



**KTH Industrial Engineering  
and Management**

# **Suitable textile recycling methods for implementation in Sweden**

A study in mechanical and chemical recycling methods

**Houda Abu Zeid  
Tanya Syed**

**Kandidatexamensarbete  
KTH – Skolan för Industriell Teknik och Management  
Energiteknik EGI-2017  
SE-100 44 STOCKHOLM**

# Sammanfattning

Detta projekt undersöker de ekonomiska, tekniska och miljömässiga aspekterna av textilproduktion samt textilåtervinning. Paralleller dras mellan olika naturfibrer och syntetfibrer där såväl positiva som negativa aspekter belyses. I rapporten exemplifieras de mest omdiskuterade textilierna; bomull, polyester, viskos och lyocell. Vidare görs en analys på diverse textilåtervinningstekniker som finns i dagsläget och hur dessa är lämpade för dagens samhälle. På så sätt kan man undersöka vilka framtida möjligheter och begränsningar som finns för utvecklingen av den textila återvinningen. En SWOT-analys utförs för att utreda möjligheterna för implementering av någon av de befintliga återvinningsteknikerna, kemisk respektive mekanisk återvinning, i Sverige. Utifrån SWOT-analysen som även räknas som rapportens resultat och även utifrån forskning i litteraturstudien dras slutsatsen att kemisk återvinning är tekniken som bäst lämpar sig utifrån Sveriges förhållanden. Slutsatser dras också kring vilka områden som landet måste fokusera på för att möjliggöra en storskalig återvinning och detta involverar sorterings teknologier, insamling och hantering av återvunna textilfibrer. De specifika slutsatserna är:

- Fokus bör ligga på att öka insamlingen av textilier då kemisk återvinning är mest effektiv när det gäller återvinning av större volymer.
- Majoriteten av all sortering av textilier bör automatiseras för att underlätta hanteringen av insamlingen av textilier
- Till en början bör endast textilier som gjorda på endast en fibertyp återvinnas, detta eftersom att blandtextilier är mycket mer komplexa att hantera.

Rapporten är uppdelad i två delar där den första delen innehåller introduktion, projektets frågeställningar samt målbeskrivning. Den senare delen är en längre litteraturstudie där fakta om olika typer av textilfibrer och hur produktion samt återvinning av dessa fibrer påverkar miljö och samhälle. Litteraturstudien följs upp av en modellbeskrivning och en djupgående analys av de slutgiltiga resultaten. I litteraturstudien återfinns även en intervju som är genomförd med klädföretaget Houdini Sportswear AB.

# Abstract

This report strives to examine the economical, technical and environmental aspects of textile production, but mainly textile recycling. Comparisons between natural fibers and synthetic ones will be made, comparing both positive and negative aspects. The textile fibers that will be discussed are cotton, viscose, polyester and lyocell. Furthermore, an analysis of various textile recycling technologies currently available and how suited they are for today's society will be made. By doing so one can explore the future possibilities and limitations for the development of textile recycling. A SWOT-analysis will be conducted in order to examine the possibility to implement one of the recycling techniques in Sweden. The conclusion that formed from the SWOT-analysis was that the chemical recycling technique is better fitted for a country of Sweden's nature. Furthermore, in order for Sweden to be able to implement a large scale recycling system there is a need for development of certain areas, such as sorting technologies, collection and general managing of recycled textile fibers. Some further conclusions from this study are that:

- Greater focus is needed in order to increase the collection of textiles, since the chemical recycling method is the most efficient when it comes to the recycling of larger volumes of textiles.
- The majority of the sorting of textiles should be done automatically to facilitate the handling of the collection of textiles.
- In the beginning one should focus on recycling textiles that only consist of one type of fiber, this since the recycling of textiles consisting of more than one type of fiber is more complex and the technique for it is not yet fully developed.

There are two parts to the report. The first part contains an introduction and a description of the project's research questions and mission. The second part is a literature study which contains information about different types of textile fibers currently available and how the production and recycling of these fibers affect the environment and society as a whole. The literature study is followed by a description of the model used in this report and also an analysis of the final results. An interview conducted with the sportswear company Houdini Sportswear AB can also be found in the literature study.

# Förord

Denna rapport är genomförd vårterminen 2017 och är ett kandidatexamensarbete inom programmet Industriell ekonomi med inriktning energi och hållbarhetsutveckling på Kungliga Tekniska högskolan. Rapporten berör en huvudsaklig frågeställning om textilåtervinningen. En stor vikt läggs på miljö och hållbarhet genom projektets gång. Vi skulle vilja rikta ett stort tack till de personer som har varit med och gjort detta arbete möjligt för oss. Personerna är: Peter Hagström (handledare, KTH), Bo Karlsson (handledare, Industriell Management, KTH) och Malin Wetterborg (materialansvarig, Houdini Sportswear AB).

Vi önskar även rikta ett tack till de företag som har varit villiga att hjälpa till med att besvara diverse funderingar och frågor samt alla personer som inte har namngivits men som har bidragit med information som främjat arbetets utveckling.

Houda Abu Zeid & Tanya Syed

Juni 2017

# Innehållsförteckning

<b>Sammanfattning</b>	<b>1</b>
<b>Abstract</b>	<b>2</b>
<b>Förord</b>	<b>3</b>
<b>Innehållsförteckning</b>	<b>4</b>
<b>Tabell- och figurförteckning</b>	<b>6</b>
<b>Nomenklatur</b>	<b>7</b>
<b>1. Introduktion</b>	<b>9</b>
1.1 Problem- och målformulering	10
1.2 Metodbeskrivning	10
<b>2. Litteraturstudie</b>	<b>11</b>
2.1 Textilproduktion	11
2.1.1 Bomull	12
2.1.2 Polyester	14
2.1.3 Lyocell	14
2.1.4 Viskos	15
2.1.5 Kemikalier	16
2.2 Textilåtervinning	16
2.2.1 Sorteringsteknologier	17
2.2.2 Manuell sortering	17
2.2.4 Mekanisk återvinning	18
2.2.5 Kemisk återvinning	20
Kommersiella kemiska återvinningsprocesser år 2020	21
2.3 Intervju med Houdini Sportswear AB	22
<b>3. Modell</b>	<b>23</b>
3.1 Illustration av modellen	23
3.2 Systemgränser	24
<b>4. Resultat och diskussion</b>	<b>25</b>
4.1 SWOT-analys	26
4.1.1 Styrkor	27
4.1.2 Svagheter	27
4.1.3 Möjligheter	28
4.1.4 Hot	29
4.2 Diskussion	31
<b>5. Förslag på framtida arbeten</b>	<b>34</b>

<b>6. Slutsatser</b>	<b>35</b>
<b>7. Referenslista</b>	<b>36</b>

# Tabell- och figurförteckning

## Tabeller

Tabell 1. Nomenklatur	s.7
Tabell 2. För- och nackdelar med olika textilfibrer	s.15
Tabell 3. SWOT	s.26

## Figurer

Figur 1. Kartläggning av olika fibertyper	s.11
Figur 2. Konceptuell modell av återvinningsprocessen	s.23

# Nomenklatur

Tabell 1

Term	Förklaring
Naturfiber	Bomull, linne, ull, lyocell, viskos, modal
Cellulosabaserad fiber	Bomull, lyocell, viskos, modal
Konstfiber	Textilfiber som är artificiellt tillverkad.
Regenatfiber	Konstfiber som tillverkas av en polymer med ursprung från naturen, exempelvis cellulosa.
Jungfrulig fiber	Nyproducerade fibrer som inte tidigare har blivit återvunnet.
Peak-cotton	Tidpunkt då man nått den maximala produktionskapaciteten för framställning av bomull.
Mekanisk återvinning	Återvinning av textila fibrer genom kardning, hackning eller spinning till ny tråd.
Kemisk återvinning	Återvinningsprocess där textilfibrer på kemisk väg löses upp till molekyler för att därmed spinnas till en regenatfiber.
Down-cycling	Processen då återvunnet material får en lägre kvalitet än det ursprungliga materialet.
Radio Frequency Identification [RFID]	Identifiering av textilfibrer med hjälp av radioteknik.
Nära-infraröd Spektroskopi [NIR]	Analysmetod för att skilja fibertyper genom molekylär karakterisering med hjälp av infrarödteknologi.



Non-woven	Ett textilt material som består av fibrer som inte är orienterade i någon specifik ordning, till skillnad från stickade och vävda tyger.
Återvinning	Avfall som tas tillvara för att ersätta nya råvaror.
Återanvändning	Tidigare använt material eller kasserad vara som fortsatt används inom sitt huvudsakliga användningsområde.
Utgående material	Materialet som blir slutresultatet av återvinningen, det vill säga det återvunna textila materialet.
Fibermassa/Textilmassa	En massa bestående av cellulosa som man ska tillverka textilfibrer av. Den här massan kan skapas från ved, bomull eller någon cellulosarik resurs.

