life Cycle Inventory) – inventarizace životního cyklu

LCIA (Life Cycle Impact Assessment) – posouzení dopadu životního cyklu

LDPE (Low Density Polyethylene) – polyethylen s nízkou hustotou

LDPE (Low Density Polyethylene) – polyethylen s nízkou hustotou

MPO – Ministerstvo průmyslu a obchodu

MŽP – Ministerstvo životního prostředí

OSN – Organizace spojených národů

PET – polyethylentereftalát

OChP – Oblastní charita Pardubice

ZEVO – zařízení pro energetické využití odpadů

TERMINOLOGIE

Cirkulární ekonomika – koncept zaměřený na zvyšování efektivity produkce se současným důrazem na udržitelnost pomocí řady postupů, mezi které patří opětovné využití, oprava, renovace, sdílení daného produktu či ekodesign

Downcycling – recyklace předmětu způsobem, který končí produktem nižší hodnoty

Greenwashing – klamavý marketingový tah budící dojem, že použitá technologie je příznivá k životnímu prostředí

Odpad – věc, které se osoba zbavuje, má úmysl, nebo povinnost se jí zbavit

Odpadové hospodářství – aktivita, která se zabývá nakládáním s odpady, předcházení vzniku odpadů, nebo kontrolou těchto činností

Recyklace – využití odpadového materiálu k novému použití

Textilie – elastický materiál vyrobený vzájemným propojením svazku přízí vyráběných spřádáním surových vláken z přírodních nebo syntetických zdrojů

Udržitelnost – snaha o uspokojení současných potřeb bez ohrožení potřeb budoucích generací

Upcycling – recyklace předmětu způsobem, který končí produktem vyšší hodnoty

Wishcycling – nesprávné pochopení potřeb tříděného odpadu, při kterém je do sběrných kontejnerů odhozen nepatřičný odpad s nadějí, že je recyklovatelný

Úvod

Zelená dohoda pro Evropu jako cesta k prvnímu klimaticky neutrálnímu kontinentu do roku 2050 se promítá do snahy vlád o omezení nezelených energetických zdrojů a o přechod k oběhovému hospodářství. Opatření ke snížení uhlíkové stopy se výrazně dotknou i textilního průmyslu, který přispívá ke znečišťování životního prostředí a vyčerpávání přírodních zdrojů velkou mírou. Na rozdíl od jiného spotřebního zboží mají výrobky textilního průmyslu výrazně módní povahu, móda se mění rychle, a proto dochází k jejich obměňování dříve, než je nutné s ohledem na jejich životnost. Proto se oděvní firmy nesnaží vyrábět produkty tak, aby vydržely delší dobu používání, ale snižují jejich kvalitu ve prospěch kvantity, obměny sortimentu a nabídky posledních módních novinek. Výrobky textilního průmyslu zahrnují kromě oděvů i bytové a technické textilie. Se zvyšující se produkcí dochází k nárůstu odpadů, který končí na skládkách nebo ve spalovnách.

Ne každý materiál nebo celkový produkt se dá recyklovat tak, aby byl výsledek přínosný jak z ekonomického, tak i z environmentálního hlediska. Většina textilního odpadu končí likvidací bez zužitkování jednak kvůli menšímu zájmu veřejnosti o vytrídění této složky odpadu, jednak kvůli nedostatku recyklačních technologií. Možným řešením výše uvedených problémů je větší implementace oběhového hospodářství, kdy od roku 2025 budou mít obce povinnost separovat textilní odpad.

Cílem práce je zmapovat nakládání s textilními odpady získanými sběrem ve sběrných kontejnerech a posoudit vliv jejich dalšího zpracování z hlediska dopadů na životní prostředí. K tomu je využita metoda pro posouzení životního cyklu výrobku, technologií i procesů LCA (Life Cycle Assessment), která v širokém úhlu pohledu zkoumá a vyhodnocuje environmentální dopady. Přináší informace, které jsou podstatné pro rozhodování o tom, jakým procesům dát přednost s ohledem na životní prostředí a při nakládání s odpady.

1 Teoretická část

1.1 Udržitelnost a její uplatňování v textilním průmyslu

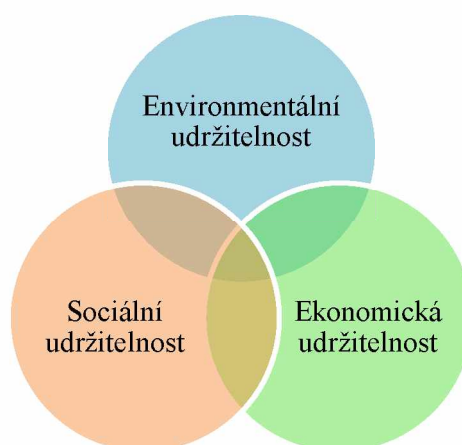
V letech 2000 až 2015 vzrostla v celém světě produkce oděvů a jiných textilních výrobků na dvojnásobek. Jak spotřeba, tak i výroba je ve velké míře globalizovaná. V textilním průmyslu existuje okolo 171 000 společností, které textilní i oděvní výrobky vyrábí a celkově zaměstnávají 1,7 milionů lidí po celém světě. Evropská unie (EU) za rok 2017 vyprodukovala 7,4 kilogramů textilu na osobu a spotřeba na osobu v EU činila 26 kilogramů. To svědčí o tom, že do EU jsou textilní výrobky z velké části dováženy. Především z rozvojových zemí. [1]

Módní a textilní průmysl se kvůli své velké spotřebě energie, chemikálií a vody, řadí mezi nejvíce znečišťující odvětví, která jsou velice náročná na zdroje. K obrovskému nárůstu množství vyrobených textilií přispívá celkový růst populace. Tento trend by měl být minimalizován ať už z ekonomického, tak hlavně také z důvodu environmentálního. Problematika textilního průmyslu se týká celého světa a zahrnuje celou řadu procesů od těžby surovin pro výrobu vláken, samotnou výrobu vláken, následnou kompletaci oděvů až po distribuci. Zhruba 60 % vyrobených textilních vláken je vyráběno z petrochemických zdrojů a právě zde vzniká velké množství emisí oxidu uhličitého. Zbylé množství je vyráběno z přírodních zdrojů, ve kterých jednoznačně převládá bavlna, která pro své pěstování spotřebovává obrovské množství vody a vysoké množství toxických látek, které pochází především z používání pesticidů. [2] Textil po skončení životnosti končí na skládkách nebo ve spalovnách, případně je v menší míře recyklován či znovu využíván. Právě udržitelné technologické postupy by v textilním průmyslu neměly být opomíjeny. [3, 4]

Udržitelný rozvoj si klade za cíl zmírnit negativní dopady vzniklé dosavadním způsobem života společnosti nebo je zcela odstranit. Nezabývá se pouze ekonomickým růstem, ale soustředí se i na přírodní bohatství a společenské hodnoty. Udržitelný rozvoj má tři důležité součásti – ekonomickou, sociální a environmentální (obr. č. 1). Aby byl systém kompletně udržitelný, musí být tyto jeho součásti v rovnováze. [5, 6]

Ekonomická udržitelnost představuje snahu o uspokojení všech potřeb zákazníka a splnění dané úrovně spotřeby, bez toho, aby ohrozila potřeby budoucí generace. Cílem je schopnost vytvářet služby či zboží na nepřetržitém základě a vyhnout se výrazným výkyvům mezi jednotlivými sektory, jejichž následkem může být poškození zemědělské nebo

průmyslové výroby. **Sociální** udržitelnost se zabývá sociálními podmínkami, kterými může být chudoba a pokles kvality životního prostředí. Cílem je dosažení rovných podmínek při poskytování sociálních služeb, zdravotní péče, vzdělání, politické odpovědnosti a genderové rovnosti. **Environmentální** udržitelností se rozumí udržet věci případně vlastnosti oceňované v přírodním a biologickém prostředí. Zdůrazňuje nutnost zachovat přírodní kapitál. Cílem je zachovat stabilní základnu zdrojů. V případě, že ji chceme integrovat do udržitelného systému, je nutné přestat nadměrně využívat obnovitelné zdroje a vyhnout se v možné míře vyčerpávání neobnovitelných zdrojů. [5]



Obr. 1 – Sektory udržitelného rozvoje [7]

1.1.1 Cirkulární ekonomika

Důležitým pojmem pro udržitelný rozvoj průmyslových odvětví je cirkulární ekonomika. Je to nový koncept zaměřený na zvyšování efektivity produkce, díky kterému společnost míří směrem k udržitelnějšímu modelu. V zájmu udržitelnosti je nutná změna, které povede k přehodnocení aktuální výroby a spotřeby, tak aby se zabránilo negativním dopadům na životní prostředí a optimalizovalo se nakládání s přírodními zdroji. Koncept cirkulární ekonomiky se může aplikovat na různé druhy přírodních zdrojů, které zahrnují abiotické i biotické složky životního prostředí. Důležité je však aplikovat toto vše v oběhovém hospodářství. Cirkulární ekonomiku lze definovat jako celou řadu postupů; příkladem je opětovné využití, oprava, renovace, sdílení daného produktu či ekodesign. [3]

Od roku 2015 působí v České republice Institut Cirkulární Ekonomiky (INCIEN). Jeho cílem je zvýšit povědomí o konceptu cirkulární ekonomiky, seznámit s ním do roku 2025 alespoň 80 % české populace a zavést jej do praxe. Do roku 2030 má být zvýšeno

využití druhotných surovin na 17 %, oproti 8,6 % v roce 2020 INCIEN je aktivní v mnoha ohledech. Podílí se na přípravě strategie Cirkulární Česko 2040, je součástí pracovních skupin na MŽP i MPO, je členem Komise pro problematiku klimatu. [8]

Koncept oběhového hospodářství má celou řadu výhod. Těmito výhodami jsou snížení množství odpadu, snížení negativního dopadu pro životní prostředí, jelikož opotřebované produkty ihned nelikviduje a potenciální odpad může přeměňovat na výrobky nové a v neposlední řadě řeší problém, týkající se nedostatku zdrojů pro budoucí výrobu. Tento přístup, který se snaží udržovat zdroje co nejdéle a dostávat z nich maximální možnou hodnotu při užívání a následně regenerovat materiály či celé produkty na konci jejich životnosti, se nazývá cradle to cradle (C2C) neboli od kolébky po kolébku, nebo je také známý jako systém s uzavřenou smyčkou. Tímto způsobem lze tedy množství odpadu, který by končil na skládkách, eliminovat recyklací nebo upcyklací. [9]

Opakem cirkulární ekonomiky je lineární model, který znamená, že po těžbě surovin, výrobě produktu a následně využívání produktu, končí výrobek na skládce nebo ve spalovně a již není dále využíván. Tento model je známý také jako model cradle to grave (C2G), neboli od kolébky po hrob, nebo jako systém s otevřenou smyčkou. Tento model nezapadá do oběhového hospodářství a není udržitelný z důvodu vysoké poptávky a omezených zdrojů. [9, 10]

V nakládání s odpady existují různé přístupy s otevřenou nebo uzavřenou smyčkou. Nejvyužívanější a nejúčinnější způsoby likvidace odpadu textilií jsou postupy postavené na přístupu 3R (reduce, reuse, recycle - v překladu omezení, znovupoužití a recyklace) nebo 5R (reduce, reuse, recycle, redesign, reimagine - omezení, znovupoužití, recyklace, přepracování a přetvoření). Dalšími možnostmi jsou udržitelná spotřeba a výměna či pronájem produktu. Přístup 3R pomáhá snižovat množství odpadu, který by končil na skládkách či spalovnách. „Omezení“ se týká hlavně spotřebitelů a pořizování nových produktů, kdy je žádoucí snížení množství nově nakoupeného textilního zboží. „Znovupoužití“ znamená prodloužení doby využívání jednotlivého kusu oblečení. Produkt může využít opětovně někdo jiný například prostřednictvím second-handů nebo úpravou produktu na jiný. „Recyklace“ představuje přeměnu oblečení na jinou surovinu, kterou lze využít při výrobě nových produktů. Před převzetím modelu 3R je nutné dobře zvážit jeho efektivitu a přínosnost. [1]

Přestože je možná řada různých přístupů, tak zejména v rozvojových zemích se pro nakládání s textilními odpady nejvíce využívají skládky a spalovny odpadů. Důvodem

k tomu je pravděpodobně nedostatečná informovanost spotřebitelů, malé množství kontrol institucemi zabývajícími se ochranou životního prostředí, různé finanční faktory, nedostatečná legislativa nebo malý počet organizací, které se touto problematikou zabývají. [9]

1.1.2 Strategický rámec cirkulární ekonomiky České republiky 2040

Strategický rámec cirkulární ekonomiky České republiky 2040 „Maximálně cirkulární Česko v roce 2040“ byl představen Ministerstvem životního prostředí v listopadu v roce 2021. Strategický rámec vypracovávaly jak vládní, tak i nevládní subjekty. Usiluje o to, aby byla česká ekonomika do roku 2040 „maximálně cirkulární“. Jeho cílem je zlepšit a zároveň posílit technologickou vyspělost a konkurenceschopnost; s tím je spojena například i odolnost vůči externím rizikům týkajícím se dodávek surovin. Strategický rámec navrhuje v deseti oblastech opatření, kterými lze dosáhnout co nejrychlejšího přechodu na oběhové hospodářství. Definiuje i konkrétní opatření týkající se textilního průmyslu. Je zmíněno, že právě u textilního odpadu je velký potenciál pro zlepšení. [11]

1.1.3 Nový akční plán pro oběhové hospodářství

Evropská komise v roce 2015 přijala Akční plán pro oběhové hospodářství a v roce 2019 prezentovala výsledky jeho plnění. Bylo stanoveno 54 opatření, které byly splněné nebo se právě dokončovaly. V březnu roku 2020 byl vydán Nový akční plán pro oběhové hospodářství, který navazuje na předchozí a zavádí princip cirkulární ekonomiky. Je zde také kapitola týkající se hospodaření s textilními výrobky. [11, 12]

Velké množství nových výrobků je stále produkováno modelem lineárním, který nesplňuje princip oběhového hospodářství a udržitelné výrobní politiky. V současné době neexistuje funkční právní soubor požadavků zabezpečujících, že všechny výrobky uvedené na trh EU, budou splňovat principy cirkulární ekonomiky. Praktické využití směrnice o ekodesignu nebo nástroje ekoznačka jsou stále na bázi dobrovolnosti. Evropská komise také přijala opatření, které pomohou při účinném zavedení rámce pro oblast udržitelných výrobků. To se týká hlavně vytvoření společného evropského datového prostoru pro oběhové inteligentní aplikace obsahující informace o hodnotových řetězcích a výrobcích. Dalším opatřením je zesílení úsilí, společně s vnitrostátními orgány, prosazující příslušné požadavky týkající se udržitelnosti výrobků, které se uvádějí na trh. Dohled nad plněním bude zajištěn pomocí pravidelných inspekcí a kontrol. Dále také posoudí, zda je vhodné tyto metody začlenit do ekoznačky Evropské unie. [12]

Evropská komise se zabývala všemi body týkajícími se složitosti hodnotového řetězce textilního průmyslu. Cílem je posílit konkurenceschopnost a inovace a podpořit oběhové hospodaření s textilními výrobky a trh opětovného využití produktů. Výše uvedených cílů bude dosaženo díky několika následujícím opatřením. Prvním z nich je využití druhotných surovin, plnění podmínek pro oběhové hospodaření s textilními výrobky, omezení množství chemických látek používaných při procesech v tomto odvětví a podpora producentů i spotřebitelů, kteří by měli mít možnost výběru a jednodušší přístup k různým službám oběhového hospodářství. Příkladem může být systém opětovného využití výrobků případně oprav. Druhým opatřením je vylepšení prostředí pro obchodníky obchodujícími s udržitelnými výrobky v EU. Třetím opatřením je zavedení vyššího stupně třídění textilního odpadu a to od 1. ledna 2025. Posledním opatřením je podpora opětovného využívání textilních produktů případně jejich recyklace, třídění a aplikace opatření vedoucí ke zlepšení stavu této problematiky. [12]

1.1.4 Místní agenda 21

Místní Agenda 21 vychází z mezinárodního dokumentu Agenda 21. Tento dokument byl přijat na summitu v roce 1992 v Rio de Janeiru. Jedná se o akční plán určující strategii pro docílení udržitelného rozvoje. Místní Agendu 21 lze použít jako nástroj důležitý pro zlepšování kvality veřejné správy, strategického řízení a budování partnerství. Cílem je podpořit systematický postup vedoucí k udržitelnému rozvoji na místní a regionální úrovni a společně s partnery kontrolovat kvalitu rozvoje daného regionu a služeb, které jsou občanům poskytovány. V roce 2015 byly přijaty cíle udržitelného rozvoje (Agenda 2030), jejichž uplatnění má být aplikováno do roku 2030 všemi členskými státy OSN. Celkem bylo přijato 17 cílů udržitelného rozvoje v oblasti ochrany planety, zajištění spravedlivého jednání, vymýcení hladu a chudoby a zajištění kvalitního životního prostředí a prosperity pro všechny a také tvorba globálních partnerství, zaměřující se na udržitelný rozvoj. Hlavní zásadou Agendy 2030 je „Leave No One behind“, to znamená nikoho neopomenout. [13]

1.1.5 Cirkulární modely v textilním odvětví

Nadměrná výroba fast fashion spojená s množstvím negativních dopadů na životní prostředí je pro některé společnosti z textilního odvětví motivací pro snížení těchto dopadů. Společnost H&M se např. zavázala k tomu, že do roku 2030 zcela přejde na princip cirkulární ekonomiky. Stanovili si cíle, které lze rozdělit jednoduše do následujících tří pilířů: 100 % obnovitelnost a cirkulace, 100 % řízení změny a 100 % rovnost a férovost.

Pro tuto společnost to znamená používat materiály z udržitelných zdrojů, využívat co nejvíce recyklované materiály a následně udržet materiály po co nejdéle v oběhu. Společnost plánuje navýšení množství investic na inovace, které zajistí udržitelný průběh podnikání. Rovnost a férovost jsou důležitými hlavně sociálními faktory. Společnost H&M se také stala první oděvní společností, která se začala zabývat sběrem textilu na prodejnách. Cílem je ročně sesbírat 25 tisíc tun oděvů. [14]

1.2 Textilní odpad

Největším problémem textilního a módního průmyslu je tvorba velkého množství odpadů v různých fázích výrobního procesu. Druh odpadu z textilu ovlivňuje do značné míry surovina, ze které je produkt vyroben, tedy zda jde o vlákno přírodní či syntetické. Výrobu vláken provází velké množství odpadních vod a chemikálií, proto je důležité zamezit kontaminaci podzemních vod těmito chemikáliemi. Kromě odpadních vod vzniká při výrobě textilních materiálů množství skleníkových plynů a dalších látek negativních pro ovzduší. Po skončení životního cyklu výrobku končí textilní odpad z velké části na skládkách. Významné množství skládkovaného odpadu je velkým problémem zejména v rozvojových zemích. Odpad uložený na skládce může kontaminovat okolní půdu a ovlivňovat její úrodnost. Zvýšený zájem zákazníků a odborné veřejnosti o životní prostředí nutí textilní průmysl hledat způsoby, jak minimalizovat negativní dopady textilní výroby a omezovat plýtvání. K tomuto cíli vede recyklace, opětovné používání nebo přeměna textilií na jinak využitelné položky, například stavební materiály. [15]

1.2.1 Odpad z hlediska legislativy

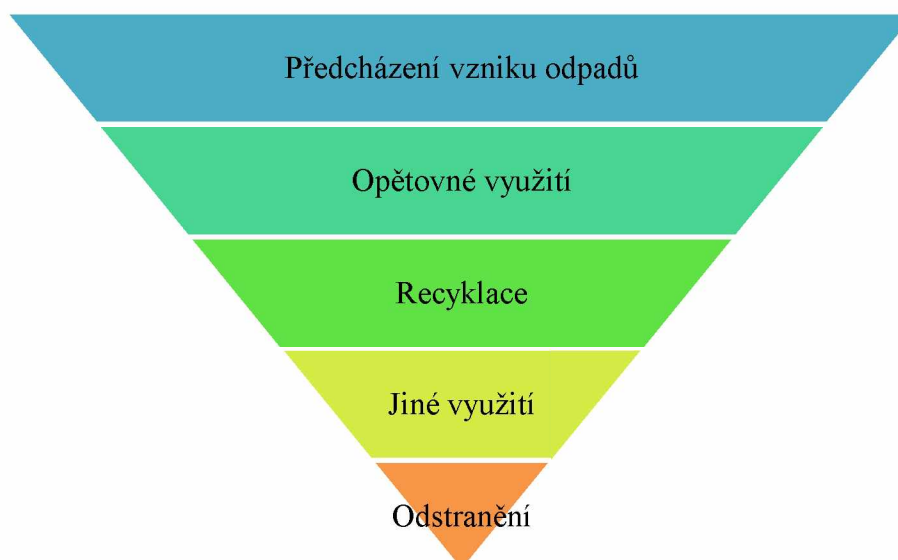
Odpady se zabývá zákon č. 541/2020 Sb. s účinností od 1. 1. 2021. Podle tohoto zákona je odpad definován jako: „každá movitá věc, které se osoba zbavuje, má úmysl nebo povinnost se jí zbavit“. Každý původce odpadu je podle zákona povinen zařadit odpad podle Katalogu odpadů, který je dán vyhláškou Ministerstva životního prostředí a Ministerstva zdravotnictví číslo 8/2021 sb. Katalog kategorizuje odpady šestimístnými, v některých případech osmimístnými katalogovými čísly. První dvojice čísel uvádí skupinu odpadů, druhá dvojice podskupinu a třetí druh odpadu. Nebezpečné odpady se v katalogu označují hvězdičkou (*). Odpady týkající se textilních materiálů lze zařadit do skupin 04 a 20. Do skupiny 04 patří odpady z kožedělného, kožešnického a textilního průmyslu. Podskupina 04 02 zahrnuje pouze odpady z textilního průmyslu. Dále jsou děleny podle druhu odpadu (třetí dvojčíslí) – např. odpady z kompozitních tkanin (04 02 09) atd. Odpady

z textilního průmyslu patřící do skupiny 20 – komunální odpady jsou značeny katalogovými čísly 20 01 10 – oděvy a 20 01 11 – textilní materiály. [16, 17]

Hlavní záměr zákona o odpadech, je zachování vysoké úrovně ochrany a kvality životního prostředí, zdraví lidí a udržitelné způsoby využívání zdrojů. Tohoto je docíleno nastavením hierarchie odpadového hospodářství, která je znázorněna na obrázku č. 2. Největší důraz je kladen na předcházení vzniku odpadu, to znamená neprodukovat žádný odpad. Pokud vzniku odpadu nelze předejít, je další vhodnou variantou jej použít opětovně. Odpad nebo jeho část je možné recyklovat, případně využít jiným způsobem, například energeticky. Když nelze uplatnit ani jednu z výše uvedených variant, lze odpad odstranit ve spalovně nebo uložit na skládku. [16]

Skládkováním se zabývá Zákon o odpadech č. 541/2020 Sb. v paragrafech 37 až 43. Skládkování je možné pouze na místech, která jsou k tomu účelu vyhrazena. Skládku musí být provozována tak, aby byly zajištěny požadavky ochrany životního prostředí. Provozování skládky je třífázové: 1. řízené uložení na nebo pod úroveň terénu; 2. uzavírání skládky a rekultivace; 3. péče o skládku bez dalšího nakládání s odpady. Třetí fáze nesmí být delší než 30 let. Druhá a třetí fáze se řídí povolením provozu skládky krajským úřadem. Krajský úřad provádí kontrolu skládky ve stanovených termínech. Mezi povinnosti provozovatele skládky patří mimo jiné vést evidenci uložených odpadů, sjednat si pojištění odpovědnosti za poškození životního prostředí, uložit na vázaném účtu finanční prostředky, které by byly nutné pro odstranění případné škody způsobené na životním prostředí. Paragraf 40 Zákona o odpadech uvádí výčet využitelných odpadů, které nesmějí být na skládku ukládány např. z důvodu využitelné výhřevnosti. [16] Pro příklad lze uvést skládku Lodín FCC Česká republika, která se nachází asi 20 km od Hradce Králové a mimo jiné spravuje úložiště odpadu označeného jako S – NO (nebezpečný odpad). [18]

Textilie, které jsou jako odpad sbírány odděleně a které lze využít k recyklaci nebo k opětovnému využití, nelze spalovat v zařízeních k energetickým účelům ani ukládat na skládku. Za skutečný odpad se považuje pouze odpadní textil až po vytrídění. Ten je možné využít energeticky nebo materiálově. Z důvodu těchto dvou systémů je problematické stanovit přesné množství vyprodukovaných odpadů (oděvů a textilních materiálů). [1] Od 1. ledna 2025 budou mít obce povinnost určit místa, kde se bude textilní odpad sbírat odděleně. [16]



Obr. 2 – Hierarchie odpadového hospodářství [16]

1.2.2 Odpadové hospodářství v oblasti textilu

Odpadní textil lze rozdělit podle jeho původu na odpad před a po spotřebě. **Odpad před spotřebou** vzniká při výrobě textilií. Jsou to například zmetkové kusy, odstřížky a zbytky. Takové materiály mohou být snadno tříděny a předělány na výrobky jiné, nebo podobné těm původním. Většina z tohoto odpadu se může například využít jako vycpávky do čalounění, polštářů, pro nábytkářský průmysl a podobně. [15] Tento odpad lze poslat do vlastních provozoven a upravit ho, je také možné jej prodat jiným společnostem, které se postarají o jeho další využití. Pro příklad lze uvést, že společnost H&M prodává některé z těchto nedokonalých kusů oblečení na svých prodejnách; společnost Marks & Spencer je poskytuje charitám a různým neziskovým organizacím. **Odpad po spotřebě** jsou textilie, které majitel již nechce z nejrůznějších důvodů používat. Důvodem může být například nemódnost, obnošenost, mechanické, nebo chemické poškození, nebo nepoužitelnost z důvodu změny velikosti majitele (platí především pro dětské oblečení). [15] Množství tohoto druhu odpadu je srovnatelné se spotřebou textilních vláken pro textilní výrobky. I přesto, že existují různé organizace, které zajišťují sběr textilního odpadu nebo jeho recyklaci, obrovské množství odpadů končí stále na skládkách nebo ve spalovnách. [19]

Odpad z výroby není nijak problematický, jelikož se jedná o čisté látky. Není tak nutné provádět další úpravy a snadno ho lze využít na výrobu netkaných textilií. Odpadní textil vzniklý spotřebitelem je problematictější, jelikož obsahuje různé další součásti jako například knoflíky, zipy, cvočky, zbytky lepidla anebo už obsahuje nějaké množství recyklátu. Jeho logistika je také komplikovanější [20]

Na Českém trhu zůstává 20 % textilií, které se u nás vyrobí, zbylých 80 % je určeno k exportu. Posouzení materiálového složení textilních výrobků, které se k nám dováží, je velmi obtížné, jelikož už při dovozu se přesné materiálové složení nezná. V případě sběru textilního odpadu do speciálně určených kontejnerů je nutné ho před další úpravou roztrždit. V České republice se textil třídí ručně podle zkušeností zaměstnanců, kteří mají tuto činnost na starost a u třídících linek musí materiály rozeznat. Pokud jsou na oblečení visačky, které však ve většině případů chybí, zkontrolují materiálové složení na nich. Třídění je pro následující možnou recyklaci velmi zásadní, proto je důležité se touto problematikou zabývat. Ve Švédsku funguje automatizovaný systém třídění, který analyzuje materiálové složení spektroskopicky pomocí záření z oblasti viditelného a infračerveného spektra. V Evropě se jedná o první používanou technologii v průmyslovém měřítku. [1, 20] Součástí procesu třídění oděvů je také praní, čištění a případně další minimální opravy. Část vytrříděného textilu je určena pro další využití, například pro charitu nebo pro různé neziskové organizace. Tato část se tedy pouze předá dané organizaci. Další vytrříděná část je slisována do balíků a poslána do různých prodejen s použitým textilem (second handů). Další část se může využívat na výrobu hadrů, případně jiných produktů z textilu a případně je nějaké množství textilu odesíláno do zemí třetího světa. [1]

1.2.2.1 Předcházení vzniku odpadů

Nejúčinnějším prostředkem pro předcházení vzniku odpadů je snížení nadvýroby textilu. To je proti zájmům výrobců, kteří chtějí co nejvíce vyrábět a prodávat. Je pro ně žádoucí, aby se z jejich prodaných výrobků stal odpad co nejdříve. Do určité míry může nadvýrobu omezit zájem zákazníků, kteří upřednostňují péči o životní prostředí před nadměrnou spotřebou a tím vyvíjejí na výrobce tlak.

