

# When can superfast fashion be green?

---

NIKE GRAPENGIESSER 2020

MVEK02 EXAMENSARBETE FÖR KANDIDATEXAMEN 15 HP

MILJÖVETENSKAP | LUNDS UNIVERSITET



Nike Grapengiesser

MVEK02 Examensarbete för kandidatexamen 15 hp, Lunds universitet

Intern handledare: Håkan Rodhe, The International Institute for Industrial  
Environmental Economics (IIIEE), Lunds universitet

CEC - Centrum för miljö- och klimatforskning Lunds universitet

Lund 2020

# Abstract

Although that the textile-industry is considered the world's second most climate affecting industry, consumption seems to never cease. The Swedish start-up project Streamateria provides new opportunities through a distributed production-line that offers bio-degradable garments through 3D-printing technology, with the ambition to meet consumer demand for "fast fashion"

The aim of the study is to identify the environmental implications and potential benefits as well as disclaimers related to Streamaterias offering. The study also provides an overview of current state of science on sustainable textile production. The study is conducted by using a quantitative method based on a literature study combined with interviews with experts in the field.

The study's results show potential benefits of Streamateria's production model. By producing fashion in direct relation to where the consumers are located, at the transaction point, the model has potential to reduce transportation needs, amount of process stake-holders as well as putting over-production and waste to a potential zero, while granting full traceability. The study shows that Streamateria's model of production is foremost expected to have environmental benefits on the occasions when it replaces a newly made garment that is only expected to be used on one-off occasions, but also that this specifically is a crucial consumption need to solve from an environmental perspective.

Keywords: Sustainability; Biodegradable; Textile Value Chain; Distributed Production; 3D Printer; Biogas; Zero-Waste



# Innehållsförteckning

<b>Abstract .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Inledning.....</b>	<b>9</b>
1.1 Syfte .....	10
<b>2. Metod och genomförande .....</b>	<b>11</b>
2.1 Litteraturstudie .....	12
2.2 Granskning av data från Guringo Studio .....	12
2.3 Intervjuer .....	12
2.3.1 Inspelning .....	13
2.3.2 Transkribering och analys .....	13
2.4 Avgränsningar .....	14
2.5 Etisk reflektion .....	14
<b>3. Kunskapsöversikt gällande textilproduktion.....</b>	<b>17</b>
3.1 Klädindustrins miljöpåverkan .....	17
3.2 Vanligt förekommande textilmaterial.....	18
3.2.1 Bomull .....	18
3.2.2 Polyester .....	18
3.2.3 Polymjölksyra .....	19
3.2.4 Regenatfiber .....	19
3.3 Textila värdekedjans utsläpp av farliga ämnen .....	20
3.3.1 Mikroplaster .....	20
3.3.2 Kemikaliepåverkan .....	20
3.3.3 Beräkning av klimatpåverkan .....	20
3.3.4 Kläder i slutet av livscykeln .....	21
3.4 Direktiv och förordningar .....	21
3.4.1 Avfallshierakin .....	21
3.4.1 REACH .....	23
<b>4. Kunskapsöversikt- Streamateria .....</b>	<b>25</b>
4.1 Streamateria Virtual Gateway .....	25
4.2 Livscykelanalys av Streamateria .....	26