# 1. Introduktion

Den globala efterfrågan på textilier har under det senaste årtiondet växt exponentiellt. Samtidigt har den årliga konsumtionen av textilier nått ungefär 73 miljoner ton och förväntas växa med 3% per år i framtiden. Denna trend har även speglat sig i Sverige, där textilkonsumtionen ökat med 40% sedan år 2000 och konsumtionen per år har numera stigit till 130 000 ton. I dagsläget återanvänds bara en bråkdel av alla dessa textilier och en ännu mindre mängd återvinns. Man skulle kunna spara 3,6 kg koldioxid, 6 000 liter vatten, 0,3 kg gödningsmedel och 0,2 kg bekämpningsmedel ifall 1 kg textilier återanvänds istället för att producera jungfruligt material[1]. Konventionella fibrer såsom bomull, ull och dylikt har funnits länge men intresset för fibrer utvunnet ur cellulosa har på senare tid blivit populärt. Att endast utveckla nya fibrer för att tillverka textilier med är inte det enda sättet att skapa en hållbar textilindustri utan hit räknas bland annat utvecklingen av nya metoder och teknologier som ska främja textilåtervinningen. På senare tid har det blivit mer populärt att återanvända gamla plagg och textilier vilket resulterar i att livslängden på produkten förlängs. Detta är en metod för att minska överkonsumtionen. I samband med en konstant ökande befolkningens mängd och förväntan på bättre levnadsstandard har det blivit alltmer vanligt med att vi köper mer än vad som behövs vilket bidrar till en onödig mängd tillverkning inom textilindustrin och därmed överkonsumtion. Detta har i sin tur lett till att en majoritet av klädjättarna som dominerar marknaden har blivit bättre på att upplysa kunderna om klädåtervinning. För närvarande är det vanligt att man ser samlingsboxar placerade i butikerna där kunder får lämna gamla, slitna och/eller kläder som inte behövs eller används. Exempel på ett sådant företag som tas upp i rapporten är Houdini Sportswear AB. Vidare har både konsumenter och textilindustrin själva börjat förstå konsekvenserna med användning av fibrer som inte är hållbara och som kräver enorma mängder resurser, vilket tär på miljön. På grund av en ökad textilkonsumtion och negativ påverkan på miljön har vi därför valt att undersöka vilka återvinningstekniker som finns tillgängliga i dagsläget och hur pass lämpade de är för en implementering i Sverige.

## 1.1 Problem- och målformulering

I denna rapport behandlas en huvudsaklig frågeställning: Vilken återvinningsteknik lämpar sig bäst för implementering i Sverige? Frågeställningen syftar till att ge svar på frågan kring hur möjligheten ser ut för återvinning av textilier i Sverige. Kartläggning av tillgängliga återvinningsmetoder genomförs och utöver detta så redovisas de vanligaste fibertyperna: bomull, polyester, viskos och lyocell. En beskrivning genomförs av återvinningssystem som finns tillgängliga för både cellulosebaserade textilier och textilier av konventionella fibrer.

## 1.2 Metodbeskrivning

De metoder och tillvägagångssätt som har använts i rapporten för att svara på de frågor som har ställts har varit följande: litteraturstudie, modeller och en intervju. Litteraturstudien har varit det mest nödvändiga för denna rapport. Med hjälp av litteraturstudien samlades en hel del nödvändiga fakta och information som har varit grunden för detta projekt. Information har tagits från vetenskapliga rapporter, myndigheter, nyhetsartiklar och andra diverse Internetkällor. De mest betydelsefulla källorna har varit informationen från vetenskapliga rapporter då den information som har hittats där har varit den mest användbara och grundläggande. Två källor som har använts upprepade gånger genom litteraturstudien är källa [15] och [18], Detta på grund av att dessa källor behandlar liknande frågeställningar som detta kandidatexamensarbete och fakta ur dessa två källor har därmed känts relevanta för denna studie. Källorna kan i sin tur anses väldigt pålitliga då ena källan är en rapport skriven av Naturvårdsverket och den andra källan är en kandidatexamensrapport skriven på Göteborgs Universitet.

En intervju har utförts för att verifiera och komplettera tidigare information som har hittats. Genom intervjuer har trovärdigheten för viss fakta kunnat förstärkas. För att resultat ska kunna tas fram utifrån modellbeskrivningen har en kvalitativ analys utförts. I SWOT-analysen redovisas resultaten och frågeställningarna besvaras. SWOT-metoden har valts då den är enkel att tillämpa till frågeställningen och ger en tydlig överblick kring de två respektive teknikerna. Vidare så analyseras problemformuleringarna från olika plan och ur olika perspektiv. Därefter diskuteras resultaten i diskussionsdelen av rapporten för att slutligen kunna dra slutsatser från arbetet.

## 2. Litteraturstudie

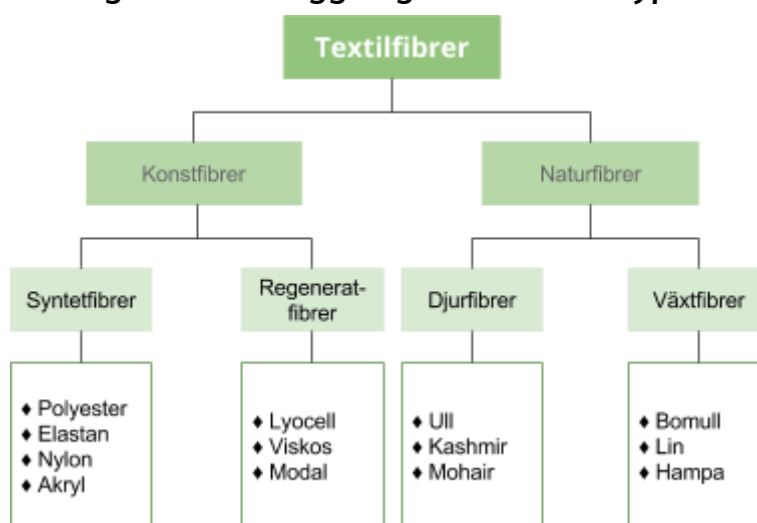
I denna del av rapporten beskrivs textilproduktionen och textilåtervinningen. Vidare förklaras skillnaden mellan olika fibertyper och deras huvudsakliga egenskaper samt användningsområden. Därefter görs en kartläggning av återvinningstekniker som finns tillgängliga för tillfället.

### 2.1 Textilproduktion

Textilindustrin är en av världens största industrier. Varje år levererar den globala textilindustrin närmare 100 miljoner ton av nya produkter till marknaden. Den stora volymen ger en antydning av den totala miljöbelastning som textilindustrin medför. Den största miljöpåverkan kommer från just textilproduktionen i värdekedjan, där de olika miljöpåverkningarna är kopplade till användning av giftiga kemikalier, vatten och energi [2].

Textilier kan produceras på tre olika sätt. Ena sättet är att göra det med naturfibrer, det andra sättet är att använda sig av konstfibrer eller sista alternativet som innebär att man använder en blandning av de två ovannämnda. Utifrån växt- och djurriket kommer naturfibrer och därmed delas de in i växt- och djurfibrer. Några exempel på växtfibrer är bomull, hampa, lin medan ull och silke är exempel på djurfibrer. Regenfibrer och syntetfibrer är indelningar inom konstfibrer. Konstgjorda naturfibrer är med andra ord regenatfibrer som man har ändrat struktur på med hjälp av kemikalier. Viskos och acetat är exempel på regenatfibrer. Syntetfibrer består av oljepolymerer, varav akryl, polyamid och polyester kan bildas [3]. I nedanstående figur illustreras hur olika textilfibrer delas in i sina respektive undergrupper.

**Figur 1 - Kartläggning av olika fibertyper**



Ovan visas hur konst- och naturfibrer är indelade i undergrupper och det anges även exempel på textilier till respektive undergrupp

Dagens samhälle präglas till stor del av en stark konsumtion av varor och tjänster. Detta gäller även klädkonsumtionen. Klädbranschen, som har en stark koppling till textilindustrin, präglas av fast fashion där företag strävar efter att producera kläder till låga kostnader, ständigt introducera nyheter och en hög omloppshastighet. Till följd av detta uppstår problem som sätter sociala och etiska frågor på spel. Den allt ökande konsumtionstakten exploaterar och belastar såväl miljö som människa [29].

Ytterligare en faktor som bidragit mycket till utformningen av textilproduktionen i dagsläget är det faktum att det under de senaste åren skett stora förändringar i produktionskedjan för textiltillverkning. För närvarande produceras huvudmängden av världens textilier i Asien vilket oftast innebär att textilier och kläder får transporteras långa sträckor för att nå sin slutdestination. Dessutom är det inte ovanligt att olika processer inom värdekedjan sker i olika länder, så det är möjligt att textilfibrerna tillverkas i ett land, tyget vävs i ett annat och kläder sys i ett tredje [28].

Klädproduktionen är för tillfället till stor del koncentrerat i Kina, Bangladesh, Indien och Kambodja där det mest är kvinnor som arbetar i konfektionsbolag. Anställningen inom dessa företag kännetecknas av låga löner, osäker anställning, långa arbetsdagar som ofta överstiger den lagliga gränsen på maximala längden på arbetsdagarna. Inom klädtillverkningsbranschen råder det ett ständigt letande efter billigast arbetskraft.<sup>1</sup> Det finns tre huvudsakliga problemområden när det kommer konfektionsfabriker: 1. Löner, 2. Säkerhet och 3. Arbetstider. När det kommer till lönerna som arbetarna på konfektionsfabrikerna tjänar så är det oftast så att även fast företag ofta betalar ut den lagstadgade minimilönen så räcker det inte långt att leva med. Det företagen istället borde fokusera på är att betala ut levnadslöner. Vidare är fabrikslokalerna som de anställda får jobba i ofta i ett dåligt skick där konstruktionen och utformningen är bristfällig. Arbetsplatsen kan ha ett bristande brandskydd och anställda kan sakna skydds- och säkerhetsutrustning. Vad gäller arbetstider så är det ingen ovanlig förekomst att anställda får jobba upp till 7 dagar i veckan och även, i många fall, övertid. Allt detta kan resultera i att anställda får jobba upp till 70 timmar per vecka. Går anställda inte med på detta kan de i vissa skeden hotas med avskedning [26].

### 2.1.1 Bomull

Bomull är den fiber som används mest inom textilproduktion. Orsaken bakom den omfattande användningen är på grund av fördelaktiga egenskaper, såsom hög slittållighet, bra fuktabsorption och annat samt även att den har ett lägre pris i jämförelse med övriga fibrer [4]. Odling av bomull är vattenkrävande. Det krävs i genomsnitt cirka 9,000 liter vatten för att få fram 1 kilogram av fibern, men det kan komma att användas upp till 20,000 liter vatten.

---

<sup>1</sup> <http://fairaction.se/granskningar/branscher/klader/>

Dessa bomullsodlingar kan leda till stora problem eftersom produktionen ofta sker i områden med torrt klimat och liten nederbörd. Vattenförbrukningen kan i vissa områden leda till brist på dricksvatten. På grund av att det används miljöfarliga och hälsoskadliga kemikalier i produktionen så påverkas även vattenkvaliteten. Det är främst vid bevattningen av bomullsodlingar samt när bomullstextilier tvättas som inverkan på miljön till följd av vattenförbrukningen är som störst [5].