1.2.2.2 Opětovné použití

Prodloužená životnost textilních produktů může být docílena převedením výrobku novým vlastníkům, kteří jej budou nadále využívat. Opětovného využití textilií je dosaženo za pomoci výměny oblečení, zapůjčení, online prodeje, bleších trhů, second handů, charitativních organizací a podobně. Odborně lze tyto postupy nazvat kolaborativní spotřebou nebo také systémem komerčního sdílení. [2]

Koncept **zapůjčení** spočívá ve sdílení staršího oblečení s přáteli nebo s rodinou. Výhodou je, že spotřebitel nemusí nakupovat nové kusy oblečení a následně méně produktů končí na skládkách nebo ve spalovnách. V případě produktu pro méně časté nebo

jednorázové použití je vhodné zapůjčení. Příkladem těchto produktů jsou například svatební šaty či obleky. Tento koncept tedy kromě snížení množství odpadů snižuje i množství vynaložených nákladů. [9]

Další často stále více využívanou formou nakládání s použitým oblečením je **výměna oblečení** (clothes-swap). Hlavní myšlenkou původem ze Spojených států je fakt, že již existuje spousta krásného oblečení a není nutné kupovat nové, stačí pouze vyměnit. V praxi to vypadá tak, že se lidé sejdou na předem určeném místě, kam donesou své oblečení, které nevyužívají a je stále v dobrém stavu, a místo svého oblečení si vyberou jiné. V Praze i v dalších městech se takovéto swapy pořádají alespoň jednou do měsíce. Pro příklad při účasti 200 lidí na takovém swapu, se shromáždí až 2 tuny oblečení a z toho se 97 % vymění. O zbylý textil se stará následně firma, která se zabývá recyklací textilu. [21]

1.2.2.3 Recyklace

Recyklaci textilních materiálů lze považovat za krok k cirkulární ekonomice. Kromě pozitivního přístupu k životnímu prostředí je významným přínosem recyklace vytváření pracovních míst pro těžko zaměstnatelné lidi. Jedná se o uvedení odpadu zpět do oběhu po jeho opětovném zpracování, čímž se šetří neobnovitelné i obnovitelné zdroje. Recyklován může být odpadní materiál, který vznikl před spotřebou nebo v postspotřebitelské fázi. [15] Výraz recyklace se používá pro jakékoliv využití odpadového materiálu k novému použití, které zabraňuje tomu, aby odpad zaplňoval skládky. Kromě toho jsou používány další upřesňující termíny. **Upcycling** představuje využití věci k vytvoření věci jiné s vyšší kvalitou (například: umělecké dílo vytvořené svařením kovového odpadu různého původu, taška ušitá z odstřížků látek apod). **Downcycling** je recyklací předmětu způsobem, který končí produktem nižší hodnoty, například roztavení zlatého prstenu. **Wishcycling** znamená tendenci umísťovat do kontejnerů na tříděný odpad takový odpad, který tam nepatří, ale který se podobá druhu odpadu, pro který je skutečně určen. (Například: do žlutých kontejnerů na plasty nepatří obaly, ve kterých jsou zbytky potravin nebo zbytky čisticích prostředků nebo chemikálií.) Takový postup nejen že brzdí další práci s odpady, ale může pracovníkům způsobit zranění. [22] Koncept upcyclingu je velmi často využívánými různými módními značkami. Zásadní je fakt, že oproti downcyclingu, se z recyklovaného produktu stává nový výrobek, který má vyšší hodnotu nebo vyšší kvalitu než původní výrobek. Nicméně jelikož se časem délka vláken opotřebovává nošením nebo

praním a velikost molekul se zmenšuje, ve většině případů recyklace vláken nebo recyklace tkanin přináší výrobek, který má nižší kvalitu. [2]

Nařízení evropského parlamentu č. 1007/2011 přehledně uvádí seznam textilních materiálů a také způsoby jejich recyklace. [23] Dalším významným dokumentem v této oblasti je evropská směrnice č. 2018/851, která členskými státy nařizuje zavést tříděný sběr textilu do 1. ledna 2025. [24] Základní podmínkou umožňující recyklaci je tedy sběr separovaného odpadu. Materiál je získáván prostřednictvím sběrových kontejnerů, do kterých mohou občané odpady anonymně ukládat, výkupem od občanů formou sběrných surovin nebo výkupem odpadního materiálu přímo od výrobců. Způsob provedení recyklace záleží na druhu získaného textilního materiálu. Obecně je recyklace textilu obtížná, protože textilní výrobky se mohou skládat z různých druhů textilií (jiný druh je použit na podšívku, jiný druh na svrchní část, jiný na vycpávky, jiný na nášivky), oděvy mohou obsahovat kovové, nebo plastové prvky (zipy, knoflíky atd.), i samotné jednovrstvé textilie jsou tvořeny směsí vláken různého původu, které jsou mechanicky neroztříditelné. Směsné textilie je však možné oddělit chemicky. [25] Jsou-li po vytrídění k dispozici jednodruhové materiály, je jejich následná recyklace jednodušší než u materiálů směsových. U pletených výrobků z vlny je snadná recyklace „domácím způsobem“ rozpletením a vytvořením nového úpletu. Největší zdroj odpadu pro recyklaci bavlny je odpad z průběhu výroby. [26] Recyklace hedvábných textilií se provádí technologií koagulačních lázní. [27] Polyamid je syntetické polykondenzátové vlákno tvořeno řetězcem opakujících se amidových skupin (–NH–CO–). Vzhledem k původu tohoto materiálu je recyklace podobná recyklaci plastů (PET). Polyester je vlákno získané z lineárních makromolekul. Podle Nařízení EP je podmínkou pro použití tohoto označení nejméně 85% obsah esteru diolu a kyseliny tereftalové. Pro recyklaci platí podobný postup jako u polyamidu. [28] V současné době, je pro recyklaci nejvíce ztěžující fakt, že na trh přichází stále nová vlákna. Těmi jsou například regeneráty bavlny a celulózy nebo přímo materiály s příměsí recyklátů. V ceně moderních recyklovaných vláken se odráží složitá technologie a výzkumná činnost, což může ovlivnit i spotřebitelský zájem. [20]

1.2.2.3.1 Recyklační technologie

Recyklovat je možné 97 % textilního odpadu. [19] Textilní odpad je technologicky přepracován a stává se součástí nového textilního nebo netextilního výrobku. Recyklovat je možné i netextilní výrobky (např. plastové lahve) na nové textilní produkty. Pokud se tkanina z produktu regeneruje a znovu se využije při výrobě nových výrobků, jedná se o recyklaci tkaniny. V některých případech je toto nazýváno jako opětovné použití materiálu. Když

je recyklována látky rozebrána a původní vlákna zůstanou zachována, jedná se o recyklaci vláken. Pokud jsou polymery a oligomery zachovány, ale vlákna rozložena, jedná se o recyklaci polymerů a oligomerů. V případě, že jsou rozloženy i polymery a oligomery, jsou zachovány pouze monomery, jedná se o recyklaci monomerů. Podle těchto charakteristik se pak vybírá konkrétní metoda recyklace. Nejvíce pozornosti v odborné literatuře je věnováno recyklaci vláken, následně recyklaci polymerů/oligomerů, recyklaci monomerů a tkanin. Aktuálně je kladen důraz na vývoj vhodných technologií pro textilie obsahující různé příměsi dalších materiálů, které je v současnosti nutné dostatečně roztřídit a separovat na vyhovující čisté frakce. [2]

Recyklaci lze provádět mechanicky, chemicky a v menší míře i tepelně. **Mechanická recyklace** je nejčastěji používaná technika. Pro mechanickou recyklaci se používají strojní linky, na kterých se odpadní textilie (ideálně po roztřídění podle barev a složení) trhají, drtí, sekají. Obecně platí, že větší kusy se zmenšují, aby došlo k jejich homogenizaci. Takto předzpracovaná surovina se obvykle používá pro výrobu předmětů, u kterých není jako prvotní vlastnost vyžadována estetika (např. podložky pod koberce, zvukové tlumiče, tepelné izolátory, čalounické vycpávky, geotextilie, filtry). Na rozdíl od mechanické recyklace, kterou je možné použít pro všechny druhy vláken, je metoda **chemická** využitelná pouze pro textilie syntetické, případně pro směsné textilie s obsahem syntetických vláken. Vlákna jsou oddělena chemickou cestou a přeměněna na vlákna nová cestou opětovné polymerace. Příkladem je recyklace spotřebované a zmetkové obuvi chemickou cestou, kterou provádí výrobce sportovní obuvi Nike. Obuv se skládá ze svrchní látky, pěnové mezipodešve a pryžové podešve. Tyto materiály jsou chemickým procesem oddělené, mechanicky rozemleté a následně využíváné například pro výrobu sportovních podlahových krytin. **Tepelná** recyklace přetváří textilní odpady procesem pyrolýzy (zahřívání v atmosféře bez kyslíku). Zahřátím textilních vláken se molekuly polymerů dělí na molekuly menší. Pro tento proces se používají ve velké míře odpadní akrylové textilie. [19]

Co se týče recyklace syntetických vláken první možností a finančně méně náročnou, je nadrcení syntetických textilií do prachu nebo granulí, ze kterých pak lze vyrobit další nové textilní produkty, například koberce. Druhou možností je provést depolymeraci, což znamená, že vznikne rozkladem z původního polymeru monomer, ze kterého lze opět vyrobit polymer nový. U materiálů, které lze roztavit jako například polyethylentereftalát, polypropylen, polyethylen apod., je možné provést regranulaci.

Materiál se rozdrťí a poté roztaví do menších granulí, ze kterých se následně může vyrobit vlákno nové. [1]

Zbytkové vaty nebo rouna se dají využít jako izolační materiál případně pro vycpávání různých příkrývek, v automobilové a galanterním průmyslu nebo po přidavku pojiva pro výrobu netkaných textilií. Při výrobě hadrů je nutné při třídění oddělit materiál, který má savé vlastnosti a podle potřeby jej poté rozřezat na určitou velikost. Při recyklaci textilií může být připravena vlákenná forma (trhanina) dále využitelná při výrobě nových přízí. [1]

Při zpracování netkaných textilií jsou používány speciální technologie, z nichž základní je **vpichování**. Nejdříve se vytvoří ze vstupního materiálu vrstva vláken pomocí mykacího stroje. Pomocí kladeče je vrstva vláken na sebe vrstvena a vznikne rouno. To se poté vloží mezi dvě desky, které obsahují otvory, kterými prochází jehly. Princip spočívá v tom, že jehla zachytí část vláken, obrátí je kolmo vzhůru při průchodu daným materiálem a na závěr je protáhne rounem. Při pohybu, kdy se jehla vrací, se spojená vlákna z jehly vysmeknou a zachytí se na vedlejších vláknech. Metodou vpichování se materiál zpevňuje a zároveň ztenčuje. Touto metodou je zpracována polypropylenová a polyesterová stříž a recyklovaná vlákna. [29]

Technologie **airlay** vytváří za použití pojiva náhodně uspořádaným vláknům strukturu. Nejdříve se všechny suroviny společně promíchají v aerodynamické komoře, po promíchání vznikne směs, která je umístěna na pás s otvory a míří do komory s vysokou teplotou, díky které dojde k roztavení pojiva. Směs se následně formuje do požadované tloušťky. Touto technologií se zpracovávají polypropylenová a polyesterová vlákna, recyklovaná vlákna a směs přírodních i syntetických vláken. [29]

Impregnace pěnou spočívá v tom, že se na textilií nanese vrstva pojiva a upraví se tak struktura textilie dle požadavků. Po nanesení se textilie umístí do komory s teplým vzduchem, kde je pojivo aktivováno. Na závěr se textilie formuje do požadovaného tvaru. Tato úprava je důležitá pro zpevnění vláken. Takto se upravují textilie pro automobilový průmysl a technické textilie. Při **práškování** se na textilie nanese termoplastické práškové pojivo, díky kterému jsou netkané textilie pevnější a odolnější. Textilie opět prochází komorou s horkým vzduchem pro aktivaci pojiva a následně dochází k ochlazení a formátování textilie. Tímto způsobem se upravují textilie pro automobilový průmysl a technické textilie. Při **kalandrování** se provádí tak, že se textilie vloží mezi dva válce. Mezi nimi dojde ke stlačení a ohřátí textilie a následně se změkčí vlákna a vlivem tlaku se

mezi vlákny utvoří pojící místa. Na závěr se textilie zchladí a utvořené spojení se zpevní. Takto se upravují textilie, ze kterých se následně vyrábí geotextilie a technické textilie. [29]

Velurování a postřih je prováděn za účelem dosažení rovnoměrného povrchu textilie. Tato úprava dodává textilií vzhled semiše nebo veluru. Tyto textilie jsou používány pro automobilový průmysl. Závěrečným krokem je formátování textilií **vysekáváním a řezáním**. V této fázi je materiálu upraven rozměr dle požadavků pomocí řezacího stroje, případně se speciálně formuje do různých tvarů na plotru nebo pneumatickém lisu. [29]

Extruze vláken probíhá tak, že se materiál v surovém stavu protlačuje přes speciální vytlačovací otvor do volného prostoru, kde se formuje do požadovaných tvarů. [30] K **termickému pojení** se využívají vlákna, která lze tavit již při nízké teplotě nebo bikomponentní vlákna, díky kterým dojde ke spojení. Tento proces je využíván hlavně pro matrace, filtrační aparáty nebo automobilový průmysl. **Tvorba pavučiny vzduchem** je využívána pro některé druhy netkaných textilií pomocí aerodynamické mykací technologie. Výhodou je použití již regenerovaných materiálů, ze kterých jsou vyráběny vpichované netkané textilie. Princip technologie zvané **spunlace** spočívá v tom, že jsou využívány vysokorychlostní trysky, díky kterým se jednotlivá vlákna společně proplétají.

Výhodou jsou specifické vlastnosti, které tato úprava vláknům přináší, jako například splývavost a měkkost. Lze vyrábět jak hladké struktury, případně struktury s různými vzory tak i hrubé struktury. V praxi je tato technologie využívána zejména pro výrobu technických textilií na čištění nebo na laminování. **Nanovlákná** jsou přidávána hlavně do filtračních produktů, jelikož jejich výhodou je vysoká záchytnost a zadržovací účinnost. [31]

Úprava **práškováním** je vhodná pro výrobu vláken s adhezivním potahem nebo termoadhezivním potahem. Tento potah je nanesen na textilií ve formě prášku a následně je roztaven. **Impregnace** je důležitá zejména v posledních krocích úpravy pro textilie, které vyžadují různé finální vlastnosti. Těmito vlastnostmi je myšleno například hydrofobní povrch, chemická odolnost, vlastnosti, které zpomalují hoření a další vlastnosti podle požadavků zákazníků. V případě vyžádání je možné aplikovat na netkané textilie **tisk**. Pro to je využívána hlavně epoxidová pryskyřice. [31]

1.2.2.3.2 Charakterizace výrobků z netkaných textilií

Při porovnání funkčních vlastností materiálů z recyklátu případně jen s určitým obsahem recyklátu se tyto příliš neliší od materiálů z primárních surovin. Vlákna získaná

z odpadních textilií nemají kvalitu požadovanou pro výrobu tkanin, nebo úpletů. Z toho důvodu se často zpracovávají do formy netkaných textilií. Ve většině případů se z recyklátu vyrábějí jiné výrobky, než ze kterých byl recyklát získán. Recyklát není využíván pro výrobu různých textilních výrobků ze 100 % a stále je potřeba přídavků i jiných primárních surovin. Spotřeba textilií každoročně stoupá, a tak je nutné se výrobou textilií z recyklátů zabývat a pracovat na výzkumu materiálů, které budou mít co nejdelší životnost i při použití recyklátů. Nevýhodou u oblečení z recyklátu mohou být jiné vlastnosti oproti původnímu materiálu, například u oblečení se to týká komfortu při používání nebo barvitelnosti materiálů, u automobilového textilu se to týká omyvatelnosti a pratelnosti. [20]

Netkaná textilie je plochý textilní útvar vytvářený vrstvením vláken. Vrstvená textilie se zpevňuje vpichováním s jinou textilií, impregnací akrylátovou disperzí. Základní surovinou pro netkané textilie je polyesterové vlákno. Používá se pro výrobu čalouněného nábytku, čistících materiálů, jako ochranná textilie, pro tlumení plevelů, jako izolační materiál či vycpávka při balení výrobků jako ochrana proti poškození při dopravě. Tyto textilie jsou dodávány v rolích, pásech, nebo formátech. **Proplétané textilie** se podobně jako u netkané textilie vytváří vrstvením a pro zpevnění výrobku je použito proplétání v závěrečné etapě výroby. Používá se jako technická, čalounická, obalová a čistící textilie nebo jako humanitární příkrývky. Výrobky z proplétaných textilií jsou dodávány v rolích jako hotové výrobky (příkrývky) nebo čistící hadry. Základním materiálem je směs vláken s obsahem přírodních vláken nad 50 %. **Rouno** je vrstva prolínajících se vláken. Pro výrobu se používají především syntetické materiály (polyester), ale také materiály přírodní (vlna, bavlna, nebo jejich směsi). Mezi možné technologie výroby patří tažení termicky propojeného materiálu a jeho průběžné prošívání. (Platí ale, že rouno může nebo nemusí být termicky propojeno.) Rouno je obvykle dodáváno v rolích. **Textilní směsná náplň** je směs textilií, nebo trhaný textilní materiál. Využívá se jako náplň do měkkých hraček, polštářů, výplň čalounění. Výrobek je obvykle dodáván v lisovaných balících, nebo žocích. **Podlahové textilie** se vyrábějí ze syntetických vláken z jedné nebo dvou vláknenných vrstev. Tyto vrstvy se zpevňují vpichováním a vodní akrylátovou disperzí. [32]

1.2.2.3.3 Dopady recyklace textilu a jeho opětovného využití

Při zvažování vhodné metody pro nakládání s textilním odpadem, je třeba brát v potaz ekonomickou stránku i environmentální dopady. Z dostupných publikací je zřejmé, že recyklace použitého textilu nebo opětovné využití textilu je přínosnější než spalování nebo skládkování, neboť snižuje dopad na životní prostředí. V porovnání

recyklace a opětovného využití je vhodnější variantou opětovné využití. Ovšem ne vždy je opětovné využití a recyklace environmentálně prospěšná. Například při opětovném použití může doprava k zákazníkovi převyšovat potenciální přínos. V případě, kdy je recyklována jen část textilie, může být při použití různých technologií zaznamenán negativní dopad pro životní prostředí a přínos může být jen minimální nebo žádný. Recyklace a opětovné využití jsou upřednostňovány vzhledem k jejich významu pro oběhové hospodářství. V Evropě je celkově shromážděno zhruba 15 – 20 % použitého textilu. Zbývající množství je odstraněno ve spalovnách nebo na skládkách. Ze shromážděného textilu je zhruba polovina recyklována a druhá polovina je dána na opětovné využití. To ve většině případů znamená transport do rozvojových zemí. [2]

Jsou-li způsoby nakládání s textilním odpadem hodnoceny z hlediska životního cyklu, je nejčastěji zkoumanou kategorií dopadu změna klimatu následovaná spotřebou energie. Problémem dostupných studií je ovšem malé množství ukazatelů, někdy pouze jeden, a hrozí riziko, že získané údaje mohou být nerelevantní. Studie dopadů na životní prostředí jsou nejčastěji zaměřeny na procesy výroby bavlny, poté polyesteru, viskózy a vlny. [2]

1.2.2.3.4 Projekty zabývající se recyklací

Za účelem pomoci při řešení problematiky recyklace textilních materiálů vznikla v USA nezisková organizace s názvem **Council for Textile Recycling**. Klade si za cíl dosáhnout do roku 2037 nulového množství textilního odpadu, které by se ukládalo na skládkách. Multimediální kampaní „Noste, darujte, recyklujte“ chce problematiku propagovat mezi širokou veřejností. Chce také vybudovat platformu pro usnadnění kontaktů mezi členy, sdílení informací a podporu aktivit týkajících se jiného zpracování odpadu. Dále chce zainteresovat společnosti představující obchodní textilní značky i maloobchodníky. [15] [33] Nejstarším sdružením zabývajícím se recyklací na mezinárodní úrovni je **The Bureau of International Recycling** založené v roce 1948. V současnosti představuje více než třicet tisíc firem po celém světě. Jeho přímými členy je přibližně 700 organizací a 38 národních asociací z více než 67 zemí. Sdružení slouží jako platforma pro sdílení informací, zkušeností a znalostí. Zabývá se nejen možnostmi recyklace textilu, ale obecně recyklací velmi různorodého odpadu. [34]

ENTeR: „Expert Network on Textile Recycling“ je projekt partnerství výzkumných center, firemních asociací a klastrů v textilním sektoru z pěti zemí střední Evropy (Itálie, Německo, Česká republika, Maďarsko a Polsko). Hlavní myšlenkou tohoto

projektu je snížení textilního odpadu a v důsledku toho i pokles spotřeby neobnovitelných zdrojů v textilním a oděvním průmyslu. Cílem je vytvářet udržitelný vztah mezi stakeholdery ve střední Evropě a sdružit specializované výzkumné asociace, díky kterým dochází k posílení průmyslových inovací. Výsledkem by mělo být zlepšení nakládání s průmyslovým odpadem a podpora společného přístupu k oběhovému hospodářství. Inovovaný design výrobků umožní produkt rozdělit na různé části sekundárně využitelné a tím i snížit množství odpadu. Studie ENTeR České republiky se zabývají produkcí odpadních technických textilií, které vznikají ve výrobě při produkci textilních výrobků, poté prodloužením životnosti textilních výrobků, lékařským textilem a textilním odpadem, který pochází ze zdravotnických zařízení, vzniklých v nouzi kvůli COVID-19. [35]

Platforma M3P (Material, Match, Making, Platform) je databáze odpadů z textilního průmyslu. Do této databáze je zapojeno přes 140 společností z Evropy. V katalogu druhů textilních odpadů je více než 220 položek. Katalog uvádí chemické, technické a ekologické vlastnosti těchto materiálů. Díky této databázi je umožněno lepší využití materiálů. [36]

1.2.2.4 Jiné využití

Textilní materiály nevhodné pro opětovné použití nebo recyklaci mohou být využity k výrobě energie v bioplynových stanicích, ve spalovnách nebo mohou být kompostovány. energii je možné získat z odpadů spalováním, zplyňováním a anaerobní digescí. V případě textilního odpadu je nejjednodušší **spalování**. Spálením se může snížit množství textilních odpadů až o 90 % podle složení původního materiálu. [19] Odpadní bavlněné textilie a bavlněné brikety mají energetický potenciál srovnatelný jako například dřevěné pelety nebo také štěpka. Bavlněné brikety jsou vhodnou alternativou paliv. [37]

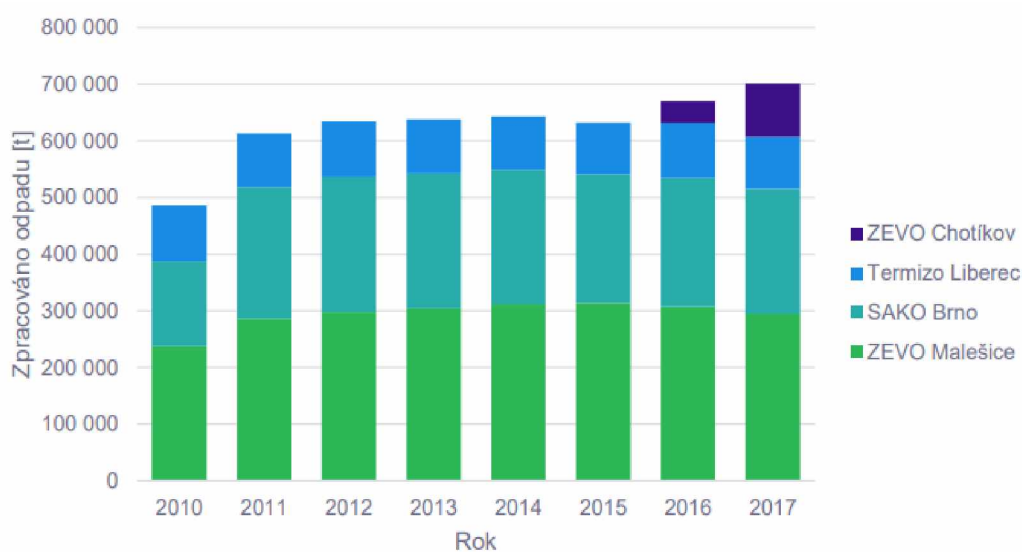
V **zařízení pro energetické využití odpadů (ZEVO)** na rozdíl od klasické spalovny odpadů při spalování dochází k výrobě tepelné a elektrické energie. Pro toto zařízení je stanovena striktní legislativa, která stanovuje emisní limity látek vpuštěných do životního prostředí. Výhodou ZEVO je smysluplné využití odpadů, šetření zdrojů surovin, snížení množství odpadů, které by jinak končily na skládce, a také eliminace některých nebezpečných vlastností odpadů. Pevný podíl po spálení (škvára) je používán ve stavebnictví. Aktuálně se v České republice nacházejí čtyři provozy ZEVO (Praha, Brno, Liberec a Chotíkov). Kapacita spáleného odpadu v České republice je nyní zhruba 750 tisíc tun. V případě, že by se měla Česká republika držet stanoveného cíle pro oblast oběhového hospodářství Evropskou komisí o tom, že odpad bude z 65 % recyklován,

z 10 % skládkován a z 25 % bude energeticky využít, bylo by nutné kapacitu navýšit o 950 tisíc tun. [38] Energetické využití odpadů je přesně stanoveno v příloze č. 3 zákona o odpadech. O energetické využití odpadů se tedy jedná v případě, že je odpad využit podobným způsobem, jako jsou využívána paliva, případně jiným způsobem, jehož výsledkem je získaná energie. Obrázek č. 3 shrnuje vývoj energetického využívání odpadů v ZEVO v České republice od roku 2010 v jednotlivých stanicích. [39]

