

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava

Hornicko-geologická fakulta

Institut environmentálního inženýrství



Recyklace textilního odpadu

Recyclation of Textile Waste

Bakalářská práce

Autor:

Michal Mikeska

Vedoucí práce:

Ing. Miluše Hlavatá, Ph.D.

Ostrava 2017

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství

Zadání bakalářské práce

Student: **Michal Mikeska**
Studijní program: B2102 Nerostné suroviny
Studijní obor: 3904R022 Zpracování a zneškodňování odpadů
Téma: **Recyklace textilního odpadu**
Recyclation of Textil Waste
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Technologie zpracování odpadního textilu v zahraničí
3. Technologie zpracování odpadního textilu v ČR
4. Vyhodnocení nejlepších technologií
5. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

TOJO, Naoko a Beatrice KOGG. Prevention of Textile Waste: Material flows of textiles in three Nordic [online]. Nordic Council of Ministers, 2012. ISBN 978-92-893-2385-7. Dostupné z: http://nordicfashionassociation.com/sites/default/files/tn2012545_web.pdf


Firemní dokumentace firem: Retex,a.s. Moravský Krumlov, Ekotex s.r.o. Ivančice

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Miluše Hlavatá, Ph.D.**

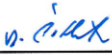
Datum zadání: 30.10.2015

Datum odevzdání: 28.04.2017



doc. Ing. Silvie Heviánková, Ph.D.
vedoucí institutu





prof. Ing. Jaroslav Dvořáček, CSc.
pověřený vedením fakulty

Prohlášení autora bakalářské práce

- Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu. Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.

- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).

- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

- Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 28. 4. 2017



.....

Michal Mikeska

Poděkování:

Děkuji vedoucí bakalářské práce Ing. Miluši Hlavaté, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady, které mi během zpracování Bakalářské práce poskytovala. Dále děkuji Ing. Radku Krajíčkovi z firmy Ekotex, s. r. o. a Ing. Pavlu Benešovi z firmy Retex, s. r. o. za vstřícnost a ochotu během soukromé exkurze ve výrobních závodech.

Anotace:

Bakalářská práce se zaměřuje na recyklaci textilního odpadu. Popisuje situaci v České Republice a v zahraničí, především v Severských státech. Popisuje metody sběru, třídění a recyklace v některých podnicích a organizacích v Dánsku, Finsku, Švédsku, Německu a České Republice a možnostech dalšího využití.

Klíčová slova:

Recyklace, textilní odpad, sběr, třídění

Summary:

My Bachelor thesis focuses on recycling of textile waste. It describes the situation in Czech Republic a in foreign countries, especially in Nordic countries. It describes methods of collection, sorting and recycling of some companies and organizations in Denmark, Finland, Sweden, Germany and Czech Republic and options for further use.

Keywords:

Recyclation, textile waste, collecting, sorting

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Technologie zpracování odpadního textilu v zahraničí	2
2.1	Fáze recyklace textilu.....	2
2.1.1	Sběr textilu.....	2
2.1.2	Třídění.....	2
2.1.3	Textiles for Textiles	3
2.2	Metody recyklace	5
2.2.1	Mechanická recyklace.....	6
2.2.2	Chemická recyklace	7
2.2.3	Termální recyklace	9
2.2.4	Mix technologií.....	9
2.2.5	Speciální procesy	10
2.3	Textilní průmysl v Dánsku.....	11
2.3.1	Množství textilu uvedeného na dánský trh	11
2.3.2	Podnikatelský a veřejný sektor v Dánsku	12
2.3.3	Opětovné využití textilu a jeho umístění	13
2.3.4	Množství znovu použitelného textilu v rámci Dánska.....	13
2.3.5	Spotřebitelé	14
2.3.6	Podnikatelský a veřejný sektor	15
2.3.7	Textil exportovaný za účelem opětovného použití	15
2.3.8	Recyklovaný textilní odpad	15
2.3.9	Množství spalovaného a skládkovaného textilního odpadu	16
2.3.10	Technologie užití při nakládání s textilním odpadem	17

2.4	Textilní průmysl ve Finsku	18
2.4.1	Množství textilu na finském trhu	18
2.4.2	Opětovné využití textilu a jeho umístění	18
2.4.3	Množství znovu použitého textilu v rámci Finska.....	19
2.4.4	Nakládání s textilním odpadem	20
2.4.5	Technologie použité pro recyklaci textilního odpadu.....	21
2.5	Textilní průmysl ve Švédsku.....	22
2.5.1	Opětovné využití textilu a jeho umístění	22
2.5.2	Množství recyklovaného textilního odpadu.....	22
2.5.3	Množství spáleného a skládkovaného textilního odpadu	23
2.5.4	Technologie použité pro recyklaci textilního odpadu.....	23
2.6	Textilní průmysl v Německu.....	24
2.6.1	Vývoj nakládání s odpady.....	24
2.6.2	Příklady nakládání s použitým textilem.....	26
2.6.3	Recyklace textilu v automobilovém průmyslu	27
3	Technologie zpracování	28
3.1	Retex, a. s.	28
3.2	Ekotex, s. r. o.....	31
3.3	Další podniky zpracovávající textilní odpad.....	32
3.3.1	UO TEX, s. r. o.	32
3.3.2	Netex, s. r. o.	33
3.3.3	Dimatex CS, s. r. o.....	33
4	Vyhodnocení nejlepších technologií.....	34
5	Závěr	35

1 Úvod

Vzhledem k obrovskému rozvoji civilizace a rychlému růstu lidské populace, především od 20. století, představují odpady z textilního průmyslu neopomenutelnou problematiku. Omezené množství zdrojů této planety, kterou obýváme, nás nutí k zamyšlení, jak je využívat co nejhospodárněji pro zachování budoucím generacím.

Dlouhou dobu použitý textil nenacházel další uplatnění pro společnost. Až na výjimky, kterými jsou sbírky vnošeného oblečení pro potřebné v rozvojových nebo válkou či přírodní katastrofou postižených zemích, většinou skončil jako odpad na skládkách nebo byl spalován jako palivo. Navíc se vedle klasických přírodních materiálů jako je vlna, bavlna, len a hedvábí začalo využívat syntetických materiálů, které se nerozkládají. Tento způsob nakládání s použitým textilem však byl pouze odkládáním problému, který s sebou nesl i plýtvání z ekonomického hlediska. Začaly se tedy vyvíjet způsoby zpracování odpadního textilu a postupy, které umožnily jeho opětovné využití ať už pro původní nebo alternativní účely jako je automobilový a stavební průmysl.

V této bakalářské práci se budu zabývat problematikou recyklace textilního odpadu. Zaměřím se na problematiku sběru, třídění, zpracování a způsoby využití textilního odpadu. Popíši a poté vyhodnotím nejlepší metody nakládání s textilními odpady v zahraničí a v České Republice.

2 Technologie zpracování odpadního textilu v zahraničí

2.1 Fáze recyklace textilu

Díky recyklaci textilního odpadu dochází ke snížení nároků na prostor skládek, nehledě na to, že syntetická vlákna se nerozkládají a přírodní vlákna se mohou rozkládat i stovky let a uvolňovat skleníkové plyny jako jsou metan a oxid uhličitý. Dále to znamená úsporu energie, snížení spotřeby vody a menší využívání nově vyrobených vláken.^[4] Fázemi recyklace textilu jsou: sběr, třídění a recyklace.

2.1.1 Sběr textilu

Prvním krokem je shromažďování použitých textilií, které se provádí pomocí speciálních kontejnerů. Na nich je natištěn výčet jednotlivých složek textilního odpadu, který do kontejnerů smíme vhodit a jsou situovány blízko obchodních center, supermarketů, budov městské správy a v podobných místech, kde denně projde velký počet lidí. Dalším místem pro odkládání je sběrný dvůr.^[1,2] Tímto způsobem se velká část textilu vrací ke svému primárnímu účelu použití a je odeslána charitativními organizacemi těm, kteří to potřebují.^[3] Některé charity provádí sběr přímo z domácností a dopředu oznamují, kdy k němu v jejich nejbližším okolí dojde. Využívají také dobrovolníky, kteří domácnosti v jejich seznamu obvolávají, zda mají nějaké staré oblečení k vyzvednutí.^[5]

2.1.2 Třídění

Po nashromáždění se použitý textil prodá firmám, které se zabývají jejich tříděním.^[3] Ty jej roztrídí do tří kategorií: opětovné použití, hadry a vlákno. Obvykle se jedná o manuální proces třídění, jež vyžaduje odborné znalosti k identifikaci různých typů materiálu. Tento proces může být podpořen mechanickými systémy jako dopravníkový pás a zásobníky pro jednotlivé jakosti materiálu. Je zde ovšem inovativní způsob automatizace třídění známý jako Textiles for Textiles (T4T). Zpracovatelé odpadního textilu hlásí, že přibližně polovina oděvů může být zpětně využita. Někteří tyto oděvy balí pro vývoz do rozvojových zemí nebo jsou využity k prodeji v second hand obchodech. Využití látky pro hadry a ubrousky používané v průmyslu je dalším důležitým článkem zbytkového procesu recyklace. Navíc textil může být redukován na vláknitý materiál.^[5]

Třídění je prvním krokem v procesu recyklace. Hlavním účelem třídění je oddělit vlákna na základě jejich typu a stavu, ve kterém se nacházejí. Třídění se obvykle provádí ručně a cílem je oddělit nositelné oblečení, které je možné prodat na domácím trhu nebo v zahraničí, od nenositelného, které se prodává průmyslu k trhání a novému spřádání. ^[13]

Dalším možným krokem je opětovné třídění, při kterém je odpad separován podle typu a barvy. Díky tomu není nutné opětovné barvení materiálu, což má za následek úsporu energie a zabránění vzniku emisí. Při ručním třídění je oblečení oddělováno nejen podle technické kvality ale i typu tkaniny. Kupříkladu bavlnu je těžké opět prodat, nicméně se jedná o materiál velmi dobrý pro průmyslové utěrky. ^[13]

Typickým příkladem třídícího zařízení je KICI v Nizozemsku. Oblečení je profesionálními společnostmi roztríděno na použitelné a nepoužitelné. Nositelné oblečení je opětovně použito v Nizozemsku, zemích východní Evropy nebo darovány charitě. Veškerý výnos ze sběru textilu je darován charitativním organizacím, např. Červenému kříži. Pro nenositelné oblečení hledá KICI jiné využití například jako izolační materiál. ^[13]

V první fázi se třídění vláken operátor provádí ohmatáváním textilu (např. jiný hmatový vjem při dotknutí se vlny a bavlny), což vyžaduje zkušené třídící pracovníky. Textilie složené z různých druhů vláken může být obtížné rozpoznat a charakterizovat. V Evropě a USA je manuální třídění nákladný proces. V nízkonákladových zemích v Asii a Africe je sice tento proces levnější, avšak export textilu do těchto lokalit k třídění by mohl vyvolat sociální problémy, spojené se zneužíváním dělníků, dětských dělníků, nízkými mzdami apod. ^[13]

I přes stále dominantní pozici manuálního třídění je snaha o vytvoření nového třídícího systému, který by proces automatizoval. Evropská unie nedávno odstartovala v Holandsku projekt Textiles 4 Textiles, jehož partnerem je firma KICI. ^[13]