Som tidigare nämnts används en hel del skadliga kemikalier vid odlingen av bomull. Bland annat används bekämpningsmedel för att förhindra att grödan drabbas av angrepp av skadedjur och ogräs. Vidare tillsätts gödningsämnen för att öka markytans avkastning. Förutom det faktum att dessa kemikalier är skadliga för levande organismer så bidrar de även till att göra marken mer näringsfattig, ekosystemet kan hamna ur balans och det naturliga kretsloppet störs. Eftersom plantagearbetare jobbar så pass nära grödan som besprutas har dessa kemikalier även en påverkan på deras hälsa. Bomullsodlingen tar upp 2.5 procent av jordens totala odlade åkermark men däremot förbrukas cirka 10 gånger så mycket av världens totala mängd bekämpningsmedel mot skadedjur. Man har försökt minska användningen av bekämpningsmedel genom att istället producera genmodifierad bomull, däremot vet man inte vilka följder det kan få. Mindre gödningsmedel och bekämpningsämnen går åt vid produktion av ekologisk bomull i jämförelse med konventionell bomullsproduktion. Däremot kan farliga medel ändå användas vid övriga processer i produktionsledet, såsom vid färgning [5].

Bomullsodling är en av de mest problematiska processerna inom textilproduktionskedjan. Konventionell bomullsodling är både vattenkrävande och kemikalieintensiv och många initiativ tas av olika textilindustrier för att förbättra detta. Bomullsodlingar är främst koncentrerade i länderna Pakistan, Kina, Indien, Brasilien och Uzbekistan, som även är kända som områden drabbade av vattenbrist och förorenade vattendrag[6]. Den globala konsumtionen av pesticider när det kommer till odling av bomull uppgår till 25%. För att tillverka 1 kg plagg idag krävs det cirka 1.5 till 6.9 kg kemikalier, vilket innebär att tyngden av de tillverkade plaggen är lägre än tyngden av de totala förbrukade kemikalierna. Ytterligare miljöpåverkan är när kunderna transporteras till och från affärerna som säljer dessa textilier, tvättprocessen och återvinning av dessa plagg [2]. Den mesta delen av all textil som inte återanvänds, används för energiåtervinning i Norden. Däremot ser det inte likadant ut i resterande Europa där den största delen av textilier istället hamnar på deponi. Miljöeffekterna av deponering av textilier kan vara negativa eftersom alla textilier inte är organiskt nedbrytbara. Utöver det här finns risken att skadliga medel som finns i textilier läcker till vattendrag och mark. När bomull bryts ned avges växthusgaser, liksom alla textilier, upp till 7 ton koldioxid per ton bomull avges [7].

## 2.1.2 Polyester

Ytterligare en populär fiber inom textilindustrin är polyester som är en konstfiber. Polyester tillverkas oftast av fossil olja och nackdelen är att denna fiber inte är biologiskt nedbrytbar och dessutom är den gjord av en icke-förnybar råvara. Ur petroleumprodukter, som exempelvis naturgas och olja, tillverkas polyester som är en polymer. Polyesters miljöpåverkan skiljer sig till viss del från bomull. Det är en energikrävande process, att både utvinna naturgasen eller oljan till att faktiskt producera själva polyestern. Det är enligt Naturvårdsverket tre gånger mer energikrävande att tillverka fibrer av polyester än bomull [8].

Fossila källor som råmaterialet i polyester kommer från är boven när det kommer till klimatpåverkan. Skulle man istället välja att använda sig av återvunnet material vid tillverkning av polyester skulle miljöpåverkan kunna minska avsevärt. Om man använde sig av spillmaterial från textilproduktion och exempelvis PET-flaskor skulle energianvändningen vid tillverkningen av fibrer kunna minska med cirka 70% [8].

Till skillnad från bomull används inte samma mängd vatten och kemikalier vid produktion av fibrer av polyester på grund av att det inte är en odlad fibrer till skillnad från bomull. Petroleumbaserade textilier som polyester, akryl och polyamid är också en stor anledning till utsläpp och föroreningar i hav samt vattendrag [8].

## 2.1.3 Lyocell

Ett exempel på ett regenatfiber är lyocell. Det är känt för att ha en mindre miljöpåverkan i jämförelse med övriga regenatfibrer. Lyocell produceras av naturfibrer, oftast cellulosa från exempelvis träd, bambu eller eukalyptus, men klassas som ett konstfiber. Genom en kemisk process bryter man först ned cellulosa för att sedan få fram textila fibrer. Sättet man framställer lyocell på är genom en lösningsmedelsprocess som utgörs av en aminoxid och tensid som aktiva substanser. Återvinningsgraden av dessa lösningsmedel är hög och processen är fullständigt svavelfri. I jämförelse med processen för konventionell viskosproduktion är energiförbrukningen lägre [9].

Det lyocell-material som tillverkas under varumärkesnamnet Tencel® tillverkas av Lenzing Fibers. Tencel® tillverkas av fibrer från snabbväxande trädslag som exempelvis eukalyptus. Eukalyptus är att föredra eftersom den odlas utan bekämpningsmedel, gödselämnen, konstbevattning eller genmanipulation. Eukalyptus kommer ursprungligen från Australien men kan även odlas i andra tropiska länder. Alla dessa saker förekommer ofta i industriella odlingar av olika trädslag. Utöver alla dessa miljömässiga fördelar med plantan ger eukalyptusträden hög avkastning samtidigt som den går att odla i markområden som annars

är svåra att odla exempelvis matgrödor eller bomull på [10]. Vid framställning av Tencel® används samma process som vid framställningen av konventionell lyocell. Som tidigare nämnt är tillverkningsprocessen av lyocellfibrer, främst Tencel®, väldigt miljövänlig ifall man jämför den med tillverkningsprocessen för övriga textilfibrer. Upp till 99.8% av alla lösningsmedel som används vid produktion av Tencel® återanvänds. Resterande lösningsmedel bryts ner i biologiska reningsverk [11]. Trots att produktionen av dessa textilfibrer är relativt miljövänliga så är processen att skapa tyger och plagg av lyocellfibrer miljöpåfrestande, då man oftast använder liknande eller samma skadliga kemikalier och tillsatser som man gör vid produktion av plagg tillverkade av konventionella fibrer. Anledningen till varför man tvingas använda dessa ämnen beror på att det kan vara svårt att färga lyocellfibrer [12].

#### 2.1.4 Viskos

Viskos är baserat på naturfibrer men klassas som en konstfiber, rättare sagt regenatfibrer och av den årliga världsproduktionen står den för ca 6 %. Viskosfibern liknar bomull och det produceras av cellulosa från bambu, björk eller eukalyptus. Tyger tillverkade av viskos är väldigt tvättåliga, starka och har en väldigt bra absorptionsförmåga. Fibret används sällan ensamt utan blandas oftast med lin, polyester och ull. Nackdelen med viskos är att då den framställs på ett kemiskt sätt så går det åt otroligt mycket kemikalier i jämförelse med andra typer av textilmaterial och detta anses vara ett stort problem för både miljön och anställda på fabriker som håller på med dessa typer av kemikalier. Ett mer miljövänligt alternativ än traditionell viskos är lyocell. Fördelen med lyocelltillverkning är att det krävs mindre energi och kemikalierna återvinns [13].

**Tabell 2 - För- och nackdelar med olika textilfibrer**

Fibertyp	Fördelar	Nackdelar
<i>Bomull</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Tål slitage</li> <li>+ Bra fuktabsorbtionsförmåga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vattenintensiv odling</li> <li>- Produktion präglas av kemikalieanvändning</li> </ul>
<i>Polyester</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Kräver mindre mängd vatten och kemikalier i jämförelse med bomull</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tillverkas av icke-förnybar råvara</li> <li>- Inte biologiskt nedbrytbar</li> </ul>
<i>Lyocell</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Tillverkas av förnybart material</li> <li>+ En stor majoritet av kemikalierna i lösningsmedlet återanvänds</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kräver användning av kemikalier för att ge fiberna särskilda egenskaper</li> </ul>
<i>Viskos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Tvättåliga</li> <li>+ Bra fuktabsorbtionsförmåga</li> <li>+ Slitstarkt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kemikaliekrävande produktion</li> <li>- Blandas ut med andra typer av textilfiber</li> </ul>



## 2.1.5 Kemikalier

För att kunna producera textilier med olika egenskaper tillsätts diverse kemikalier. Dessa egenskaper kan exempelvis vara att man vill uppnå en specifik färg eller ge en textil vattenavstötande förmåga. För att lyckas med detta kan blekningsmedel, mjukgörande medel, bläck, färgämnen och många andra substanser användas. Oftas används olika kemikalier i samband med varandra vilket kan ha den effekten att de blir mer skadliga när de har fått reagera med varandra än var de ursprungligen var. Inte alla kemikalier som tillsätts vid tillverkningsprocessen renas ur textilien innan den når konsumenten. Därefter fortsätter dessa kemikalier att sprida sig under användningsfasen, vid tvättning och andra steg. Det är därmed viktigt att vara medveten om vilka kemikalier som kan förekomma i textilier när det är dags för dem att återvinnas. Som tidigare beskrivits har textilier, och därmed även kläder med smuts- och vattenavvisande förmåga, spår av miljö- och, i vissa fall, hälsofarliga toxiner i sig. I sin tur innebär detta att dessa typer av kläder och textilier inte är lämpade för mekanisk fiberåtervinning, eftersom man vill undvika att kemikalier från plaggen sprider sig vid återvinning. Även fast kemisk fiberåtervinning tar sig bättre an dessa problem så är det endast en liten del av all textil som återvinns på ett sådant sätt att man lyckas rena dem från kemikalier och hantera restprodukter med säkerhet [14].