Při **anaerobní digesci** je bioplyn získán přeměnou organického podílu v textilním odpadu. Při tomto procesu jsou přeměňovány za využití mikroorganismů organické složky odpadů na bioplyn, který obsahuje velké množství metanu. Bioplyn z tohoto procesu se dále spaluje a získaná energie slouží pro výrobu elektřiny nebo tepla, případně se přeměňuje na biometan. [19] Také textilie vyrobené z bavlny je možné využít pro výrobu bioplynu. Pro výrobu etanolu je možné využít enzymatickou hydrolýzu. [19]

1.2.2.5 Odstranění

Odstraněním odpadu se zabývá 4. díl Zákona č. 541/2020 Sb. o odpadech. Odstranění odpadu se obvykle děje jeho povrchovým nebo podpovrchovým skládkováním nebo rozložením bez jakéhokoliv dalšího využití. Ukládání odpadů (včetně textilních) na skládkách však nemusí být nutně považováno za jeho konečné odstranění, protože řešení problému je odloženo na pozdější dobu a přenecháno dalším generacím. Skládkování odpadu se využívá kvůli jeho nižší ekonomické a organizační náročnosti. [40]



Obr. 3 – Vývoj energetického využívání odpadů v České republice [39]

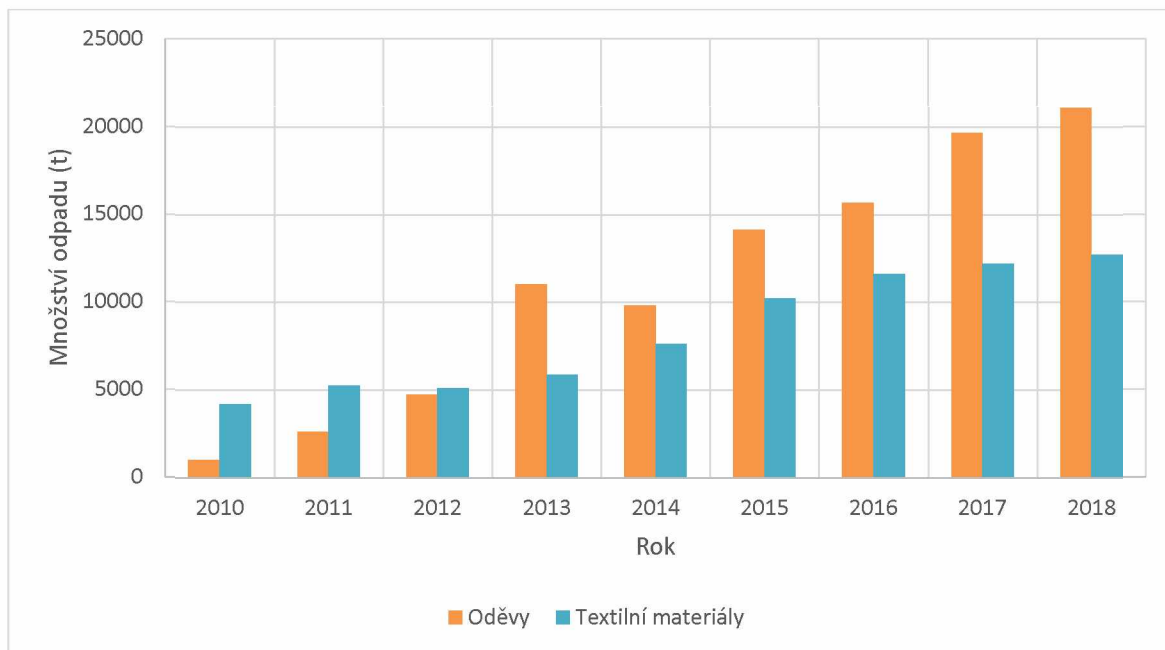
1.2.3 Textilní odpad v ČR a státech Evropské unie

Dle odhadů MŽP si v roce 2015 obyvatelé EU zakoupili 6,4 milionů tun oděvů (v přepočtu 12,6 kilogramů na osobu) a 2,79 milionů tun textilu domácího. Za rok 2017 domácnosti v EU spotřebovaly celkem 13 milionů tun textilních výrobků. V Evropské unii byla produkce syntetických vláken v roce 2018 2,24 milionů tun. Každý rok se spotřebitelé zbavují zhruba 5,8 milionů tun textilních výrobků (11 kilogramů na osobu za rok), toto číslo se každým rokem navyšuje. Kromě pevných odpadních textilií je s textilní produkcí spojeno velké množství spotřebované a odpadní vody. Podle odhadů se do moří v budoucnu vypustí až 22 milionů tun mikrovláken. [11]

V komunálním odpadu v České republice je textilní odpad obsažen zhruba v rozmezí 2 – 6 %. Textilní odpad je sbírán po celé České republice do kontejnerů. Sesbíraný odpad z kontejnerů putuje neziskovým organizacím, které textil opětovně využijí nebo jej poskytnou k recyklaci. Množství posbíraného textilu činilo v roce 2019 zhruba 37 500 tun. Zbylé množství textilního odpadu ze sběrných boxů je odesíláno do jiných zemí. [11] V tabulce 1 je shrnuta produkce odpadů v kategorii oděvů (20 01 10) a textilních materiálů (20 01 11) v letech 2010 až 2018. Je zde zahrnutý pouze textil v odpadovém režimu, nikoliv darované textilie. Jak je zřejmé podle obrázku č. 4, tak množství vyprodukovaných odpadů má stále rostoucí charakter. Výraznější růst je zaznamenán v kategorii oděvů. [1]

Tab. 1 – Produkce textilních odpadů v České republice (v tunách) [1]

Rok	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Oděvy	1033	2613	4747	11044	9841	14124	15691	19645	21095
Textilní materiály	4163	5266	5121	5892	7604	10247	11602	12221	12727
Celkem	5196	7879	9868	16936	17445	24371	27293	31866	33822



Obr. 4 – Produkce odpadů v České republice [1]

V rámci projektu ENTeR bylo začátkem roku 2018 provedeno dotazníkové šetření s cílem zjistit jaké druhy a jaké složení má textilní odpad z průmyslu v České republice. Z 22 dotazníků, které oslovené firmy zabývající se zpracováním textilních odpadů řádně vyplnily bylo zjištěno, že celkové množství odpadu, které tyto společnosti ke zpracování v roce 2018 získaly, bylo 1760,7 tun.

Společnost LABFRESH analyzovala největší producenty textilních odpadů v Evropě. Údaje o módním textilním odpadu (tabulka č. 2) pocházejí z roku 2016 a uvádí je Statistický úřad Evropské unie (Eurostat) za rok 2016. Porovnali 15 států, mezi kterými je i Česká republika. Kromě celkového množství odpadu je uvedeno i množství recyklovaného textilního odpadu, odpadu opětovně využitého, množství odpadu končícího na skládkách a ve spalovnách. Celkově těchto 15 států produkuje ročně více než 2 miliony tun textilního odpadu ročně. Pro lepší srozumitelnost bylo množství textilního odpadu přepočítáno na jednu osobu za rok v kilogramech. Pouze 10 % textilního odpadu je opětovně využito a zůstává tedy v daném státě (secondhandy, charita) a 8 % je recyklováno (výroba hadrů, výroba nových vláken ze starého textilu). Zbylé množství odpadu je dále likvidováno, z toho více jak polovina končí na skládkách a čtvrtina končí ve spalovnách. Hodnotící systém LABFRESH obsahoval další faktory, např. vliv na životní prostředí či ekonomické hledisko. [41]

Ve **Skandinávii** se ročně uvádí na trh okolo 365 000 tun oděvů a bytových textilií, tj. 14 kilogramů na jednoho obyvatele za rok. Z tohoto množství se pouze polovina recykluje nebo opětovně využije. Ve Švédsku vzniklo v roce 2015 přibližně 100 000 tun textilního odpadu. Převažovaly materiály jako bavlna, vlna a polyester. Bavlna činila zhruba 57 %, z toho 50 % bylo spalováno, 20 % vyvezeno do zahraničí k opětovnému využití, 10 % znovu využito ve Švédsku a zbylé množství recyklováno různými způsoby. U polyesteru činilo množství přibližně 34 %, z toho 50 % putovalo do spaloven, 20 % do zahraničí, 10 % znovu využito ve Švédsku, zbytek se recykluje. Vlna tvořila 4 %, z toho se 20 % spálilo, 30 % se vyvezlo do zahraničí, 30 % opětovně využilo ve Švédsku, zbylé množství recyklovalo. [1] Byl vymezen dobrovolný závazek „The Nordic Textile and Recycling Commitment“, jehož cílem bylo snížit množství odpadů z textilního průmyslu a jejich negativních dopadů, snížit spotřebu primárních surovin a zlepšit konkurenceschopnost ve skandinávských regionech. Udržitelné nakládání s použitým textilem je dozorováno certifikačním systémem. Organizace, které tento certifikát vlastní, nakládají s odpadem udržitelně. To je zároveň kontrolováno další nezávislou stranou. [1]

Ve **Velké Británii** putuje přibližně 30 % textilního odpadu na skládku, tj zhruba 4,7 kilogramů vyhozených textilií na osobu za rok. Až jedna třetina obyvatel Londýna vyhodí oblečení jenom kvůli špatné velikosti. Z dat za rok 2010 je zřejmé, že zhruba polovina zajištěných textilních odpadů je vyvážena do zahraničí pro opětovné využití. V roce 2014 činilo množství textilního odpadu vyvezeného do zahraničí zhruba 352 000 tun. Velká Británie je na třetím místě vývozců textilního odpadu převážně do rozvojových zemí. Na prvních dvou místech je USA a Německo. Ve Velké Británii se uplatňuje „Sustainable Clothing Action Plan“ (SCAP), který přináší zformulované nové techniky a postřehy, uděluje instrukce a doporučení, kterými by se měly organizace řídit, aby se mohl textilní průmysl provozovat udržitelnějším způsobem. Kromě tohoto plánu zde fungují charitativní obchody a neziskové organizace, různé komunitní sbírky a swapy, které slouží k výměně oděvů. Vznikla také iniciativa „RECAP“. Jejímž cílem je vzdělávat obyvatele Velké Británie, jak nakládat s odpady a zvýšit povědomí o nehospodárnosti textilního průmyslu. Tato iniciativa například vytvořila kampaň „Wear it, Love it, Share it“ [1]

Německo shromáždí přibližně více jak 1,01 milionů tun odpadního textilu za jeden rok. Z tohoto množství se zhruba 54 % vrátí do oběhu, kde se znovu využije. Dalších přibližně 38 % se zužitkuje pro výrobu hadrů, izolačních materiálů a podobně a zbylé množství se energeticky zpracuje, případně se likviduje. [1] Jelikož je sběr textilního odpadu

dobře zorganizován prostřednictvím kontejnerů, je velká část znovu využita a není ihned zlikvidována. Uvádí se, že minimálně 300 000 tun textilního odpadu je ročně spáleno ve spalovnách. [42]

Oproti výše uvedeným zemím, kde sběr textilu alespoň z části šetří zdroje, tak v **Maďarsku** se oddělený sběr textilu neprovádí a ve většině případů končí použitý textil v komunálním odpadu. Překážkou může být nedostatečné technologické řešení, nicméně jednodušší technologie i recyklační linky pro zpracování textilního odpadu mají k dispozici. V Maďarsku se průměrně vyprodukuje 7 600 tun průmyslového textilního odpadu. [42]

V **Polsku** podle dotazníkového šetření studie ENTeR chybí různé možnosti recyklace textilního odpadu. Není zde dobré technologické řešení, množství kapacit pro zpracování textilního odpadu je omezené a neodpovídá tak vyprodukovanému množství odpadů. [42]

Tab. 2 – Porovnání textilního odpadu (TO) s jinými státy za rok 2016 [41]

Země	Celkový TO, t	TO na osobu za rok, kg	Recyklovaný TO na osobu, kg	Opětovně využitý TO na osobu, kg	Spálený TO osobu, kg	Skládkovný TO na osobu, kg	TO na vývoz na osobu, kg
Itálie	465 925	7,7	0,8	0,6	1,8	4,4	2,6
Portugalsko	81 715	8	0,8	0,6	2	4,6	2,1
Rakousko	62 446	7	0,7	0,6	1,7	4	4,6
Velká Británie	206 456	3,1	0,3	0,2	0,8	1,7	5,9
Belgie	169 949	14,8	1,5	1,2	3,7	8,4	16,7
Česká republika	108 273	10,2	1	0,8	2,5	5,8	3,4
Dánsko	18 134	3,1	0,3	0,3	0,8	1,8	2,6
Španělsko	98 881	2,1	0,2	0,2	0,5	1,2	1,3
Finsko	14 934	2,7	0,3	0,2	0,7	1,5	2,3
Německo	391 752	4,7	0,5	0,4	1,2	2,7	6
Nizozemí	102 261	5,9	0,6	0,5	1,5	3,4	9
Francie	210 001	3,1	0,3	0,3	0,8	1,8	1,2
Irsko	22 944	4,7	0,5	0,4	1,2	2,7	2,4
Polsko	103 683	2,7	0,3	0,2	0,7	1,6	4,8
Maďarsko	23 190	2,4	0,2	0,2	0,6	1,4	5

Za rok se na **Slovensku** vyprodukuje zhruba 6,8 tisíc tun průmyslového textilního odpadu a 4,4 tisíce tun textilního odpadu, který pochází ze sběrných kontejnerů. Sběr textilu je organizován charitami a neziskovými organizacemi za současné spolupráce s obcemi. Společnost PR Krajné si patentovala technologii, která umožňuje recyklovat textilní odpad z automobilového průmyslu. [42]

Dle odhadů končí v **Chorvatsku** každý rok v komunálním odpadu zhruba 46 tisíc tun odpadního textilu a 8,5 tisíce tun končí v separovaném sběru textilu. Důvodem může být pozdě vydaná legislativa. Společnost Regeneracija v Zaboku je nejvýznamnější společnost, která se zabývá recyklací textilu. Odpad mechanicky zpracovávají pro další využití v automobilovém průmyslu apod. [42]

1.2.4 Organizace zabývající se sběrem a recyklací textilu

V rámci snahy o snížení množství vzniklého textilního odpadu existují organizace, které se zabývají sběrem a případně recyklací textilních materiálů pro obchodní účely. Ke sběru jsou využívány kontejnery různých typů i barev. Firmy využívající různé recyklační linky zpracovávají kromě textilií sesbíraných z kontejnerů i zbytkový textilní odpad z výroben. [1] Za účelem zjednodušení zpracovatelnosti odložených textilních výrobků je nutné, aby oblečení bylo čisté, zabalené, aby bylo zajištěno, že se párové oblečení (ponožky, rukavice, boty) nerozdělí. Odkládání textilií špinavých nebo roztrhaných představuje wishcycling mající za následek způsobení škody místo pomoci. Mimo oblečení je možné vkládat do kontejnerů také hračky, lůžkoviny, záclony. [43] Kromě toho existují i neziskové organizace zabývající se touto činností, např. Armáda spásy [44].

Asociace společenské odpovědnosti je iniciativa, která spojuje ke vzájemné spolupráci firmy, neziskové organizace, vzdělávací zařízení a veřejný sektor. Mezi její projekty patří např. e-shop nabízející ekologicky přátelské produkty, výrobky z chráněných dílen a produkty, které mají za cíl získat prostředky na dobročinnost. Dalším projektem je například udílení cen za naplňování Cílů udržitelného rozvoje stanovených Organizací spojených národů jako program rozvoje do roku 2030 [45]. Podle údaje na svých stránkách sdružuje Asociace 449 členů [46].

POTEX (IČO 25190342) se specializuje na sběr, redistribuci a zpracování použitého textilu. Sídlí na adrese Pobřežní 249/46, Karlín, 186 00 Praha. Základní kapitál společnosti je 100 000 Kč. Je jedním ze členů Asociace společenské odpovědnosti, zakládajícím členem Asociace recyklace použitého textilu a partnerem Ministerstva životního prostředí v projektu

EU Předcházení vzniku textilního odpadu. Ke sběru použitého textilu, obuvi a jiných textilních doplňků od občanů využívá oranžové kontejnery. Kontejnery POTEXu se nacházejí na území Prahy a jejího okolí v množství okolo 600 kusů. Zaměstnanci POTEXu tyto kontejnery pravidelně vybírají a oblečení z nich dále třídí a přepravují například do Centra sociálních služeb Praha, organizací Naděje, Společnou cestou, Progressive, nebo Sananim, které pracují s drogově závislými. Činnost organizace POTEX podporují jako patroni někteří herci, zpěváci, spisovatelé a další známí představitelé kulturního života. Jeho partnery jsou i představitelé obchodních řetězců. V POTEXU za rok 2021 nasbírali 2 830 000 kg použitého textilu, z kterého pouze 140 000 kg darovali charitativním organizacím pro potřeby lidmi v nouzi a pro útulky pro opuštěná zvířata. Zbývající část je využita partnery pro výrobu čistících hadrů, výplní autosedaček a podobně, případně putuje do zemí třetího světa. [43]

DIMATEX CS (IČO 43224245) se zabývá sběrem textilu a jeho recyklací. Sídlí na adrese Stará 24, Svárov, 460 01 Stráž nad Nisou. Její základní kapitál je 600 000 Kč. DIMATEX se specializuje na druhotné využití textilního odpadu, který zpracovává na čistící hadry pro využití v průmyslu, domácnostech a podobně. Při třídění je textilní odpad rozdělen podle materiálů a jsou z něj odděleny různé nežádoucí prvky, jako jsou například knoflíky a zipy. Jedná se zejména o textil z bavlněného materiálu, který má dobré savé schopnosti. Dle savosti jsou textilie rozděleny do 10 kategorií, ze kterých je možné si vybrat vhodný druh materiálu pro konkrétní potřeby. Čistící hadry je možné zakoupit na jejich e-shopu, kde nabízejí slisované balíky o různých hmotnostech. Vytríděné textilie, které jsou v dobrém stavu, jsou předávány charitám a neziskovým organizacím, se kterými DIMATEX spolupracuje. Nepoužitelný textil od těchto organizací zpětně odebírají a recyklují. [47]

Průměrná výtěžnost jednoho kontejneru společnosti DIMATEX, kterých je v České republice rozmístěno 1500, je přibližně 200 kg měsíčně. Množství nasbíraného textilu je nestálé, je rozdílné v regionech, záleží i na ročním období, kdy se množství sesbíraného textilu mění. 10 – 40 % oblečení, které je v kontejnerech sesbíráno, je znovu použito, 20 – 40 % je využito na výrobu čistících hadrů, 5 – 30 % je průmyslové využito, případně je použito jako výrobní surovina, 0,1 – 5 % je poskytnuto neziskovým organizacím a 1 – 10 % je klasifikováno jako odpad a odstraněno. Z odpadové části textilu a LDPE je vyráběn textilní kompozit RETEXTIL® VIVE TEXCELLENCE (dále RETEXTIL). Dále nezpracovatelný textil je energeticky využit v ZEVO nebo se hlavně z ekonomického důvodu skládkuje. RETEXTIL je příkladem fungování oběhového

hospodářství. RETEXTIL se skládá z 95 % z textilního recyklátu a z 5 % LDPE (low-density polyethylene, nízkohustotní polyethylen). Kromě toho, že je pevný a mechanicky odolný, má vysokou chemickou odolnost vůči olejům, kyselinám, solím a tukům a odolnost vůči vlhkosti, vodě a nízkým teplotám. RETEXTIL je vhodnou náhradou různých materiálů, hlavně dřeva. Je snadno opracovatelný a lze z něj vyrábět nejrůznější předměty, např. desky, profily, duté tyče, patníky, latě, květináče, venkovní nábytek, ploty, zástěny a podobně. Společnost DIMATEX textilní recyklát využívá k produkci výrobků vyšší hodnoty, než je původní surovina. Je tak příkladem upcyklace. Podobný výrobní program má firma Transform sídlící v Lázních Bohdaneč. Jako surovinu pro výrobu obdobných produktů nevyužívá recyklát textilní, ale plastový. [48, 49]

Sociální družstvo **Diakonie Broumov** (IČO 49289977) sídlí na adrese Husova 319, Velká Ves, 550 01 Broumov a má základní kapitál je 250 000 Kč. Diakonie sbírá a třídí použité oděvy, obuv, kabelky a batohy, lůžkoviny, utěrky, ručníky, péřové přikrývky, bytový textil, menší elektrospotřebiče a knihy. Vytríděný textil je určen potřebným lidem z Česka, východní Evropy a rozvojových zemí. [50]

TextilEco a.s. (IČO 28101766) je obchodní firma se sídlem na adrese Palackého 715/15, 110 00, Praha 1, Její základní kapitál činí 2 000 000 Kč. Společnost TextilEco a.s. se věnuje sběru textilního odpadu, jeho svozem, tříděním a podporuje neziskové organizace. Provozuje sběrné boxy na již nepotřebné oblečení, boty nebo hračky, nově také knížky, domácí potřeby a bytové doplňky. Na svých stránkách uvádí, že již ušetřili 1 997 838 tun CO₂. Z celkového množství získaného textilního odpadu v průměru vrátí k opětovnému využití různým neziskovým organizacím až 30 % získaného textilu a dalších 30 % materiálů recykluje. Obsah sběrných boxů se sváží do závodu v Boskovicích, kde probíhá třídění předmětů a jejich rozdělování dle následného využití. Textil se třídí do třech kategorií na takový, který se může opětovně využít, dále na textil pro průmysl a recyklaci a textil pro energetické využití. TextilEco a.s. dlouhodobě finančně podporuje různé projekty a konkrétní lidi, jimž darovala na tyto účely již přes 10 milionů korun. Podporuje organizace jako například Lékaři bez hranic, Nadace Sova a Unicef. [51]

Společnost **ARCA Chrast** (IČO 48153605) se zabývá výrobou textilií, textilních výrobků, oděvů a oděvních doplňků. Sídlí na adrese Tylova 428, 538 51 Chrast. Její základní kapitál je 120 000 Kč. V průběhu produkce textilních výrobků vzniká velké množství odpadu ve formě vláken, odstřížků a podobně. Z toho důvodu se společnost roku 2009 se rozdělila a jejím hlavní činností se stala výroba textilní trhaniny. Současná společnost ARCA

Chrast se zabývá především zpracováním odpadů textilií z prvovýroby (stříhárny, tkalcovny, prádelny – cca 90 %) a ze second handů (cca 10 %). Vykupují bavlnu, vlnu, polyester, viskózu, len a akryl. Textilní zbytky zpracovávají na trhaninu pro potřeby automobilového průmyslu (např. jako akustické izolace, netkané koberce, proti-teplené štíty, dekorové díly), ve stavebnictví (např. jako izolační a výplňové vrstvy, instalatérské obaly), jako úklidové textilie (např. prachovky, mycí hadry), nebo zahradnictví (netkaná mulčovací textilie). [52, 53]

EKO-KOM (IČO 25134701) sídlí na adrese Na Pankráci 1685/17, 140 00 Praha. Její základní kapitál je 250 000 000 Kč. EKO-KOM je česká obalová společnost autorizovaná na základě zákona č. 477/2001 Sb., o obalech. Provozuje systém zajišťující zpětný odběr použitých obalů a jejich recyklaci. Podle dat z roku 2020 po rozboru skladby směšného komunálního odpadu činilo množství textilního odpadu 1,8 % odpadu, celkem to bylo 38 tisíc tun. Nicméně v dalších statistických údajích textil dále nerozdělují a započítávají ho do ostatního odpadu, kam kromě textilu řadí také minerální a nebezpečný odpad, nápojové kartony a elektroodpad. Míra výskytu ostatního odpadu má rostoucí tendenci. [54]

1.2.5 Organizace zpracovávající textilní odpad

EKOTEX s.r.o. (IČO 46345027) se zabývá zpracováváním druhotných textilních surovin. Sídlí na adrese Hybešova 1602/4, 664 91 Ivančice. Její základní kapitál je 200 000 Kč. EKOTEX vykupuje textilie ve formě druhotných textilních surovin, směšových odstřížků a vlákenných odpadů a zušlechťuje je rozvolňovacími procesy jako staplování (dělení vláken průtažným, nebo sekacím ústrojím), garnetování (drcení nebo rozvolňování odpadních textilií zpět do stavu vláken před výrobou nového produktu), sekání a trhání. EKOTEX z recyklátů textilií produkuje netkané textilie, proplétané textilie, rouna, textilní směsné náplně a podlahové textilie. U všech uvedených textilií uvádí výrobce jako možnou likvidaci po spotřebě skládkování nebo spalování. Podle údajů výrobce je skládkovaný materiál k životnímu prostředí inertní. [32]

Společnost **RETEX a.s.** (IČO 46346431) se sídlem v Moravském Krumlově má základní kapitál 108 497 000 Kč. Funguje od roku 1950. Zaměřuje se na výrobu netkaných textilií hlavně pro stavebnictví a automobilový průmysl. Podnik se snaží uplatňovat postupy cirkulární ekonomiky. Pro výrobu využívají ze 70 % odpady z výrob syntetických textilií, trhané oděvy, odpad z vlastní výroby a vlákna, získaná z recyklovaných PET lahví. Vyrábí technické textilie, izolační textilie, geotextilie, vegetačně-retenční desky AQUADESK

(„zelená střecha“), dále textilie pro automobilový průmysl. K výrobě netkaných textilií jsou využívány vpichovací linky a airlay, a dále chemická úprava (práškování, kalandrování a pěnová impregnace a mechanická úprava (velurování, postříhování a na závěr formátování). [29]

Fibertex Nonwovens, a.s. (IČO 48173118) má své podniky po celém světě. V České republice sídlí ve Svitavách. Na trhu funguje již od roku 1968. Vyrábějí termicky pojené a vpichované netkané textilie vhodné pro průmyslovou filtraci, textilie pro automobilový průmysl, zahradní textilie, geotextilie a nábytkářská rouna. Využívají technologie vpichování, extruze vlákn, termické pojení, tvorba pavučiny vzduchem, spunlace, nakládání s materiály na bázi nanovláken a závěrečné úpravy kam patří práškování, převíjení, tvorba reliéfního vzoru, impregnace, laminace a tisk na textilie. [31]