2.1.3 Textiles for Textiles

Jedná se o projekt, financovaný Evropskou unií. Projekt má vyvinout a testovat stroj, který dokáže pomocí blízké infra-červené spektroskopie automaticky třídit textilní odpad do jednotlivých frakcí na základě složení vlákna a barvy. ^[7] Tato technologie se již používá k třídění při recyklaci jiných materiálů, jako jsou plasty. ^[13] Oproti ručnímu třídění může takovýto systém potenciálně zvýšit finanční životaschopnost procesu třídění, stejně tak

množství a homogenitu tříděných frakcí. ^[7] V rámci pilotního projektu pro džínové výrobky bylo spočítána 53% úspora energie, 99% úspora vody a bylo ušetřeno 88 % chemikálií. Technologie automatizovaného třídění nemohou nahradit předběžné manuální třídění. ^[13] Nejprve tedy textil projde procesem ručního třídění, kde se oddělí použitelné oblečení od toho nepoužitelného. Poté jsou zbývající oděvy napojeny na linku s automatickým třídícím systémem ke skartaci (trhání). Dlouhá vlákna mohou být využita v bytovém textilu, zatímco kratší vlákna jsou použita k výrobě netkaných textilií, jako je zvuková či tepelná izolace, výrobky osobní hygieny a automobilového průmyslu. ^[6]

Proces třídění je důležitým krokem v mnoha typech recyklace od kovů po plasty. Lepší přesnost umožňuje větší využití hodnoty materiálu prostřednictvím jeho separace do různých tříd. Automatizace třídění navíc pomáhá ke snížení požadavků na pracovní sílu. Stejný problém kolem třídění platí také pro oblast recyklace oblečení nebo jiného textilu. Recyklace oděvu je klíčovým prvkem při snižování uhlíkové stopy v oděvním průmyslu, avšak jeho potenciál stále není zcela naplněn kvůli nedostatku snadno dostupných technologií, zvláště pokud jde o třídění. ^[5,6]

Obnova oděvů a opětovné použití pro charitativní účely je důležitou součástí recyklačního úsilí, které představuje přibližně 50 procent využití v zemích jako je Nizozemsko. Zbýlých 50 procent však stále musí být roztříděno ručně. Kvůli vysokým nárokům spojených s ručním tříděním, které jsou kladené na zaměstnance, často dochází k obtížné identifikaci konkrétního typu tkaniny a tím ke špatnému vytrídění. Výsledkem je, že pro výrobu hadrů nebo výplní, se používá kvalitní materiál, který se spíše hodí pro vyšší stupeň aplikace, například jeho přidávání do nového vlákna. ^[5,6]

Tab. č. 1: Přehled třídících technologií ^[13]

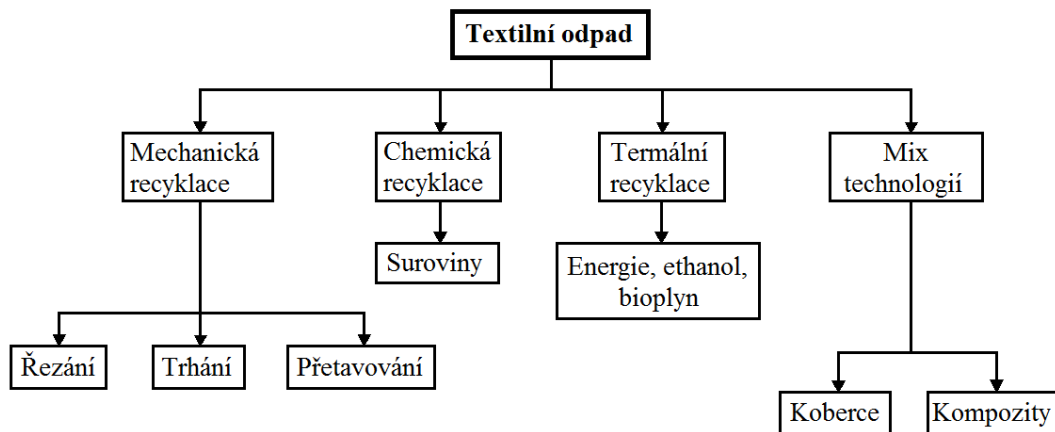
Technologie třídění	Výhody	Nevýhody
Manuální třídění	Tradiční technika	Pro Evropu a USA více nákladné
		Pro Afriku a Asii méně nákladné, ale logisticky a sociálně problematické
	Velké množství zkušeností	Kvalita práce závislá na schopnostech operátora
		Obtížné rozpoznání u výrobků složeného z více druhů vláken
Automatické: optické třídění (NIRS)	Automatizovaný proces	Pouze pro textil nízké kvality
	Záruka správného vytřídění pro zákazníka	
	Použitelnost v průmyslovém měřítku	
	Zvýšené kvalita opětovně použitých vláken	Předběžné ruční třídění stále nezbytné
	Snížení emisí oproti manuálnímu třídění	
	Oproti manuálnímu třídění úspora energie a vody	

2.2 Metody recyklace

Obnova a recyklace textilu reprezentuje poměrně nové technologie v porovnání s ostatními materiály a skýtá několik environmentálních a ekonomických výhod:

- Snížené množství odpadu jdoucího na skládky
- Dávání přednosti recyklovanému materiálu před novým vede k
 - Redukci spotřeby vody a energie
 - Redukci spotřeby barviv a lepidel
 - Snižování emisí skleníkových plynů ^[13,15]

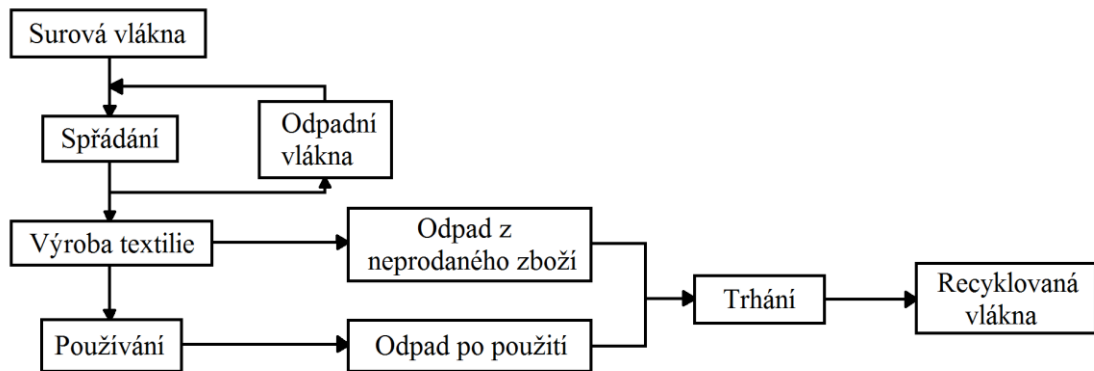
Stejně jako u ostatních materiálů je největší přínos recyklace textilu dosažen u uzavřených recyklačních cyklů (recyklace starého textilu do nových textilií). Přínosná je však také recyklace textilu do jiných výrobků (downcycling). Pro recyklaci odpadů z textilu je k dispozici několik technologií. [13]



Obr. č. 1: Přehled hlavních recyklačních technologií [14]

2.2.1 Mechanická recyklace

V Evropě je většina textilního odpadu recyklována mechanicky pro výrobu náplní do matrací a čalounění. Dalšími aplikacemi jsou výroba izolačních materiálů nebo zahradnické kapilární rohože. Mechanickou recyklací rozumíme degradaci tkaniny na vlákna pomocí řezání, trhání (redukce velikosti kusů textilií), mykání a dalších mechanických procesů. Mechanické separace může být dosaženo na základě rozdílné hustoty vláken, odstředování a tavením. [13]



Obr. č. 2: Schéma etap procesu mechanické recyklace ^[14]

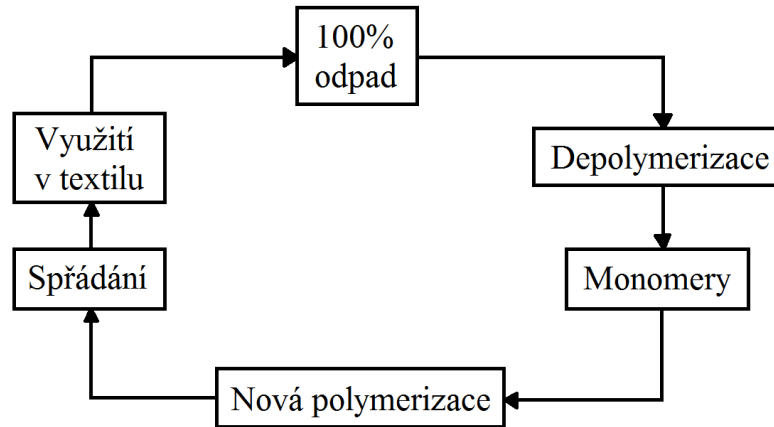
Existují různé techniky mechanické recyklace textilií:

- Technika pro výrobu textilií – Textilní odpad se nařeže na vysoce kvalitní kusy a je přeměněn na nové produkty jako pantofle či peněženky. Tento způsob výroby používají charity jako Červený kříž i některé podniky.
- Technika pro výrobu vláken – Textil je rozřezán a projde bubnem pro získání vláken. Vlákna jsou poté čištěna a promíchána s novými. Příze vyrobené z recyklovaných textilií, mající horší fyzikální vlastnosti, se nejčastěji skládají z vláken smíšených barev a různých délek.
- Technika pro výrobu příze – Kvalita příze je závislá na vlastnostech vláken. Textilní odpad se vyčistí, nařeže a taví před tím, než je namotán do příze. Konečné produkty jsou využívány k výrobě netkaných produktů, jako jsou tepelně a zvukově izolační materiály v automobilovém průmyslu, čalounění, podklad kobereců, vložky, tampony a jednorázové pleny. Příze, vyrobené z tohoto typu vláken, jsou hlavně tmavé nebo šedé barvy. ^[13]

2.2.2 Chemická recyklace

Tato metoda se používá u syntetických vláken (nylon, polyester,...) nebo smíšených vláken (kombinace přírodních a umělých vláken). Při tomto typu recyklace textilu jsou vlákna rozložena na molekulární úroveň a surovina je poté polymerizována. Dochází

k chemickému oddělení od původní textilie. V případě čistých celulózových materiálů je degradace dosahována pomocí enzymatické či kyselé hydrolyzy. [13]



Obr. č. 3: Chemická recyklace textilu ze syntetického materiálu [14]

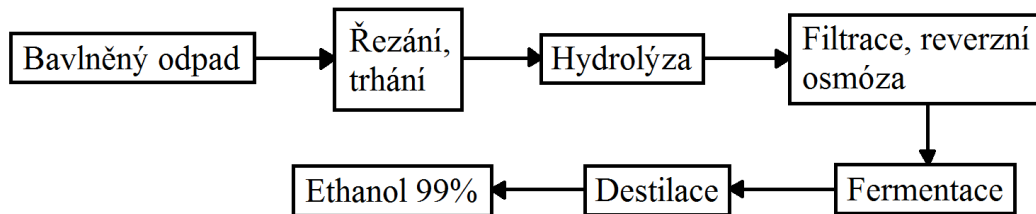
Chemická recyklace vyžaduje více energie než mechanická recyklace, nicméně kvalita vláken je předvídatelnější. Využití konečných produktů je rozmanité, od automobilového průmyslu, například čalounění, až po bytové vybavení. V budoucnu se očekává zlepšení re-polymerizace recyklovaných syntetických vláken. Slibným příkladem chemické recyklace je švédská firma Re:newcell, která textilie chemicky ošetřuje pro výrobu regenerované celulózy (buničiny) a poté přeměňuje v meziprodukt vlákna viskózy. Textilie jsou mechanicky roztrhány a zpracovány v chemickém roztoku. Nežádoucí nečistoty, jako jsou polyester, zipy a knoflíky, jsou odstraněny. Celulóza se rozpustí v alkalickém roztoku a přefiltruje do pomalu tekoucí buničiny, ze které lze vyrobit novou viskózu. [13]

Příklad uzavřené recyklace můžeme najít v Japonsku u firmy Teijin Fibers, která vyrábí oblečení ze 100% recyklovaného polyesteru. Obnošený polyesterový oděv je přeměněn na surový materiál, mající podobnou kvalitu jako původní. Díky tomu je konečným produktem vysoce kvalitní oblečení, jehož materiál má specifické vlastnosti, jako je vysoká odolnost proti ohni. Polyester ECOCIRCLE™ je před fází recyklace granulován do malých kuliček. Kuličky se poté za použití chemikálií rozkládají a vrací do podoby surového materiálu, který může být polymerizován a spřádán do nového ECOCIRCLE™. Tento systém je použitelný u 100% polyesteru a oděvů na něj vyrobených. Podle firmy Teijin je díky nahrazení nově vyrobeného materiálu spotřeba energie nižší o 84 % a emise CO₂ nižší o 77 %. Tato výroba je nicméně o 10-20 % dražší, než u nově vyráběného materiálu.