4.3 Produktionen och produktionsförsörjningssystemet av Streamateria .....	27
4.4 Streamaterias potentiella bidrag till biogasframställning.....	28
<b>5. Resultat.....</b>	<b>29</b>
5.1 Resultat av Granskning av LCA samt intervju med Sandra Roos .....	29
5.2 Resultat av granskning av BMP-analys samt intervju med Anna Schnürer .....	31
5.3 Resultat av intervju med Milou Moelard Nord - Sustainability - Frilansar som designer och hållbarhetskonsult inom mode .....	34
5.3.1 Potentiella tillämpningar för Streamateria?	34
5.3.2 Miljömässiga fördelar med Streamateria?	35
5.4 Resultat av intervju med Ulf Eriksson - Rådgivare inom textilprodukter på Svanen .. 36	
5.4.1 Potentiella tillämpningar för Streamateria?	36
5.4.2 Miljömässiga fördelar med Streamateria?	37
5.5 Sammanställning av resultat .....	39
<b>6. Diskussion .....</b>	<b>41</b>
6.1 Kunskapsläget för hållbar textilproduktion.....	41
6.2 Streamaterias miljöfördelar.....	41
6.2.1 Minimal mängd restprodukt	41
6.2.2 Spårbarhet	42
6.2.3 Lokal och distribuerad produktion nära kund	42
6.2.4 Liten lagerhållning	43
6.2.5 Endast livsmedelsfärger	43
6.2.6 Bionedbrytbar textil	44
6.3 Potentiella användningsområden med miljömässiga fördelar.....	45
6.3.1 Kläder till fest - ”Fast fashion”	45
6.3.2 Funktionskläder	45
6.3.3 Korrigering av mått vid designprocess	45
6.4 Streamaterias utmaningar.....	46
6.4.1 Streamaterias miljörisker	46
6.5 Framtida forskning .....	47

<b>7. Slutsats.....</b>	<b>49</b>
<b>Tack! .....</b>	<b>51</b>
<b>Referenser .....</b>	<b>53</b>
<b>Bilaga 1 .....</b>	<b>57</b>
<b>Bilaga 2 .....</b>	<b>58</b>

# Figurförteckning

<b>Figur 1 Forskningsdesign .....</b>	<b>12</b>
<b>Tabell 1.....</b>	<b>21</b>
<b>Figur 2. Avfallshierarkin .....</b>	<b>22</b>
<b>Figur 3. Plagg gjorda i Streamateria .....</b>	<b>26</b>
<b>Figur 4. Livscykelanalys på Streamateria.....</b>	<b>27</b>
<b>Figur 5. Metanproduktionen för Streamateria över tid .....</b>	<b>32</b>
<b>Figur 6. Förstärkningstråd efter rötning .....</b>	<b>33</b>
<b>Tabell 2.....</b>	<b>39</b>
<b>Tabell 3.....</b>	<b>39</b>
<b>Tabell 4.....</b>	<b>40</b>



# 1. Inledning

---

*I detta kapitel presenteras studiens problemdefinition, syfte och frågeställningar.*

---

Den globala textilkonsumtionen ökar konstant. Från 1960-talet till idag har mängden konsumerade kläder ökat med cirka 500 procent, från 15 miljoner ton till 90 miljoner ton textilier om året (Wargoninnovation, 2015). En ökningstakt som förväntas stiga allt brantare även framåt. En stor problematik kring den textila produktionen är mängden vatten som används då ett kilo bomull kan kräva upp till 29 000 liter vatten. Enligt statistik köper en genomsnittlig svensk 15 kilo textilier per år där tre kilo lämnas till välgörenhet, fyra ligger i hemmet och resterande åtta kilo slängs. En viktig fråga är därför hur efterfrågan av textilier kan tillgodoses på ett så resurs- och miljöeffektivt sätt som möjligt (Wargoninnovation, 2015). För att bidra till en mer hållbar utveckling krävs en minskning av konsumtionens ekologiska fotavtryck vilket endast kan uppnås genom en förändring av produktion och konsumtion av varor och resurser. En mer hållbar konsumtion kan vara fördelaktigt både ur ett miljömässigt, socialt och ekonomiskt perspektiv genom bland annat en ökad konkurrenskraft och en förbättrad hälsa. Att ständigt utveckla och förbättra produktion, användning av råvaror och människors beteendemönster är en nödvändighet för att kunna minska en negativ påverkan på miljö, klimat samt människors hälsa (Globala målen, 2020). Tidigare har ”hållbart mode” handlat om att kläderna ska ha en så lång hållbarhet som möjligt. Streamateria ger möjlighet till ett alternativt sätt att konsumera och möta konsumenternas efterfrågan på fast fashion. Materialet förväntas ha flera miljömässiga fördelar bland annat genom en mer distribuerad produktion, där plaggen kan tillverkas lokalt och i sin helhet i direkt anslutning till där kunden befinner sig till skillnad från konventionell textilproduktion (Streamateria, 2020). RISE forskningsinstitut tog under 2019 fram en livscykelanalys på tre av Guringo Studios klädesplagg som producerats av Streamateria. LCA-studien av Streamateria utfördes inom det Vinnova-finansierade projektet ”Streamateria- Bioedbrytbar textil för