UO TEX, s.r.o. (IČO 62062441) je společnost, která sídlí v Kerharticích poblíž Ústí nad Orlicí. Společnost byla založena za účelem zpracování vlny už v letech 1866. Od roku 1963 se stala firma součástí společnosti RETEX a začala se zabývat zpracováním textilního odpadu. V roce 1996 se osamostatnila jako UO TEX. Vykupuje a následně zpracovává odpadní textilie. Metodou vpichování netkaného textilního rouna jsou vyráběny geotextilie (IZOLTECH, FATRATEX a GETEX). Lze je využít ve stavebnictví a zahradnictví, netkané textilie používané pro hydroizolační funkci. Dále jsou vyráběny náplně do lůžkovin především z polyesterových vláken, případně i z polyuretanových tyčinek. Výhodou těchto materiálů je zdravotní nezávadnost, jsou tedy vhodné pro alergiky a kvůli dutému vláknu mají antibakteriální účinky. Hydroizolační fólie (FATRAFOL) především z polyvinylchloridu se využívají hlavně ve stavebnictví. Dále vyrábí asfaltové pásy, minerální vatu a extrudovaný polystyren. [55]

1.3 Environmentální dopady a jejich hodnocení

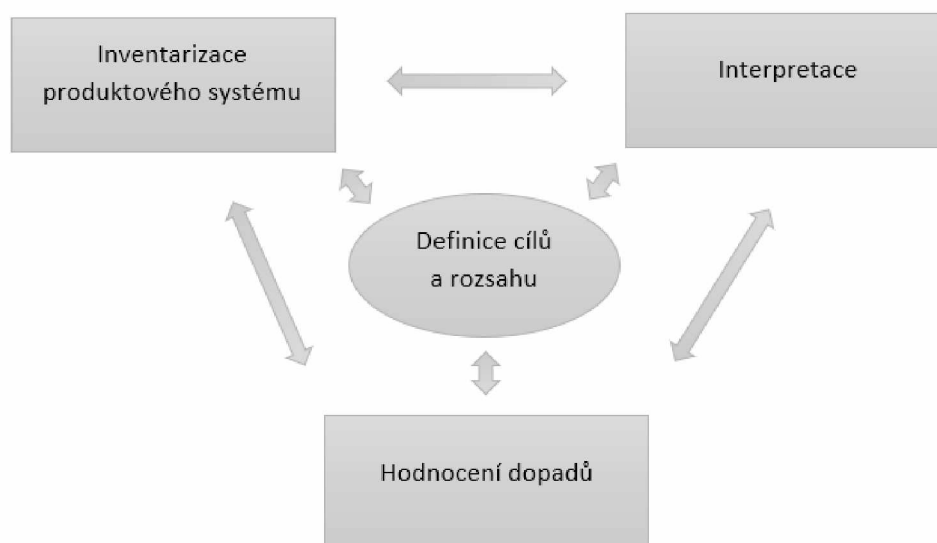
Life Cycle Assessment (LCA) je analytický nástroj, který se používá pro vyhodnocení dopadu lidské činnosti na životní prostředí. LCA analyzuje všechny detaily životního cyklu produktu od jeho realizace až po jeho spotřebu: čerpání zdrojů (obnovitelných nebo neobnovitelných, způsob získávání těchto zdrojů), použité technologie (zastaralé, např. s vysokou energetickou náročností nebo naopak využití nejlepších dostupných technologií), logistiku (dopady jednotlivých druhů transportu), způsob spotřeby (dopad na životní prostředí má např. vysoká spotřeba elektrické energie u domácího vysavače, nebo uvolňování mikroplastů do odpadní vody při praní oděvů), nakládání s produktem po jeho spotřebě (zaplňování skládek nebo recyklace s vyhodnocením dopadu recyklačních procesů

na životní prostředí). Smyslem LCA je zabránit skrytému přenosu zátěže životního prostředí do jiného místa, než které je vnímáno citlivěji. Zátěž životního prostředí v místě spotřeby může být nízká, ale environmentální zátěž pocházející z výrobního procesu v místě výroby, např. v rozvojových zemích, může být vysoká. LCA si klade za cíl obsáhnout všechny prvky dopadu na globální životní prostředí. [56]

Aby se předešlo zneužití LCA pro marketingové účely, byla LCA normovaná s mezinárodní platností. Zneužitím je myšleno využití nestandardizovaných odborných termínů, které jsou interpretovány tak, aby posloužily reklamě, ale výrobce k ničemu nezavazovaly. Aktuální verze norem jsou ISO 14040:2006/Amd 1:2020 (stanovuje principy a rámec LCA, fáze LCI, LCIA, fáze interpretace životního cyklu, vztah mezi fázemi) [57] a ISO 14044:2006/AMD 2:2020 (stanovuje požadavky a pokyny pro hodnocení LCA, definice, cíle a rozsah). Obě normy podléhají pravidelné pětileté revizi. [58]

1.3.1 Fáze LCA

Při použití metody LCA se hodnotí čtyři základní fáze, kterými jsou (1) definice cílů a rozsahu, (2) inventarizace, (3) hodnocení dopadů a (4) závěrečná interpretace. Všechny fáze jsou vzájemně provázány a poznatky z jedné fáze mohou ovlivnit vyhodnocené závěry z fáze předchozí, kterou je nutné revidovat. Takto lze vysvětlit iterační podstatu, která je pro zpracování LCA charakteristická. V případě použití výpočetní techniky lze iterace provést bez obtíží. Vzájemně provázané schéma fází metody LCA je znázorněno na níže uvedeném obrázku č. 5. [56]



Obr. 5 – Schéma fází LCA [56]

První fáze – definice cílů a rozsahu definuje konkrétní produkt k posouzení. Ten je jednoznačně specifikován nejen svým popisem, ale také svojí funkcí. Funkce a množství produktu určí funkční jednotku. V případě porovnávání více produktů je nutné porovnávat stejné funkční jednotky, např. stejné množství dvou výrobků se stejnou funkcí, které se od sebe liší použitým materiálem, nebo použitou výrobní technologií. V této fázi se také určí případná omezení rozsahu studie a popíší se metody hodnocení. **Druhá fáze – inventarizace** vytváří přehledné mapy procesů se všemi vstupy a výstupy, které zanechávají stopy na životním prostředí. Jsou zjišťovány informace o všech procesech životního cyklu produktu, čímž se získá soubor dat o tom, jak velká množství různých látek se dostávají v průběhu těchto procesů do životního prostředí. **Třetí fáze – hodnocení odpadů** třídí data obsahující informace o množství a druzích odpadů zjištěná v průběhu druhé fáze podle vhodných kategorií, tak aby se umožnilo jejich sčítání a další práce s nimi. Dalším krokem třetí fáze je charakterizace. Ta má za úkol určit velikost působení emisních toků na všechny kategorie dopadu za pomoci charakterizačních modelů. **Čtvrtá fáze – interpretace** popisuje, která část životního cyklu produktu má největší dopad na životní prostředí. Toto tzv. významné zjištění musí být důkladně analyzováno a obhájeno. K zajištění platnosti závěrů jsou prováděny kontroly testy analýzou citlivosti. Dalším krokem čtvrté fáze je vytvoření závěrečné zprávy, která mimo zjištěných výsledků přináší také popis řešení. Za zjednodušený LCA se pokládá takový model, jehož analýza se týká pouze jednoho parametru (např. emisí skleníkových plynů) nebo jedné části životního cyklu (např. spotřeby odnosných tašek). Jak uvádí Kočí, taková studie by se měla nazývat LCI. [56]

1.3.2 Studie LCA

Studie LCA mohou být zaměřeny například na konkrétní kus oblečení, jako je tomu v případě LCA studie zpracované společností Levi Strauss & Co. (dále jen LS&Co.). Studie z roku 2007 hodnotila životní cyklus celého oděvního průmyslu. Soustředila se hlavně na Spojené Státy Americké. Ve studii bylo zjištěno, že největší dopad, co se týče spotřeby energie a vody, vzniká při pěstování bavlny a při péči o konkrétní výrobek spotřebitelem. Po vyhodnocení studie se společnost LS&Co. zaměřila na environmentálně vhodnější chod společnosti. Snížila spotřebu vody zavedením jejího opětovného využití. Pro spotřebitele pořádá edukativní semináře a dále se zapojila do iniciativy Better Cotton Initiative. Tato iniciativa investuje do kvalitnější bavlny, která je méně náročná na spotřebu vody a na její pěstování je zapotřebí menší množství chemikálií. Další studii z roku 2015 se společnost LS&Co. zaměřila na své tři produkty: (1) kalhoty značky Levi's® 501®, (2) dámské kalhoty

značky Levi's® a (3) kalhoty Dockers® Signature Khakis. Citovaný zdroj dále uvádí pouze výsledky analýzy pro 501®. Byly zde posuzovány kategorie dopadu: klimatická změna, spotřeba vody, eutrofizace, zábor půdy a abiotické vyčerpání. Klimatická změna má největší dopad při péči spotřebitele a následně při výrobě přize, spotřeba vody je nejvyšší při získávání vláken, stejně jako u eutrofizace i záboru půdy. [59]

LCA studie jsou tvořeny z mnoha důvodů za určitým ziskem. V mnoha případech je nechávají zpracovávat společnosti z důvodu marketingového, jak to může být vnímáno právě od společnosti LS&Co., nebo z důvodů environmentálních či sociálních, kdy studie vypracovávají univerzity jako například studii „Lifecycle Analysis (LCA) of a White Cotton T-shirt and Investigation of Sustainability Hot Spots: A Case Study“ z roku 2018. Ve studii je zhodnocen životní cyklus bílého bavlněného trička. Je v ní zahrnuto pěstování vláken, výroba přize, následná výroba materiálů a jejich chemické zpracovávání, šití oděvů, transport a následná spotřeba a likvidace. Jedná se o tričko pocházející z výroby v Bangladéši. Je zde porovnávána bavlna z konvenčního a organického stylu pěstování. Cílem této studie bylo zjistit, jakou stopu zanechává textilní průmysl z hlediska environmentálního i sociálního. Tabulka č. 3 ukazuje výsledek z hlediska environmentálního posouzení (spotřeba energie a vody). [60]

Tab. 3 – Výsledná spotřeba energie a vody

Výrobní krok	Množství	Lineární hustota, Ne	Elektrická energie, kWh	Pára, zemní plyn, LPG, Nafta, lehký topný olej, MJ	Voda, l
Produkce konvenční bavlny	1 kg	-	0,41	8,71	7103
Předení	1 kg	30	3,34	-	-
Pletení	1 kg	30	0,19	0,19	-
Mokrý proces	1 kg	30	2,42	2,4	80
Výroba oděvu	1 tričko	-	0,67	-	-

Celkové zhodnocení životního cyklu výrobků vyrobených z bavlny v Turecku, bylo provedeno na Univerzitě environmentálních studií v Istanbulu v roce 2015. Bylo provedeno porovnání trička z konvenční bavlny a z organicky pěstované bavlny. Do posuzování byly zahrnuty všechny procesy od pěstování, sklizně bavlny, výroby vláken až po výrobu

látky, její barvení a bělení. Bylo hodnoceno globální oteplování, acidifikace a eutrofizace. Všechny sledované kategorie dopadu měly nižší dopad u triček, které byly vyráběny z organické bavlny než z konvenční bavlny. Vzhledem k omezenému množství používaných hnojiv obsahujících převážně dusík a fosfor měl u organické bavlny nejvýznamnější úbytek potenciál vodní eutrofizace až o 97 %. U trička z konvenční bavlny i z organické bavlny bylo nejvýznamnějším dopadem globální oteplování, to zejména při fázi používání, pěstování a následné sklizně a při zpracování látky. Výsledky studie poukazují na fakt, že udržitelnější postupy jsou žádoucí ve všech fázích výroby bavlněného trička, a také na nutnost edukace spotřebitelů vzhledem k chování a používání bavlněných výrobků. Pro porovnání spotřeby vody a energie na výrobu bavlněného trička a trička z polyesteru jsou zde uvedené hodnoty v tabulce č. 4 a 5. U jednoho trička vyrobeného z bavlny činí jeho hmotnost 200 gramů. [61]

Tab. 4 – Spotřeba chemikálií, energie a vody na výrobu trička z bavlny

Kroky zpracování	Spotřeba chemikálií, kg	Spotřeba energie, MJ	Spotřeba vody, l
Bělení	0,0236	1,668	10
Barvení	0,19	0,327	2
Praní	0,004	2,526	10
Změkčování	0,008	0,314	2
Sušení	-	0,36	-
Celkem	0,2256	5,04	18

Tab. 5 – Spotřeba energie a vody na výrobu trička z polyesteru

Kroky zpracování	Energie, MJ	Suspend. Částice, kg	Voda, l	CO ₂ , kg
Výroba PET	4	0,007	5	1,102
Zpracování PES	18	0,002	8	3,854
Přeprava	1,2	0,001	2	0,060
Výroba příze	6	0,004	300	1,960
Tkaní	1,1	0,013	50	1,046
Předúprava	0,9	0,003	1	0,190
Barvení	1,8	0,009	11	0,890
Dokončování	0,9	0,003	0,9	0,981
Přeprava	0,021	0,002	1	0,530
Praní a sušení	72	0,213	2500	68,812
Likvidace	4	0,007	4	2,196

Z důvodu velké spotřeby bavlny i polyesteru jsou často vypracovávány komparativní studie, kde je porovnáván jeden druh výrobku z těchto dvou materiálů. Hodnocením životního cyklu bavlny a polyesteru se zabývá studie z roku 1999 z Univerzity v Tampere ve Finsku. Cílem studie bylo prohloubit znalosti o vlivu výroby tkanin z bavlny a polyesteru. Ve výsledku je uvedeno, že výroba bavlněných tkanin spotřebuje o 40 % méně energie než výroba vláken polyesterových, ale co se týče spotřeby vody pro výrobu má bavlna mnohem větší dopady než polyester. Pesticidy, které se při výrobě bavlny využívají, mají pro lidský organismus ekotoxické účinky. Z tohoto důvodu je lepší přistupovat k volbě pěstování organické bavlny, kde hnojiva využívána nejsou. V závěru studie však uvádějí, že toto srovnání je pouze hypotetické, jelikož tyto materiály mají velmi odlišné vlastnosti a při tak velké spotřebě jaká dnes je, není možné je vzájemně nahradit. [62]

Podle vyhodnocení dostupných informací o zpracování bavlněných vláken, lze říct, že nejvíce energeticky náročným procesem je praní a bělení bavlny. Naopak nejlépe vychází změkčování. Co se týče spotřeby vody, tak nejnáročnějším procesem je praní a bělení, naopak nejlepší je barvení a změkčování. U množství spotřebovaných chemikálií je to nejvíce u procesu barvení a to 0,19 kg na 1 kus trička. U polyesterových vláken je největší spotřeba energie u praní a sušení a také zpracování polyesteru. Nejnížší hodnoty má fáze přeprava, předúprava a dokončovací práce. U spotřeby vody nejhůře vychází praní a výroba příze. Co se týče vyprodukovaného oxidu uhličitého, tak největší množství vzniká při praní a sušení, poté při zpracování polyesteru a následně při likvidaci. [63]

LCA studie zaměřená na životní cyklus vlněných textilií hodnotí dopady spojené s výrobou produktů z přírodního vlněného vlákna z ovčího rouna pro domácnost i pro průmysl. Kromě ovčího rouna zkoumají i vlákno původem z jiných přežvýkavců jako například velbloudů nebo různých druhů koz. Cílem této studie je kvantifikovat relativní příspěvky v různých fázích od výroby až po zpracování. Celosvětová spotřeba vlny v roce 2012 činila 1,3 % z celkové spotřeby textilu. Ve studii byla porovnávána vlna o různých kvalitách, kdy záleží na tloušťce vláken. Z celkové spotřeby vlny jsou zhruba dvě třetiny vynaloženy na výrobu oděvů a zbylá jedna třetina je použita na výrobu koberců, čalouněných produktů, dekorativních výrobků pro domácnost a malé množství je využito pro průmysl. Mezi země s nejvyšší produkcí čisté vlny patří Austrálie, Čína a následně Nový Zéland. Mezi hlavní fáze v životním cyklu výroby bavlny lze zařadit prvovýrobu surové vlny, primární zpracování, předení, tkaní, výrobu oděvů případně jiných výrobků, recyklaci a likvidaci. Při zpracování LCA je u vlněného materiálu nutné brát v úvahu to, že kromě hlavních produktů

a meziproduktů vzniká také velké množství vedlejších produktů jako je maso, mléko či lanolin. [64]

Hodnocením ekologické stopy výroby recyklované vlny se zabývala Univerzita v Bologni v Itálii. Pro vyhodnocení dopadů byly zkoumány čtyři nejdůležitější procesy pro výrobu recyklované vlny. Dodávka odstřížků a jejich následná příprava, rýhování a barvení. Nejkritičtější procesem je z hlediska vysoké spotřeby vody a použití velkého množství chemických látek barvení. Bylo zjištěno, že kategorie dopadu nejvíce související s výrobou recyklované vlny jsou toxicita pro člověka, vyčerpání abiotických zdrojů, anorganické částice uvolněné do ovzduší a změna klimatu. [65]

Z důvodu toho, že velké množství studií je zaměřeno pouze na konkrétní typ textilního produktu, jako může být například triko, kalhoty a podobně, či druh materiálu, ze kterého je oblečení vyrobeno, případně se jedná o jednu nebo více fází životního cyklu, se spojila Univerzita Moratuwa ze Srí Lanky a Univerzita Surrey ve Velké Británii, aby vytvořily studii shromažďující údaje o dopadech na životní prostředí, ke kterým dochází v různých fázích životního cyklu. Zabývají se hlavně daty o spotřebě energie, množství emisí skleníkových plynů a spotřebě vody v každé fázi výroby textilních materiálů. Studie si klade za cíl hlavně sloužit pro výzkumné účely pro akademické pracovníky, nebo pro návrháře či spotřebitele, kterým může tato studie pomoci při rozhodování o volbě a případném užívání určitého druhu materiálu. Odhalily, že pro životní prostředí má největší dopad fáze těžby surovin. V této fázi bylo také zjištěno, že materiál, který má nejmenší dopady z hlediska spotřeby vody, energie a množství emisí skleníkových plynů, je len, Nylon 66-A a organicky pěstovaná bavlna. Co se týče pouze emisí skleníkových plynů, tak nejnižší dopad vzniká při produkci jutowých vláken a vláken z viskózy. Nejvyšší dopad v této fázi cyklu je u přírodního i syntetického hedvábí. Nylon 66-A má nejnižší spotřebu vody stejně jako recyklovaná bavlna. Největší spotřebu vody vykazuje hedvábí. U fáze výroby příze a tkanin je nejdůležitějším procesem předení. Nejčastěji hodnocenými kategoriemi dopadu v této fázi jsou emise skleníkových plynů a spotřeba energie. Spotřeba vody je v této fázi oproti ostatním minimální, v některých případech zanedbatelná. Ve fázi výroby oděvů jsou většinou hodnoceny již konkrétní typy produktů, jako např. v této studii je to košile, bunda, tričko a podprsenka. Tato fáze je pro studii LCA zásadní, nicméně je zde mnoho procesů, které nejsou v hodně případech zkoumány jako například stříhání, vyšívání, šití, řezání laserem, tisk, kontrola a balení, to znamená, že výsledky jsou z této fáze značně nedokonalé. Fáze užívání je z hlediska dopadů náročná hlavně z důvodů domácího praní, žehlení

a chemického čištění. Hodnoty byly pro domácí praní definovány pro konkrétní materiály: bavlna, polyester a vlna i pro konkrétní teplotu. Se zvyšující teplotou praní roste i spotřeba energie a množství emisí skleníkových plynů. Ve studii je zmíněno, že v této fázi je nejvíce zkoumaný proces praní, nicméně existuje pouze malé množství dat v oblasti sušení, žehlení a chemického čištění. V konečné fázi životnosti materiálů jsou hodnoceny procesy: recyklace, opětovné použití, spalování, zplyňování a skládkování. Získaná data ukazují, že nejmenší dopady z hlediska spotřeby energie má proces opětovného použití a následně recyklace. Oproti spalování či zplyňování má recyklace nižší množství emisí skleníkových plynů, nicméně spotřeba energie je vysoká. Opětovné použití ve fázi konce životnosti textilu má nejmenší dopad a je nejlepší volbou pro nakládání s textilem na konci jeho životnosti. Ve studii je dále upozorněno na nedostatek studií zaměřených na výrobu netkaných textilií, jelikož je poptávka po nich stále zvyšuje, nedostatek je i studií zaměřených na nové inovativnější materiály nebo udržitelnější postupy výroby. [66]

Ze studie vypracované Univerzitou v Helsinkách z roku 2012 vyplývá, že ve Finsku bylo 20 % textilního odpadu pomocí sběrných kontejnerů sesbíráno a opětovně využito zejména pro charitativní účely. Ve studii je také zmíněno, že pouze pár procent z celkového množství textilního odpadu je recyklováno. Ve většině případů je vyřazený textilní odpad shromažďován v tuhém komunálním odpadu a následně je spálen ve spalovně, přičemž vzniklá energie je využita. Cílem této studie bylo zjistit toky textilních materiálů i textilních odpadů ve Finsku a posoudit pomocí metody LCA výkonnost současného systému. Při provedení LCA studie zjistili, že v případě zvýšení množství tříděného sběru odpadních textilií a jejich následné recyklace či opětovného využití lze získat přínosy z hlediska životního prostředí. Přínosy vznikly z potenciálně získané kompenzace původní výroby textilií recyklací nebo opětovným využitím. Nelze však s jistotou říct, do jaké míry ve skutečnosti kompenzuje opětovné využití původní produkci. V některém případě by to naopak mohlo přispět k vyšší poptávce, což by bylo nežádoucí. Dále je ve studii zmíněno, že existuje nejistota ohledně náhrady přírodních vláken recyklovanými vlákny, ačkoliv se procesy chemické recyklace neustále vyvíjejí. Aby se zvýšilo množství textilního odpadu, který by byl opětovně využíván nebo recyklován, vyžadovalo by to provést zásadní změny současného systému a zapojení všech členů patřících do textilního řetězce. [67]

Zajímavé shrnutí současných znalostí z oblasti recyklace a znovupoužití nabízí článek Sandina a Peterse. Autoři uvádí, že 85 % prací se zabývalo recyklací, 41 % znovupoužitím. Nejvíce publikací se věnovalo recyklaci vláken, na druhém místě byla

recyklace polymerů a oligomerů dále monomerů a na posledním místě byla recyklace textilních látek. Nejvíce pozornosti bylo soustředěno na studium vláken, a to bavlny (76 %); na druhém místě polyesteru (63 %). Publikace podporují tvrzení, že znovupoužití a recyklace snižuje nepříznivý dopad na životní prostředí, a že znovupoužití je výhodnější než recyklace. Přitom některé studie nabízejí i scénáře, podle kterých znovupoužití i recyklace nejsou tolik přínosné kvůli určitým environmentálním dopadům. Další data, která článek shrnuje, jsou následující. 63 % textilních vláken se vyrábí z petrochemických látek, které produkují významné množství emisí CO₂. Zbývajícím 37 % dominuje bavlna (24 %), která spotřebovává velké množství vody a pesticidy, které se používají při jejím pěstování, způsobují toxické znečištění. Přitom následující stupně zpracování bavlny způsobují další poškozování životního prostředí. Hlavními zdroji toxických emisí jsou barvení, tisk, máchání. Procesy výroby bavlněných látek (předení, tkání, pletení) potřebují energii, která se nejčastěji získává z fosilních zdrojů. Jedna z citovaných publikací hodnotící situaci ve Švédsku odhaduje, že kvůli několika kategoriím je nutné snížit tyto dopady na životní prostředí o 30 – 100 % do roku 2050, aby bylo možné textilní průmysl považovat za udržitelný. Z těchto důvodů je zájem na tom, aby se pro recyklaci a znovupoužití textilních výrobků stanovila pravidla, což by posunulo textil výše v hierarchii odpadového hospodářství. To je také v souladu se směrnicí EU z roku 2008 o odpadech. Článek dále zmiňuje skutečnost, že přínosy různých způsobů recyklace a znovupoužití pro životní prostředí byly zhodnoceny v literatuře za použití metody LCA. Skutečnost, že dosud nebylo provedeno a ve vědeckých časopisech publikováno zhodnocení těchto studií, znamená, že není k dispozici zdroj, který by například shrnoval, co bylo, a co nebylo studováno, co nám výsledky těchto studií říkají o potenciálním vlivu znovupoužití a recyklace na životní prostředí, jaké metody a metodologické předpoklady se v těchto studiích obvykle používají, jestli existují obecné problémy metodik, které vyžadují řešení. [2]

Studie Allwoodem a spol. popisuje environmentálními dopady podle lokace, podle změny v chování spotřebitelů, podle nových výrobků a použitých materiálů. Dopad na zdroje elektrické energie vypočítává podle způsobu výroby elektřiny (ve Velké Británii to bylo pro rok 2006 ze 40 % uhlí, 30 % plyn, 20 % jádro a přibližně 5 % obnovitelné zdroje). [68]

2 Experimentální část

Diplomová práce byla zaměřena na zmapování současného stavu nakládání s odpadním textilem, jeho případné další zpracování v České republice a posouzení dopadů na životní prostředí. Cílem tedy bylo (1) získat aktuální data o množství sebraného textilního a dále tříděného odpadu. V dalším kroku potom byly z těchto dat vybrány informace relevantní pro (2) posouzení dopadů jednotlivých způsobů a návazných technologií zpracování tříděného textilního odpadu pomocí metody LCA.

2.1 LCA analýza

Posouzení životního cyklu odpadu (papír, plasty, sklo, kovy, nápojové kartony) od odložení do kontejnerů až po jejich další využití nahrazující primární suroviny je důležité především z hlediska dopadu na životní prostředí. Pro tento účel je používána metoda LCA, která má mezinárodními normami jasně postavenou strukturu a jde o systematický proces. V případě této práce je v první fázi stanoven cíl studie a definovaná hranice systému. Ve druhé fázi je popsán průběh získávání dat. Ve třetí fázi je stanoveno schéma systému nakládání s textilním odpadem v Oblastní charitě Pardubice (OChP) a jsou stanoveny kategorie dopadu. V poslední fázi jsou shrnuty výsledky analýzy metodou LCA.