Důvodem jsou vysoké výrobní náklady a investice do strojů a technologií. Chemická recyklace je, s výjimkou Teijins ECOCIRCLE, ve většině případů provozována v omezené míře. [13]

2.2.3 Termální recyklace

Jedná se o spalování, tedy proces konverze textilních odpadů na energii a ne recyklační technologii jako takovou. Bavlněné textilie jsou nařezány na kusy, zhutněny, peletizovány a použity jako palivo v kotlích nebo při výrobě bioplynu. Jedná se o lepší alternativu oproti skládkování, nicméně by se měly spalovat pouze textilie, které se recyklovat nedají. [13]



Obr. č.4: Termální recyklace bavlněného materiálu [14]

2.2.4 Mix technologií

V této technologii je zahrnuta kombinace více než jedné techniky recyklace. Příkladem je recyklace koberců, při které se využívají mechanické a chemické procesy. Koberce jsou totiž komplexní, velmi obtížně recyklovatelné produkty a proto jsou pro ně vyvinuto mnoho speciálních technologií. Mechanická a chemická recyklace může být prováděna v otevřeném cyklu nebo uzavřeném cyklu. V případě otevřeného cyklu dochází k chemickému nebo mechanickému otevření tkaniny pro přeměnu na vláknitou formu, která může být dále zpracována pro nové výrobky. V uzavřeném cyklu je obnovený surový materiál použit pro výrobu polymeru. Ten je poté přepracován ve stejný výrobek podobné kvality. K výrobě tohoto polymerového produktu je nutné použít surový materiál a energii, zvláště přeměna energie je obtížným krokem. Proto je tento proces pro některé polymerní materiály neproveditelný. Nicméně je v tomto ohledu očekáván velký rozvoj. [13]

Tab. č. 2: Přehled recyklačních technologií ^[13]

Technologie recyklace	Výhody	Nevýhody	Výzvy/Trendy
Mechanická recyklace	Levnější	Málo škála tloušťky příze (více nečistot)	
	Nižší spotřeba energie během celého procesu	Nestejněměrnost barvení	
	Nejnižší množství dopadů ze všech technologií	Molekulární struktura vlákn se někdy rozpadne a je pro textil nepoužitelné	
Chemická recyklace	Větší výběr tloušťky příze a méně nečistot	Vyšší náklady	Zlepšení repolymerizace recyklovaných syntetických vláken
	Nekonečný počet recyklačních cyklů	Vyšší spotřeba energie	
Termální recyklace	Lepší alternativa pro textilní odpad s neznámým složením a skládkování	Problematika škodlivých látek (popel, oxidy dusíku)	Zlepšení účinnosti a snížení emisí škodlivých látek
		Účinnost spalování	
Mix technologií	Záleží na kombinaci technologií		

2.2.5 Speciální procesy

V závislosti na konečné aplikaci, vlákna občas není nutné spřádat do přízí. Mohou být jednoduše stlačeny pro vytvoření nových textilních výplní. U recyklace materiálů na bázi polyesteru, proces začíná nařezáním oděvů na malé kousky. Natrhaná tkanina je poté granulována a přeměněna na polyesterové čipy. Poté jsou čipy roztaveny a spřádány do nových nekonečných vláken, používaných pro výrobu nových polyesterových tkanin. ^[15]

Tyto procesy mohou být aplikovány u:

- pletených nebo tkaných, vlněných a podobných materiálů, které jsou opětovně používány jako izolace v automobilech, střešní lepenky, reproduktorové kužely, panelové obložení, polstrování nábytku
- bavlny a hedvábí používaného k výrobě papíru, utěrkových a leštících tkanin pro širokou škálu průmyslových odvětví od automobilového až po těžební průmysl

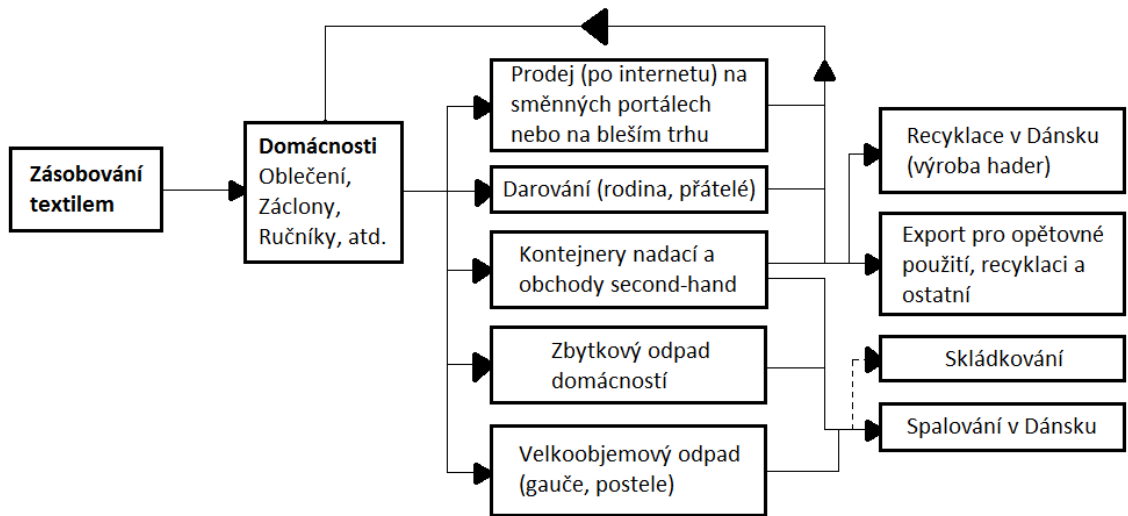
- jiných druhů textilií, které mohou být přepracovány ve vlákna pro izolace, čalounění nebo stavební materiály ^[15]

2.3 Textilní průmysl v Dánsku

2.3.1 Množství textilu uvedeného na dánský trh

Údaje o dánském dovozu, vývozu a domácí produkci jsou odvozeny z dánských statistik. V roce 2010 bylo v Dánsku využito 89 000 tun textilu neboli 16 kg na obyvatele. Oblast second-hand oděvů a hadrů vykazuje zápornou hodnotu, protože vývoz převyšuje dovoz a domácí produkci. Velká část textilního odpadu není zachycena ve statistikách na nabídkové straně jako součást domácí produkce, neboť je na trhu sbírán bez finančních transakcí (zdarma). Toky textilních odpadů budou popsány podrobněji níže. Použité oblečení tvoří přibližně 14 % veškerého exportu. ^[7]

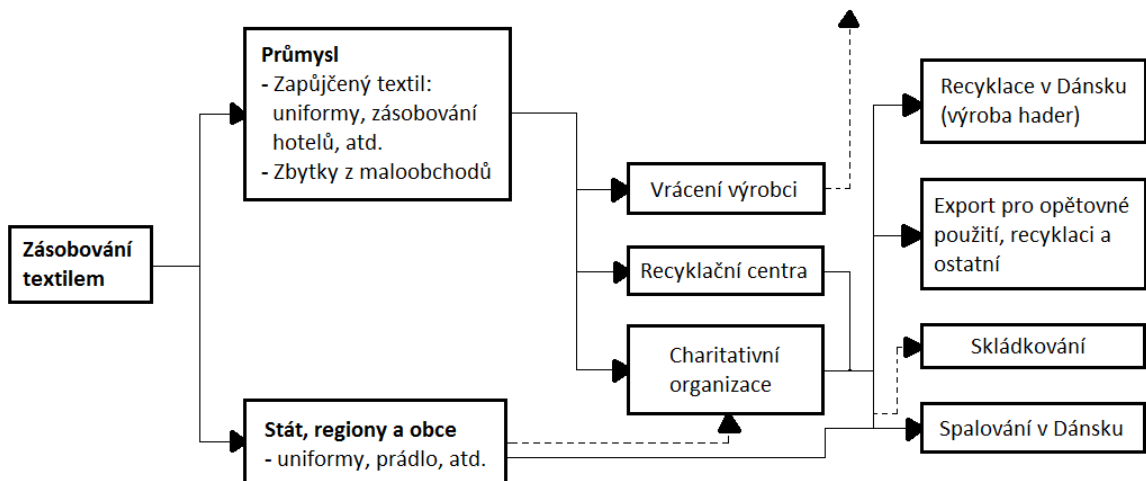
Podle odhadů ve zprávě dánské EPA (Agentura pro ochranu ŽP) bylo v roce 1996 dodáno přibližně 13 kg oděvního textilu na osobu. Tento údaj nelze přímo srovnávat s 16 kg na osobu v roce 2010, neboť je v nich zahrnut i ostatní domácí textil. Jelikož však spotřebitelské výdaje na tkaniny a oblečení stouply mezi lety 2003 až 2008 o téměř 62 %, můžeme očekávat z roku 2010 vyšší číslo. Hlavní domácí produkce se skládá z kalhot, cvičebních a koupacích oděvů, dále ubrusů, záclon, atd. ^[7]



Obr. č. 5: Tok textilu z dánských domácností [7]

2.3.2 Podnikatelský a veřejný sektor v Dánsku

Velká část textilu v rámci podnikatelského a veřejného sektoru je ošetřována v prádelnách. To zahrnuje ručníky, ložní prádlo a uniformy pro hotely, nemocnice, domy s pečovatelskou službou, ale také uniformy z odvětví zpracovatelského průmyslu. Polovinu příjmů tvoří veřejné instituce a sektor služeb, třetinu dále tvoří prádelny z výroby. [7]



Obr. č. 6: Tok textilu v obchodním a veřejném sektoru [7]

2.3.3 Opětovné využití textilu a jeho umístění

Sektor opětovného použití textilu v Dánsku dominuje prostřednictvím jeho sběru neziskovými organizacemi a soukromými podniky, jejichž hlavním smyslem je poskytovat levné oblečení potřebným a získávat finanční prostředky pro všeobecný chod organizace a práci, kterou vykonává. To, co se oblečením po sběru stane, záleží především na obchodní myšlence a jeho kvalitě. Některé obce také provádějí pouliční sběr oděvů vhodných pro znovupoužití. ^[7]

2.3.4 Množství znovu použitelného textilu v rámci Dánska

Odhaduje se, že se v Dánsku nasbírání kolem 35 tisíc tun použitého textilu za rok. Až do roku 2008 množství oblečení vyřazeného pro opětovné použití či recyklaci stoupalo, což může souviset s faktem, že se oblečení zlevnilo, kvalita se snížila a módní cykly zrychlily. Nicméně od roku 2009 je trend opačný a celkové množství klesá. ^[7]

Hlavními sběrateli jsou humanitární organizace Rode Kors (Červený kříž), Frelsens haer (Armáda spásy), UFF a soukromý podnik Trاسبorg. Tuto skupinu doplňuje řada menších podniků, zejména nevládních organizací. Sběr použitých oděvů probíhá prostřednictvím veřejně přístupných kontejnerů a obchodů second-hand. ^[7]