## 2.2 Textilåtervinning

För att minska på miljöpåverkan är det viktigt att handskas med återvinning av textilier på ett det bästa möjliga sättet ur ett miljö- och hållbarhetsperspektiv. Det optimala sättet att hantera återvinningen på inkluderar olika processer och de viktigaste delarna är kemikaliehantering, energianvändning, avfallshantering och processeffektivitet [15].

### 2.2.1 Sorteringsteknologier

Sorteringsprocessen domineras i dagsläget av manuell sortering. Framst är det vid det första sorteringssteget, där man måste avgöra ifall textilierna ska återanvändas eller återvinnas, som manuell sortering och mänsklig bedömning är avgörande. Däremot finns det en stor efterfrågan att automatisera sorteringsprocessen samtidigt som man inte vill kompromissa vad gäller detektionsgraden för materialkarakterisering. Detta för att kunna handskas med större mängd textilier att återvinna och ändå uppfylla de noggrannhetskrav som existerar för kemisk återvinning. Molekylär karakterisering är en av åtgärderna som diskuterats för att urskilja fibertyper och avläsning av etikett på olika plagg och varor. Elektronisk märkning av textilier är ytterligare en förutsättning för att kunna automatisera en större del av sorteringsprocessen. Utöver det så finns det andra separationsmetoder som baseras på att man undersöker densitetsskillnad i fibermaterial som finns i diverse materialtyper[15].

## 2.2.2 Manuell sortering

Vid sortering av textilavfall som ska återvinnas är den manuella sorteringen ett viktigt steg i processen. Detta eftersom att det är avgörande att sortera textilierna på kvalitet och trend. Det finns både för- och nackdelar med manuell sortering. Det positiva med det är att plagg som inte önskas kan sorteras bort samt att det blir enklare att kategorisera vad som är återanvändbart och vad som ska vidare till återvinning. Det negativa är att det är svårare att ha en hög noggrannhet när det kommer till fibersortering och dessutom är manuell sortering en väldigt kostsam process [16].

## 2.2.3 Automatisk sortering

I dagsläget finns det inte fullständigt automatiserade sorteringstekniker utan det krävs en form av komplettering med manuell sortering. Utveckling för identifiering av textilfibrer pågår och det letas fortfarande efter lämpliga tekniker för automatisk sortering inom textilindustrin. Några lämpliga framtida tekniker som har utvecklats är följande:

- Radiofrekvens-identifiering (RFID), denna teknik innebär att textilien märks så att det elektroniskt kan läsas av.
- Nära infraröd spektroskopi (NIR) kräver inte märkning utan ger molekylär karakterisering.
- 2D streckkodsmärkning, tekniken kräver att man märker textilier genom tryckt eller påsydd etikett [15].

Det finns en del kriterier som det måste tas hänsyn till innan det går att göra sorteringen automatisk. Exempel på dessa är hur många plagg som ska kunna avläsas under en sekund, hur fiberblandningar ska avläsas och även hur placeringen av textil ska se ut för att möjliggöra en så korrekt identifiering som möjligt. Det finns i dagsläget ett pågående projekt som driver utvecklingen av NIR- tekniken och projektet drivs av Circle economy och Wieland Textiles. Huvudfokus ligger på att utveckla en process, som kallas Fibersort-maskinen, som ska lyckas sortera använt textilavfall som senare återvinns. Målet är att maskinen ska lyckas separera i olika fraktioner och även identifiera fibrerna och maskinen ska vara kapabel till att handskas med ca 5000 ton textil/år. Utveckling sker för att NIR-tekniken även potentiellt ska kunna avgöra färg och fiberinnehåll på textilierna och redan i år bör NIR-tekniken kunna implementeras. Utvecklingsområden med denna teknik är att maskinen ska kunna vara kapabel till att handskas med flera sorters färger och även fiberinnehåll. Detta projekt finansieras av bland annat Wieland Textiles, Worn Again och Circle Economy [15].

En ökad hastighet och hög materialnoggrannhet är nödvändigt när man talar om sorteringsbehov, därför är det extra viktigt att jobba med bra detektionsmetoder. 2D-streckkodsmärkningen och RFID-metoden är de som diskuteras vara snabba sorteringsmetoder. Dock måste plagg märkas vid klädproduktionen vid användning av dessa

två tekniker. Detektion vid sortering sker alltså med hjälp av märkningen. Ur tillverkarnas perspektiv innebär detta en kostnad medan återvinningsbranschen gynnas av det. Möjligheten finns att varje plagg ska ha sin egen RFID-märkning som ska ha information inprogrammerad. Informationen kan bestå av exempelvis producent, användare, avfallshanterare m.m. RFID-märkning används idag för att särskilja vissa individuella textilier, men kostnaden för att utveckla RFID-märkning för vanliga hemtextilier och kläder är i dagsläget för hög [15].

När man talar om det kortare perspektivet är det 2D streckkodssystemet det som fungerar eftersom tekniken finns där och kostnaden för märkning inte blir lika höga som vid RFID-tekniken. QR-märkning skulle kunna vara det som används vid streckkodssystemet och det skulle innebära en möjlighet att föra in information om vad plagget innehåller kemiskt och hur plagget ska sorteras. Denna teknik skulle dock behöva använda sig av manuell hantering i första hand innan man skickar vidare till sortering för elektronisk avläsning, detta till skillnad från RFID-tekniken som använder sig av en mer kraftfull detektion vilket gör det möjligt för fullkomligt automatisk sortering. Även NIR-detektion kan lyckas med helautomatisk sortering men skillnaden är att den endast tar hänsyn till tygets molekyllära beståndsdelar och inte information om exempelvis framställningsprocess, producent, varumärke osv [15].

#### 2.2.4 Mekanisk återvinning

För närvarande är mekanisk återvinning den enklaste formen av återvinning. Dock sätter fibrernas material begränsningar. I och med att det finns drastiska skillnader mellan olika typer av textilfibrer, såsom naturfibrer och syntetfibrer samt även blandningar av olika fibrer innebär det att det finns begränsningar för vilken kvalitet återvunnet material kan ha. Down-cycling är en process som omfattas av mekanisk återvinning. I denna process återvinns textilfibrer, dock till lägre kvalitet och i vissa fall till andra produkter såsom olika typer av isolering eller vaddering [15].

Generellt sett försämras textiliers kvalitet i samband med mekanisk återvinning och därmed uppstår den tidigare nämnda down-cycling-processen. Detta gäller såväl ifall man återvinner fibrerna till nonwoven-produkter som när man spinner fibrerna på nytt. Eftersom textilfibrer kan återvinnas flera gånger innan de måste förbrännas har fiber-till-fiber alternativet en stor fördel i jämförelse med ifall det görs stoppning eller vaddering av textilierna då de inte kan förbrukas på nytt på samma sätt [17].

##### *Fiber-till-fiber*

Genom fiber-till-fiber processen skapas en slutprodukt som, i jämförelse med andra produkter som framställs från övrig mekanisk återvinning, betraktas ha ett högre värde. I denna process spinner man använda textilfibrer för att producera ny tråd. Första steget i processen är klippning och rivning, därefter kardas mellanprodukten för att senare spinnas till ny tråd som kan användas på nytt. Innan man påbörjar den mekaniska återvinningen behöver man sortera

materialen för att på så sätt få till rena materialfraktioner. Det finns många faktorer som man tar hänsyn till vid materialsorteringen. Färgsortering sker mestadels i länder i Asien eftersom arbetskraften är mycket billigare än i Europa [15].

Det som avgör kvaliteten i slutprodukten är hur pass tätt trådarna har varit bundna till varandra i ursprungstextilien. Ifall fibrerna har varit tätvävda kommer man inte kunna få fram samma kvalité i de återvunna fibrerna. Fiber-till-fiber-metoden lämpar sig bäst för bomull och ull. Under perioden då dessa textilier används (tvättas, torkas och slits ut) och under återvinningsfasen minskar längden av fibrerna i textilen. Detta leder till att man måste använda sig av en blandning av både återvunna fibrer och jungfruliga fibrer när man tillverkar ny tråd [15].

Textilier består inte enbart av en fiber utan är i de flesta fallen en blandning av flera olika slags textilfibrer. För den mekaniska återvinningen är textilblandningar en utmaning. Sättet man hanterar blandningar på är att man i förhand skiljer de olika textilfibrerna åt eller att man bearbetar blandningen som den är. Det är vanligt att man skapar en blandning av bomull och polyester, men eftersom bomullsfibrer är svagare än polyesterfibrer behövs det mer för att separera de olika fibrerna åt [17]. Detta har gjort att man i dagsläget inte återvinner blandningar som består av polyester. Som tidigare nämnts är det inte bara användningsfasen som sliter på textilfibrer, utan även återvinningsprocesserna. Det är vid rivning, spinning och vävning som fiberförlusterna är som störst. Beräkningar tyder på att utbytesförlusten uppgår till cirka 20 %. [15]

### 2.2.5 Kemisk återvinning

Kemisk återvinning innebär att fibrerna i textilierna löses upp till molekylnivå med hjälp av kemikalier och sedan spinns till nya fibrer. Vid kemisk återvinning görs textilavfall om till nya textilfibrer genom total upplösning av cellulosabaserade konstfibrer (viskos och lyocell) och bomullsfibrer samt smältning av polymerfibrer som är syntetiska (polyamid, polyester och akryl). Dessa typer av processer kallas för regenereringsprocesser och eventuella problem uppstår när upplösning av blandtextilier ska ske då detta är väldigt utmanande trots dessa tekniker [14]. I vissa fall förnyas materialet helt efter en kemisk återvinning beroende på hur pass utvecklad tekniken är. Om tekniken är så pass avancerad kan även restprodukter, kemikalier och färger sållas bort. Kemisk återvinning ser till att jungfruliga fibrer inte behöver blandas upp med de återvunna fibrerna för att få ursprungskvalitet [18].

I dagsläget kan bomull endast återvinnas på ett mekaniskt sätt till nya fibrer men det pågår mycket forskning för att lyckas hitta en kemisk process som är hållbar och lönsam och som ser till att bomull kan återvinnas till nya cellulosa-fibrer. Bomull vars fibrer består av 100% cellulosa förändras under kemiska återvinningsprocesser. Egenskaper som styvhet, absorptionsförmåga och krympförmåga förändras och de egenskaperna som cellulosa-fibern får efter återvinning beror på vilken kemisk upplösningssprocess som har valts [19].