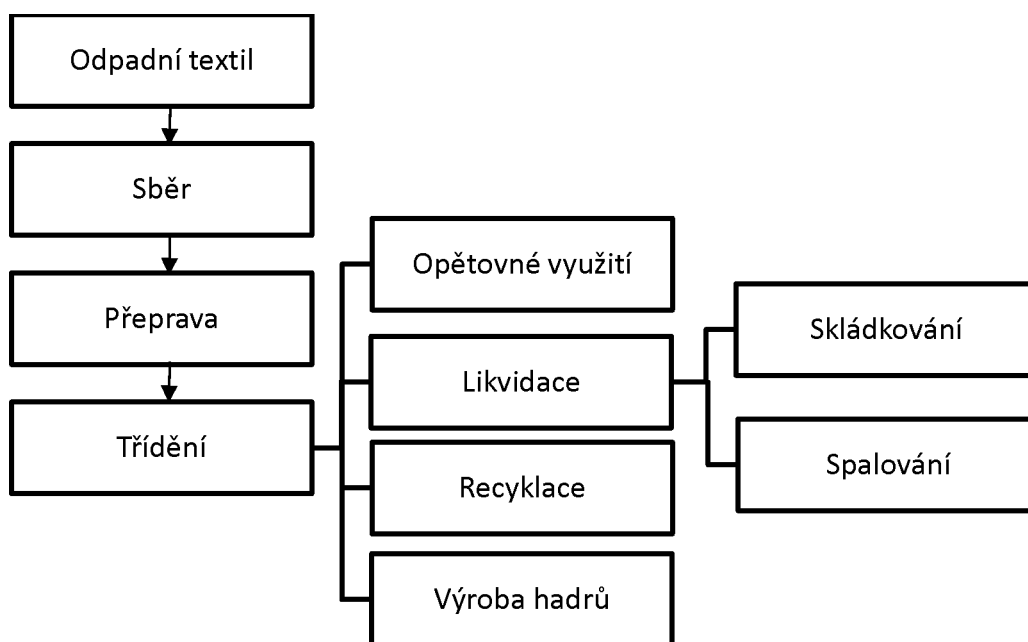
2.1.1 Definice cílů a rozsahu

Předmětem této studie bylo posouzení různých způsobů nakládání s textilním odpadem. Práce reaguje jednak na snahy dobrovolných, neziskových organizací [8] popularizovat postupy oběhového hospodářství v oblasti textilních odpadů, jednak na plánované zavedení povinnosti obcí třídit textilní odpad od roku 2025. [16] Studie je určena převážně pro laickou veřejnost jako podpora všeobecné informovanosti, ale může být také použita odborníky zabývajícími se problematikou textilního odpadu. Je materiálem vhodným pro další posuzování environmentálních dopadů textilních odpadů či pro podpoření zájmu o sběr dat v oblasti textilního odpadu a podporu jeho separace a jeho dalšího využití.

Původním záměrem práce bylo použití funkční jednotky „množství textilního odpadu na jednu osobu za rok v obci Pardubice“. Nicméně kvůli omezenému množství dat a také z důvodu, že v Pardubicích jsou obsluhovány sběrné kontejnery celkem třemi společnostmi (Diakonie Broumov, OChP a TextileEco) a data pro Pardubický kraj byla poskytnuta pouze Oblastní charitou Pardubice, musela být funkční jednotka upravena na „vliv sesbíraného textilního odpadu odloženého ve sběrných kontejnerech Charity Pardubice za jeden rok na

životní prostředí“. Množství bylo přepočítáno podle průměrného množství textilu v jednom kontejneru týdně, celková hmotnost činila 212 tun textilního odpadu za rok. Hlavní spolupráce byla navázána s Magistrátem města Pardubice (MMP) a OChP, jež poskytly data, která byla zahrnuta a zohledněna při zpracování experimentální části. MMP disponuje pouze informacemi o množství textilu v toku odpadů, ale nemá data pro množství sesbíraného textilu jako celku. Z tohoto důvodu byla použita data poskytnutá OChP.

Hranice systému byla stanovena „od brány k bráně“, a to od sběru odpadního textilu k jeho odstranění nebo využití, viz obrázek č. 6. Po naplnění sběrných nádob je textil odvezen k vyřídění. Dle kvality je z odpadu vyříděn textil, který lze ještě opětovně využít a za symbolickou cenu případně prodat. Nenositelná část textilu je přenechána společností, které textil recyklují a případně zpracovávají na jiné výrobky, bavlněné části textilií je možné využít na výrobu hadrů. Nerecyklovatelný textil je likvidován uložením na skládku odpadů nebo je spálen ve spalovně.



Obr. 6 – Hranice systému nakládání s odpady v Oblastní charitě Pardubice

2.1.2 Inventarizace

Cílem práce bylo získat aktuální data o množství sebraného textilního a dále tříděného odpadu, které by bylo možné použít ve fázi inventarizace pro vyhodnocení problematiky nakládání s textilním odpadem za použití metody LCA. Sběr dat byl zaměřen na zmapování problematiky plošně na úrovni celé České republiky. Proto byly osloveny subjekty s celorepublikovou působností jako Ministerstvo životního prostředí,

Česká informační agentura životního prostředí (CENIA) a Institut Cirkulární Ekonomiky. Data regionálního rozsahu byla poptávána na MMP. Dále byl průzkum směřován na jednotlivé společnosti zabývající se sběrem, tříděním a recyklací odpadního textilu. Informace byly získávány prostřednictvím elektronické komunikace nebo telefonicky. Byla poptávána data týkající se množství sesbíraného textilního odpadu v celé České republice, případně pouze v oblasti, ve které daná organizace působí, data týkající se materiálového složení textilních odpadů a způsobu nakládání s nimi. Některé organizace poskytly pouze omezené informace nebo odkázaly na informace veřejně dostupné na internetových stránkách. Část oslovených firem odmítlo poskytnout požadovaná data s ohledem na obchodní tajemství nebo mezery ve vlastní evidenci. S firmami Diakonie Broumov a OChP byla domluvena osobní schůzka, při které proběhlo seznámení s provozem a byly diskutovány otázky týkající se množství sebraného textilního odpadu v kontejnerech těchto společností a způsobu nakládání s tímto textilem.

2.1.2.1 Získaná data

Elektronickou cestou bylo kontaktováno **Ministerstvo životního prostředí** se žádostí o poskytnutí dat týkajících se České republiky pro rok 2018, 2019, 2020 a 2021. Byl poptáván kód odpadu 20 01 10 – oděvy a kódy nakládání X00 – Produkce odpadů, XR1 – Využití odpadu způsobem obdobným jako paliva nebo jiným způsobem k výrobě energie, XR3 – Získání/regenerace organických látek, které se nepoužívají jako rozpouštědla (včetně biologických procesů mimo kompostování a biologickou dekontaminaci), XD1 – Ukládání v úrovni nebo pod úrovní terénu (skládkování) a XN7 – Přeshraniční přeprava odpadu do členského státu EU z ČR [69]. Ministerstvem životního prostředí bylo sděleno, že žádost o poskytnutí výše uvedených dat podléhá schválení a je zpoplatněna. Dále probíhala elektronická komunikace již s Českou informační agenturou životního prostředí, která sdělila, že data ve výše uvedeném rozsahu poskytne bez poplatku. Následně CENIA přestala komunikovat a data neposkytla. Komunikace s těmito subjekty nepřinesla očekávané výsledky.

Dále byl požádán o informace **INCIEN**, který problematiku odpadního textilu popularizuje na svých webových stránkách a na sociálních sítích, případně vydává publikace v časopisech jako například Odpadové fórum. Z toho důvodu byl očekáván odborný pohled na problematiku podložený konkrétními daty z terénu. Po prvním kontaktu prostřednictvím emailové komunikace, kdy po měsíci čekání nikdo neodpověděl, byl kontaktován pracovník, který se na problematiku textilního odpadu specializuje. Bohužel se omluvil s odkazem na

datové mezery v této oblasti a požadovaná data neposkytl. Nabídl data týkající se množství textilního odpadu v komunálním odpadu, nicméně kvůli právě probíhající tvorbě studie data také nebyla k dispozici. Nedostatečná data v tomto odvětví jsou způsobena tím, že neexistuje zákonná povinnost je zaznamenávat.

Společnosti, které byly dále osloveny, se převážně zabývají sběrem použitého textilu, kde část lze znovu využít, část je možné recyklovat a zbylé množství se odstraňuje. Jednatel společnosti **DIMATEX** odmítl sdělit podrobné informace z důvodu nesouhlasu majitelů. Byly poskytnuty alespoň částečné informace, ze kterých vyplývá, že průměrná výtěžnost jednoho sběrného kontejneru je přibližně 200 kilogramů měsíčně, přičemž těchto kontejnerů je v České republice 1500. Další údaje jsou znázorněny v tabulce č. 6. Velký rozptyl hodnot je daný skutečností, že se sebrané množství liší podle ročních období a podle umístění kontejnerů. Pokud nenajde textil jiné využití, využívá se energeticky v ZEVO nebo se z ekonomických důvodů odstraňuje skládkováním.

Tab. 6 – Data poskytnutá firmou DIMATEX

Využití odpadních oděvů	Množství, %
Opětovné využití	10 – 40
Čisticí hadry	20 – 40
Průmyslové využití/výrobní surovina	5 – 30
Neziskové organizace	0,1 – 5
Likvidace	1 – 10

Mluvčí firmy **POTEX** odkázal pouze na informace veřejně přístupné na webových stránkách společnosti. Na stránkách bylo možné zjistit, že množství nasbíraného textilu v roce 2021 bylo 2 830 tun. Z tohoto množství bylo připraveno 140 tun oblečení, které prodají za symbolickou částku. Získané peníze byly použity na úhradu nákladů a zbytek jako dary nadacím. Mezi tyto nadace patří Klokánek, Naděje, Pomocné tlapky o.p.s., Progressive, Sananim, Pro-Contact, Linka bezpečí, Centrum sociálních služeb Praha, Nadace naše dítě, Kapka naděje a Dobrý skutek.

Prostřednictvím telefonické komunikace a následně i komunikace prostřednictvím emailu byl kontaktován mluvčí společnosti **TextilEco a.s.** Bylo žádáno o data spojená s množstvím sesbíraného textilu a následné nakládání s ním. Bohužel bylo sděleno, že

společnost s ohledem na své interní pravidlo tyto informace sdělovat nemůže a požadovaná data nebyla poskytnuta.

Po telefonické domluvě s mluvčím společností **Arca Chrast**, kdy bylo po poskytnutí údajů přislíbeno, že se pro další možnou spolupráci a poskytnutí informací ozvou, nicméně společnost se neozvala a informace nakonec poskytnuty nebyly.

Se sociálním družstvem **Diakonie Broumov** byla domluvena schůzka v místě působnosti v Broumově. Byl představen provoz továrny a zodpovězeny dotazy k chodu firmy. Družstvo momentálně zaměstnává okolo 120 osob, které jsou v některých případech těžko zaměstnatelné, kromě ekologického aspektu splňují tedy i sociální faktory. V místě pracoviště je ubytovna pro zhruba 30 zaměstnanců. Důležitou součástí provozu je i kontrola kvality prováděných činností, jelikož pro firmu je z ekonomického hlediska žádoucí vytřídit co nejvíce oděvů pro opětovné využití, recyklaci nebo transport do rozvojových zemí, nikoliv oděvy posílat na likvidaci. Nekvalitní vytřídění oděvů může být pro některé zaměstnance usnadnění jejich práce. Část zaměstnanců pracuje přímo v Diakonii v Broumově a další část pracuje na prodejnách, v dopravě při sběrech obsahu z kontejnerů a podobně. V Královéhradeckém kraji a v Praze mají celkem 15 prodejen, kde za symbolickou cenu prodávají získaný textil, který je v dobrém stavu. Množství kontejnerů činí zhruba 1000 po celé České republice. Jsou pravidelně vyváženy, záleží ovšem na místě, kde je kontejner umístěn. V některém případě je kontejner vyvážen jednou týdně i víckrát, v jiném případě může být vyvážen jednou za dva týdny. Pro vývoz musí být kontejner naplněn, aby byl sběr co nejvíce efektivní.

Provoz Diakonie funguje tak, že nejprve je obsah kontejnerů přivezen v nákladních automobilech do Diakonie, kde je odpadní textil pomocí pojízdné plošiny převážen přímo na třídící linku (obr. 7). Diakonie disponuje speciální kruhovou třídící linkou, která je svým tvarem i velikostí unikátní. Zaměstnanci zde třídí přivezený textil celkem do 56 sort a jiné nežádoucí produkty, které jsou také nedílnou součástí obsahu kontejnerů, od textilu oddělují. Nežádoucí složky, které se v kontejnerech objevují tvoří 1 %. Patří mezi ně například papírové nebo pastové odpady, které by končily jinak v komunálním odpadu, malé elektrospotřebiče atd. To komplikuje a ztěžuje Diakonii práci, jelikož se musí starat i o likvidaci těchto produktů. Sorty jsou například dětské oblečení, kalhoty, svetry, kabáty, bazar, košile, řezárna atd. Třídění je znázorněno na obr. 8. Odpadní textil, který je již nějakým způsobem poškozený nebo špinavý, je rovnou posílán na likvidaci. Diakonie se již nezabývá čištěním ani praním textilu. Již roztříděný textil padá do předem připravených

kontejnerů odkud je opět přesunut na další třídění, kde je již tříděn dle kvality materiálu a jeho aktuálního stavu, velikostí, barev a podobně. Zvláště se pak třídí nevhodný bavlněný materiál a silon. Silon je pro další nakládání velice problematický a momentálně Diakonie řeší, jak nejlépe s ním naložit, aby nemusel být likvidován. Bavlněný materiál se přesouvá do sekce recyklace. Mezi problematictější oděvy lze zařadit například poškozené bundy, které obsahují řadu vrstev z různých materiálů, nebo boty, u kterých se často stává, že nejsou dostatečně v páru spojeny a v průběhu třídění tak dojde k jejich oddělení, nelze je pak využít a jsou likvidovány.

Množství sesbíraného odpadního textilu z kontejnerů se každoročně pohybuje mezi 6 až 7 tisíci tun. V roce 2020 množství činilo 7200 tun. Měsíčně se množství sesbíraného textilu pohybuje okolo 500 tun, nicméně záleží i na dalších faktorech jako je například roční období. Nejméně textilu je sesbíráno v měsících leden a únor a o letních prázdninách. Většinou se v kontejnerech nachází odpadní textil po aktuálně končící sezóně, což způsobuje komplikace týkající se dlouhodobého skladování textilu. Oblečení, které je nutno skladovat před vývozem do rozvojových zemí je umístěno v areálu Diakonie.



Obr. 7 – Kruhová třídící linka v Diakonii Broumov



Obr. 8 – Třídění na kruhové třídící lince v Diakonii Broumov

Vytříděný odpadní textil je rozdělen na opětovné využití, recyklaci, transport do rozvojových zemí nebo likvidaci (skládkování). Oblečení, které je vhodné a stále moderní je prodáváno v prodejnách Diakonie. Celkové množství tohoto oblečení činí až 2 % z vytříděného oblečení. Oblečení, které je sice v dobrém stavu, ale není již v našich podmínkách módní a nebyl by o něj zájem, je transportováno do rozvojových zemí. Oblečení je lisováno podle druhu do balíků po 45 kilogramech. Pro každou zemi je používána pro lepší přehlednost jiná barva igelitu, do kterého je oblečení lisováno. Odpadní textil, který je nevhodný k recyklaci, transportu do rozvojových zemí nebo k opětovnému využití, je skládkován. Skládkování je dostupnější variantou, jelikož spalovna není v blízkém okolí a musela by se řešit navíc doprava, skládkování je ale i ekonomicky výhodnější variantou. Zbylé množství je recyklováno. Je rozděleno dle požadovaných druhů materiálů, hlavně na bavlněný materiál, který je řezán na hadry a zbaven dalších nežádoucích částí jako jsou knoflíky, zipy a podobně. Dle požadavků zákazníka je případně rozdělen dle barev. Takto připravený materiál odkupuje externí firma, která se o jeho následnou recyklaci stará. Recyklovaný materiál je pak z velké části používán v automobilovém průmyslu.

Tab. 7 – Nakládání s textilním odpadem v Diakonii Broumov

Způsob nakládání s odpadním textilem	Množství, %
Opětovné využití (prodej na prodejně)	1 – 2
Recyklace	46
Transport do rozvojových zemí	40
Skládkování	7 – 12

Některé z dalších společností poptávaná data neposkytly, případně uvedly důvody, proč data nebylo možné zveřejnit. Tato část fáze inventarizace byla problematická, jelikož společnosti často nebyly ochotné potřebná data poskytnout, a to způsobilo omezení původně zamýšleného rozsahu analýzy LCA. Vzhledem k průběhu komunikace byla další práce zaměřena na oblast Pardubic a blízkého okolí, kde poskytl data MMP.

Magistrát města Pardubice poskytl informace týkající se produkce odpadů (oděvů) od roku 2015 do roku 2021 na území města. Jedná se o data z vyhodnocení plánu odpadového hospodářství města Pardubic. Uvedené množství odpadů je z důvodu výše definované funkční jednotky přepočítáno na množství odpadních oděvů na osobu za jeden rok v oblasti Pardubic a blízkého okolí. V tabulce č. 8 je uvedeno množství textilního odpadu s kódem 20 01 10 (oděvy) a počty obyvatel za sledované roky dle Českého statistického úřadu. Průměrný počet obyvatel je za posledních sedm let 90 855. V tabulce je dále uvedeno množství vyhozeného textilního odpadu na jednu osobu za rok v kilogramech.

Tab. 8 – Množství textilního odpadu (TO) na osobu za rok v Pardubicích

Rok	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Množství TO, t	249,4	254,2	207,2	232	251,5	250,7	253,5
Počet obyvatel v Pardubicích	89 683	90 044	90 335	90 688	91 727	91 755	91 755
Množství TO na 1 osobu za rok, kg	2,78	2,82	2,29	2,56	2,74	2,73	2,76

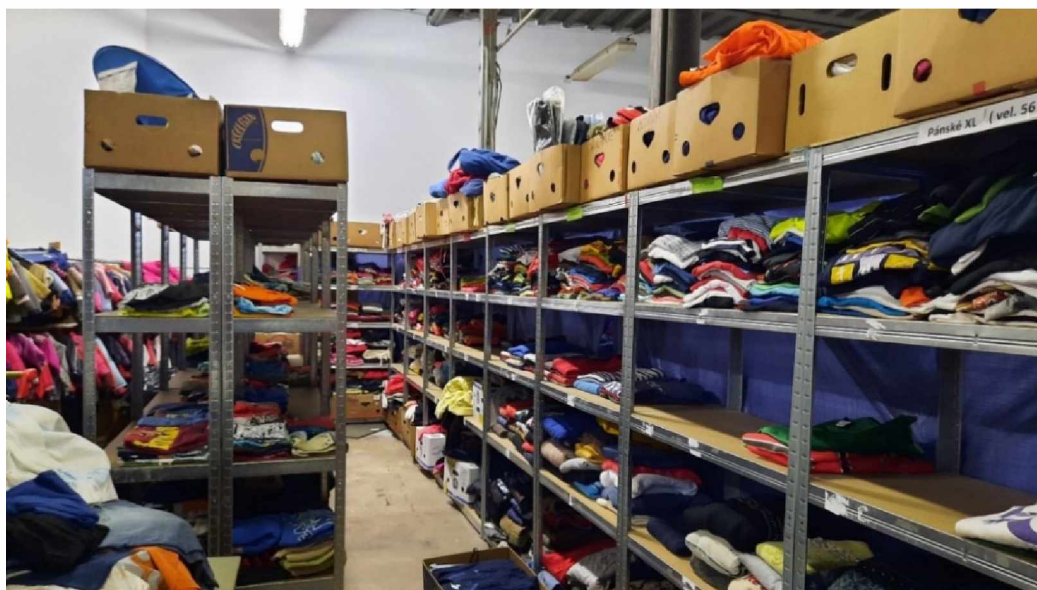
S Oblastní charitou Pardubice byla domluvena osobní schůzka, na adrese Pichlova 1573, kde má sklad sesbíraného textilního odpadu. Na místě byl představen provoz a zástupce firmy zodpověděl na dotazy týkající se chodu firmy a poskytl informace. OChP funguje již od roku 2013. Sbírá textilní odpad v celkem 20 sběrných kontejnerech umístěných v Pardubickém kraji. Množství oblečení, které je sesbíráno za rok, organizace neviduje. Eviduje množství textilního odpadu, který již po vytrídění nelze opětovně využít.

Ročně se takto vytrídí přibližně 100 tun oblečení, které již není v dobrém stavu a je předáno firmě DIMATEX pro další nakládání. Kontejnery jsou vybírány podle potřeby alespoň jednou týdně, přičemž jeden kontejner obsahuje přibližně 200 kg textilu. To činí ročně 212 tun sesbíraného textilu.

Kontejnery jsou svázeny autem do skladu oblečení, kde je obsah ručně tříděn dle kvality, použití, velikostí a podobně. Oblečení, které lze ještě opětovně využít je srovnáno dle velikostí, jak je vidět na obrázku č. 9. Charita spolupracuje s městem Pardubice a dalšími sociálními zařízeními, které pomáhají sociálně slabším osobám. Ročně charita obslouží přibližně 800 klientů. Oblečení, které nejde na likvidaci, ale lze jej využít, je poskytováno zcela zdarma. Data, která poskytla Charita Pardubice jsou přehledně uvedeny v tabulce č. 9.

Tab. 9 – Data poskytnutá OChP

Množství sebraného textilu	212 tun za rok
Způsob nakládání s textilem:	53 % opětovně použito k nošení
	47 % předáno společnosti DIMATEX k dalšímu nakládání

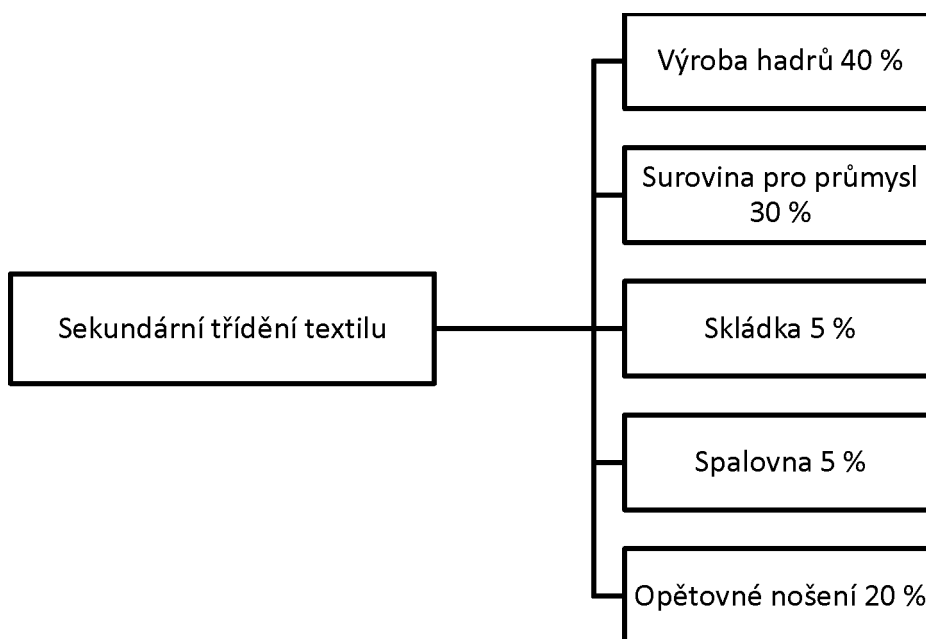


Obr. 9 – Srovnané oblečení dle velikostí v OChP

2.1.3 Hodnocení dopadů

Pro vyhodnocení environmentálních dopadů nakládání s textilním odpadem metodou LCA byl použit software GaBi s verzí Professional 10.6.0.110 (Thinkstep, nyní Sphera). V tomto softwaru bylo sestaveno schéma modelu životního cyklu, které je znázorněné na obrázku č. 11.

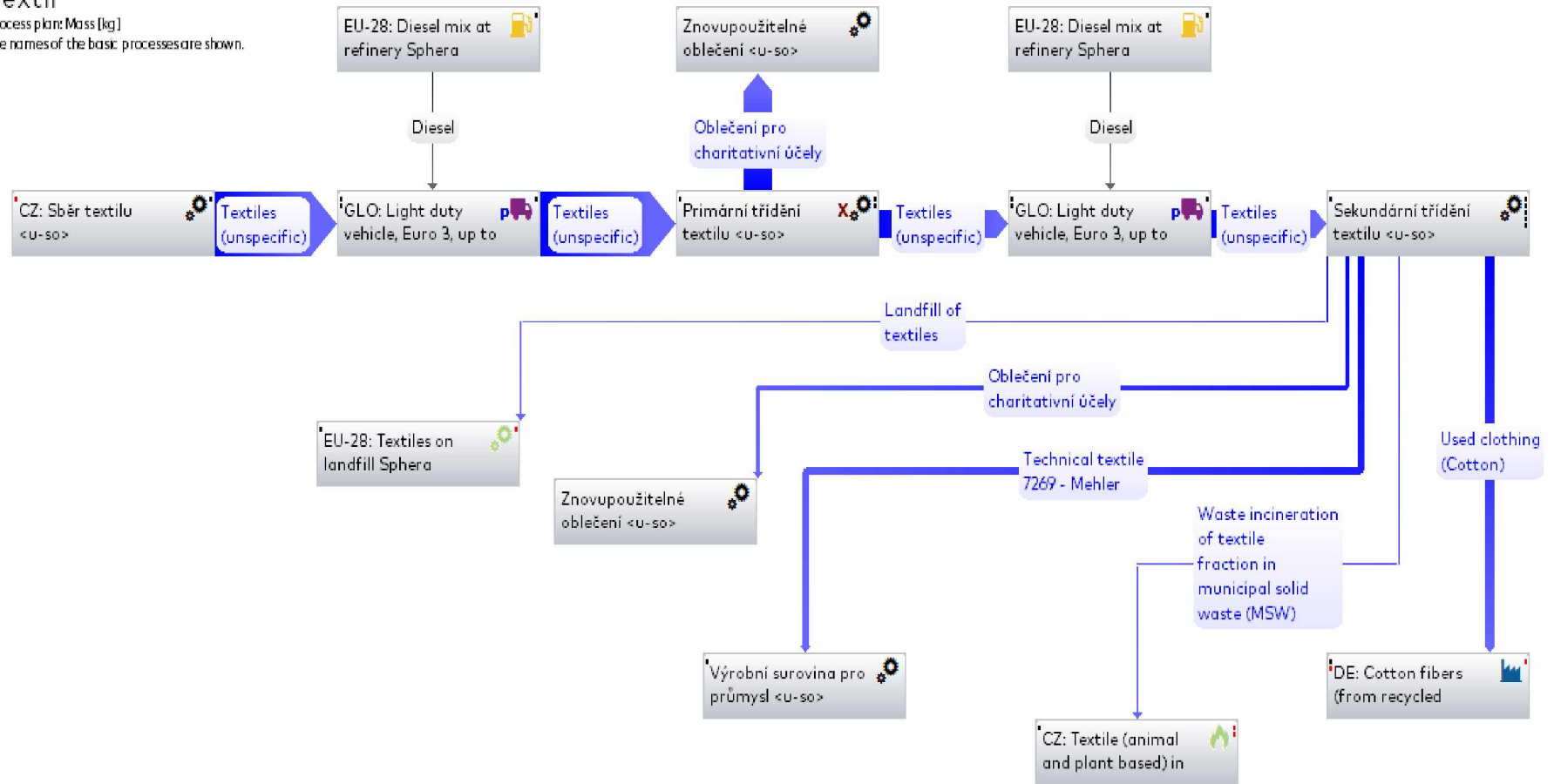
Výchozí množství textilního odpadu sesbíraného v Pardubickém kraji OChP bylo dle průměrného množství sesbíraného textilu v kontejnerech stanoveno na 212 tun textilního odpadu ročně. Toto množství je poté transportováno na primární třídění, odkud je přibližně 100 tun posíláno na likvidaci a 112 tun je opětovně využito k nošení. Po primárním třídění následuje transport k sekundárnímu třídění, kde je textil rozdělen dle kvality a funkce. Pro přepravu textilního odpadu je používána menší dodávka o nosnosti 3,5 tuny. První přeprava po Pardubickém kraji při sběru kontejnerů byla stanovena na 10 kilometrů a druhá přeprava textilního odpadu, který již posílá OChP na likvidaci, byla stanovena na 130 kilometrů. Odpadní textil je rozdělen na textil určený ke skládkování, spalování, k recyklaci jako výrobní surovina pro průmysl a k výrobě hadrů. Tyto způsoby nakládání jsou hodnoceny z hlediska dopadů na životní prostředí. Potenciální environmentální dopady byly vyjádřeny pomocí metodiky ReCiPe 2016 jako kategorie dopadu, které jsou uvedeny v tabulce č. 10. Množství odpadního textilu, který je určen k likvidaci, byl dle dostupných dat rozdělen procentuálně podle toho, jak je s ním nakládáno. Pro lepší přehlednost je rozdělení posuzovaných technologií nakládání s textilním odpadem po sekundárním třídění, tak jak byly zadány do softwaru GaBi pro vyhodnocení, znázorněno na obrázku č. 10.