Trاسبorg je hlavní soukromý podnik v oblasti použitého oblečení a je považován za největšího sběratele, jelikož má nejvíce kontejnerů. Firma odhaduje, že ročně nashromáždí přibližně 8 000 tun oděvů. Nashromážděné oblečení nejprve ručně vytřídí, poté pomocí lisů stlačí a svážou do balíků. Firma exportuje do celé Evropy, Afriky, Středního a Dálného východu. ^[17] Armáda spásy ročně nashromáždí 7 000 – 8 000 tun, z nichž jde většina na vývoz. Červený kříž nasbírání kolem 6 000 tun ročně pomocí kontejnerů a přes second-hand obchody. UFF uvádí 1200 tun za rok. Z výše uvedeného, celkového odhadu 35 000 tun ročně, zbývá přibližně 12 000 tun na ostatní podniky. ^[7]

Podle Erika Hove, vedoucího oddělení recyklace dánského Červeného kříže, tvoří 10 procent z celkových 6 000 tun odpad (zbytečné oblečení nebo naprostý odpad), který je vyřazen a určen ke spálení. Díky tomu organizaci vznikají náklady spojené s poplatky za spalování tohoto odpadu. Tento problém potvrzují i další církevní organizace, které textilní odpad sbírají pomocí kontejnerů. Naopak méně problémů mají ty organizace, které pro sběr využívají second-hand obchody. Podle majitele firmy Trاسبorg, lze znovu použít nebo

v jakékoliv recyklovat asi 65 % získaného oblečení, zatímco zbylých 35 % je určen ke spálení. To ukazuje na vyšší stupeň opětovného použití neziskovými organizacemi než u soukromých společností. [7]

2.3.5 Spotřebitelé

S ohledem na rozdílné zacházení je nutné v rámci domácího využívání rozlišovat mezi různými odvětvími. Spotřebitelé jsou tedy rozdělení do podnikatelského a veřejného sektoru. [7]

V Dánsku je stále více kladen důraz na opětovné použití oblečení, interiéru, hraček, elektroniky a dalších předmětů. Jisté množství je opakovaně používáno prostřednictvím neformálního darování přátelům a rodině, zejména dětského oblečení. O tomto množství však neexistují žádné údaje. Během několika posledních let internetové obchody (e-shopy) s použitým zbožím zažily nárůst uživatelů i zboží k prodeji. Mezi lety 2009 a 2010 stoupl počet návštěvníků jednoho ze tří nejpobulárnějších internetových obchodů „Gul of Gratis“ o 15 %, což odpovídá 100 000 návštěvníků denně. V podstatě od roku 2008 do 2010 vzrostl objem prodejů mezi soukromými osobami o 24 %. [7]

Nejnávštěvovanější internetový obchod s oblečením v Dánsku Trendsales usnadnil v roce 2008 prodej dětských oděvů v hodnotě 59 milionů DKK a v roce 2010 objem prodeje překročil 78 milionů DKK. Pro příklad v lednu 2012 téměř 600 tisíc uživatelů nabídlo k prodeji více než 700 tisíc kusů nošeného a nenošeného oblečení. [7]

Také luxusní second-hand obchody získávají stále větší popularitu a proto se rozrůstají po celé zemi, zejména ve větších městech. Nenošené či téměř nové oděvy drahých a luxusních značek jsou přijímány a prodávány za ceny přijatelnější pro průměrné Dány. Stejná tendence je patrná u bleších trhů, kde se oblečení a další věci prodávají. [7]

Na špičce soukromého trhu pro opětovné použití oděvů je menší část oblečení shromažďovaného v kontejnerech a second-hand obchodech využíváno v Dánsku. Podle Erika Hove je 8 až 10 % formálně shromážděného textilu vhodných pro tento účel a proto je vytríděn k prodeji v second-hand obchodech nebo prostřednictvím internetových stránek nevládních organizací. Hrubým odhadem je asi 2 500 – 3 000 tun všech oficiálně shromážděných oděvů vráceno zpět na dánský trh k opětovnému použití. [7]

2.3.6 Podnikatelský a veřejný sektor

Zdá se, že prádelny mající velký podíl v poskytování služeb podnikatelskému a veřejnému sektoru přímo opětovně textil (pracovní oděvy, uniformy, ložní prádlo) nevyužívají. V oděvním průmyslu vzniká odpad jak při výrobě tak během maloobchodního prodeje. Textilie z maloobchodního prodeje by nicméně mohly mít co do množství větší význam, ale kvůli snaze značek a prodejců utajit tyto informace je téměř nemožné toto určit. Obchodníci a výrobci budou muset v Dánsku platit plnou daň ze všech darů na charitu. Výsledky norského výzkumu naznačují, že jen velmi omezené množství oblečení je neprodejné, jelikož při dostatečném snížení cen se většina oděvů prodá. Větší množství textilního odpadu se objevuje u vráceného a nefunkčního oblečení. Pro vytvoření řádného odhadu ohledně množství znovu použitého textilu v Dánsku je zapotřebí nasbírat více údajů. [7]

2.3.7 Textil exportovaný za účelem opětovného použití

Vývoz použitého textilu za roky 2000 až 2010 vzrostl o téměř 46 %. Podle dánských exportních statistik je většina použitého oblečení vyvážena do evropských zemí. 25 % z oděvů se vyváží do Polska, 18 % do Německa, 16 % do Belgie, 13 % do Bulharska a 7 % do Litvy. Zbýlých 20 % se rozváží po celém světě. [7]

Podle Erika Hove je 80 % použitého oblečení nashromážděného Červeným křížem exportováno do zahraničí (2011). To se mění v závislosti na tom, do jaké míry jsou textilie opět použity nebo recyklovány, když dorazí na zahraniční trh. Hove dále uvádí, že asi polovina jejich exportu je přímo opětovně použita, zatímco druhá polovina je oddělena pro recyklaci na čisticí hadry, nové nitě a příze, syntetické plsti a spalování (2011). [7]

2.3.8 Recyklovaný textilní odpad

V Dánsku se recykluje velmi malé množství. Na několika místech textil řezou na kusy a prodávají jako průmyslové utěrky. Kvůli nedostatku pracovních sil se množství takto upraveného textilu snížilo z 300 – 400 tun ročně na 60 – 80 tun ročně. Další menší část použitých textilií, které nejsou vhodné pro opětovné použití, jsou roztrženy, nařezány a připraveny k využití jako čisticí utěrky. Pro tento proces má v Esbjergu Armáda spásy, která jen zde musí zaplatit na poplatcích za spálení textilu nevhodného pro opětovné použití až 30 000 DKK měsíčně, své centrum. Taková výroba má proto své klady jako jsou finanční

úspory organizací, vytváření pracovních míst pro nezaměstnané a menší produkce odpadu. Centrum v Esbjergu v roce 2008 prodalo 6 tun oblečení, ale v roce 2011 byla výroba tkanin ukončena. Řada návrhářů upravuje použité oblečení pro nové výrobky, přestože se jedná o malé množství. Příkladem může být používání opotřebovaného textilu z průmyslových prádeln. Firma Re: Something se snaží prostřednictvím přetváření odpadů na módní zboží vysoké kvality změnit smýšlení a kulturu spotřebitele. Podle odhadů obchodního sdružení pro prádelny a čištění textilu (BVT) je 80 až 100 tun použitého textilu v Dánsku znovu prodáno jako čisticí hadry. Materiálem jsou bavlna nebo smíšený textil jako bavlna/polyester (2012). [7]



Obrázek. č. 7: Taška recyklovaná z pánských džínů [16]

2.3.9 Množství spalovaného a skládkovaného textilního odpadu

Studie z roku 2003 analyzující třídění odhaduje, že domácnosti vyhodí do komunálního odpadu 17 300 tun textilu ročně. Z toho 13 600 tun pochází z rodinných domů a 3 700 tun z bytových domů (2003). Tento odhad však musí být brán s rezervou, neboť se množství mohlo zvýšit v důsledku většího množství peněz, které se v posledních letech za oblečení utratily. [7]

U starší studie z roku 2004 bylo vytríděno několik málo kontejnerů se spalitelným odpadem v Dánském recyklačním centru. Výsledky ukázaly, že textil obsahoval méně než 1 % celkové hmotnosti odpadu. Pro opětovné použití bylo vhodných 10 % textilu. Množství černých pytlů s textilem bylo v kontejnerech velmi malé. Jestliže mezi lety 2007 až 2009

vyprodukovaly domácnosti přibližně 697 000 tun velkoobjemového odpadu, pak při 1% podílu tedy bylo pro spalování určeno kolem 6 970 tun textilu. [7]

Z podniků a organizací, zabývajících se opětovným použitím textilu, je ročně vyřazeno ke spálení 6 700 tun textilu. Prádelny ročně vyřadí asi 12 tun nepoužitelných, zejména polyesterových opotřebovaných textilií, pocházejícího z průmyslu (2012). [7]

V Dánsku se textilní odpad skládá ve velmi omezené míře, neboť v roce 1997 bylo vydáno nařízení, které zakazuje skládkování spalitelného odpadu. Z tohoto důvodu množství textilií uložených na skládky není z hlediska výzkumu zacházení s textilním odpadem v Dánsku považováno za relevantní. [7]

Z výše uvedených údajů vyplývá, že hlavním způsobem nakládání s odpadním textilem je spalování. Po sečtení údajů z domácností, firem, a second-hand obchodů se jedná až o 31 000 tun ročně. Recyklováno je méně než 200 tun ročně a množství skládkovaného textilu můžeme v Dánsku považovat za zcela výjimečný jev. [7]

2.3.10 Technologie užití při nakládání s textilním odpadem

Kromě řezání hadrů a několika návrhářů prodávajících přetvořené oblečení a doplňky se v Dánsku textil nerecykluje. [7] Nicméně v roce 2012 začal kodaňský institut zdrojů (CRI) pracovat na projektu pro dánskou EPA s cílem vývoje myšlenkového katalogu pro zlepšení prevence a recyklace odpadů z textilu v Dánsku. Zapojeny jsou hlavní strany textilního průmyslu, mezi něž patří designeři, výrobci a dovozci textilu, módní značky, maloobchodníci, prádelny, místní a regionální orgány a second-hand odvětví. Na základě několika dynamických diskuzí mezi těmito aktéry vznikly nápady, které byly sepsány do katalogu, a ten byl posléze projednán na velkém semináři. Tento katalog byl již dokončen a publikován jako součást podkladních materiálů pro strategii prevence vzniku odpadů v Dánsku. [8]

2.4 Textilní průmysl ve Finsku

Tok textilu jak v domácnostech tak podnikatelském a veřejném sektoru je do značné míry podobný tomu dánskému. Největší rozdíl je v tom, že většina textilu končí na skládkách a jen velmi málo odpadu je spalováno. [7]

2.4.1 Množství textilu na finském trhu

Kvůli poměrně nízké domácí výrobě je většina textilií dovážena. V roce 2010 bylo ve Finsku pouze 1867 podniků zaměstnávajících 5865 osob. Podle oficiálních statistik finského statistického úřadu se z 91 % jednalo o malé podniky s méně než 5 zaměstnanci a pouze 2 % měla více než 20 zaměstnanců (2012). V roce 2010 činil celkový import 76 500 tun a domácí produkce se blížila 2 400 tunám. Exportováno za tento rok bylo přibližně 14 150 tun textilu, z něhož asi 44 % tvořilo oblečení ze second-hand obchodů a hadry. Celkově se dovezlo asi 64 720 tun textilu pro domácnosti (2010). Část textilu, jehož množství není známo, byl použit ve veřejném i soukromém sektoru pro hotely, nemocnice, atd. (uniformy, ručníky, ložní prádlo). [7]