engångsapplikationer”. Projektet syftade i att göra en första utvärdering av materialet. Resultatet för studien visade att klimatpåverkan från Streamateria potentiellt låg på cirka 2-4 kilo koldioxidekvivalenter per kilo klädesplagg. Resultatet visar en skillnad på ungefär en storleksordning lägre än många andra konventionella plagg vilket påvisar en god potential för produktion av Streamateria-produkter med en relativt låg miljöpåverkan (Hildenbrand, et al., 2019).

## 1.1 Syfte

Vilken roll kan Streamaterias produktionsmodell spela i framtidens konsumtion av fast-fashion?

Uppsatsen syftar till att identifiera hotspots, utvecklingsområden samt att driva ett resonemang kring eventuella utmaningar och möjligheter för Streamaterias produktionsmodell.

### 1.1.1 Frågeställningar

Huvudfrågeställningar:

- 1. Hur ser den rådande kunskapen ut gällande hållbar textilproduktion och konsumtion?*
- 2. Vilka miljöfördelar och utmaningar förväntas Streamateria ha och varför?*

Det leder till följande delfrågeställning:

- 3. Vid vilka potentiella tillämpningar antas Streamateria ha en miljömässig fördel?*

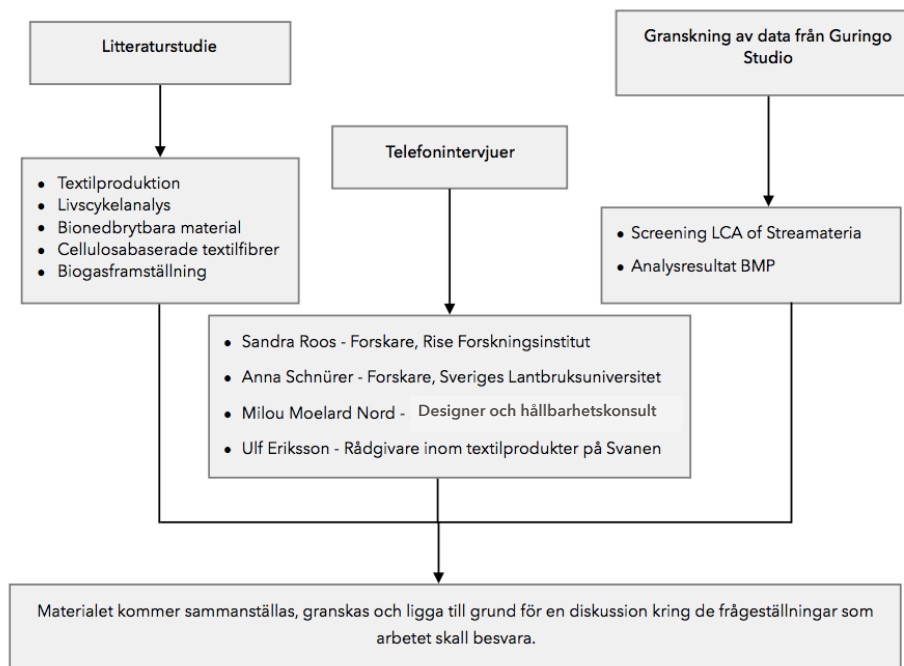
## 2. Metod och genomförande

---

*I detta kapitel presenteras studiens metod som är uppbyggd av en enklare litteraturstudie, granskning av data från Guringo Studio och semi-strukturerade intervjuer. Avgränsningar samt en etisk reflektion redogörs.*