Kemisk fiber-till-fiber återvinning existerar men i små skalor än så länge och det är inte tillgängligt för blandmaterial och speciellt inte när blandmaterialet består av både natur- och syntetfibrer. Detta på grund av att fibrernas regenereringsprocess är väldigt olika (upplösning kontra smältning). På Teijin, ett återvinningsföretag i Japan, finns en återvinningsfabrik som kan hantera dessa typer av blandmaterial dock finns det ett krav på att ingångsmaterialet måste innehålla minst 80 % polyester och resterande 20 % får vara bomull och material som ull, elastan och akryl för att processen ska vara möjlig. Kravet innebär också att en viss halt halogen inte får överstigas i textilavfallet och krom-innehållande färger måste uteslutas. I dagsläget sker kemisk återvinning av bomull endast i labbskalor, däremot sker det storskalig återvinning av polyester via kemisk återvinning i asiatiska länder såsom Kina och tidigare nämnda Japan [17].

En femtedel av världens totala textilavfall står polyester för. I Teijin, i Japan, återvinns inte bara polyesterfiber från textilt avfall utan det produceras även ny textil som består minst till hälften av återvunnen polyester från de egna fabrikerna. Kvaliteten på återvunnen polyesterfiber kan anses likvärdig med jungfrufibern men nackdelen ligger i att det är billigare att tillverka polyester från petroleumråvara än produktion av polyester utifrån återvunnen polyesterfiber[15].

### *Kommersiella kemiska återvinningsprocesser år 2020*

År 2020 planerar företaget re:newcell ha en anläggning som ska rymma en kapacitet på 3000 ton/år. I anläggningen kommer bomullsavfallet anpassas till så kallad textilmassa och detta anses som en förbehandlingsmetod. Det är tänkt att företagets textilmassa ska produceras i Sveriges för att senare vidare transporteras utomlands till exempelvis lyocell- och viskosprocesser. Målet med Sveriges textilavfall är att 500 ton/år planeras att komma från uttjänad textil från sjukhus, tvätterier och hotell. I de textilierna varierar oftast bomullshalten, från tvätterierna kan man utvinna ca 39-83% bomull och resterande bomull till re:newcell planeras att komma från produktionsspill från textiltillverkare, både från Sverige och importerat. Företaget har en plan att kunna hantera minst 95% cellulosa i ingående textilflöde [15].

## 2.3 Intervju med Houdini Sportswear AB

I en intervju med klädföretaget Houdini Sportswear AB (som fortsättningsvis benämns Houdini) fick vi svar på relevanta frågor som berör främst deras syn på återvinning och hur de går tillväga när det kommer till material, produktion och återvinning. Företaget är känt för deras sportkläder som anses ha väldigt bra kvalitet och kläderna anses ha en livslängd upp till 10 år, enligt Malin Wetterborg som är materialansvarig på företaget. Företaget är känt för att vara ett av de första med satsning på storskalig kemisk återvinning och all deras återvinning sker i ett företag i Japan. Detta är den stora anledningen till varför just företaget Houdini Sportswear AB intervjuats.

Sportkläderna som tillverkas av företaget är gjorda främst av polyester men även av ull (ca 25%), polyamid, elastan och även blandningar av ullsilke/ulltencel. Av deras plagg som är tillverkade av polyester är merparten tillverkade av återvunnen fiber. Kläder tillverkade av bomull förekommer inte alls i företaget då bomull kräver enormt mycket energi och vattenförbrukning vid tillverkning av bomullsfibrer. Malin berättar även att bomull binder till

fukt enkelt och det kan bidra till nedkylning eftersom att det tar väldigt lång tid att torka. Därmed anser inte Houdini att bomull är ett bra val av material i deras kläder. Material som nylon förekommer mycket i deras plagg då dessa anses väldigt slitstarka och de tål nötning. Deras plagg består aldrig av blandningar av syntet- och naturfibrer, detta på grund av att de vill att plaggen ska vara biologiskt nedbrytbara eller återvinningsbara.

Företaget har arbetat med återvinning sedan 2006 och företagets återvinning sker i Japan i Teijin. Återvinningsfabriken i Japan ser till att kläderna som tillverkas i fabriken dessutom går att återvinna och år 2007 lanserade företaget återvinningsboxar ute i butikerna där konsumenter kan lämna in gamla kläder som sedan säljs vidare till second hand eller återvinns beroende på skick. Houdini lägger stor fokus på återanvändning av plagg och de vill gärna att ett plagg ska vara bra uttjänt innan det återvinns. I Teijin är det endast kemisk återvinning som används då detta är det som är möjligt för företaget för tillfället. Anledningen till att det är kemisk återvinning som används är för att denna process ser till att fibrerna behåller samma egenskaper. Enligt Malin skulle företaget kunna använda mekanisk återvinning då detta kräver mindre energi men resultatet av det återvunna plagget blir sämre då kvaliteten försämras. Därmed så är kemisk återvinning mer hållbart i längden. Företaget har ingen produktion i Sverige däremot finns ett huvudkontor i Sverige, där design och planering av plagg sker.

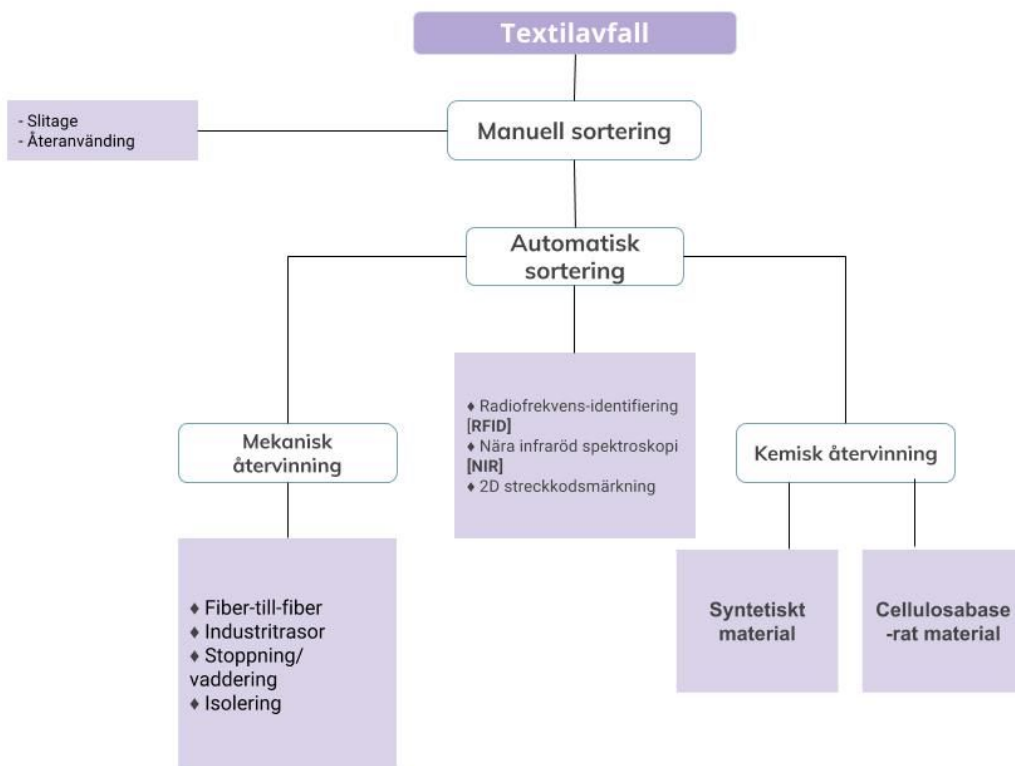
### 3. Modell

SWOT-analys utförs på mekaniska respektive kemiska återvinningsprocesser. I rapporten beskrivs en konceptuell modell där beräkningar inte kommer att ingå. Med hjälp av denna SWOT-analys vill vi kunna avgöra vilken återvinningsteknik som lämpar sig bäst ur ett hållbarhetsperspektiv för de olika textilfibrerna som berörs i denna rapport och kunna dra en slutsats kring vilken av metoderna som lämpar sig bäst för Sverige.

SWOT- analys används för att kunna avgöra vilken av metoderna som bäst lämpar sig för ett land som Sverige och SWOT står för styrkor, svagheter, möjligheter och hot. Fördelen med att använda sig av en SWOT-analys är att analysen bidrar till tydlighet vad det gäller möjligheter och problem som ett projekt kan stå inför.

### 3.1 Illustration av modellen

Figur 2. Konceptuell modell av återvinningsprocessen



### 3.2 Systemgränser

I rapporten tar vi endast hänsyn till återvinningen och inte på återanvändning, energiåtervinning eller deponi av textilier. Geografiskt sett begränsar vi vår analys främst till Sverige. Det är främst tekniska aspekter av återvinning som belyses i rapporten.



## 4. Resultat och diskussion

Återvinning av textilier delas in i två kategorier beroende på återvinningsprocessen och det är mekanisk- respektive kemisk återvinning. Vilken av återvinningsmetoderna som lämpar sig bäst beror på vilken eller vilka fibrer textilen består av och dessutom fiberns ursprung samt sammansättning. Det finns sedan ytterligare fyra grupper som både mekanisk- och kemisk återvinning kan delas in i och dessa är primär, sekundär, tertiär och kvartära metoder [20].

I följande SWOT-analys kommer de två återvinningsprocesserna att undersökas. För- och nackdelar kommer att lyftas fram och även hur möjligheterna för dessa två processer ser ut i Sverige och dessutom om det finns några möjliga hot att identifiera.