2.4.2 Opětovné využití textilu a jeho umístění

Ve Finsku neexistuje celostátně organizovaný sběr ani systematické statistiky. Nevládní organizace mají pro vyřazený textil více než 1 700 kontejnerů po celé zemi. Kromě toho uspořádávají kampaně pro sběr z domovů. Lidé také mohou textil přinést do recyklačních center a second-hand obchodů. Textil je poté roztríděn a znovu použitelné oblečení prodávají ve svých second-hand obchodech. Další oblečení spolu s bytovým textilem darují ve Finsku nebo pošlou do zahraničí. Zbytek se roztrídí na odpad a materiál pro recyklaci na průmyslové utěrky či mechanicky trhaná vlákna pro netkané textilie, papír, příze a nitě. Chemická recyklace se používá velmi zřídka. Mnoho místních recyklačních center sbírá a prodává textilie na konci životnosti a některé z nich mění, navrhují a vyrábí nové produkty. Pár malých podniků a řemeslníků používá textil pro svou výrobu. Největším problémem je pro ně třídění textilu na vhodné díly, jelikož materiál musí být pro rekultivaci vyřazených výrobků co nejvíce homogenní. Třídění provádějí dobrovolníci a firmy integrující lidi do pracovního života. Kromě malého počtu podniků zabývajících se tříděním a namáhavosti procesu je zapotřebí efektivní logistika pro doručování zboží svým zákazníkům. Obchody a maloobchody produkují jen velmi málo textilního odpadu, jelikož

se snaží prodat zákazníkům veškeré zboží. Ceny postupně snižují a neprodá se jen malé množství produktů. V některých případech je možné oblečení vrátit výrobci a většina neprodaného textilu je věnována charitativním organizacím. Ve směsném odpadu končí oblečení jen výjimečně (zatuchlé oblečení).^[7]

Největšími sběrateli vyřazeného textilu jsou Červený kříž s 11 000 tunami a organizace UFF, která nashromáždila 8 100 tun (2010). Zbylé humanitární organizace spolu se soukromými podniky nashromáždily celkem 6 000 tun vyřazeného textilu (2010). Dle odhadu nasbírají nevládní organizace a jiní sběratelé celkově 25 000 tun textilu ročně, což je asi 4,65 kg na obyvatele (2010).^[7]

2.4.3 Množství znovu použitého textilu v rámci Finska

Kvůli různým třídícím systémům a kritériím organizací je velmi obtížné odhadnout množství recyklovaného či znovu použitého textilu. Odhadem asi polovina vyřazených textilií, tj. 13 000 tun, mohou být znovu použity a prodávají se v second-hand obchodech nebo jsou vyváženy do zahraničí. Podle statistik bylo 6 227 tun použitého oblečení a hader exportováno, 7 000 tun opětovně použito ve Finsku (2010). Obnošené oblečení může být recyklováno jako materiál pro čisticí hadry v průmyslu. Pracovníci textil trhají mechanicky. Místní recyklační střediska textil také recyklují, upravují a některé kusy mění na nové výrobky. Část recyklovaného materiálu se mechanicky trhá na speciálních strojích a vyrábí vlákna. Jediná firma ve Finsku, využívající při výrobě svých produktů materiál recyklovaný z textilu, je Dafecor Oy, která jej odebírá z průmyslu, malých podniků a také Červeného kříže, který mu dodává vytríděnou bavlnu.^[7] Firma se zabývá zpracováním různých textilních vláken, ze kterých vyrábí výrobky pro průmyslovou údržbu (utěrky), prevenci či nápravu škod na životním prostředí (materiál absorbující těžké topné oleje, tuky, nebezpečné látky, chemikálie) a čalounění pro nábytkářský průmysl.^[18,19,20] Až na některé řemeslníky, kteří upravují oblečení a vyrábí nové produkty z vyřazeného textilu, není recyklace textilu ve Finsku příliš rozšířená. Mezi nejznámější podniky v této oblasti patří Globe Hope, Secco a Reija. Jedná se o malé podniky s nízkým objemem produkce. Pro své výrobky potřebují textilie z poměrně kvalitního a homogenního materiálu, což je namáhavé. V současnosti se kvalita textilií zdá oproti minulosti horší, stejně tak životnost se zkrátila.^[7]

Spotřebitelé ve většině případů darují použité oblečení svým přátelům, charitativním organizacím nebo jej prodají na bleším trhu či přes internet. Bleší trhy jsou ve Finsku docela populární. Čím větší je domácnost, tím aktivnější lidé na bleších trzích jsou. Do roku 1980 byly většinou řízeny charitativními organizacemi, nyní je většina z nich trhy pro soukromé osoby, které zde mohou prodávat své zboží. Stejně jako bleší trhy se i second-hand obchody těší velké oblibě. [7]

2.4.4 Nakládání s textilním odpadem

Oficiální statistiky o textilním odpadu neexistují. Tento odpad je součástí sekce směsného odpadu v oficiálních statistikách o odpadech a není o něm hlášeno samostatně. Finský statistický úřad odhaduje podíl odpadu z domácností na 60 %, zbytek směsného odpadu pochází ze sektoru služeb (2011). Podle studií provedených v různých částech Finska má textilní odpad z domácností podíl na směsném odpadu asi 3 – 5 % (2010). Některé z nich spočítaly množství textilního odpadu na osobu za rok a dospěly k 8 – 9 kg/rok (2010). Odhadované množství textilního odpadu z domácností v roce 2010 bylo 48 000 – 50 000 tun. [7]

Údaje v následujících kapitolách jsou založeny na údajích z roku 2010, kde z celkového množství 53 350 tun textilního odpadu (50 000 tun pocházelo z domácností, zbylých 3 350 tun vygenerovaly nevládní organizace) bylo 2,8 % recyklováno, dalších 24,6 % využito pro výrobu energie prostřednictvím spalování a 72,6 % uloženo na skládky. [7]

Celkově je odhadováno množství kolem 9 900 tun, z nichž 1 490 tun pochází ze směsného odpadu a přibližně 8 500 tun pochází z odděleného sběru (2010). Množství recyklovaného textilu se za poslední dobu zvýšilo. Ještě v roce 2000 bylo recyklováno asi 1 % textilního odpadu. [7]

Pro energetické využití, včetně spalování ve spalovnách, bylo odhadem využito asi 13 120 tun textilu (2010). Spalování odpadu nebylo ve Finsku příliš rozšířené, proto většina odpadu z textilu končila na skládkách. V poslední době však podíl spalovaného odpadu rapidně vzrostl a díky nové legislativě omezující množství skládkovaného odpadu a zákazu ukládání jakéhokoliv biologicky rozložitelného odpadu na skládky, bude spalování v budoucnu ještě více důležité. [7] Tato nařízení začala ve Finsku platit od 1. ledna 2016. [9]

Odhaduje se, že na skládky bylo uloženo více než 38 700 tun textilního odpadu pocházejícího z domácností. V roce 2003 bylo skládkováno 62 300 tun textilu a oděvů v komunálním odpadu (2006) ^[7], což naznačuje snižující se trend skládkování. Podíl domácností na produkci komunálního odpadu je asi 60 %, ale u textilií má podíl vyšší, protože sektor služeb tolik textilního odpadu negeneruje. ^[7]

2.4.5 Technologie použité pro recyklaci textilního odpadu

Na základě několika výzkumů v oblasti recyklace textilu ve Finsku, byly zjištěny problémy spojené s logistikou a ekonomickými záležitostmi (2012), což jsou největší překážky při začínání úspěšného podnikání v tomto odvětví. Množství odpadu z textilu je poměrně malé a vzdálenosti dlouhé, což vyžaduje efektivní logistiku. Pro ekonomickou životaschopnost jsou zapotřebí velké investice a speciální stroje recyklující textilní odpad na nová vlákna. Vzhledem k tomu, že odpad z textilu není považován za zvlášť škodlivý a hodnota v současnosti není velmi vysoká, umožňují pobídky pro podniky vstup na tento trh. Zapotřebí jsou také podniky, specializované na třídění, zpracovávání a doručování heterogenního materiálu pocházejícího od spotřebitelů. U všech těchto fází je nutná manuální práce. Tím se, jak už bylo zmíněno, zabývají některé sociální podniky. O textilním odpadu či inovativních recyklačních technologiích se zde mnoho obchodních jednání nevedlo. Ani chemická recyklace nebyla ve Finsku příliš často používána (2005). Nicméně roste zájem i poptávka po opětovně použitých vláknech, nití a přízích a proto je zde potenciál pro zlepšení přístupu k recyklaci textilního odpadu. To jsou pozitivní signály pro lepší správu toku textilu a jeho recyklaci (2005). ^[7]

2.5 Textilní průmysl ve Švédsku

V roce 2008 bylo ve Švédsku uvedeno na trh přibližně 132 000 tun textilu, což v průměru znamená 14,2 kg na obyvatele (2011).^[7]

2.5.1 Opětovné využití textilu a jeho umístění

Osm velkých charitativních organizací shromáždilo v roce 2008 celkem 26 000 tun bytového textilu a oblečení (2011). Sběr textilního odpadu je v současnosti prováděn výhradně nestátními podniky, především charitativními organizacemi a second-hand obchody. Obce nejsou za oblast opětovného používání textilu zatím zodpovědné. Vedle sběru v second-hand obchodech mají charitativní organizace sběrné kontejnery v městských centrech a recyklačních centrech. Obce většinou umožní jedné či dvěma organizacím umístit několik kontejnerů pro sběr textilu, pokud splňují obcemi stanovené podmínky jako je udržování okolního pořádku, denní vyprazdňování kontejnerů, apod. Obce tyto dohody uzavírají na určitý časový úsek a vybírají organizace, které jsou spolehlivé a mají dobrou pověst (2012). Podle odhadu charitativních organizací je přibližně 11 % (asi 3 000 tun) z 26 000 tun shromážděného použitého textilu prodáno ve Švédsku a drtivá většina, tedy 73 % (19 000 tun), je zaslána či darována do zahraničí (2011). Second-hand obchody nevedou o toku svého zboží žádné záznamy a 30 až 65 % textilií, které dostanou, zůstávají v jejich obchodech. Trh v oblasti second-hand obchodů zaznamenal v poslední době ve Švédsku zvýšený zájem a růst (2010).^[7] Švédský módní řetězec H&M začal od svých zákazníků přijímat obnošené oblečení od svých zákazníků. Pokud v obchodě odevzdají tašku s alespoň 3 kusy použitého oděvu (limit jsou 2 tašky na den), dostanou poukaz na slevu při nákupu nového oblečení. Nashromážděné oděvy jsou poté odeslány k opětovnému použití nebo recyklaci.^[13,21]

2.5.2 Množství recyklovaného textilního odpadu

Až do roku 1992 se firma Stena Gotthard ve velkém měřítku věnovala průmyslové recyklaci textilií. Poté však byla recyklace textilu omezena jen na používání vyřazených hadrů jako průmyslové utěrky (2010). V současnosti ve Švédsku není aktivita v oblasti recyklace textilního odpadu nijak vysoká. Ve Švédsku zasílá část svého second-hand textilu k recyklaci jen jediná charitativní organizace, což odpovídá 4 % produktů shromážděnými charitativními organizacemi. Někteří krejčí svůj textilní odpad dávají

místním obchodům se sportovními potřebami, které jej používají jako výplň boxovacích pytlů, jiní jej věnují muzeím organizujícím textilní workshopy pro děti nebo k recyklaci. Podle profesionálního dodavatele prádelních služeb hotelům a podobným zákazníkům, firma systematicky prodává nepoužitelná prostěradla automechanikům. Pokud kvalita prostěradel klesne pod neprodejnou hranici, jsou věnovány organizacím jako Doktoři bez hranic. [7]

Několik švédských výrobců sportovního oblečení a módních oděvů se začalo podílet na iniciativě Eco Circle, kterou pořádá Teijin Fiber [7], japonský leader v oblasti výroby pokročilých vláken, kompozitů a jiných materiálů. [10] Nicméně nebylo nashromážděno dostatečné množství textilu k odeslání do Japonska, jelikož lodní přeprava se totiž vyplatí ve větším množství než 1 tuna (2012). Vzhledem k rostoucímu zájmu o recyklaci textilu, švédští výrobci začali opět uvažovat o postavení domácího recyklačního závodu. Problémem je nyní nejistota v množství a garantované stabilitě textilu, který by zvládali pro recyklaci nashromáždit (2012). [7]

2.5.3 Množství spáleného a skládkovaného textilního odpadu

Odhaduje se, že roční množství oblečení a bytového textilu vyhozeného do odpadu, je 8 kg na osobu. Naprostá většina, tj. přibližně 70 000 tun, pochází z domácností, zatímco 4 000 tun pochází od charitativních organizací, které použité oblečení a bytový textil sbírá (2011) [7].