Obr. 10 – Používané technologie pro nakládání s textilním odpadem

Textil

Process plan: Mass (kg)
The names of the basic processes are shown.



Obr. 11 – Životní cyklus nakládání s textilním odpadem v OČHP

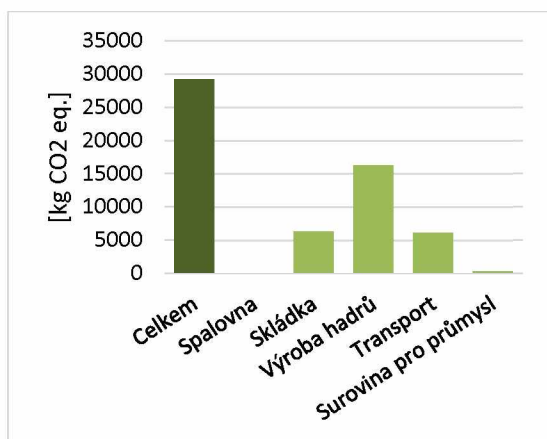
2.1.3.1 Kategorie dopadu

Díky kategoriím dopadu lze specifikovat vznikající environmentální problém, který lze přiřadit ke konkrétní antropogenní příčině, kterou lze chápat jako elementární tok látky, energie, případně jiného vlivu na životní prostředí. Lze je rozdělit na midpointové a endpointové kategorie dopadu. Midpointové kategorie měří vlastnost látky a endpointové charakterizují jev v prostředí. Dále se dají kategorie dopadu rozčlenit do dvou kategorií, a to na kategorie surovinové a intervenční. Surovinové kategorie prezentují úbytek surovin biotického nebo abiotického původu, příkladem je úbytek neobnovitelných zdrojů. Intervenční kategorie spočívají v zaústění specifického elementárního toku, příkladem je emise toxické látky do životního prostředí. [56]

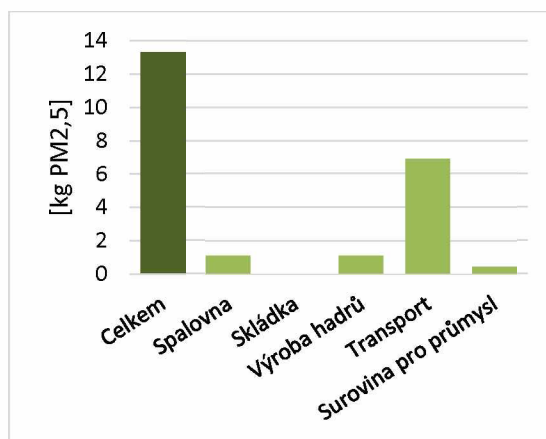
Tab. 10 – Posuzované kategorie dopadu a jejich stručný popis

Kategorie dopadu	Jednotka	Kategorie dopadu	Jednotka
Klimatická změna	kg CO ₂ eq.	Mořská ekotoxicita	kg 1,4-DB eq.
Tvorba prachových částic	kg PM _{2.5} eq.	Mořská eutrofizace	kg N eq.
Spotřeba fosilních surovin	kg paliva eq.	Spotřeba kovů	kg Cu eq.
Spotřeba sladké vody	m ³	Fotochem. tvorba O ₃	kg NO _x eq.
Sladkovodní ekotoxicita	kg 1,4-DB eq.	Poškození stratosférického O ₃	kg CFC-11 eq.
Sladkovodní eutrofizace	kg P eq.	Půdní acidifikace	kg SO ₂ eq.
Humánní toxicita	kg 1,4-DB eq.	Půdní ekotoxicita	kg 1,4-DB eq.

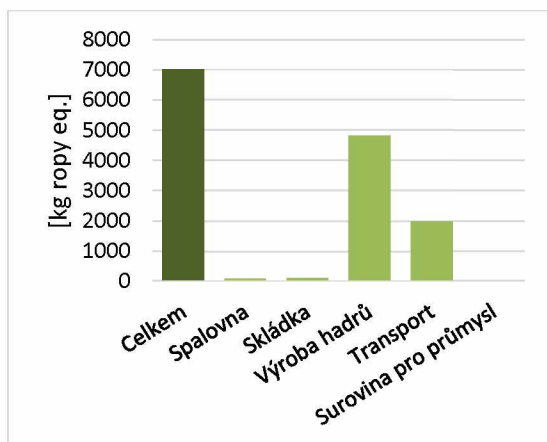
Největší dopad pro kategorii dopadu **klimatické změny** (obr. 12) v přepočtu na množství oxidu uhličitého přináší výroba hadrů z již nepotřebných bavlněných textilií, které již nelze znovu použít k nošení. Nejmenší dopady pak způsobuje odstranění textilií spalováním a jejich použití jako výchozí suroviny pro průmyslovou výrobu. Na obrázku č. 13 je znázorněn vliv technologií na množství vzniklých **prachových částic**, které se dostanou do ovzduší o velikosti PM 2.5. Nejhuře vychází transport, výroba hadrů z bavlněných zbytků a odstranění textilního odpadu ve spalovně. Nejméně zatěžuje životní prostředí skládkování. Obrázek č. 14 je znázorňuje vliv **spotřeby fosilních paliv**. Největší dopad na životní prostředí je zaznamenán při výrobě bavlněných hadrů, nejmenší dopad při využití textilií jako výchozí suroviny pro výrobu. Největší **spotřeba sladké vody** v m³ (obr. 15) je spojená jednoznačně s výrobou hadrů z bavlněných zbytků, a naopak nejmenší dopady, co se týče spotřeby vody, jsou při procesu použití textilu jako výchozí suroviny pro výrobu a při skládkování.



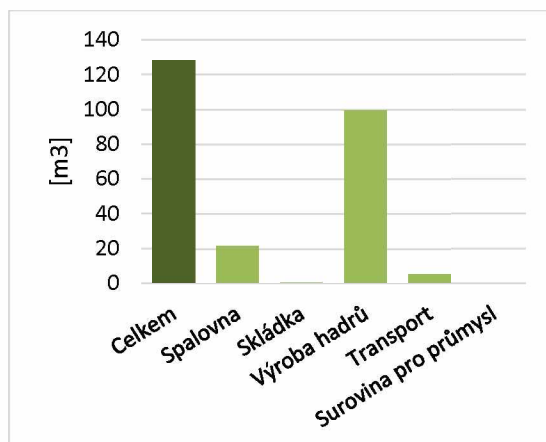
Obr. 12 – Klimatická změna



Obr. 13 – Tvorba prachových částic

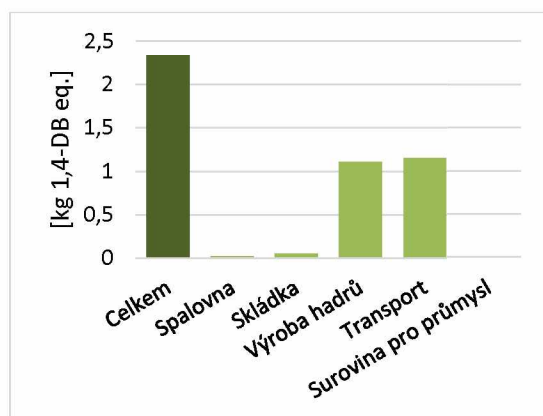


Obr. 14 – Spotřeba fosilních surovin

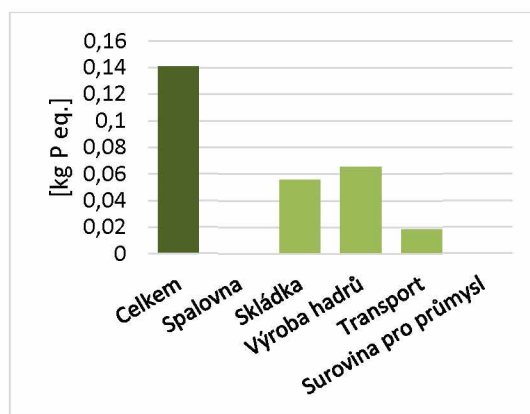


Obr. 15 – Spotřeba sladké vody

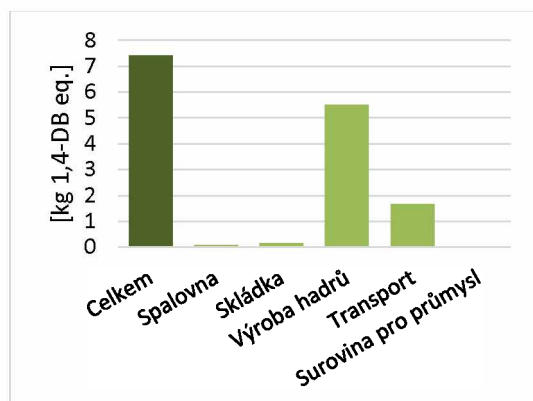
Na obrázku č. 16 lze pozorovat vliv toxických látek na rovnováhu ekosystému ve sladkých vodách. Množství je vyjádřeno ekvivalentním množstvím kg 1,4-dichlorbenzenu. Největší dopady má transport a výroba bavlněných hadrů. Nejmenší vliv na vodní ekosystém má použití textilu jako suroviny pro průmysl. Tento vliv se nazývá **sladkovodní ekotoxicita**. Vliv nadbytku živin ve sladkých vodách – **sladkovodní eutrofizace** – vyjádřený ekvivalentním množstvím kg fosforu se nejvíce projevuje při výrobě hadrů, naopak nejmenší dopad má proces spalování textilního odpadu a použití odpadních textilií pro výrobu suroviny pro průmysl (obr. 17). Na obrázku č. 18 lze vidět vliv kategorie dopadu **humánní toxicity** vyjádřené v ekvivalentním množství kg 1,4-dichlorbenzenu. Největší dopady na životní prostředí jsou způsobeny při procesu výroby hadrů z bavlněných zbytků. Nejmenší dopady vznikají při spalování a použití textilu jako suroviny pro průmysl. Vliv toxických látek na rovnováhu v mořském ekosystému – **mořská ekotoxicita** – vyjádřená ekvivalentním množstvím kg 1,4-dichlorbenzenu je nejvýznamnější při procesu výroby bavlněných hadrů, naopak nejpříznivější je proces využití textilu jako výchozí suroviny pro výrobu a spalování (obr. 19).



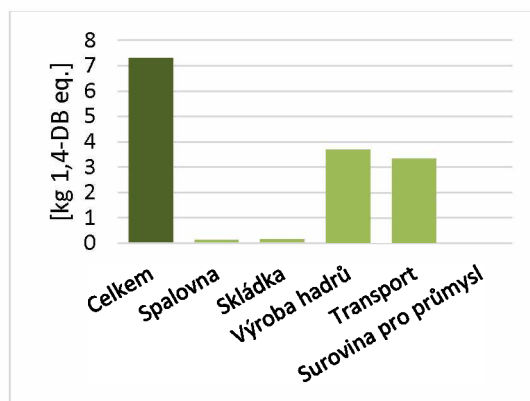
Obr. 16 – Sladkovodní ekotoxicita



Obr. 17 – Sladkovodní eutrofizace

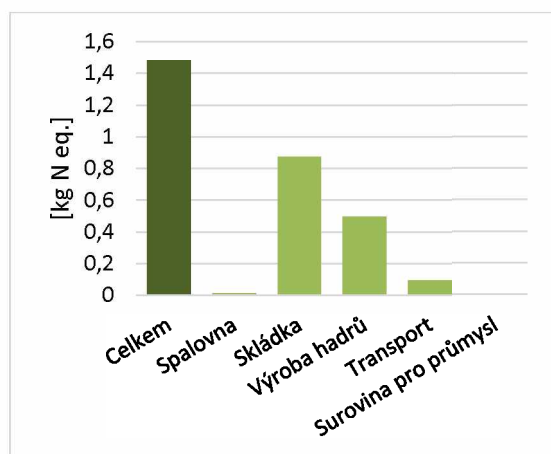


Obr. 18 – Humánní toxicita

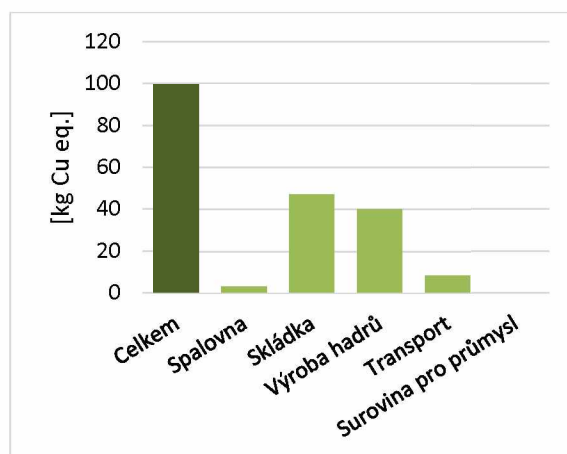


Obr. 19 – Mořská ekotoxicita

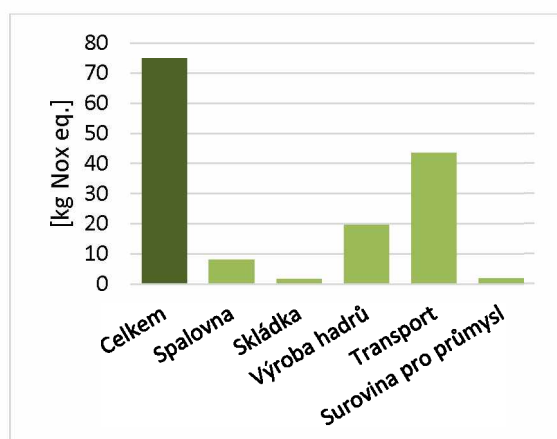
Na obrázku č. 20 je znázorněna kategorie dopadu **mořská eutrofizace**. Vliv nadbytku živin je vyjádřen ekvivalentním množstvím kg dusíku. Největší dopady na životní prostředí zde má technologie nakládání s odpady skládkováním. Nejnižší dopady vznikají při výrobě suroviny z odpadních textilií pro průmysl a při likvidaci odpadu spalováním. Dopady na životní prostředí z hlediska **spotřeby kovů** vyjádřené ekvivalentním množstvím kg mědi jsou nejvýznamnější při skládkování textilního odpadu, naopak nejmenší dopady má proces výroby suroviny pro průmysl a spalování odpadu (obr. 21). Na obrázku č. 22 je znázorněna **fotochemická tvorba ozonu**, kterou lze vyjádřit ekvivalentním množstvím kg oxidů dusíku. Nejméně příznivé je z hlediska životního prostředí vliv přepravy a nejmenší dopady má způsob nakládání skládkováním. **Poškození stratosférického ozonu** vyjádřené ekvivalentním množstvím kg freonu CFC11 se nejvýznamněji projeví ve výrobě bavlněných hadrů. Nejmenší dopady vznikají ve fázi skládkování a spalování textilního odpadu (obr. 23)



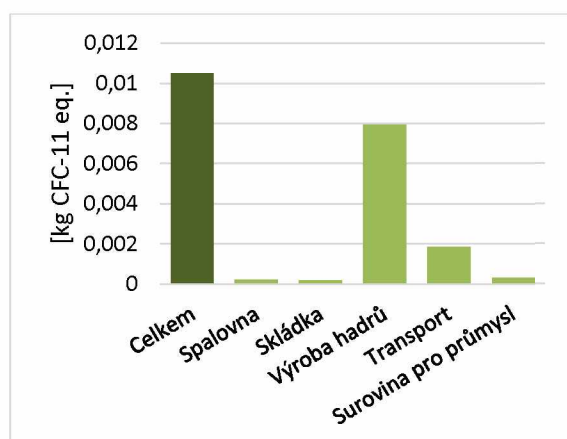
Obr. 20 – Mořská eutrofizace



Obr. 21 – Spotřeba kovů

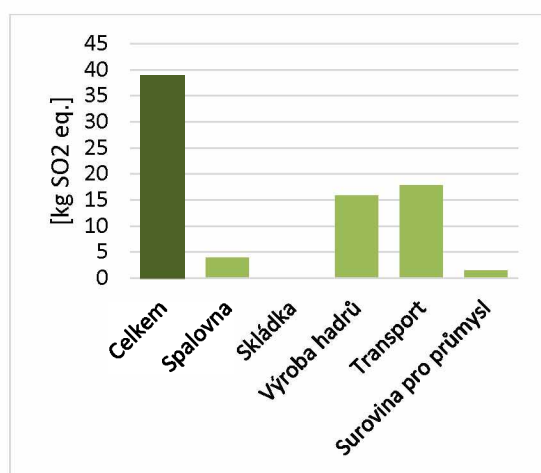


Obr. 22 – Fotochemická tvorba ozonu

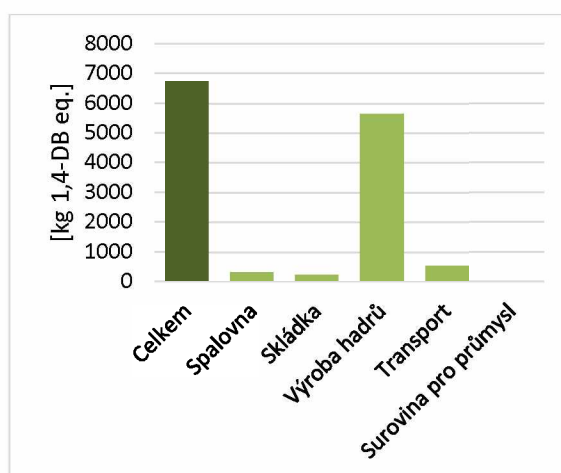


Obr. 23 – Poškození stratosférického ozonu

Na obrázku č. 24 je znázorněna kategorie dopadu **půdní acidifikace**. Vliv kyselinotvorných látek na rovnováhu půdního ekosystému se vyjadřuje množstvím kg oxidu siřičitého. Největší dopady na životní prostředí zde má fáze přepravy a proces výroby hadrů. Nejméně životní prostředí zatěžuje likvidace odpadu skládkováním. Vliv dopadů na rovnováhu půdního ekosystému – **půdní ekotoxicita** – vyjádřený ekvivalentním množstvím kg 1,4-dichlorbenzenu je nejvýznamnější jednoznačně při výrobě bavlněných hadrů. Nejmenší dopady vznikají pro použití odpadních textilií jako výchozí suroviny pro průmysl a skládkování odpadu (obr. 25).



Obr. 24 – Půdní acidifikace



Obr. 25 – Půdní ekotoxicita

2.1.4 Interpretace

Stanovené kategorie dopadu byly hodnoceny z hlediska použití různých technologií nakládání s textilními odpady. Byl posuzován vliv dopravy při transportu do primárního a sekundárního třídění, odstranění skládkováním a spalováním, výroba hadrů a použití textilií jako výchozí suroviny pro průmyslové zpracování. Největší dopady na životní prostředí měla pro 8 z celkem 14 kategorií dopadu výroba bavlněných hadrů. Dále měla největší dopad pro 4 kategorie přeprava a pro 2 kategorie odstranění odpadu skládkováním (spotřeba kovů, mořská eutrofizace). Je nutné brát v potaz také fakt, že výroba hadrů je prováděna v největším množství (40 %) oproti ostatním typům nakládání s odpady, například oproti skládkování či spalování, které se využívá pouze z 5 %. Nejmenší dopady na životní prostředí z hlediska posuzovaných kategorií dopadu mělo využití odpadního textilu k výrobě výchozí suroviny pro průmyslové zpracování celkem pro 9 kategorií dopadu ze 14. Dále má nejmenší dopad pro 4 kategorie dopadu proces spalování a spalování má nejmenší dopad pro 1 kategorii (klimatická změna).

3 Výsledky a diskuze

3.1 Sběr dat

Důležitou součástí diplomové práce byl sběr dat, který umožnil zmapovat současný stav nakládání s odpadním textilem a jeho další zpracování v České republice. Aktuální data o množství sebraného textilního a dále tříděného odpadu byla vstupními informacemi pro posouzení dopadů jednotlivých způsobů a návazných technologií zpracování tříděného textilního odpadu pomocí metody LCA.

Byly kontaktovány státní instituce jako Ministerstvo životního prostředí se žádostí o data o textilních odpadech v České republice v období 2018 – 2021 a Česká informační agentura životního prostředí s konkrétním požadavkem na data, která přislíbila, ovšem v době zpracování této práce neposkytla. Z komunikace s ministerstvem i agenturou navíc nebylo jasné, jaká data jsou zpoplatněna a v jaké výši. Nevládní nezisková organizace INCIEN v České republice prosazuje cirkulární ekonomiku a deklaruje předsevzetí dávat odpadu nový smysl a vracet materiály do oběhu. Problematiku odpadního textilu INCIEN popularizuje mediálně i v odborném tisku, proto byl očekáván odborný pohled podložený relevantními terénními daty. Přislíbená data týkající se množství textilního odpadu v komunálním odpadu nebyla poskytnuta v době zpracování práce kvůli právě probíhající tvorbě studie. Vzhledem k neúspěšnosti této první fáze sběru dat byly dále osloveny konkrétní firmy, které sbírají a zpracovávají odpadní textil. Jednalo se celkem o 10 institucí. Jejich přehled zároveň se získaným výsledkem je uveden v tabulce č. 11. Konkrétní údaje nakládání se sbíraným textilem byly získány pouze od 4 společností. Protože některé firmy poskytly částečné nebo žádné informace, byla pozornost zaměřena na posouzení nakládání s textilním odpadem pouze v obci Pardubice a blízkého okolí (Holice, Lázně Bohdaneč, Luže). Data týkající se množství odpadu poskytl Magistrát města Pardubice a další doplňující informace o množství odpadů a jeho způsobu nakládání poskytla Oblastní charita Pardubice. Proto byl omezen i rozsah následující LCA studie.

Tab. 11 – Získané informace od dotazovaných institucí

Instituce	Výsledné zjištění
MŽP	Data neposkytnuta.
CENIA	Data neposkytnuta.
INCIEN	Data neposkytnuta.
POTEX	Data neposkytnuta, pouze odkaz na webové stránky.
TextilEco	Data neposkytnuta s ohledem na interní pravidlo.
Arca Chrast	Data neposkytnuta.
Magistrát města Pardubice	Poskytnuta data o množství odpadních textilií (tab. 8).
DIMATEX	Poskytnuty částečné informace o způsobu nakládání s textilem (tab. 6).
Diakonie Broumov	Na osobní schůzce zodpovězeny otázky týkající se sběru a nakládání s textilním odpadem (tab. 7).
Oblastní charita Pardubice	Na osobní schůzce získány informace o množství sesbíraného textilu a nakládání s ním (tab. 9).

V oblasti odpadního textilu prozatím existují velké nedostatky, co se týče informací o nakládání s touto komoditou. Bylo zjištěno, že velké množství firem není ochotno informace poskytnout. Jedním z důvodů, proč firmy data nechtějí poskytnout, je, že společnosti tato data aktivně nesbírají, a proto je nemají k dispozici. Neexistuje totiž žádné legislativní nařízení, které by tyto informace po firmách zpracovávajících textilní odpad vyžadovalo. Není u nich tak motivace se o přesné informace zajímat. Vzhledem k tomu, že odpadní textil se sbírá v režimu výrobku a ne odpadu, nemají sběrové společnosti povinnost data o množství textilu shromažďovat. Toto je patně hlavní důvod, proč data z této oblasti nejsou k dispozici obecně. Tento přístup bude nutné změnit hlavně do budoucna z důvodu plánovaného zavedení odděleného sběru textilního odpadu v roce 2025. [16] Jiným důvodem neochoty poskytovat data může být skutečnost, že taková práce navíc jim nepřinese žádný užitek. Oslovené firmy by mohlo k ochotě poskytnout informace motivovat jasné sdělení o poskytnutí zpětné vazby, která by měla užitnou hodnotu pro jejich další činnost. Společnosti se také mohou obávat vzniku podezření, že způsob, jakým s odpady nakládají, může životní prostředí dokonce ohrožovat. Mohlo by se také prokázat, že ve skutečnosti provádějí greenwashing a o skutečnou ochranu životního prostředí se jim nejedná. Součástí komunikace s firmami by měla být záruka určité míry diskrétnosti či

anonymity. Dalším důvodem může být ochrana vlastního know-how. V případě, že má firma interní předpis, který zakazuje poskytovat jakákoliv data, jsou data momentálně nedostupná. Neochota spolupracovat byla do jisté míry překvapivá, protože péče o životní prostředí, recyklace, snižování uhlíkové stopy a čerpání surovin, ať již z obnovitelných nebo neobnovitelných zdrojů, jsou témata, která jsou v současné době mimořádně silně diskutována.

V třídění odpadů se Česká republika pohybuje na 6. místě žebříčku států EU. Co se týče obalových materiálů, daří se jich zpětně sbírat 76 %. Papírové obaly jsou sesbírány z 90 %, sklo z 88 %, plasty ze 70 %, kovy ze 61 % a nápojové kartony z 24 %. Z této skutečnosti se dá usoudit, že ochota českých občanů se bude týkat také třídění textilu poté, co bude v roce 2025 zavedena povinnost obcí textilní odpad sbírat. Z výroční zprávy společnosti EKO-KOM vyplývá, že 99 % občanů má možnost třídít odpad. Průměrná vzdálenost ke kontejnerům na tříděný odpad je přibližně 90 metrů a jeden kontejner připadá na 100 obyvatel. [70] To je mimořádně příznivý stav. Aby byl sběr textilu efektivní, měla by vláda i obce spustit informační kampaň v dostatečném předstihu před zavedením povinnosti obcí textilní odpad odebírat a obce by měly dát přednost instalaci většího množství kontejnerů, podobně jako je u výše uvedených komodit, před jedním sběrným místem, jako jsou např. sběrné dvory. Tím by se mohlo dosáhnout stejného ohlasu od občanů, jako je to v případě třídění papíru a plastu.