## 4.1 SWOT-analys

Tabell 3 - SWOT

	Mekanisk återvinning	Kemisk återvinning
Styrkor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kräver ingen avancerad teknik eller maskineri.</li> <li>• Kan användas som ersättning för andra material.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kan resultera i samma egenskaper som de ursprungliga fibrerna.</li> <li>• Textilier kan renas från färgämnen, kemikalier och övriga restprodukter.</li> <li>• Möjligt att återvinna blandmaterial.</li> </ul>
Svagheter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Svårt att rena textilier från kontamination eller behandlingsämnen.</li> <li>• Återvunna fibrer blandas oftast ut med jungfrufibrer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Svårt att skapa en ekonomisk lönsamhet.</li> <li>• Begränsat till ett fåtal textilfibrer.</li> <li>• Återvinningsindustrin för textilier är främst utvecklad i Asien.</li> </ul>
Möjligheter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Blandas oftast ut med jungfruliga fibrer vilket kan minska halten av skadliga medel i textilier.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utveckling av återvinningsprocess för bomull och cellulosabaserade konstfibrer möjliga till år 2030.</li> </ul>
Hot	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Starkt beroende av tillgång till jungfruliga textilfibrer</li> <li>• Peak-cotton hotar tillgången till jungfruligt bomull</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stark korrelation till oljepris, eftersom när oljepriset är lågt är det billigare att producera exempelvis jungfrulig polyester.</li> </ul>

### 4.1.1 Styrkor

#### *Mekanisk återvinning*

Kemisk återvinning kräver en mer avancerad teknik än mekanisk återvinning. Det krävs inga tekniskt komplexa instrument vid mekanisk återvinning. Det finns tre huvudsakliga sätt att bryta bindningarna i fibrerna på vid mekanisk återvinning, strimling, hackning och borstning [21]. Vid strimling så strimlas materialet upp och spinns till ny tråd [22]. Hacking inom mekanisk återvinning innebär att materialet helt enkelt hackas upp och därmed får fibrerna en kortare fiberlängd [20]. Vidare grundas den mekaniska återvinningen i en lång tradition [18].

Som tidigare nämnts i rapporten kan mekaniskt återvunna textilier bli till trasor som används för rengöring inom olika industrier. Dessa trasor bestående av återvunna textilfibrer ersätter då andra material som exempelvis nyproducerad papper eller textil [18].

#### *Kemisk återvinning*

Inom kemisk återvinning används kemikalier för att bryta ner fibrerna i textilierna. Därefter används en rad olika processer för att återigen sammanföra dessa fibrer. Processerna kan vara antingen kemiska eller mekaniska. Materialet förnyas fullt ut genom detta tillvägagångssätt och beroende på hur utvecklad tekniken är finns möjligheten till att textilierna renas från färger, kemikalier och andra restprodukter. Med denna typ av återvinningsmetod resulterar det sig i att materialet får en hög kvalitet och därmed behövs inte jungfruliga fibrer tillsättas i det återvunna materialet för att den ska behålla samma egenskaper som den ursprungliga fibern [18].

Kemisk återvinning kan till skillnad från mekanisk återvinning användas för att utvinna specifika fibrer från textilier som består av en blandning av flera olika fibrer[21].

### 4.1.2 Svagheter

Ekonomiska hinder är det största problemet inom återvinning och det beror på att textilier tillverkas i länder där pris på arbetskraft är låg och anställda tjänar låga löner. Kostnader för återvinning och priset på miljöpåverkan ingår inte i priset på plaggen vid försäljning. I Sverige, där kostnaden för arbetskraft är betydligt högre, sker insamling av textilier för att sedan skickas vidare till återvinning i länder som präglas av låga löner och sämre arbetsförhållanden. Nyproducerade textilier är billigare att sälja till ett lägre pris i jämförelse med att fokusera på försäljning av återvunna textilier. Alla textilier som återvinns i Sverige blir därför dyrare än importen av nya textilier. Kemikalier kan också anses som hinder inom textilindustrin då dessa är skadliga för personer som jobbar med att återvinna, samla ihop eller återanvända det återvunna materialet[23].

#### *Mekanisk återvinning*

Mekanisk återvinning innebär oftast att kemikalier följer med trots att det är återvunnet just på grund av att det inte sker någon påverkan eller förändring i fibrerna på kemisk nivå.

Mekanisk återvinning är mer beroende än den kemiska av vilket insatsmaterial som används. Detta på grund av att kemikalier mer sannolikt följer med i det återspunna materialet till högre grad vid mekanisk återvinning. Det sker därmed extra kontroller på textilier som har återvunnits via den mekaniska vägen [24].

Textilfibrerna förkortas och försvagas genom mekanisk återvinning och därför får man ett sämre resultat i jämförelse med kemiska återvinningsmetoder. De återvunna textilierna behöver oftast blandas ut med jungfruliga fibrer till följd av downcycling av textilfibrer [24]. Resultatet blir att mekaniskt återvunnet textil behöver blandas ut med jungfruliga fibrer för att kunna uppnå tillräcklig kvalitet för att sedan kunna användas till exempelvis klädproduktion [18].

#### *Kemisk återvinning*

Det krävs storskalig drift för att kemisk återvinning ska kunna vara ekonomiskt acceptabelt. Det är en kostsam och energikrävande process som dessutom kräver enorma mängder textilier [18].

I dagsläget är den kemiska återvinningen begränsad till det urval av textilfibrer som kan återvinnas med den här metoden. Även fast återvinning av textilier som består av en blandning av olika textilfibrer är möjlig är det komplicerat att kunna återvinna de fullständigt med denna metod. Det bästa sättet att lyckas med detta är att det läggs stor fokus på textilåtervinningen redan vid designskedet [21].

Den textila återvinningsindustrin är till stor del koncentrerad i Asien, vilket innebär att man hela tiden måste transportera material från avlägsna delar av världen dit. Detta kan leda till stora miljömässiga påfrestningar när material ska transporteras över långa sträckor. En stor anledning till att återvinningsindustrin för textilier har sådant starkt fäste i Asien, framförallt i Japan och Taiwan, är på grund av en högre befolkning i förhållande till landyta. Därmed har intresset för bevarandet av miljön och återvinning, som syftar till att skapa ett mer hållbart samhälle, varit mer aktuellt i dessa trakter [21].

### 4.1.3 Möjligheter

#### *Mekanisk återvinning*

Mekanisk återvinning kräver oftast att de återvunna fibrerna behöver blandas ut med jungfrulig ull eller bomull. Detta motverkar att farliga ämnen samlas i återvunnet material och det ger därmed lägre halter av skadliga ämnen. Hur mycket av de återvunna textilfibrerna som kan användas i en blandning med jungfruliga fibrer beror mycket på fibertyp och varierar en hel del, men ligger mellan 20-100% [24].

#### *Kemisk återvinning*

Införsel av kemisk återvinning i stor skala skulle kunna minska behovet av utveckling av sorterings teknologi, då kemisk återvinning ger möjligheten att kunna avlägsna kemikalier ur det återvunna råvaran. Kemisk återvinning kan många gånger skapa behov av ytterligare ett processteg, exempelvis blekning- eller separeringssteg för att kunna möjliggöra vidare

nedbrytning eller extraktion av oönskade kemikalier. Om sådana extraprocesser införs innebär det också att man har gjort det möjligt att eliminera oönskade ämnen från kretsloppet. Därmed är det väldigt viktigt att vid återvinningen rena processvattnet som uppstår på ett miljövänligt och lämpligt sätt för att inte låta kemikalierna spridas den vägen. Kemisk återvinning lämpar sig alltså till att återvinna material utan farliga ämnen [24].

Kemiska återvinningsprocesser för återvinning av bomull och cellulosebaserade konstfibrer anses vara möjliga att realisera till år 2030 [15].

En utökning av befintliga processer samt tillkomst av nya processer anses möjliga när det gäller återvinning av polyester. Framtida återvinningsprocesser anses även kunna hantera blandmaterial och därmed kommer även i detta fall innebära att separationsteknologier inte behöver utvecklas. Det indikeras även att med hjälp av forskning ska nya syntetiska material och ny polymerdesign underlätta återvinningen. Tanken är att dessa ska finnas tillgänglig i demoskala till år 2030 [15].

#### 4.1.4 Hot

I Sverige arbetar man med textilåtervinning i en mindre skala än vad man gör i delar av Asien. Fokus ligger främst på att producera trasor som ska brukas för rengöring inom verkstäder och industrier. Övriga hot som finns att identifiera för textilåtervinningsindustrin i Sverige är att återvinna textilier i jämförelse med nyproducerat material har ett lågt värde. Vidare är textil ingen homogen produkt utan varierar när det kommer till fiberinnehåll, färg och form. Det finns dessutom undersökningar som tyder på att marknaden för industrin för textilåtervinning i Sverige är för liten för att man ska investera i någon upprustning av den. Under 90-talet var det ett företag vid namn Stena Recycling som bedrev storskalig mekanisk återvinning i Sverige men detta lades ner på grund av ekonomiska anledningar [18].

##### *Mekanisk återvinning*

Som tidigare poängterat har mekaniskt återvinna fibrer sämre kvalitet än jungfrufibrer. För att kunna avgöra vilka ekonomiska fördelar som finns med mekaniskt återvinna fibrer så behöver man trots allt jämföra de med jungfruligt material [15].

Ytterligare ett hot inom mekanisk återvinning är att det krävs inblandning av jungfruligt material vid återvinningen för att fibrerna ska kunna hålla en viss kvalitet. Detta är ett problem då det anses att vi har uppnått så kallad peak-cotton, vilket innebär att vi har nått begränsad tillgång av jungfruliga bomullsfibrer och att det inte längre går att odla mer bomull [25].

##### *Kemisk återvinning*

Det finns en stark koppling mellan lönsamheten av kemisk återvinning och oljepriset när det gäller petroleumbaserade textilier (polyester, nylon). Vid ett höjt oljepris kommer priset på kemikalier, som behövs för att tillverka polymergranulat, också spegla den ökningen. Skulle

olja priset sjunka kommer jungfrulig fiber att konkurrera med kemiskt återvunna fibrer. Efterfrågan på återvunna petroleumbaserade fibrer har genom åren varit starkt korrelerat till samhällets ekonomiska tillstånd. Detta har lett till att aktörer varit aktsamma med implementeringen av återvunnet material. Trots det har intresset hållit sig uppe genom åren och dels till följd av att oljepriserna återigen är på väg upp har återvunna artiklar vunnit popularitet bland folket [21].