Švédsko se celkově snaží vyvarovat skládkování odpadu úplně, proto odpad z domácností spaluje. V roce 2012 zde bylo energeticky využito 2 270 000 tun komunálního odpadu. Švédové dokonce ročně dováží z okolních zemí k spalování dalších 700 000 tun odpadu [11]. Komunální odpad, který není možné recyklovat nebo kompostovat, je z 99 % spalován a zbylé 1 % je ukládáno na skládky [7,12]. Je tudíž rozumné předpokládat, že 100 % textilu obsaženého v komunálním odpadu je spalováno [7].

2.5.4 Technologie použité pro recyklaci textilního odpadu

Jak již bylo zmíněno, od uzavření recyklačního závodu Stena Gotthard byla recyklace ve Švédsku omezena na používání vyřazených hadrů jako průmyslové utěrky. Několik švédských firem se však členem iniciativy japonské firmy Teijin Fiber, která založila recyklační systém Eco Circle pro jimi produkováný a prodáváný polyester. Tito členové shromažďují produkty na konci životnosti a posílají zpět firmě Teijin. Tyto produkty

jsou poté pomocí chemických procesů recyklovány na nový materiál, který je stejně kvalitní jako zcela nový materiál vyrobený z ropy. Tím se snižuje produkce odpadu a podstatně klesá spotřeba energie. Univerzita v Borås v současnosti zkoumá možnosti recyklace starého oblečení pro výrobu bioplynu [7].

2.6 Textilní průmysl v Německu

V roce 2000 měl německý textilní a oděvní průmysl, včetně výroby textilních strojů a chemických vláken, 240 000 zaměstnanců a celkový obrat přibližně 34 miliard eur. To z něj dělá jeden z nejdůležitějších průmyslových odvětví v Německu. Kvůli vysokým nákladům však obraty klesaly, zavíraly se podniky a propouštěli zaměstnanci. V roce 2000 navzdory sílící konkurenci ze zahraničí Německo stále vyvezlo textilie za více než 11 miliard eur. Tato částka se stále zvyšuje. [32]

Strukturální změna textilního průmyslu v posledních desetiletích proměnila technologicky nenáročnou výrobu na inovativní odvětví špičkových technologií. Dnes je tento průmysl tvořen převážně malými a středními podniky, které zaměstnávají asi 120 000 lidí. Německý textilní průmysl se stal vůdcem globálního trhu pro technické textilie s tržním podílem 45 procent a je čtvrtým největším vývozcem textilií a oděvů po celém světě. Zároveň je druhým největším dovozcem textilu po USA, čímž se Německo od 80. let 20. století stalo velmi atraktivním trhem pro mnoho zemí vyvážející textil [36]

Celkové množství nových textilií na německém trhu je asi 1,9 milionu tun ročně, zároveň je stejné množství třeba každý rok zlikvidovat. Patří sem nejen použitý textil, ale i tzv. zmetky neboli vadné výrobky, které ani na trh nevstoupí. Nakládání s těmito textiliemi zahrnuje recyklaci materiálovou, chemickou (depolymerizace), tepelnou (energetické využití), skládkování. V Německu a Evropě má opětovné využití textilních zdrojů dlouhou historii jak v průmyslu, tak i soukromém sektoru. Důvodem byl nedostatek zdrojů, zejména přírodního materiálu. Příkladem je firma v Bocholetu, která již na konci 19. století používala recyklovaný textil pro čalounění kočárků. [32]

2.6.1 Vývoj nakládání s odpady

Na konci výrobního procesu je vždy výrobek, nahromaděný odpad a nevyhnutelné emise. Během posledních několika let získává oblast emisí větší význam. Začalo se snižováním znečišťujících látek (technické vyhlášky týkající se vzduchu, odpadních vod,

diskuse ohledně kyselých deštích v Německu) a pokračovalo to až k obavám ze skleníkových plynů v důsledku rostoucího množství oxidu uhličitého v atmosféře. [32]

V roce 1994 byl stav nakládání s textilním odpadem takový, že 73 % bylo skládkováno nebo spalováno, 23 % našlo využití v Second-hand odvětví a pouze 4 % textilu byly recyklovány, což bylo alarmující. Německý parlament a horní komora parlamentu schválili zákon, který rozlišuje mezi odpadem určeným k využití a odpadem určeným k likvidaci. Odpad může být využit ve své podstatě (second-hand, technické textilie) nebo energeticky. Odpadový hospodář zodpovídá za likvidaci odpadu. První diskutovanou otázkou bylo, zda by se mělo upřednostňovat jeho opětovné použití nebo energetické využití. Zákon však hovoří o rovnosti. Pokud nejsou splněny podmínky pro energetické využití a likvidace odpadu není povolena, je v každém případě nařízeno jeho opětovné použití. Ekologické a ekonomické využití dává smysl a recyklace by měla být upřednostňována. Tato právní úprava představovala zcela nové výzvy pro likvidaci použitých textilních surovin bez znehodnocení. Budoucí model předpovídá podstatné navýšení podílu materiálové a termální recyklace. Nově by z veškerého použitého textilu mělo být 18 % využito pro materiálovou recyklaci, 60 % pro termální recyklaci, 17 % pro Second-hand odvětví a pouze 5 % skládkováno. Zpracování použitých textilií a zpracovaných surovin novými výrobními postupy by mělo probíhat v úzké spolupráci se zapojenými skupinami a institucemi. [32]

Od designerů se očekává, že budou cítit odpovědnost za produkční odpady a obnošené výrobky na konci své životnosti. S tímto se setkávali po dlouhou dobu. Týká se nejen o odvětví výroby oděvů, ale také firem zabývajících se zpracováním a zhotovením textilií, kdy produkční odpad je jasně definován a velká jeho část je vhodná pro opětovné použití. Pro potřeby středně velkých německých podniků existují systémy s vysokým výkonem, které zachycují, třídí a znovu vyrábějí recyklovaná vlákna pro výrobu netkaných textilií nebo přízí. Nejmodernější stroje umožňují zpracovávat oděvy na konci životnosti a získávat regenerovaná vlákna. Knoflíky, zipy a jiné netextilní komponenty již nejsou ručně oddělené, protože by to nebylo hospodárné. Zařízení, která jsou nyní k dispozici umožňují úplné oddělení netextilních součástí. Znamená to, že základní požadavky jsou splněny a recyklovaná vlákna jsou ekonomicky zpracována a znovu použita. [35]

2.6.2 Příklady nakládání s použitým textilem

Produkční odpad

Produkční odpad v bavlněných zvláknovacích lisech je často předem ošetřen, aby se zvýšilo množství znovu použitelných vláken. Například při výrobě technických přízí je množství odpadu přibližně 8 %. Ten může být opětovně zpracován rozdělením molekul do jejich monomerů a znovu přidat do procesu polymerace. Tato technologie se používá při výrobě kobercových přízí. Polyester může být rozložen částečně nebo úplně pomocí glykolýzy. Výrobky pak mohou být přiváděn zpět do fáze esterifikace. Závod, který funguje podle tohoto principu, byl postaven v Indii. Ve většině případů se odpady z polyesterové výroby používají jako plnicí vlákna. Odpad z polypropylenu lze po drcení přivádět zpět do extruderu. [32]

Sběr a třídění

Sběr použitého oděvu prováděný německým červeným křížem vyžaduje rozsáhlé třídění. Nejprve veškeré textilie, oděvy, ložní prádlo, přikrývky, závěsy, klobouky a boty roztřídí do 16 skupin v třídících společnostech. Tyto skupiny vytváření dalších 5-10 podskupin. Třídění je dokončeno po zohlednění více než 120 výběrových kritérií. [32]

Recyklace koberců

U recyklace koberců jsou povrchy a zadní části vyrobeny z rozmanitých materiálů a pro recyklaci má přesné třídění materiálů, ze kterých byl koberec vyroben, nejvyšší prioritu. Vlákna a podloží koberce z polyesteru je recyklováno metodami chemického inženýrství. Kobercový odpad můžeme rozdělit na:

- Produkční odpad (přesně roztříděný, lze recyklovat)
- Odpadová směs (špatné nebo nehořlavé materiály) [32]

Největší problémy během materiálové recyklace (depolymerizace) vyvstávají z existence aditiv jako jsou antistatické přípravky, barviva a retardéry hoření, jejichž množství a poměr obvykle recyklačním firmám není znám. [32] V roce 1990 se evropský kobercový průmysl inicioval vytvoření komunity GuT a neustále zvyšoval své environmentální standardy. Její členové se zavázali, že budou jednat ekologicky odpovědným způsobem. Ve spolupráci s oficiálně uznávanými zkušebnami v celé Evropě

toto společenství nepřetržitě testuje výrobky na nejvyšší úrovni a podporuje řešení šetrné k životnímu prostředí. [33]

2.6.3 Recyklace textilu v automobilovém průmyslu

Největší podíl textilního odpadu z automobilů mají sedadla, resp. jejich potahy (5-8 m²). Ty jsou více než z poloviny vyrobeny z polyesteru, dále polyamidu, směsi střížových vláken a také polyakrylonitrilových vláken. Problém jejich recyklace spočívá v tom, že se jedná o kompozitní čalounění. Tkanina je neoddělitelně spojena s polyuretanovou pěnou (retardér hoření). Důsledkem toho je možná pouze termální recyklace. Významní automobiloví producenti v současnosti textují způsoby, jak nahradit polyuretan tkanými nebo netkanými textiliemi. [32]

Firma RECYTEX GmbH & Co. je vývojářem a dodavatelem netkaných textilií a akustických řešení. Navíc vyrábí povlečené příze, které se používají v automobilovém, kobercovém a nábytkářském průmyslu. Ve spolupráci s automobilkou Mercedes-Benz a dalšími partnery vytvořili tandemový projekt, který vytvořil uzavřený materiálový cyklus pro polyesterová vlákna od prvního použití v tkaninách až po konečné použití jako recyklovaná vlákna netkaných textilií. Výsledkem tohoto projektu se výrobní textilní odpad z různých stupňů výroby shromažďuje, upravuje a přeměňuje do netkaných textilií, které nahrazují polyuretanovou pěnu v autosedačkách. Jejich fleecové materiály používají k výrobě tepelných a zvukových izolací strojoven a generátorů v rekreačních lodích. Dále se používají u dělicích stěn, stropních panelů a pohlcovačů hluku. Firma dodává laminované, potišťené nebo lisované akustické netkané textilie. [34]

3 Technologie zpracování

V rámci sběru informací o postupech a metodách zpracování textilního odpadu pro svou bakalářskou práci jsem se vydal do dvou firem zabývajících se touto problematikou. Jedná se o firmy Ekotex, s. r. o. a Retex, a. s.