Výsledky, které byly zjištěny v této práci, je možné porovnat například se studií vypracované Univerzitou v Helsinkách, ze které vyplývá, že ze sesbíraného textilního odpadu ve Finsku je opětovně využito 20 %, což je výrazně nižší číslo, než data této práce – Charita Pardubice udává 62 %, Diakonie Broumov udává celkem 42 %, DIMATEX až 40 %. Helsinská studie uvádí, že co se týká recyklace, zpracovává se jen několik procent, zatímco Diakonie Broumov uvádí až 46 % a DIMATEX přibližně 35 %, Charita Pardubice 16 %. To dokládá relativně velkou efektivitu sběru odpadního textilu charitativními společnostmi v České republice. [67]

Porovnání množství produkce textilního odpadu v 15 státech EU (viz tab. 2) provedla společnost LABFRESH za rok 2016 [41]. Z těchto dat vyplývá, že Česká republika patří mezi jedny z největších producentů textilního odpadu s 10,2 kg v přepočtu na počet obyvatel a umístila hned za Belgií (14,8 kg na osobu), která je největším producentem odpadů z uvedeného průzkumu. Celkově největším producentem textilního odpadu je Itálie s množstvím zhruba 466 tisíc tun textilního odpadu za rok následovaná Německem

(392 tisíc), Francií (210 tisíc) a Velkou Británií (206 tisíc). Data pro jednotlivé způsoby nakládání s textilním odpadem z průzkumu shrnuje tabulka č. 12, ze které jsou patrné značné rozdíly v porovnání s výsledky této práce. Podíl recyklovaného a opětovně využitého textilu se pohybuje v evropských zemích včetně České republiky v průměru kolem 5 %, ve spalovně končí v průměru 14 %, na skládkách od 19 do 46 % a značný podíl představuje vývoz (21 – 68 %). Jelikož neexistují žádná pravidla pro sběr dat týkajících se textilního odpadu, zjištěná data společností LABFRESH působí spíše orientačně a mohou být výrazně zkreslena použitou metodologií, kterou ve své studii uvádí. Při porovnání s daty od MŽP o množství textilního odpadu v České republice vyprodukovaného za rok 2016 se výrazně liší. Zatímco MŽP uvádí 27 293 tun vyprodukovaného textilního odpadu, společnost LABFRESH uvádí za stejné období (rok 2016) 108 273 tun celkového textilního odpadu. Na tomto příkladu lze pozorovat výraznou nekonzistentnost dat v oblasti textilního průmyslu z různých zdrojů. [41]

Tab. 12 - Zpracování textilního odpadu (TO) v % v zemích EU

Země	TO na osobu za rok, kg	Recyklace	Opětovné využití	Spalovna	Skládka	Vývoz
	Zpracování odpadu, %					
Itálie	7,7	7,8	5,9	17,6	43,1	25,5
Portugalsko	8	7,9	5,9	19,8	45,5	20,8
Rakousko	7	6	5,2	14,7	34,5	39,7
Velká Británie	3,1	3,4	2,2	9	19,1	66,3
Belgie	14,8	4,8	3,8	11,7	26,7	53
Česká republika	10,2	7,4	5,9	18,5	43	25,2
Dánsko	3,1	5,2	5,2	13,8	31	44,8
Španělsko	2,1	5,9	5,9	14,7	35,3	38,2
Finsko	2,7	6	4	14	30	46
Německo	4,7	4,6	3,7	11,1	25	55,6
Nizozemí	5,9	4	3,3	10	22,7	60
Francie	3,1	6,8	6,8	18,2	40,9	27,3
Irsko	4,7	6,9	5,6	16,7	37,5	33,3
Polsko	2,7	3,9	2,6	9,2	21,1	63,2
Maďarsko	2,4	2,7	2,7	8,1	18,9	67,6

Z porovnání dat o nakládání s odpady u organizací, které byly zdrojem informací pro tuto diplomovou práci, s celostátními údaji evropských zemí plyne, že způsob, jakým

se nakládá s textilními odpady v České republice nezaostává za ostatními zeměmi EU. Naopak ve velkém množství případů je na tom Česká republika lépe, například Diakonie Broumov udává, že na skládku putuje zhruba 12 % odpadu, zatímco ve Velké Británii je to přibližně 30 %. [1] Způsob, jakým nakládá s použitým textilem Německo, je podobný jako zmiňuje OChP, která opětovně k nošení využije 53 %, přičemž v Německu je to 54 %. Podobně jako DIMATEX a Diakonie Broumov použije Německo pro výrobu hadrů přibližně 40 %.

3.2 Doporučení k nakládání s textilem

Na základě zkušeností získaných ze sběru dat lze formulovat určitá doporučení či navrhnout opatření, která by přispěla ke zlepšení situace. Vzdělávacími a osvětovými kampaněmi a projekty, například formou přednášek, informačních letáků, televizních spotů, na webových stránkách a podobně je možné zvýšit všeobecnou informovanost a připravit laickou veřejnost na zavedení sběru textilního odpadu od roku 2025. Vodítkem pro další návrhy ke zlepšení nakládání s textilními odpady může být také přístup 3R (reduce, reuse, recycle). Co se týče prvního bodu omezení je nutné zaměřit se na snížení spotřeby. I podle hierarchie odpadového hospodářství je tento bod na prvním místě. Zde je určitě na místě edukace mládeže, která je příznivcem módních trendů a významnou spotřebitelskou skupinou. Cílem vzdělávacích aktivit by mělo být zvýšení povědomí o udržitelnosti a významu oběhového hospodářství. Oděvní průmysl by byl zákazníky veden k upřednostnění kvalitnějšího oblečení s delší životností, které není nutné tak často obměňovat. Po tomto oblečení by se nemělo vyžadovat, aby splňovalo nejnovější módní trendy, ale aby působilo nadčasově. Dalším „R“ je opětovné využití. Příkladem může být prodej použitého oblečení prostřednictvím různých aplikací nebo second-handů. Ve větších městech vznikají re-use centra, kam mohou lidé předávat oblečení v dobrém stavu, které si mohou jiní zakoupit, případně existuje i možnost výměnných swapů, na kterých je možné přinést oblečení a vyměnit za jiné. Recyklace je poslední možností tohoto přístupu. Může ochránit zdroje surovin, snížit množství odpadů na skládkách nebo ve spalovnách, ale nemusí být v každém případě řešením problému. V případě, že by pro recyklaci bylo nutné vynaložit velké množství energie, mohla by životní prostředí dokonce poškozovat více než likvidace. Někdy se může stát, že některé výrobní nebo prodejní společnosti využívají takovou nerentabilní recyklaci jako marketingový tah, který je ale ve skutečnosti greenwashing. I v tomto směru je žádoucí vzdělávání populace.

Dalším bodem, který by jistě pomohl zlepšit situaci, by byl lepší sběr dat jednou danou metodikou, tak aby posbíraná data byla kompatibilní a úplná. Na základě spolehlivých dat by bylo možné přijímat další rozhodnutí, činit opatření a realizovat jednotné postupy nakládání s odpadním textilem. Za sběr dat a jejich poskytování by mohli být podnikatelé odměněni. Odměna by nemusela být pouze finanční, ale prospěch podnikatelům by mohly přinést i získané informace, které by vznikly zpracováním jejich dat. Jejich rozhodování by pak bylo založeno na podložených datech a mělo by tak větší hodnotu. Nějakým způsobem by mohlo být podporováno i drobné podnikání zaměřené na opravy nejen oděvů, ale i bytového textilu, nábytku apod. Motivací pro podnikatele by mohl být zjednodušený proces založení živnosti a snížení množství administrativy při podnikání, jelikož právě to může být pro potenciální živnostníky odrazující. Dalším způsobem, jak motivovat drobné podnikatele může být aplikace daňových úlev, případně finanční příspěvek pro začínající podnikatele v tomto odvětví. Inspirací v tomto směru mohou být zahraniční iniciativy jako například iniciativa ve Velké Británii známá pod názvem „RECAP“, která vzdělává své obyvatele v oblasti textilního průmyslu a způsobu nakládání s odpadním textilem a zakládá kampaně na podporu této problematiky. Ve Velké Británii funguje také Akční plán zabývající se udržitelným oblečením, jehož cílem je sdělovat doporučení organizacím, které se zabývají udržitelnými způsoby nakládání s textilním odpadem. [1] Ve Skandinávii je možné připojit se k dobrovolnému závazku, jehož dodržováním je sníženo množství odpadních textilií a snížení environmentálních dopadů způsobených textilním průmyslem. [1]

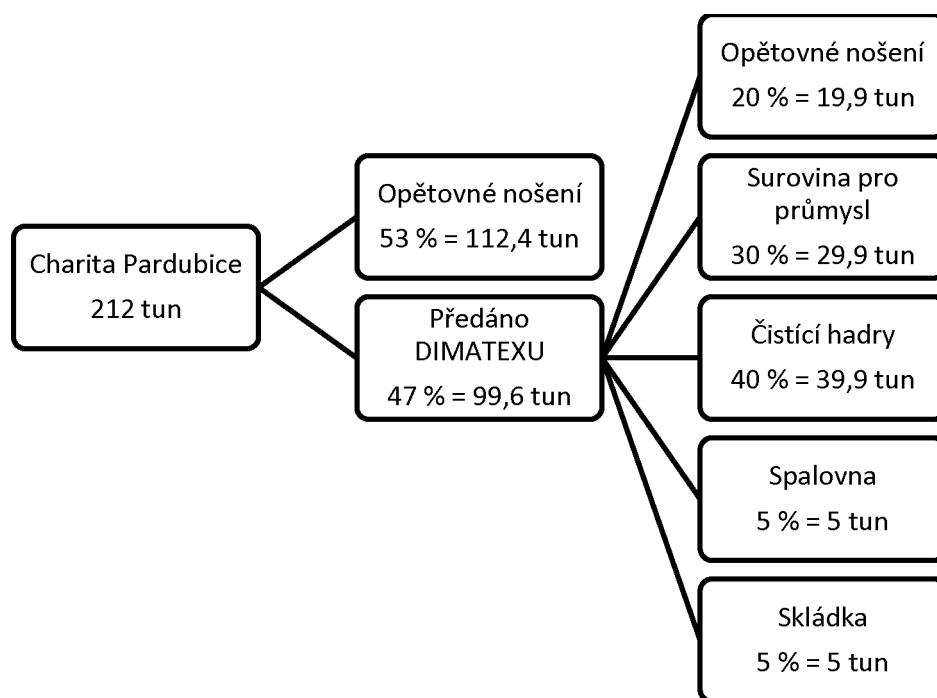
3.3 Hodnocení zjištěných environmentálních dopadů

V teoretické části práce byly popsány různé způsoby nakládání s textilními odpady i technologie jejich recyklace, které jsou v současnosti používány. Kočí a kol. ve studii z roku 2018 porovnává dopady běžně používaných odnosných tašek na životní prostředí a reálné výsledky studie konfrontuje s běžně rozšířenými představami a spotřebitelskými návyky. Ve studii jsou porovnávány odnosné tašky z papíru, LDPE, HDPE, polyesteru, bavlny a organické bavlny. Posuzovány byly způsoby nakládání skládkováním, energetickým využitím v ZEVO a recyklací. Ačkoliv by se mohlo zdát, že moderní papírové tašky nebo bavlněné tašky budou environmentálně přijatelnější než polyesterové, není tomu tak. Polyesterové tašky mají při opakovaném použití nejnižší dopady na životní prostředí, a to i v porovnání s organicky pěstovanou bavlnou. [71] Studie se týká různých materiálů, ale způsob nakládání s odpadem vždy závisí na tom, o jaký materiál se jedná. Například pro spalování jsou vhodné materiály s vysokou výhřevností, pro výrobu čistících

hadrů jsou vhodné materiály s absorpčními vlastnostmi a podobně. Právě nakládání s odpadem a posouzení dopadů na životní prostředí bylo předmětem experimentální části práce.

Na počátku nebylo jasné, jaká data budou pro studii získána, jelikož záleželo převážně na oslovených institucích a firmách, zda data poskytnou nebo ne, případně jaká data poskytnou. LCA studie byla oproti původnímu zamýšlenému plánu zhodnocení celé České republiky vypracována v omezeném rozsahu a soustředila se na posouzení nakládání s textilním odpadem pouze v obci Pardubice a blízkého okolí (Holice, Lázně Bohdaneč, Luže). Data získaná z magistrátu města nebyla použita, neboť dostatečně nepopisovala aktuální stav. Nebylo například možné přiřadit toky odpadního textilu jednotlivým sběrným společnostem a přepočítat je na odpovídající počet obyvatel. Z tohoto důvodu se jako jediný relevantní jevil model vytvořený ve spolupráci s OChP. Doplnující data, která byla pro studii dále použita, poskytla i společnost DIMATEX. Nakládání s odpadem je posuzováno dle množství sesbíraného textilu ve dvaceti kontejnerech, které spravuje a zajišťuje následné nakládání s ním právě OChP.

V LCA studii byla zvolena funkční jednotka 212 tun textilního odpadu ročně, což odpovídá odpadnímu textilu sesbíranému OChP. Z toho je po primárním třídění 53 % využito k opětovnému nošení a 47 % je předáno organizaci DIMATEX k dalšímu nakládání. Data, která se podařilo získat od OChP, bylo možné zkombinovat s daty získanými od DIMATEXU. Na obrázku č. 26 je znázorněn proces tak, jak byl zadán do softwaru GaBi i s přesnými přepočítanými hodnotami množství odpadního textilu v kilogramech, vztažené ke stanovené funkční jednotce a procentuálním rozložením způsobů nakládání.



Obr. 26 – Přepočítání funkční jednotky (212 tun) dle způsobu nakládání

Z množství textilu, který je předán DIMATEXU, je po sekundárním vyřídění určeno 40 % na výrobu hadrů, 30 % slouží dále jako surovina pro průmysl (např. automobilový), 20 % pro opětovné nošení, nepoužitelných 5 % končí na skládce a zbývajících 5 % ve spalovně. V praxi je prováděno třídění materiálů, po kterém je textil vhodný k energetickému využití likvidován v ZEVO a zbývajících množství je skládkováno. Informace o přesném procentuálním rozdělení textilu k likvidaci skládkováním a spalováním nebyly poskytnuty, z toho důvodu bylo množství textilu (10 %) rozděleno přesně na polovinu. Vstupní informace byly dále doplněny o údaje o přepravních vzdálenostech a použitém druhu dopravy. Podle údajů poskytnutých OChP zajišťuje menší nákladní vozidlo o objemu 3,5 tuny dopravu po Pardubicích při sběru textilu z kontejnerů ve vzdálenosti 10 km. Použitý software toto množství následně přepočítává na stanovenou funkční jednotku (212 tun ročně). Při každém naplnění dodávky textilem je stanovený počet kilometrů připočítán, tzn. každé 3,5 tuny textilu odpovídají 10 kilometrům. Další transport, se kterým bylo ve studii kalkulováno, byl převoz odpadních textilií z OChP do Stráže nad Nisou (130 km), kde sídlí společnost DIMATEX, která s textilem dále nakládá. Princip přepočítávání ujetých km je stejný jako u 10 km po Pardubicích. Hranice systému byla vymezena „od brány k bráně“, tedy od vyzvednutí plného kontejneru po zpracování odpadního textilu podle jeho vyřídění. Kvůli omezenému množství získaných dat týkajících

se problematiky recyklace textilu od dotazovaných firem, nebylo možné vyčíslit a zahrnout tak do životního cyklu další druhy recyklace odpadů oproti výrobě hadrů z bavlněných zbytkových textilií, ačkoliv jsou v praxi prováděny různé druhy recyklací, jako například výroba geotextilií atd. Po sestavení životního cyklu odpadních textilií podle OChP byly hodnoceny dopady na životní prostředí softwarem GaBi (verze Professional 10.6.0.110) metodikou ReCiPe 2016, kdy bylo vyčísleno celkem 14 kategorií dopadu. V ideálním případě by bylo vhodné provést pro ověření spolehlivosti zjištěných závěrů studie analýzu citlivosti. Z důvodu časové náročnosti provedení této analýzy byla vynechána. V případě jejího provedení by bylo testováno, zda významná zjištění nemohou být ovlivněna například odchylkami ve zvolených předpokladech, proměnlivostí vstupních dat či zvolením alternativních údajů. Hlavním přínosem provedení analýzy citlivosti by bylo zjištění, jestli malá změna vstupujících dat nezpůsobí závažnou změnu výsledků. V případě této studie by se mohla porovnávat získaná data od organizací týkající se technologií nakládání s textilem (spalování, skládkování, výroba hadrů). Například u OChP, kde je oblečení z 53 % opětovně využito, by se snížila hodnota o přibližně 25 % na 28 % a sledovaly by se vzniklé změny. Citlivost by byla ve výsledcích vyjádřena jako absolutní změna. V případě zjištěné změny o více jak 10 %, by byla změna identifikována jako závažná.

Procentuální příspěvky jednotlivých zdrojů k jednotlivým kategoriím dopadu jsou shrnuty v tabulce č. 13, ze které je patrné, že nejvíce jsou kategorie ovlivněny výrobou hadrů a nejméně při použití textilu jako výchozí suroviny pro průmysl. Výsledky mohou být trochu překvapující, protože podle rozšířených představ, by měla být nejméně zatěžující recyklace, kdy u průmyslové suroviny tomu tak je, nicméně u výroby hadrů, je tomu naopak. Je nutné vzít v úvahu, že do jednotlivých procesů nevstupují stejná množství odpadních surovin. To je způsobeno ne zcela vhodně zvolenou funkční jednotkou. Vhodnější by bylo množství textilního odpadu na jednu osobu za rok. Z důvodu nedostatečných dat nebylo možné takto formulovanou jednotku zvolit. Pro zpřesnění analýzy by mohla být detailněji popsána přeprava od jednotlivých kontejnerů ke skladu textilií v OChP, případně rozdělení jednotlivých přeprav od společnosti DIMATEX na skládku, spalovnu atd. Přesná data se ale nepodařilo zajistit. Z hlediska posuzovaných technologií by bylo zajímavé posoudit potenciální dopady různých druhů recyklací textilií. Data z této oblasti ale nejsou dostatečná.

Z tabulky č. 13 je zřejmé, že v nejvíce případech má dle procentuálního příspěvku největší dopady výroba hadrů pro 8 kategorií dopadu. Co se týče transportu, má největší dopady pro 4 kategorie. Nejmenší příspěvek přináší recyklace formou využití odpadních

textilií k výrobě suroviny pro průmysl. V některých kategoriích je příspěvek této recyklace téměř zanedbatelný.

Na rozdíl od OChP, která třídí textil pouze na dvě části (vhodné k opětovnému nošení a ostatní), dokáže společnost DIMATEX provést třídění na pět částí, z nichž jednou z nich je stejně jako v OChP oblečení vhodné k opětovnému nošení. Po sečtení dat od OChP i DIMATEXU je získán celkový odhad procentuálního rozložení způsobů nakládání s odpady. Z výsledku je zřejmé, že když se zvýší procentuální hodnota opětovného nošení, sníží se procentuální hodnoty ostatních způsobů nakládání. Aby šlo data použít v obecnějším hodnocení, byly pro tyto způsoby hodnoty přepočítány. Shrnutí dat vyplývajících z obr. 26 je znázorněno v tabulce č. 14.

Tab. 13 – Procentuální příspěvek ke změně dopadů

Kategorie dopadu	Spalovna	Skládka	Výroba hadrů	Transport	Surovina pro průmysl
	% příspěvek ke změně				
Klimatická změna	-	22	56	21	1
Prachové částice	12	-	12	72	5
Spotřeba fosilních surovin	1	2	69	28	-
Spotřeba sladké vody	17	1	78	4	-
Sladkovodní ekotoxicita	1	2	48	49	< 0,1
Sladkovodní eutrofizace	0,3	40	47	13	-
Humánní toxicita	1	2	74	23	< 0,1
Mořská ekotoxicita	2	2	51	46	< 0,1
Mořská eutrofizace	1	59	34	6	-
Spotřeba kovů	3	47	40	9	-
Fotochemická tvorba O ₃	11	2	26	58	2
Poškození stratosférického O ₃	2	2	76	18	3
Půdní acidifikace	10	-	41	46	4
Půdní ekotoxicita	5	4	84	8	< 0,1

Tab. 14 – Rozdělení funkční jednotky (212 tun) podle způsobu nakládání

Způsoby nakládání	Množství, t	%
Opětovné nošení	132,3	62
Průmyslová surovina	29,9	14
Výroba hadry	39,9	19
Spalovna	5	2
Skládka	5	2

Podle údajů od DIMATEXU je pouze 5 % textilií spalováno a skládkováno, zatímco výroba hadrů představuje 40 % a 30 % představuje výroba suroviny pro průmysl. Aby bylo možné výsledky pro jednotlivé kategorie dopadu porovnat s daty dostupnými v literatuře, je vhodné je vzhledem k funkční jednotce v této práci (212 tun) vztáhnout k množství odpadu vytríděného k recyklaci na výrobu hadrů a suroviny pro průmysl, do spalovny a na skládku. Dopad dopravy v LCA studii není dále započítáván, protože nepředstavuje technologii pro nakládání s odpady. Hodnoty dostupné od DIMATEXU a OChP lze sečíst a vypočítat skutečná množství jednotlivých typů nakládání s odpady i s jejich procentuální hodnotou. Vynásobením vážením podílů v kategoriích dopadu se vyrovnal vliv jednotlivých technologií podle jejich uplatnění při nakládání s odpady. Nejvíce odpadního textilu je opětovně využito k nošení (62 %), tuto hodnotu je třeba brát s rezervou, jelikož nelze přesně stanovit, zda je opravdu odebraný textil DIMATEXEM z 20 % opětovně využit i po vytrídění OChP. Výsledky po tomto přepočtu jsou uvedeny v tabulce č. 15. Zde je zřejmé, že i po provedení přepočtu, pro získání obecnějšího výsledku, kdy se výroba hadrů provádí z 19 % je stále největším zdrojem negativních dopadů pro životní prostředí pro 6 kategorií. Co se týče odstraňování odpadu spalováním a skládkováním, množství kategorií s největším dopadem pro tyto procesy vzrostly, v obou případech byly dopady největší pro 4 kategorie dopadu. Nutné je podotknout, že jsou tyto způsoby nakládání prováděny pouze z 2 %. Nejmenší dopady jsou způsobeny opět při recyklaci textilních zbytků vytvořením suroviny pro průmysl, v některých případech se jedná o zanedbatelné množství dopadů.

Při zvažování vhodného způsobu pro nakládání s textilním odpadem je třeba brát v potaz ekonomickou stránku i environmentální dopady. Z literatury je zřejmé, že recyklace použitého textilu nebo opětovné využití textilu je přínosnější než spalování nebo skládkování, neboť snižuje dopad na životní prostředí. V porovnání recyklace a opětovného využití je vhodnější variantou opětovné využití. Do výsledného hodnocení musí ovšem být zahrnuta doprava k zákazníkovi nebo na místo zpracování, která může převyšovat

potenciální přínos. V případě, kdy je recyklována jen část textilie, může být při použití různých technologií zaznamenán negativní dopad pro životní prostředí a přínos může být jen minimální nebo žádný. Recyklace a opětovné využití jsou upřednostňovány vzhledem k jejich významu pro oběhové hospodářství. Ze shromážděného textilu je zhruba polovina recyklována a druhá polovina je dána na opětovné využití. To ve většině případů znamená transport do rozvojových zemí. Jsou-li způsoby nakládání s textilním odpadem hodnoceny z hlediska životního cyklu, je nejčastější zkoumanou kategorií dopadu změna klimatu následovaná spotřebou energie. Problémem dostupných studií je ovšem malé množství ukazatelů, někdy pouze jeden, a hrozí riziko, že získané údaje mohou být nerelevantní.

Porovnání výsledků hodnot ovlivnění kategorií dopadu jednotlivými způsoby nakládání s odpadními textiliemi je obecně zmíněno v přehledové práci shrnující celkem 26 studií LCA zaměřených na recyklační technologie [2]. Švédská studie vycházející z informací organizace SÖRAB z roku 2016, která se zabývá sběrem a nakládáním s odpady z domácnosti v okolí Stockholmu, uvádí, že z textilií, které jsou sbírány do kontejnerů, se následně 68 % znovu použije, 18 % recykluje, 7 % se zpracuje na čisticí hadry a 7 % se spálí. [72]

Tab. 15 - Přepočítaný podíl dopadů technologií na jednotlivé kategorie v %

Kategorie dopadu	Spalovna	Skládka	Výroba hadrů	Surovina pro průmysl
	% příspěvek ke změně			
Klimatická změna	-	79	21	0,7
Tvorba prachových částic	90	-	10	5
Spotřeba fosilních surovin	12	17	70	-
Spotřeba sladké vody	66	2	32	-
Sladkovodní ekotoxicita	11	28	61	< 0,1
Sladkovodní eutrofizace	1	88	11	-
Humánní toxicita	10	19	71	< 0,1
Mořská ekotoxicita	18	23	60	< 0,1
Mořská eutrofizace	1	93	6	-
Spotřeba kovů	6	86	8	-
Fotochemická tvorba ozonu	69	14	18	2
Poškození stratosférického ozonu	17	15	68	4
Půdní acidifikace	70	-	30	4
Půdní ekotoxicita	28	21	51	< 0,1

Ve studii Strand a kol. zaměřené na stav textilního průmyslu ve Švédsku bylo zjištěno, že údaje k problematice bylo složité získat a byly nekonzistentní a z toho důvodu byly některé údaje ve studii pouze odhadnuty. Ve Švédsku je sbírán textilní odpad jen v malém množství obcí a k recyklaci je použito odhadem 25 %. To je způsobeno nedostatečnou kapacitou recyklačních technologií a logistickými problémy. Toto číslo je nižší než v Česku, kde se recyklace dle DIMATEXU a Diakonie Broumov provádí zhruba okolo 40 %. Z důvodu nedostatečných dat o recyklaci nebyla v jejich studii dále v životním cyklu zvažována. Ohledně opětovného využití je ve studii zmíněno, že 20 % textilií, které jsou sesbírány, jsou opětovně využity. V porovnání jsme na tom opět lépe, jelikož opětovné využití se v OChP ve spojení s DIMATEXEM provádí až z 62 %. V letech 2000 – 2010 bylo ve Švédsku 95 % celkového odpadu spalováno a 5 % bylo uloženo na skládku, skládkování bylo v těchto letech z 22 % omezeno na pouze 1 %. Textilní odpad, který se nevyužije jinak, je spalován, pouze v případě toxických textilií se provádí skládkování. [73]

Podle studie založené na datech organizace Humana z roku 2007 je ve Švédsku a Estonsku oblečení ze sběrných kontejnerů tříděno s následujícím procentuálním výsledkem: 21 % pro opětovné použití v prodejním řetězci s použitými oděvy Humana, 7 % jako oblečení pro jiné obchody a velkoobchody, 30 % pro opětovné použití v Africe, 33 % pro recyklaci a 9 % na skládku. [74]

Ve studii Woolridge a kol. [75] z roku 2002 z Velké Británie se uvádí, že ke znovupoužití se použije 43 % odpadu, na výrobu hadrů 12 %, na výplňový materiál se využije 22 %, na regeneraci vláken 7 %, použitá obuv 9 % a likvidace 7 %. Přehledné srovnání je znázorněno v tabulce č. 16.