## 4.2 Diskussion

Utifrån de slutsatser som har dragits från SWOT-analysen kan man fortfarande med säkerhet inte säga att den ena återvinningstekniken är bättre än den andra. Detta på grund av att kemisk respektive mekanisk återvinning lämpar sig olika bra för olika typer av textilfibrer.

Det är komplicerat att identifiera vilken åtgärd som har störst positiv effekt när det kommer till att minska miljöbelastande processer och metoder gällande textilåtervinningen. Anledningen till detta är för att pålitlig information om kostnader och siffror kring miljöpåverkan är svåra att hitta då inga företag vill gå ut med denna typ av verksamhets- eller industriinformation.

Många gånger kanske det anses att det i dagsläget inte är värt att fokusera på återvinning just på grund av att produktionskostnader för textilier i dagsläget inte är särskilt höga. Detta på grund av att majoriteten av all textilproduktion sker utomlands där arbetskostnaden är betydligt lägre än i Sverige. Detta resulterar i att det är mer kostsamt att återvinna än att producera nya textilfibrer i nuläget. Problem kommer dock uppstå och har redan börjat dyka upp när det gäller råvaror som används vid produktion av textilier. Redan nu har man börjat nå gränsen där bomull, som är en av de billigaste och mest använda råvaran, inte längre går att odla i tillräcklig mängd.

För att begränsa det avtryck som textilåtervinningen har på miljön är det fyra punkter som man främst bör ha i åtanke: processeffektivitet, energianvändning och kemikalie- samt avfallshantering. Att minska på miljöpåverkan är dessutom starkt korrelerat till en mindre energianvändning, vilket medför att de återvinningsmetoder som kräver en mindre energianvändning även bidrar med att minska miljöpåfrestningar. Övriga sätt att nå samma resultat är genom att minska på kemikalieanvändningen eftersom det minimerar risken för att skadliga ämnen ska hamna i vattendrag och mark eller ackumulera sig i exponerade varelser. Som fördel till detta så minskas även utsläppen av växthusgaser. När det gäller textilier som består av flera olika fibertyper är det också viktigt att tänka på att utveckla en återvinningsteknik som kan återvinna alla ingående fibrer i materialet istället för att det ska hamna på deponi där förbränningen troligtvis kommer att bidra med ännu mer föroreningar.

Utifrån de slutsatser vi har dragit kan vi fortsätta diskutera varför en kemisk återvinning hade fungerat bra i Sverige. I dagsläget har kvaliteten på majoriteten av både kläder och andra textilier blivit sämre och därför är det högst troligt att mängden textilier som samlas in av exempelvis secondhandbutiker och även mängden kläder som kasseras kommer troligtvis att öka. Mycket av kläderna som second hand-butiker får in är av lägre kvalitet och därför säljs dessa inte utan skickas vidare till förbränning. På grund av den lägre kvaliteten på textilier ökar mängden kasserade textilier och därmed är fiberåtervinning i större skala mer lockande. Den ökade efterfrågan på bomull överallt i världen, som dels beror på att världsbefolkningen



ökar och därmed har även antalet medelinkomsttagare ökat (större krav läggs på materiell välfärd), är också något som bör motivera textilåtervinning. Detta på grund av att konkurrensen om odlingsbar mark ökar, främst i de fattigare länderna.

I SWOT-analysen syns det tydligt att kemisk och mekanisk återvinning har olika för- och nackdelar. Mekanisk återvinning kan många gånger anses vara mer lämpligt då denna teknik inte kräver lika mycket kemikalier vid återvinning och är även mindre energikrävande. Fördelen med kemisk återvinning är dock att kvaliteten på det återvunna materialet är mycket högre och nästintill lik jungfrufibern i jämförelse med mekanisk. Därför finns även högre potential för kemiskt återvunna fibrer att ersätta nyproducerade textilfibrer[18]. Ytterligare en faktor som pekar på att kemisk återvinning inte hade varit ett större problem energimässigt för ett land som Sverige är att Sverige är ett av de länderna som är ledande när det gäller användning av förnybar energi. Detta innebär alltså att den stora mängden energi som skulle krävas för att driva en kemisk återvinning skulle kunna täckas genom förnybara energikällor som exempelvis vind- och vattenkraft.

Det diskuteras mycket kring varför återvinning inte har skett i större skala än det som sker i dagsläget. Den bidragande faktorn enligt många kring varför det inte sker i större omfattning är på grund av att fibrer som är återvunna kostar producenterna mer än vad jungfrufibrer gör. När återvunna fibrer väl används inom klädproduktion är det vid tillfällen när någon av de större klädjättarna har någon speciell kollektion som exempelvis Sustainable Collection som H&M ligger bakom. Det höga priset beror oftast på att tekniken som krävs för att återvinna fibrerna är mindre utvecklad och mer kostsam än processerna som används för primärtillverkningen av textilier. Kostnader uppkommer också vid sorteringen av de olika textilprodukterna [14]. Dock så är det självklart att ur ett miljöperspektiv använda sig av redan tillverkade fibrer i nya textilprodukter.

En fördel med kemisk återvinning och varför den är att rekommendera är för att kemikalier till en viss mån avlägsnas från de återvunna fibrerna. Detta skulle innebära att man kan bortse från vissa processer och steg vid sorteringen vilket skulle bidra till minskade kostnader i jämförelse med mekanisk återvinning. Med andra ord skulle man kunna återvinna vissa textilier som innehåller kemikalier utan att de farliga ämnena följer med[24].

Utveckling av återvinningstekniker behövs i dagsläget men ifall detta ska vara ekonomiskt lönsamt så krävs det, som tidigare diskuterats, ett stort flöde av textilier som går till återvinning. Genom att skapa en gemensam nordisk marknad för all textilavfall skulle man kunna uppnå ett sådant stort flöde. Ytterligare en faktor som är viktigt att avgöra är vem det är som ska behöva stå för kostnaderna för sortering av textilier. Utifrån sorteringen kommer en hel del textilier antagligen sorteras bort som inte är återvinningsbart och även detta medför en kostnad då detta måste skickas till förbränning. Ett alternativ skulle kunna vara att låta producenterna ta ansvar för detta genom exempelvis en avgift för finansiering av en sådan kostnad[24].

Några åsikter som har uppkommit under rapporten när det gäller återvinning är att detta är processer som kommer att utvecklas väldigt mycket i framtiden. Dock så är detta något som kommer att behöva väldigt mycket forskning och ett intresse från både textilproducenter och även folket som konsumerar textilprodukter. Redan nu sker mycket forskning i Sverige av ett företag, vid namn Re:newcell, kring tekniker som exempelvis ska lyckas återvinna bland annat cellulosabaserade fibrer. En stor anledning till varför vi tror på en satsning inom just kemisk återvinning i framtiden är för att priset på bomull antagligen kommer börja stiga då vi har uppnått peak-cotton stadiet. Detta skulle innebära att bomull bli svårare att odla och bomullstextilier blir dyrare att producera vilket skulle i sin tur driva upp priserna för konsumenterna. Därför kommer det bli extra viktigt att kunna återvinna textilier på sådant vis att kvaliteten av dessa återvunna textilier är jämförbar med kvaliteten hos textilien gjorda av jungfruligt fiber. Mekanisk återvinning är en process som tyvärr inte håller samma kvalitet hos fibrerna efter återvinning och därmed anser vi att denna återvinningsteknik inte är något att satsa på att implementera i Sverige.

Beteendeförändring hos människor är också en viktig faktor när det gäller frågor kring återvinning av textilier. Det gäller att först och främst se till att konsumenterna faktiskt är villiga att lämna in kläder som sedan kan återvinnas istället för att slänga använda kläder i soporna. Det gäller att skapa incitament och belöna konsumenterna så att fler blir positivt inställda när det gäller återvinning av textilier. Klädjätten H&M belönar genom att ge kuponger till de kunder som lämnar in textilier till deras insamlingsboxar i butikerna. Med bland annat en sådan trend där fler kedjor väljer att belöna kunderna, kommer det i framtiden vara fler som väljer att lämna in textilier istället för att slänga dem. Som resultat kommer volymen textilier att öka och implementering av processer som liknar kemisk återvinning vara en nödvändighet för miljön.

## 5. Förslag på framtida arbeten

Det är lärorikt att undersöka hur utvecklingen av textilåtervinningen kommer att se ut framöver, vilka faktorer som driver på förändringen och vilka förutsättningar som krävs för att en vidareutveckling ska ske. I denna rapport utfördes en kvalitativ analys av existerande återvinningsmetoder. Det som kan vara av nytta att undersöka i framtiden är en mer kvantitativ analys av marknaden för återvinning av textilier.

Dels kan man göra beräkningar på hur mycket energi som används vid kemisk och mekanisk återvinning och hur mycket den siffran skiljer sig beroende på vilken fibertyp man återvinner. För att vidareutveckla detta kan man också ta fram värden på energianvändning som krävs för nyproduktion av textilier och därefter jämföra energianvändningen vid nyproduktion kontra energianvändningen vid återvinning av textilier.

Därefter skulle man även kunna analysera återvinningsmetoderna från ett ekonomiskt perspektiv där man strävar efter att få fram mer exakta siffror på hur återvunna textilfibrer jämför sig ekonomiskt med jungfruliga sådana. Här är det också intressant att undersöka vilka faktorer som främst bidrar till ekonomiska kostnader för återvinning och på vilket sätt man kan arbeta för att optimera dessa.

Dessutom finns möjligheten att mäta emissionerna som respektive återvinningsprocess bidrar med och på vilka sett dessa i så fall skulle kunna minskas. Att undersöka under vilka specifika processteg som kännetecknas av mest emissioner skulle vara av värde.