3.1 Retex, a. s.

Firma se zabývá vývojem a výrobou produktů z netkaných textilií, ze kterých se vyrábí komponenty pro stavební a automobilové firmy. ^[22] Pro automobilový průmysl vyrábějí dekorační a pohledové díly, dále izolační materiál proti šíření zvuku a vibrací, jak exteriéru, tak interiéru automobilů. Tyto produkty dodávají automobilkám BMW, Škoda, Land Rover a dalším. ^[23] Pro stavební průmysl vyrábějí netkané geotextilie, používané např. při stavbě a rekonstrukci silnic, tunelů, zpevňování ploch, apod. Dále vyrábí desky pro akustickou a tepelnou izolaci. ^[24]

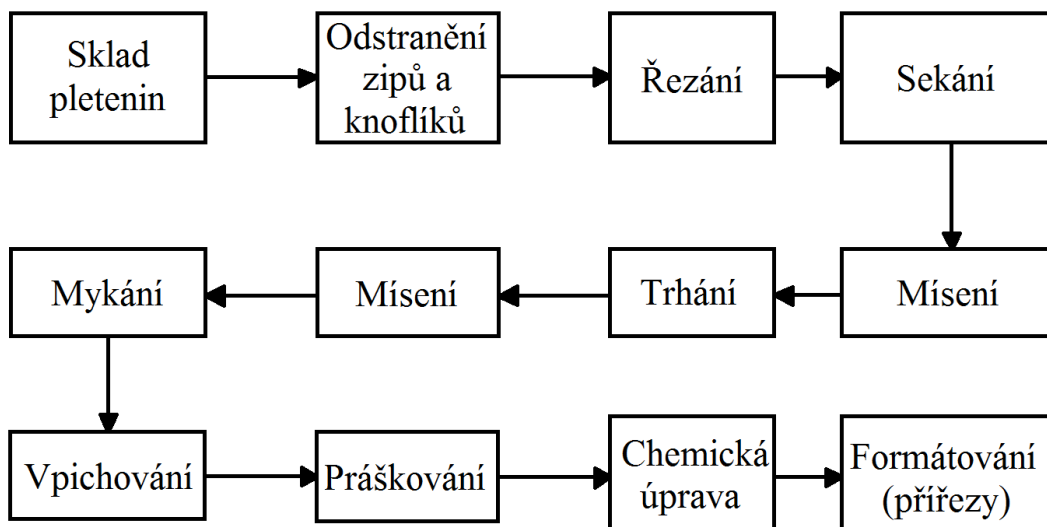
Jako suroviny používá PP, PES, len, dále svetry a pleteninu. Na tyto suroviny klade určité požadavky týkající se kvality. Firma uvádí, že jejich spotřeba odpadního textilu pro výrobu stále roste. ^[25]

Přehled dodavatelů jednotlivých surovin:

- PP – Trevos, Asota
- PES – Silon, Märkische faser, DS Fibres, Greenfiber
- Len – ARP Technology
- Svetry, pletenina – Diakonie Broumov sociální družstvo, E + B Textil (tříděný i netříděný materiál) ^[25]

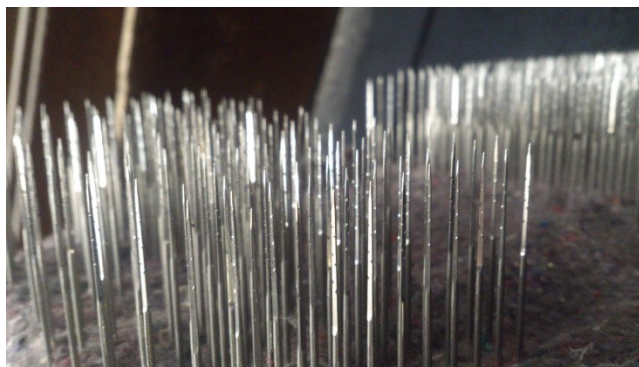


Obr. č. 8: Sklad surovin



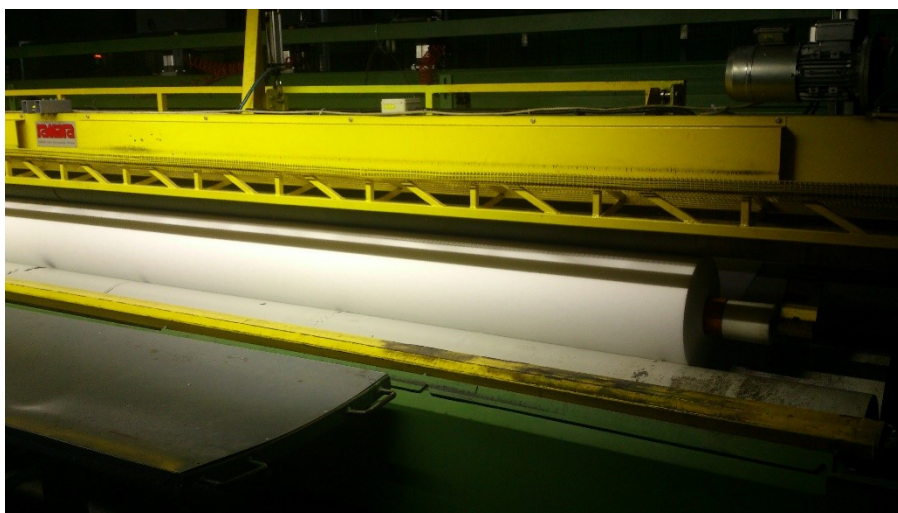
Obr. č. 9: Blokové schéma zpracování druhotných surovin při výrobě ^[25]

Ořezané okraje z primárních linek, kde dochází k mísení, mykání a vpichování, jsou odeslány do Liberce. Tam dojde k nasekání a natrhání materiálu, který se odešle zpátky do závodu v Moravském Krumlově a je opět zpracován v primárních linkách. ^[25]



Obr. č. 10: Vpichovací jehly

Pro svou činnost používá trhací stroje Larosche a Mondial a mykací stroje Bematic a Trützschler. Vpichování provádí pomocí strojů Fehrer a pro chemickou úpravu používá stroje Brückner a Fleissner. [25]



Obr. č. 11: Konečný výrobek – netkaná geotextilie pro stavebnictví

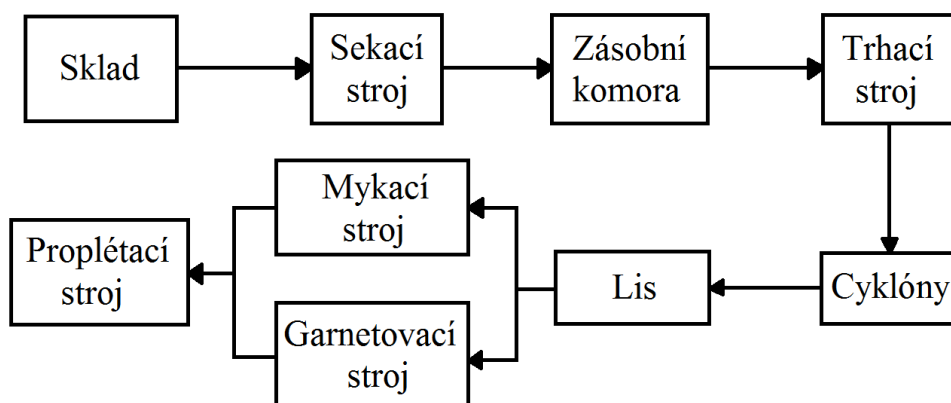
Kromě odpadních vod, o jejichž čištění se stará specializovaná firma, vzniká při výrobě prach, který vozí na skládky, stejně tak jako kompozitní a směsný odpad. Nebezpečné odpady, jako jsou baterie, zářivky, oleje, elektrotechnika, jsou odváženy na sběrný dvůr. Firma se snaží zavádět nové technologie a postupy, které přispívají ke snížení energetické i materiálové náročnosti a přezkoumává vlivy všech procesů výroby a produktů, aby snížili zátěž životního prostředí. [25,26]



Obr. č. 12: Odpad z výroby

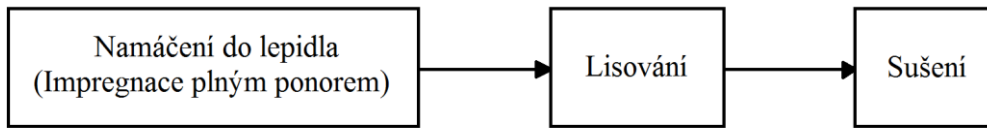
3.2 Ekotex, s. r. o.

Společnost se zabývá zpracováním druhotných textilních surovin. Vykupuje textilní odpad, který poté třídí a po zušlechtnění z něj vyrábí technické textilie. Ty jsou používány jako geotextilie, izolační, čisticí a čalounické materiály, charitativní a přepravní příkrývky. Při výrobě provádějí impregnace a termopojení. ^[27]



Obr. č. 13: Blokové schéma výroby rouna ^[28]

Pro výrobu svých produktů, používá Ekotex trhací stroj Dellorco, mykací stroj Befama a impregnační stroj Fleissner. ^[28]



Obr. č. 14: Blokové schéma impregnace [28]

Při lisování mezi dvěma válci se rouno zbavuje přebytku lepidla. Voda smíchaná s lepidlem při oplachování impregnačního stroje je odváděna do jímky a použita pro ředění nového lepidla. Díky tomu nevzniká při procesu impregnace žádný odpad. Kusy, odřezané při formátování hotových výrobků, jsou konečným odpadem. [28]



Obr. č. 15: Lisování po impregnaci lepidlem

3.3 Další podniky zpracovávající textilní odpad

3.3.1 UO TEX, s. r. o.

Jejich výroba využívá odpadů z textilní výroby. Ročně spotřebují přibližně 1 372 tun této druhotné suroviny. Jedná se konkrétně o bavlnu, vlnu, viskózu, PP a PES. Firma vyrábí geotextilie, hydroizolační fólie, náplně do lůžkovin, asfaltové pásy a čisticí bavlnu „Putzvolle“. Výrobky, kombinující PP s bavlněnou příměsí jdou více na export. Naopak produkty, vyrobené z PP a PES se prodávají především na českém trhu. V zásadě se UO TEX orientuje na domácí trh. [29]

3.3.2 Netex, s. r. o.

Ze syntetických vláken a druhotných surovin vyrábí netkané textilie. Na této firmě je zajímavé, že majitel organizuje sběr textilního odpadu za pomoci svých známých. Odbyt je ze 70 % orientován na domácí trh, zbytek výrobků se exportuje do Evropy, Číny, Peru a jiných zemí. ^[30]

3.3.3 Dimatex CS, s. r. o.

Tento podnik se věnuje sběru obnošeného textilu, jeho třídění, recyklaci a vyrábí čisticí hadry. Ke sběru mu slouží 360 vlastních kontejnerů v českých městech a obcích, se kterými v tomto úsilí spolupracuje. Tímto způsobem nasbírá přibližně 1 300 tun textilního odpadu ročně. Vhodný textil se jako druhotná surovina používá pro výrobu čisticích hader, leštících kotoučů, poskytuje charitativním organizacím nebo dál zpracovává. ^[31]

4 Vyhodnocení nejlepších technologií

Dánové vyprodukují oproti Čechům téměř dvojnásobek textilního odpadu, přestože je jejich počet skoro poloviční. Velice činné jsou ve sběru neziskové organizace, které textil získávají ze svých sběrných kontejnerů a second-hand obchodů. Dánsko minimálně v poslední době kladlo důraz na opětovné použití. Důkazem toho je i velká obliba internetových obchodů, na kterých mohou občané Dánska oblečení nakupovat i prodávat. To je oblast, ve které Česká Republika donedávna zaostávala. Velkou část znovu použitelných textilií vyváží do zahraničí. Oproti Česku sice textil téměř nerecykluje, Dánsko ovšem ve srovnání s námi odpad neskládkuje.

Finové jsou ve sběru a opětovném použití podobní Dánům. Opět zde působí humanitární organizace a second-hand obchody se těší velké oblibě. Množství recyklovaného textilu se v poslední době začíná zvyšovat. Donedávna zde nebylo příliš rozšířené spalování odpadů a velké množství se ukládalo na skládky. Proto bylo nově skládkování výrazně omezeno.