Tab. 16 – Srovnání studií se zjištěnými výsledky

Způsob nakládání	Bodin	Farrant	Woolridge	Charita + Dimatex
	% příspěvek ke změně			
Opětovné využití	68	28	43	62
Recyklace/ průmyslová surovina	18	33	29	14
Hadry	7	-	12	19
Export do zemí 3. světa	-	30	-	-
Opětovné použití obuvi	-	-	9	-
Likvidace	7	9	7	4

Spolehlivější porovnání zjištěných dat s daty ze studií týkajících se podobné problematiky nebylo možné, protože většina studií se zabývala spíše dopady na životní prostředí způsobené výrobními technologiemi a nikoliv způsoby nakládání s odpadním textilem. V případě, že se jednalo o způsoby nakládání, byla data tříděna například podle materiálů nebo mezi druhy oděvů, to znamená, že byly stanoveny kategorie dopadu pro konkrétní materiál, zatímco v praktické části této diplomové práce nebyly zohledňovány rozdíly ani mezi druhy textilních materiálů ani mezi druhy oděvů. V jiném případě se lišily vybrané kategorie dopadu, data byla uváděna podle plánu do budoucnosti, nebo byla několik let stará. Dalším problémem bylo to, že funkční jednotky z použitých studií nebyly kompatibilní s funkční jednotkou stanovenou v této práci a přepočty by mohli vést k nepřesnostem.

4 Závěr

Diplomová práce byla zaměřena na současný stav nakládání s odpadním textilem, jeho případné další zpracování v České republice a posouzení dopadů na životní prostředí. Teoretická část práce se zabývá tématem oběhového hospodářství, udržitelnosti v textilním průmyslu, textilním odpadem z hlediska legislativy a problematikou nakládání s odpady. Dále mapuje situaci v nakládání s odpady v České republice a srovnává s daty dostupnými pro Evropskou unii. Je přiblížena metoda pro hodnocení dopadů na životní prostředí. Jsou uvedeny konkrétní příklady využití LCA pro hodnocení problematiky získávání surovin a jejich zpracování pro produkci textilního průmyslu. Část experimentální se zabývá sběrem dat v oblasti postupů používaných při nakládání s textilními odpady. Tato data jsou v další části použita v LCA analýze a způsoby zpracování odpadů jsou hodnoceny z hlediska dopadů na životní prostředí.

Sběr dat je klíčovou částí práce. Ukázalo se, že data o hospodaření s textilním odpadem jsou nesourodá nebo nedostupná, neboť neexistuje jednotný postup jejich sběru ani povinnost daná ze zákona je zaznamenávat. Ministerstvo životního prostředí, Česká agentura pro životní prostředí ani Institut cirkulární ekonomiky přislíbená data neposkytly. Z oslovených deseti firem alespoň částečné informace poskytly čtyři z nich. Firmy, které využívají odpadní textil jako výrobní surovinu, ve většině případů neměly zájem o poskytování dat a buď odkázaly na webové stránky, kde jsou jen obecné informace, nebo poskytly data v omezeném rozsahu. Nejvíce informací poskytly neziskové organizace, které se starají o třídění textilu a poskytování použitelných oděvů pro sociálně slabé občany. Jednou z nich byla Oblastní charita Pardubice. Její data spolu s informacemi firmy DIMATEX, která odebírá textil nepoužitelný pro charitativní účely OChP, byla použita pro posouzení životního cyklu způsobu nakládání s textilním odpadem v Pardubickém kraji a byla základem praktické části této práce. Data z různých zdrojů se v mnoha případech odlišovala. Jedním z důvodů je, že neexistuje povinnost organizací evidovat a poskytovat data týkající se sběru odpadních textilií, jejich množství a způsobu nakládání s nimi. Tato nekonzistentnost se projevila i při porovnání výsledků této práce s jinými studiemi.

OChP ročně nasbírání 212 tun oblečení, z nichž 53 % je opětovně možné použít k nošení a 47 % je předáváno firmě DIMATEX k sekundárnímu třídění. DIMATEX uvádí, že 40 % odpadního textilu je použito na hadry, 30 % je surovinou pro další průmyslové zpracování, 20 % je možné opětovně nosit a 10 % končí ve spalovně či na skládce odpadů. Ve srovnání s daty z evropských zemí lze konstatovat, že způsob, jakým se

nakládá s textilními odpady v České republice, je na předních místě v Evropské unii. Například Diakonie Broumov udává, že na skládku putuje zhruba 12 % odpadu, zatímco ve Velké Británii je to přibližně 30 %. Způsob, jakým nakládá s použitým textilem Německo, je podobný jako zmiňuje OChP, která opětovně k nošení využije 53 %, přičemž v Německu je to 54 %. Podobně jako DIMATEX a Diakonie Broumov je použito v Německu pro výrobu hadrů přibližně 40 %.

Na základě zkušeností získaných ze sběru dat byla formulována určitá doporučení, která by přispěla ke zvýšení všeobecné informovanosti a připravenosti laické veřejnosti na zavedení sběru textilního odpadu od roku 2025. Důležitá je edukace mládeže, která je příznivcem módních trendů a významnou spotřebitelskou skupinou. Cílem vzdělávacích aktivit by mělo být zvýšení povědomí o udržitelnosti a významu oběhového hospodářství. Oděvní průmysl by tak byl zákazníky veden k upřednostnění kvalitnějšího oblečení s delší životností. Další opatření by měla být směřována do podnikatelské sféry, ať už jde o jednotnou metodiku sběru dat či motivaci drobného podnikání zaměřené na opravy nejen oděvů, ale i bytového textilu, nábytku apod.

Splnění cíle práce do velké míry záviselo na získání vhodných dat pro zpracování studie softwarem GaBi metodikou ReCiPe 2016. Výstupem bylo vyhodnocení vlivu jednotlivých způsobů nakládání s odpady na sledované kategorie dopadu jako globální oteplování, vodní zdroje, zdraví člověka, míru znečištění ovzduší a spotřebu surovin. Nejvýznamnější dopady na životní prostředí pro kategorie dopadu hodnocené ve studii přísluší zpracování textilií na hadry. Nejméně se projevují dopady jejich dalšího průmyslového použití (recyklace). Obdobné studie publikované v odborné literatuře poukazují na stejný problém, se kterým se setkala tato práce, a to nedostatek a nekonzistentnost dostupných dat, které omezují vypovídací schopnost výsledků a jejich vzájemnou porovnatelnost.

Doporučením pro další práci na tomto tématu je nutnost pečlivé přípravy a promyšlené komunikace s organizacemi, které mají být kontaktovány jako zdroje dat. Je třeba se zaměřit zejména na vysvětlení přínosu z výsledků analýzy dat pro organizaci. V případě recyklace lze upozornit, že není vhodné recyklovat za každou cenu. Energetická náročnost a chemické materiály, které do procesu recyklace vstupují, by mohly způsobovat závažnější dopady na životní prostředí než odstranění odpadu skládkováním nebo spalováním. Vzhledem k tomu, že recyklace znamená ve většině případů downcyklaci, po které má recyklovaný výrobek nižší hodnotu, je před recyklačním

procesem vhodné provést průzkum trhu, aby nedocházelo k vyrábění výrobků, o který nebude na trhu zájem a které budou zůstat ve skladech.

Závěrem je nutno zdůraznit, že nejpřínosnější a nejlevnější řešení problému nejen v nakládání s textilním odpadem je snížit produkci zboží, nabídku výrobců a požadavky trhu tak, aby odpadu vznikalo co nejméně. Pak nebude nutné hledat řešení, jak naložit s přebytečným odpadem.

5 Bibliografie

- [1] Podklady pro oblast odpadového a oběhového hospodářství OPŽP 2021-2027: Prevence vzniku odpadů. *Ministerstvo životního prostředí* (2020) [online]. [cit. 30. 1. 2022]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/\\$FILE/OODP-2_Prevence_vzniku_odpadu-20200529.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/$FILE/OODP-2_Prevence_vzniku_odpadu-20200529.pdf).
- [2] SANDIN G., GREG M. P.: Environmental impact of textile reuse and recycling – A review. Sweden: *Journal of Cleaner Production*, (2018) [online]. [cit. 18. 4. 2022] Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.266>
- [3] RIBA Jordi-Roger, et al.: Circular economy of post-consumer textile waste: Classification through infrared spectroscopy, *Journal of Cleaner Production*, (2020) [online]. [cit. 2. 2. 2022]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123011>
- [4] RAPSIKEVIČIENE J., GUARAUSKIENE I., JUČIENE A.: Model of Industrial Textile Waste Management. Kaunas: *Environmental Research*, (2019), ISSN 2029-2139.
- [5] MUTHU S. S.: Sustainability in the Textile Industry. Hong Kong: Springer Nature Singapore, (2017) ISBN 978-981-10-2639-3.
- [6] Udržitelný rozvoj. *Ministerstvo životního prostředí*. [online]. [cit. 28. 3. 2022]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/udrzitelny_rozvoj.
- [7] BRADOVÁ E. Indikátory udržitelnosti Prahy. (2017) [online]. [cit. 23. 4. 2022]. Dostupné z: https://ma21.cenia.cz/LinkClick.aspx?fileticket=V_2M3KHkQNg%3D&tabid=1658&portalid=0&mid=1938&language=cs-CZ.
- [8] Institut Cirkulární Ekonomiky. ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA INCIEN 2020. (2020) [online]. [cit. 28. 3. 2022]. Dostupné z: https://incien.org/wp-content/uploads/2021/06/ZS_INCIEN-2020_SV_VERZE5_komplet2-2.pdf.
- [9] RAJKISHORE N., ASIS P.: Waste Management in the Fashion and Textile Industries. United Kingdom: Elsevier, (2021) ISBN 978-0-12-818759-3.
- [10] SCHROEDER P., ANGGRAENI K., WEBER U.: The Relevance of Circular Economy Practices to the Sustainable Development Goals. Brighton: Research and Analysis, (2018) [online]. [cit. 6. 2. 2022]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/jiec.12732>.
- [11] STRATEGICKÝ RÁMEC CIRKULÁRNÍ EKONOMIKY ČESKÉ REPUBLIKY 2040 "Maximálně cirkulární Česko v roce 2040". *Ministerstvo životního prostředí*. (2021),

- [online]. [cit. 11. 2. 2022]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpady_podrubrika/\\$FILE/OODP-Cirkularni_Cesko_2040_web-20220201.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpady_podrubrika/$FILE/OODP-Cirkularni_Cesko_2040_web-20220201.pdf).
- [12] SDĚLENÍ KOMISE EVROPSKÉMU PARLAMENTU, RADĚ, EVROPSKÉMU HOSPODÁŘSKÉMU A SOCIÁLNÍMU VÝBORU A VÝBORU REGIONŮ; Nový akční plán pro oběhové hospodářství. (2020), [online]. [cit. 30. 1. 2022]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0098>.
- [13] Ministerstvo životního prostředí. *Agenda 2030*. [online]. [cit. 28. 3. 2022]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/agenda_2030.
- [14] REDAKCE OF. Cirkulární ekonomika. *Odpadové fórum*. Praha (2019), ISSN 1212-7779
- [15] MUTHU S. S.: Sustainable Innovations in Recycled Textiles. Hong Kong: Springer Nature Singapore, (2018) ISBN 978-981-10-8515-4.
- [16] ČESKO. Zákon č. 541/2020 Sb. o odpadech a o změně některých zákonů. In: Sbíрка zákonů České republiky. částka 222/2020 [online] [cit. 1. 2. 2022]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/E4044163A66CAA76C1258655002DE3C9/%24file/OL_541_2020.pdf.
- [17] Vyhláška č. 8/2021 Sb. o Katalogu odpadů a posuzování vlastností odpadů (Katalog odpadů). [online]. [cit. 10. 3. 2022]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-8>.
- [18] FCC Environment. [online]. [cit. 4. 3. 2022]. Dostupné z: <https://www.fcc-group.eu/cs/ceska-republika/uvod.html>.
- [19] YALCIN-ENIS I., KUCUKALI-OZTURK M., SEZGIN H.: Risks and Management of Textile Waste (Chapter 2). Springer International Publishing, (2019), ISBN 978-3-319-97921-2.
- [20] SOLDATOVA A.: Trhu s textilem už primární zdroje nebudou brzy stačit. *Časopis Odpady*. 2021, 05/2021 [online] [cit. 18.3. 2022] Dostupné z: <https://odpady-online.cz/casopis-odpady-trhu-s-textilem-uz-primarni-zdroje-nebudou-brzy-stacit/>
- [21] VAŠKEVIČ Š.: Cesty obnošeného oblečení. [online]. [cit. 13. 3. 2022]. Dostupné z: <https://zajimej.se/%ef%bb%bfcesty-obnoseneho-obleceni/>.
- [22] Collins Dictionary. [online]. [cit. 17. 1. 2022]. Dostupné z: <https://www.collinsdictionary.com/submission/23916/wishcycling>.

- [23] Nařízení EU č. 1007/2011 - doprovodné informace. *Ministerstvo průmyslu a obchodu*. (2012) [online]. [cit. 17. 1. 2022] Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/zpracovatelsky-prumysl/textilni-odevni-a-kozedelny-prumysl/narizeni-eu-c--1007-2011---doprovodne-informace--107002/>.
- [24] SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) 2018/851 ze dne 30. května 2018, kterou se mění směrnice 2008/98/ES o odpadech. . EUR-Lex. [online] [cit. 17. 1. 2022]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32018L0851>.
- [25] EKOLIST. [online]. [cit. 20. 1. 2022] Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/zelenadomacnost/zpravy-zd/rakousti-vedci-prisli-na-to-jak-recyklovat-textil.bavlnu-rozpusti-a-polyster-znovu-pouziji>.
- [26] Recycled Cotton. [online]. [cit. 20. 1 2022] Dostupné z: www.cottonworks.com.
- [27] MOLLAHOSSEINI H., et al. Recycling of waste silk fibers towards silk fibroin fibers with different structures through wet spinning technique. Elsevier, (2019) ISSN 0959-6526.
- [28] ROUETTE Hans-Karl.: Encyclopedia of Textile Finishing.: Springer, (2000), ISBN 978-3642852732.
- [29] RETEX. [online]. [cit. 24. 2. 2022]. Dostupné z: <https://www.retex.cz/>.
- [30] FATRA. Popis technologie extruze. [online]. [cit. 26. 2. 2022]. Dostupné z: <https://www.fatra-extruze.cz/vyroba/extruze-technologie/>.
- [31] Fibertex *NONWOVENS*. [online]. [cit. 25. 2. 2022]. Dostupné z: <https://www.fibertex.com/>.
- [32] EKOTEX. [online]. [cit. 23. 2. 2022]. Dostupné z: <http://www.ekotex.cz/cz/index.htm>.
- [33] Council for Textile Recycling. [online]. [cit. 21. 1. 2022]. Dostupné z: <http://www.weardonaterecycle.org/about/index.html>.
- [34] BIR. The Bureau of International Recycling. [online]. [cit. 22. 1. 2022]. Dostupné z: www.bir.org.
- [35] Interreg CENTRAL EUROPE ENTeR. [online] [cit. 15. 2. 2022]. Dostupné z: <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/3.html>.

- [36] WP T2 INNOVATION ON TEXTILE WASTE MANAGEMENT - Activity A.T2.2 Textile Waste Database. (2020) [online]. [cit. 20. 2. 2022]. Dostupné z: <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/D.T2.2.2---Textile-waste-database.pdf>.
- [37] Leonel J.R. NUNES L. J. R., GODINA R., MATIAS J. C. O., CASTALAO J. P. S.: Economic and environmental benefits of using textile waste for the production of thermal energy. Lisboa: Journal of Cleaner Production, (2017), ISSN 0959-6526.
- [38] ČEZ. Energetické využití odpadů: ZEVO. [online]. [cit. 20. 3. 2022]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/zevo/co-je-zevo.html>.
- [39] Podklady pro oblast podpory odpadového a oběhového hospodářství OPŽP 2021-2027. Energetické využití odpadů. *Ministerstvo životního prostředí* (2020), [online]. [cit. 21. 3. 2022]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/\\$FILE/OODP-4_Energeticke%20vyuziti%20odpadu-20200529.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpadove_obehove_hospodarstvi/$FILE/OODP-4_Energeticke%20vyuziti%20odpadu-20200529.pdf)
- [40] Tisková zpráva: ČR nastupuje trend: od skládkování ke třídění, recyklaci a materiálovému využití na maximum. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 5. 3. 2022]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/news_20201201-CR-nastupuje-trend-od-skladkovani-ke-trideni-recyklaci-a-materialovemu-vyuziti-na-maximum.
- [41] LABFRESH. THE FASHION WASTE INDEX. [online]. [cit. 3. 2. 2022]. Dostupné z: <https://labfresh.eu/pages/fashion-waste-index?locale=en>.
- [42] INTERREG CENTRAL EUROPE ENTeR, Produkce a zpracování textilních odpadů v zemích střední Evropy. (2018) [online] [cit. 28. 3. 2022]. Dostupné z: http://www.inotex.cz/docs/aktuality/AKTUALITY%20no.5%20-%20XI-2018_CZ.pdf
- [43] POTEX. [online]. [cit. 1. 2. 2022] Dostupné z: <https://www.potex.cz/>
- [44] Amáda spásy. [online]. [cit. 20. 2. 2022]. Dostupné z: <https://armadaspasy.cz/>
- [45] UNITED NATIONS. Take Action for the Sustainable Development Goals. (2020) [online]. [cit. 19. 2. 2022] Dostupné z: https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/69/L.85&Lang=E.
- [46] Asociace společenské odpovědnosti. [online] [cit. 19. 2. 2022]. Dostupné z: <https://www.spolecenskaodpovednost.cz/nasi-clenove/>
- [47] DIMATEX. Udržitelná cesta k textilu. [online]. [cit. 1. 2 2022]. Dostupné z: <https://www.dimatex.cz/>

- [48] TRANSFORM a.s., Lázně Bohdaneč. [online]. [cit. 20. 2 2022]. Dostupné z: <https://www.recyklace.cz/>.
- [49] DIMATEX. Interní informace společnosti DIMATEX CS. 2022
- [50] Diakonie Broumov, sociální družstvo. [online]. [cit. 1. 2 2022]. Dostupné z: <https://diakoniebroumov.org/>.
- [51] TextilEco. [Online]. [cit. 1. 2 2022] Dostupné z: <https://textil-eco.cz/>.
- [52] ČESKO. Zákon č. 477 ze dne 4. prosince 2001 o obalech a o změně některých zákonů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. částka 172/2001. [Citace: 20. 1 2022.] Dostupné z: https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/2E3A627D45671704C1257563004137A8/%24file/OL_477_2001.pdf.
- [53] ARCA. [online]. [cit. 1. 2 2022] Dostupné z: <https://www.arca-chrast.cz/>.
- [54] EKOKOM. [online]. [cit. 20. 1 2022] Dostupné z: <https://www.ekokom.cz/>.
- [55] UO TEX. Tradiční český výrobce netkaných geotextilií. [online]. [cit. 1. 3 2022.] Dostupné z: <https://www.uotex.cz/>.
- [56] KOČÍ V.: Posuzování životního cyklu Life Cycle Assessment - LCA. Chrudim: Vodní zdroje Ekonomitor, (2009), ISBN 978-80-86832-42-5.
- [57] ISO 14040:2006. Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework. (2006), [online]. [cit. 1. 2 2022.] Dostupné z: <https://www.iso.org/standard/37456.html>.
- [58] ISO 14044:2006. Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines. (2006), [online]. [cit. 1. 2 2022.] Dostupné z: <https://www.iso.org/standard/38498.html>.
- [59] LEVI STRAUSS & CO.: The life cycle of a jean: Understanding the environmental impact of a pair of Levi's jeans. (2015), [online]. [cit. 11. 4. 2022]. Dostupné z: <https://www.levistrauss.com/wp-content/uploads/2015/03/Full-LCA-Results-Deck-FINAL.pdf>.
- [60] KHAN N. A., et al. Lifecycle Analysis (LCA) of a White Cotton T-shirt and Investigation of Sustainability Hot Spots: A Case Study. London Journal Press, (2018), ISSN 2631-8504.

- [61] BAYDAR G., CILIZ N., MAMMADOV A.: Life cycle assessment of cotton textile products in Turkey. (2015), [online]. s. 213-223 [cit. 8. 3 2022.] Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.08.007>.
- [62] KALLIALA E. M., NOUSIAINEN P.: Life Cycle Assessment: Environmental profile of cotton and polyester-cotton. (1999), [online]. [cit. 8. 3 2022.] Dostupné z: https://proyectaryproducir.com.ar/public_html/Seminarios_Posgrado/Material_de_referencia/LCA%20for%20Cotton%20and%20Polyester-cotton%20fabrics.pdf.
- [63] ZEQUAN W.: Haode Evaluating the Life-cycle Environmental Impacts of Polyester Sports T-shirts. (2020), [online]. [cit. 5. 3. 2022]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/341410684_Haode_Evaluating_the_Life-cycle_Environmental_Impacts_of_Polyester_Sports_T-shirts.
- [64] MUTHU S. S.: Handbook of Life Cycle Assessment (LCA) of Textiles and Clothing. United Kingdom: ELSEVIER Ltd; The Textile Institute, 201s. ISBN: 978-0-08-100187-5.
- [65] BAMONTI S., et al.: Environmental Footprint in the Production of Recycled Wool (2016), [Online]. [cit. 7. 3. 2022]. Dostupné z: http://www.eemj.icpm.tuiasi.ro/pdfs/vol15/n09/3_54_Bamonti_16.pdf.
- [66] MUNASINGHE P., et al. A systematic review of the life cycle inventory of clothing. Journal of Cleaner Production, (2021) ISSN 0959-6526.
- [67] DAHLBO H., et al.: Increasing textile circulation - Consequences and requirements. Helsinki: Elsevier, (2017), ISSN 2352-5509.
- [68] ALLWOOD J. M., et al. Well Dressed? the Present and Future Sustainability of Clothing and Textiles in the United Kingdom. University of Cambridge, (2006), ISBN 1-902546-52-0
- [69] EnviGroup. *Kódování způsobů nakládání s odpady*. [online]. [cit. 18. 4. 2022]. Dostupné z: <https://www.envigroup.cz/kodovani-zpusobu-nakladani-s-odpady.html>.
- [70] EKO-KOM. *Výroční shrnutí 2020*. [online]. [cit. 2. 5. 2022] Dostupné z: https://www.ekokom.cz/wp-content/uploads/2021/09/Ekokom_vyrocní_shrnutí_2020_elektronicke.pdf.
- [71] KOČÍ V., Porovnání environmentálních dopadů odnosných tašek z různých materiálů metodou posuzování životního cyklu - LCA. (2018) [online] [Citace: 18. 4. 2022].

Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_181228_tasky/\\$FILE/LCA%20-%20studie%20final.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_181228_tasky/$FILE/LCA%20-%20studie%20final.pdf).

[72] BODIN R.: To Reuse or to Incinerate? a Case Study of the Environmental Impacts of Two Alternative Waste Management Strategies for Household Textile Waste in Nine Municipalities in Northern Stockholm. Švédsko : Royal Institute of Technology, (2016), [online]. [cit. 2. 5. 2022] Dostupné z: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:972626/FULLTEXT01.pdf>

[73] STRAND J.: Environmental impact of the Swedish textile consumption: a general LCA study.: University of Agricultural Sciences, (2015), [online]. [cit. 2. 5. 2022]. Dostupné z: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:826159/FULLTEXT01.pdf>.

[74] FARRANT L., OLSEN S. I., WANGEL A.: Environmental Benefits from Reusing Clothes.: Technical University of Denmark, (2010), 15:726-736

[75] WOOLRIDGE A. C., WARD G. D., PHILLIPS P. S., COLLINS M., GANDY S.: Life cycle assessment for reuse/recycling of donated waste textiles compared to use of virgin material: An UK energy saving perspective, Resources, Conservation and Recycling. (2006), ISSN 0921-3449.

[76] Oxford Languages. [online]. [cit. 17. 1. 2022]. Dostupné z: <https://languages.oup.com/google-dictionary-en/>.

[77] EUROSTAT. Statistics Explained. [online]. [cit. 22. 1. 2022] Dostupné z: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Main_Page.

[78] Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic (Text s významem pro EHP). [online] [cit. 17. 1. 2022]. Dostupné z: <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=32008L0098>.

[79] Ministerstvo životního prostředí. [online]. [cit. 22. 1. 2022]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/cz/ministerstvo>.

[80] Merriam Webster. [online]. [cit. 22. 1. 2022]. Dostupné z: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/downcycle>.

[81] ČESKO. Zákon č. 89/1995 Sb., o státní statistické službě. In: Sbírka zákonů České republiky. [online]. [cit. 22. 1. 2022]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995-89>

- [82] Merriam-Webster. *We're In Step With 'Plogging'*. [online]. [cit. 19. 2 2022.] Dostupné z: <https://www.merriam-webster.com/words-at-play/origin-and-meaning-of-plogging>.
- [83] English Encyclopedia. *Garnetting Definitions*. [online]. [cit. 23. 2 2022]. Dostupné z: <https://www.encyclo.co.uk/meaning-of-Garnetting>.
- [84] SHEN B. et al.: Sustainability Issues in Textile and Apparel Supply Chains. China : MDPI-Sustainability, (2017) [online]. [cit. 23. 4. 2022]. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/su9091592>.
- [85] Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách pro textilní průmysl. *Ministerstvo průmyslu a obchodu*, (2013), [online]. [cit. 10. 3. 2022]. Dostupné z: https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/prumysl-a-zivotni-prostredi/ippc-integrovana-prevence-a-omezovani-znecisteni/referencni-dokumenty-bref/2017/1/BREF_textil.pdf.
- [86] Odbor strategického rozvoje a koordinace veřejné správy Ministerstva vnitra. *Místní Agenda 21*. [online]. [cit. 11. 4 2022] Dostupné z: <http://kvalitavs.cz/mistni-agenda-21/>.
- [87] Český statistický úřad. *Krajská správa ČSÚ v Pardubicích*. [online]. [cit. 16. 4 2022] Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/x/mesta_a_obce.
- [88] ESTEVE-TURRILLAS F. A., DE LA GUARDIA M.: Environmental impact of Recover cotton in textile industry. *Resour. Conserv. Recycl.* 116, 107e115. Valencie: U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, (2017), ISSN 0921-3449.