Det skulle även vara intressant att studera utveckling av automatisk sortering av textilier för att undersöka ifall det är möjligt att förbättra spårbarheten av textilinnehåll och andra tillsatser samt ämnen som ingår i diverse material. Här har etableringen av ett större och mer utspjutt insamlingssystem en viktig roll för att man ska kunna hantera ökad mängd textilavfall. Utöver detta kan man jobba med att bygga upp en avfallshierarki för att prioritera vilka textilfibrer som bör återvinnas mekaniskt respektive kemiskt.

## 6. Slutsatser

SWOT-analysen, som har genomförts i syfte att undersöka vilken av återvinningsteknikerna som lämpar sig bäst för Sverige, visar tydliga drag på att den kemiska återvinningsmetoden har potential.

- Om kemisk återvinning ska vara möjligt så krävs det nya logistiklösningar kring insamling av textilier i Sverige. Det skulle innebära nya partnerskap och samarbetsavtal mellan diverse aktörer som bolag som hanterar avfall, olika insamlingsbolag och även andra företag som hanterar textilier rent allmänt. De olika aktörerna skulle kunna vara tvätterier, sophanteringsbolag, kommuner och välgörenhetsorganisationer som exempelvis Myrorna. Dessutom krävs hållbara lösningar för transporter till och från anläggningarna.
  - Identifiering av aktuella intressenter bör ske. Ytterligare avtal bör slutas med de som *säljer* de kasserade textilierna och sedan de som *köper* den återvunna fibermassan.
  - Fler klädkedjor bör gå ut med insamlingsboxar i butikerna så att mängden textilier som ska återvinnas ska kunna maximeras. Detta för att den kemiska återvinningen ska vara lönsam och för att en sådan anläggning ska kunna byggas ut i en större skala än bara pilot- och demoskala.
- En nödvändig slutsats av detta arbete är att majoriteten av all textilsortering bör automatiseras. Detta för att underlätta de stora mängderna textilier som sedan ska användas för kemisk återvinning. Automatisk sortering skulle kunna effektivisera hela återvinningsprocessen avsevärt, detta på grund av att manuell sortering tar längre tid men fördelen där är en större noggrannhet. Det finns en rad olika förslag på tekniker som används vid automatisk sortering men 2D-steckodsmärkning skulle vara den effektiva metoden att använda sig av. Detta för att den tekniken i dagsläget inte är lika kostsam som de resterande tidigare nämnda teknikerna.
- En sista slutsats som dragits utifrån SWOT-analysen är att man bör börja med återvinning av de mest använda fibrerna. Fokus bör läggas på återvinning av textilier som inte klassas som blandmaterial för att undvika ytterligare process och kostnader vid sortering. Exempelvis skulle polyesteråtervinning via kemisk återvinningsteknik vara en bra början.

Denna studie visar alltså på att det i dagsläget skulle vara möjligt att implementera kemisk återvinningsteknik i Sverige men mycket behövs till hänsyn tas, framförallt de ovannämnda punkterna.

## 7. Referenslista

1. Re:newcell (2015) *Why We Do This*. Tillgänglig: <http://renewcell.se/whywedothis/>  
Hämtad: 2017-05-05
2. Roos, Sandra (2016) *Advancing life cycle assessment of textile products to include textile chemicals*. Tillgänglig:  
<http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/246361/246361.pdf> Hämtad:  
2017-05-07.
3. Karlsson, Helene. (2010) *Gifter i tyger - vilka är de och hur farliga är de?* Tillgänglig:  
[http://bioenv.gu.se/digitalAssets/1309/1309851\\_helene-karlsson.pdf](http://bioenv.gu.se/digitalAssets/1309/1309851_helene-karlsson.pdf) Hämtad:  
2017-02-30.
4. Best of Brands. *Materialguide*. Tillgänglig:  
<http://bestofbrands.com/sv/content/view/materialguide> Hämtad: 2017-03-02.
5. Hallå konsument (2015) *Bomull*. Tillgänglig:  
<http://www.hallakonsument.se/miljo-och-hallbarhet/handla-hallbart/textilier-och-miljon/miljoaspekter-pa-olika-textiltyper/bomull/> Hämtad: 2017-03-02.
6. Green strategy (2013) *Storskalig textilfiberåtervinning i Sverige*. Tillgänglig:  
<http://www.greenstrategy.se/storskalig-textilfiberatervinning-i-sverige/> Hämtad:  
2017-05-07.
7. Avfall Sverige (2013) *Textilt avfall: En framtida resurs – Pilotprojekt i Stockholm*.  
Tillgänglig: <http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/U2013-15.pdf>  
Hämtad: 2017-05-07.
8. Hallå konsument (2015) *Polyester*. Tillgänglig:  
<http://www.hallakonsument.se/miljo-och-hallbarhet/handla-hallbart/textilier-och-miljon/miljoaspekter-pa-olika-textiltyper/polyester/> Hämtad: 2017-03-02.
9. Kristianstad. *Ekomode*. Tillgänglig:  
<https://www.kristianstad.se/upload/Forvaltningarna/Mhk/Infoblad/Ekomode.pdf>  
Hämtad: 2017-03-02.
10. GinaTricot (2013) *From Wood to Fiber*. Tillgänglig:  
<http://www.ginatricot.com/se/sv/csr/what/articles/from-wood-to-fiber> Hämtad:  
2017-04-30.
11. Mass, Ed. Yes it's organic (2016) *Rayon, Modal, and Tencel - Environmental Friends and Foes*. Tillgänglig:  
<http://www.yesitsorganic.com/rayon-modal-tencel-environmental-friends-or-foes.html#axzz4ZQrTWdzp> Hämtad: 2017-03-02.
12. Organic Clothing (2005) *Tencel - Sustainable but not necessarily healthy*. Tillgänglig:  
[http://organicclothing.blogs.com/my\\_weblog/2005/11/tencel\\_sustaina.html](http://organicclothing.blogs.com/my_weblog/2005/11/tencel_sustaina.html) Hämtad:  
2017-02-03.

13. Hallå konsument (2015) *Viskos och lyocell*. Tillgänglig:  
<http://www.hallakonsument.se/miljo-och-hallbarhet/handla-hallbart/textilier-och-miljon/miljoaspekter-pa-olika-textiltyper/viskos-och-lyocell/> Hämtad: 2017-02-03.
14. Avfall Sverige (2013) *Textilt Avfall: En framtida resurs - pilotprojekt i Stockholm*. Tillgänglig: <http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/U2013-15.pdf>  
Hämtad: 2017-03-15.
15. Naturvårdsverket (2015) *Textilåtervinning - tekniska möjligheter och utmaningar*. Tillgänglig:  
<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6685-7.pdf?pid=15536> Hämtad: 2017-02-06
16. Naturvårdsverket (2016) *Rekommendationer för utsortering av textilier med farliga ämnen ur kretsloppet*. Tillgänglig:  
<http://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/egeringsuppdrag/2016/redovisade/slutrapport.pdf>, Hämtad: 2017-02-09.
17. Elander, M. Ljungkvist, H. Mistra Future Fashion (2016) *Critical aspects in design for fiber-to-fiber recycling of textiles*. Tillgänglig:  
<http://mistrafuturefashion.com/wp-content/uploads/2016/06/MFF-report-2016-1-Critical-aspects.pdf> Hämtad: 2017-02-11.
18. Bengtsson, Cecilia. *Återanvändning, återvinning eller förbränning - en studie om hantering av textilier*. Tillgänglig:  
[http://bioenv.gu.se/digitalAssets/1488/1488448\\_cecilia-bengtsson.pdf](http://bioenv.gu.se/digitalAssets/1488/1488448_cecilia-bengtsson.pdf) Hämtad: 2017-03-15.
19. Eriksson.A, Norlin.D, Wilén.L. (2011) *Bomullens nya ansikte*. Tillgänglig:  
<http://bada.hb.se/bitstream/2320/9185/1/2011.14.9.pdf> Hämtad: 2017-03-15.
20. Johansson.A, Ljungholm.H. (2015) *Återvinning av blandmaterial*. Tillgänglig:  
<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:820473/FULLTEXT02> Hämtad: 2017-04-27.
21. Sandrén, Elin. (2010) *Polyamidåtervinning*. Tillgänglig:  
<http://bada.hb.se/bitstream/2320/12913/1/2010.2.19.pdf> Hämtad: 2017-04-24.
22. SRV Återvinning. (2013) *Årsredovisning: Peace Love och avfallshantering*. Tillgänglig: [http://www.srvatervinning.se/PageFiles/254/141008\\_SRV\\_ÅR\\_webb2.pdf](http://www.srvatervinning.se/PageFiles/254/141008_SRV_ÅR_webb2.pdf)  
Hämtad: 2017-04-24.
23. Hagnell, Maria. (2012) *Återvinning av textil*. Tillgänglig:  
<http://bada.hb.se/bitstream/2320/11392/1/2012.2.13.pdf> Hämtad: 2017-04-25.
24. SMED - Svenska MiljöEmissionsData. (2016) *Rekommendation för utsortering av textilier med farliga ämnen ur kretsloppet*. Tillgänglig:  
<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1058220/FULLTEXT01.pdf>, Hämtad 2017-04-25.

25. Miljö och utveckling. *Peak cotton kräver klädåtervinning*. Tillgänglig: <http://miljo-utveckling.se/peak-cotton-kraver-kladatervinning/> Hämtad: 2017-04-27
26. Fairaction. *Kläder*. Tillgänglig: <http://fairaction.se/granskningar/branscher/klader/> Hämtad: 2017-06-10
27. Enveco. *Kostnader och nytta vid olika målnivåer för textilavfall*. Tillgänglig: <http://www.enveco.se/wp-content/uploads/2016/09/Enveco-rapport-2016-2-Kostnader-och-nytta-vid-olika-m%C3%A5lniv%C3%A5er-f%C3%B6r-textilavfall.pdf> Hämtad: 2017-04-27
28. Westerberg, Marianne.(2004) *Företagens etiska ansvar*. Tillgänglig: [http://www.jus.umu.se/digitalAssets/42/42104\\_westerbergm.pdf](http://www.jus.umu.se/digitalAssets/42/42104_westerbergm.pdf) Hämtad: 2017-04-27