Švédsko je vedle Dánska opět velkým producentem textilního odpadu, který ovšem umí pomocí různých charitativních organizací úspěšně shromažďovat. V drtivé většině jej pak opět vyváží do zahraničí. Recyklace je zde na velmi nízké úrovni. Jediná významná činnost v této oblasti je participace několika švédských firem na projektu japonské firmy Teijin, pro kterou sbírají její výrobky. Ty jsou poté odeslány do Japonska, kde je recyklují. Odpad zde celkově není skládkován. Pokud tedy není textil k užitku, je spálen.

V České Republice je situace odlišná. Systém sběru se zde teprve rozvíjí, stejně tak jako obliba second-hand obchodů nebo internetových portálů nabízející možnost prodávat a nakupovat oblečení. Existuje zde řada firem, které se věnují recyklaci textilních odpadů. Vyrábí z nich produkty vysoké kvality pro automobilový a stavební průmysl. Odbyt nalézá jak na domácím, tak v zahraničním trhu. Recyklace textilu má v Česku tradici a proto je na vysoké úrovni.

5 Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo popsat technologii jednotlivých fází během procesu recyklace a zhodnotit nejlepší technologie pro recyklaci textilních odpadů u nás i v zahraničí.

System třídění se ještě dlouhou dobu neobejde bez zkušených pracovníků, zejména v Asii a Africe, jelikož zde představuje způsob obživy. Automatizované třídící linky představují budoucnost sofistikovaného systému v rámci recyklace textilního odpadu, ale vysoké pořizovací náklady jejich nástup do širšího využití oddaluje.

Základní technologie mechanického zpracování a recyklace textilu je již několik let v podstatě nezměněna. Mnohem větší potenciál má výzkum chemických metod

Severské země mají vyspělý systém sběru odpadního textilu a využití informačních technologií pro nákup a prodej nového i použitého oblečení. Jejich problém vidím v malém množství podniků, zabývajících se recyklací, což dosud řešili exportem do zahraničí, v horším případě spalováním nebo skládkováním.

Česká Republika je tedy podle mého názoru v recyklaci v porovnání se Skandinávií na lepší úrovni a brzy se jistě zdokonalí i systém sběru a zvýší obliba internetových obchodů s textilem. Při zpracování bakalářské práce jsem došel k závěru, že skandinávské země se v hierarchii nakládání s odpady orientují již na předcházení vzniku odpadů, popřípadě jejich opětovné použití. Možná právě díky tomuto faktu není ve Skandinávii potřeba většího množství recyklačních firem. Česká republika se naopak v oblasti nakládání s textilním odpadem zabývá především jeho recyklací a spalováním. To však nemusí být nutně na škodu, jelikož i po opětovném použití může textil posloužit k jiným účelům. Přesto bychom se v Česku měli věnovat osvětě obyvatelstva ohledně problematiky použitého textilu jakožto prevenci, aby se místo vyhazování do komunálního odpadu, více využívaly sběrné kontejnery. Zejména je nutné se zaměřit na mladou generaci, protože se jedná o nejsilnější skupinu zákazníků, která neustále obměňuje svůj šatník podle aktuálních módních trendů. Příkladem nám může být Německo, které se v oblasti nakládání s textilními odpady podstatně zlepšilo. Navíc představuje významné odbytiště pro výrobky českých recyklačních firem.

Seznam použité literatury

1. Recyklace starého textilu. *Ecoservis* [online]. Oltea.cz [cit. 2016-04-01]. Dostupné z: <http://www.ecoservis.eu/recyklace-stareho-textilu>
2. Sběr použitého textilu. In: *Fcc-group* [online]. A.S.A. Abfall Service AG, ©2009-2016 [cit. 2016-04-01]. Dostupné z: <http://www.fcc-group.eu/cs/Ceska-republika/Sluzby/Sber-pouziteho-textilu/System-sberu-pouziteho-textilu.html>
3. Textil a jeho další využití. In: *Fcc-group* [online]. A.S.A. Abfall Service AG, ©2009-2016 [cit. 2016-04-01]. Dostupné z: <http://www.fcc-group.eu/cs/Ceska-republika/Sluzby/Sber-pouziteho-textilu/System-sberu-pouziteho-textilu.html>
4. LEBLANC, Rick. *Technologies for Automated Sorting of Textiles for Recycling* [online]. [cit. 2016-02-12]. Dostupné z: <http://recycling.about.com/od/Glossary/a/About-Textile-Recycling.htm>
5. LEBLANC, Rick. *How garment recycling works* [online]. [cit. 2016-02-12]. Dostupné z: <http://recycling.about.com/od/Glossary/a/About-Textile-Recycling.htm>
6. Automated Sorting Technology from T4T Can Help Improve Recovery and Efficiency. *Textile Science & Engineering* [online]. [cit. 2016-04-02]. ISSN 2165-8064 JTESE. Dostupné z: <http://www.omicsgroup.org/journals/automated-sorting-technology-from-tt-can-help-improve-recovery-and-efficiency-2165-8064.1000136.pdf>
7. TOJO, Naoko, Beatrice KOGG, Nikola KIØRBOE, Birgitte KJÆR a Kristiina AALTO. [online]. © Nordic Council of Ministers, 2012 [cit. 2016-04-06]. ISBN 978-92-893-2385-7. Dostupné z: http://www.nordicfashionassociation.com/sites/default/files/tn2012545_web.pdf
8. Preventing and recycling textile waste in Denmark. *Cri* [online]. 2013 [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: <http://cri.dk/projects/preventing-and-recycling-textile-waste-in-denmark>
9. Finns say recycled fibres can make better fabrics. *Http://www.innovationintextiles* [online]. Espoo, 2014 [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://www.innovationintextiles.com/finns-say-recycled-fibres-can-make-better-fabrics/>
10. Business Overview. *Teijin* [online]. © TEIJIN LIMITED [cit. 2016-04-12]. Dostupné z: <http://www.teijin.com/about/business/>

11. The Swedish recycling revolution. *Sweden* [online]. Swedish Institute, ©2013-2016 [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: <https://sweden.se/nature/the-swedish-recycling-revolution/>
12. Less Than 1% Of Sweden's Trash Ends Up In Landfills. *Ifscience* [online]. Justine Alford, 2014 [cit. 2016-04-14]. Dostupné z: <http://www.ifscience.com/environment/less-1-swedens-trash-ends-landfills>
13. PALM, David, Maria ELANDER, David WATSON, et al. *Towards a Nordic textile strategy: Collection, sorting, reuse and recycling of textiles* [online]. Copenhagen, 2014 [cit. 2016-04-08]. ISBN 978-92-893-2795-4. Dostupné z: <http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:720964/FULLTEXT01.pdf>
14. Textile Recycling: An Overview on Technologies and Tendencies Applications. *Textilescience* [online]. Québec, 2013 [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: http://www.textilescience.ca/downloads/april12_2013/Recycling_Claire_Guignier_apr12_2013.pdf
15. Textiles. *Bir* [online]. [cit. 2016-04-12]. Dostupné z: http://www.bir.org/industry/textiles/?locale=en_US
16. These fabulous, classic bags are made from stuffy old men's suits. *Treehugger* [online]. © NARRATIVE CONTENT GROUP, 2015 [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: <https://ruderecord.files.wordpress.com/2015/08/2015-07-15-13-28-01.jpg>
17. About Trasborg. *Trasborg* [online]. Denmark [cit. 2016-04-19]. Dostupné z: <http://trasborg.dk/en/>
18. Dafecor Oy - Teollista toimintaa ympäristön ehdoilla. *Dafecor* [online]. [cit. 2016-04-20]. Dostupné z: <http://www.dafecor.fi/>
19. OilStop ympäristötuotteet. *Dafecor* [online]. [cit. 2016-04-19]. Dostupné z: <http://www.dafecor.fi/oilstop-ymparistotuotteet/>
20. Verhoilu - ja kalustemateriaalit. *Dafecor* [online]. [cit. 2016-04-19]. Dostupné z: <http://www.dafecor.fi/verhoilu/>
21. The Swedish recycling revolution. *Sweden* [online]. Swedish Institute, ©2013-2016 [cit. 2016-04-22]. Dostupné z: <https://sweden.se/nature/the-swedish-recycling-revolution/>
22. O nas. *Retex* [online]. [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: <http://www.retex.cz/o-nas-2/>

23. Automotive. *Retex* [online]. [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: <http://www.retex.cz/automotive/>
24. Stavebnictví. *Retex* [online]. [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: <http://www.retex.cz/stavebnictvi/>
25. Retex, exkurze, Ing. Pavel Beneš
26. POLITIKA KVALITY A ENVIRONMENTU. *Retex* [online]. [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: <http://www.retex.cz/wp-content/uploads/2016/03/POLITIKA-KVALITY-A-ENVIRONMENTU-RETEX-as.pdf>
27. O společnosti. *Ekotex* [online]. [cit. 2016-04-27]. Dostupné z: <http://www.ekotex.cz/cz/index.htm>
28. Ekotex, exkurze, Ing. Radek Krajiček
29. UO TEX, telefonický rozhovor, Ing. David Štarman
30. Netex, telefonický rozhovor, Marcela Mazurová
31. O nás. *Recyklace-textilu* [online]. 2016 [cit. 2016-04-27]. Dostupné z: <http://www.recyklace-textilu.cz/o-nas/>
32. *Textile Technology (Second Edition): 13 – Disposal and Recycling of Textiles* [online]. Elsevier, 2015, s. 377-396 [cit. 2017-04-21]. ISBN 978-1-56990-565-4. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978156990565450014>
33. GuT: About us. *Pro-dis.info* [online]. 2014 [cit. 2017-04-23]. Dostupné z: http://www.pro-dis.info/about_gut.html?&L=0
34. *RECYTEX: About us* [online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: http://www.recytex.de/Page/index_gb.php?foo=wir
35. WANG, Youijang. *Recycling in textiles*. Cambridge CB1 6AH, England: Woodhead Publishing, 2006. ISBN 0-8493-9104-0
36. *Fibre2Fashion: Industry overview* [online]. [cit. 2017-04-23]. Dostupné z: <http://www.fibre2fashion.com/market-intelligence/countryprofile/germany-textile-industry-overview/>

Seznam použitých zkratek

DKK	dánská koruna
EPA	U. S. Environmental Protection Agency (Úřad pro ochranu životního prostředí)
GuT	Gemeinschaft umweltfreundlicher Teppichböden (Komunita koberce přívětivější k životnímu prostředí)
NIRS	Near Infra-Red Spectroscopy (Blízká infra-červená spektroskopie)
PES	Polyester
PP	Polypropylen
UFF	Ulandshjaelp fra Folk til Folk (humanitární organizace)

Seznam obrázků

1. Přehled hlavních recyklačních technologií ^[14]	str. 6
2. Schéma etap procesu mechanické recyklace ^[14]	str. 7
3. Chemická recyklace textilu ze syntetického materiálu ^[14]	str. 8
4. Termální recyklace bavlněného materiálu ^[14]	str. 9
5. Tok textilu z dánských domácností ^[7]	str. 12
6. Tok textilu v obchodním a veřejném sektoru ^[7]	str. 12
7. Taška recyklovaná z pánských džínů ^[16]	str. 16
8. Sklad surovin	str. 29
9. Blokové schéma zpracování druhotných surovin při výrobě ^[25]	str. 29
10. Vpichovací jehly	str. 30
11. Konečný výrobek – netkaná geotextilie pro stavebnictví	str. 30
12. Odpad z výroby	str. 31
13. Blokové schéma výroby rouna ^[28]	str. 31
14. Blokové schéma impregnace ^[28]	str. 32
15. Lisování po impregnaci lepidlem	str. 32

Seznam tabulek

Tab. č. 1: Přehled třídících technologií ^[13]	5
Tab. č. 2: Přehled recyklačních technologií ^[13]	10