---

Studien har genomförts genom en blandad metodik bestående av en enklare litteraturstudie av vetenskapliga artiklar, granskning av data från Guringo Studio och slutligen genom intervjuer med experter inom relevanta områden samt med Erik Lindvall som är initiativtagare till projektet Streamateria. En av fördelarna med en blandad metodik är att metoden kan ge ett större perspektiv och djup i undersökningen genom att problem angrips från olika perspektiv vilka kan kompensera inbördes svagheter (Eliasson, 2006). Erik Lindvall från Guringo Studio har varit extern handledare för studien och bidragit med det utomvetenskapliga perspektivet medan Håkan Rodhe från IIEE har varit intern handledare för uppsatsen och därmed gett stöd samt bidragit med uppslag och kunskap kring det själva inomvetenskapliga arbetet.



### **Figur 1 Forskningsdesign**

*Visar en karta över hur studien kommer genomföras. Bildkälla: författare, 2020.*

## 2.1 Litteraturstudie

För att uppnå syftet med arbetet gjordes en enklare litteraturstudie för att tillhandahålla tidigare forskning kring de vanligaste textila materialen, miljöproblematiken kring konventionell textilproduktion samt vilken lagstiftning som används. Litteraturöversikten används för att kunna ge svar på delfrågeställning 1. Sökning och läsning av relevant litteratur och artiklar hämtades via LUBsearch, Web of Science Core Collection och DiVa. Nyckelord som användes till litteratursökningen var:

”hållbar textilproduktion”, ”livscykelanalys”, ”bionedbrytbara material”, ”cellulosabaserade textilfibrer”, ”biogasframställning” och ”3D-tillverkning”. Nyckelorden användes för att kunna precisera sökningen.

## 2.2 Granskning av data från Guringo Studio

En granskning av Rise Forskningsinstituts livscykelanalys samt granskning av Sveriges Lantbruksuniversitets tidigare resultat av biometanpotential på Streamaterias klädesplagg gjordes. Analysering av dessa rapporter gjordes för att identifiera utmaningar och möjligheter för materialet ur ett miljöperspektiv. Dessa sammanställdes sedan för vidare utveckling. Det medförde en enklare granskning av alltifrån plaggets råmaterial, kemikalier, produktion till återvinning och biogasframställning.

## 2.3 Intervjuer

Intervjuer med representanter från Rise forskningsinstitut, Sveriges Lantbruksuniversitet, Svanen samt en frilansare som designer och

hållbarhetskonsult har genomförts. Intervjuerna skedde genom semi-strukturerade telefonintervjuer. Det innebar att frågorna var delvis förutbestämda, följdfrågor tillkom utifrån det respondenterna berättade. Frågorna identifierades för att ta reda på behov, krav, drivkrafter och miljöaspekter. Några dagar innan varje intervju skickades grundfrågorna till respektive korrespondent via mejl. Detta för att korrespondenten skulle kunna förbereda sig på frågorna för att sedan ge så utförliga svar som möjligt. Intervjuerna spelades in, transkriberades och analyserades. Nyckelfrågor som ställts till korrespondenter finns i bilaga 1. Intervjuerna gjordes både för att få en större förståelse för vad de tidigare rapporterna för Streamateria resulterade i samt för att kunna svara på frågeställning 2 samt delfrågeställning 3. Datum för när intervjuerna genomfördes finns i bilaga 2.

Intervjuer kommer göras med följande:

- Sandra Roos - Forskare inom miljö, främst inom livscykelanalys och kemikalier i textil på Rise Forskningsinstitut
- Anna Schnürer - Professor och samverkanslektor i bioenergi på Institutionen för molekylära vetenskaper på SLU
- Milou Moelard Nord - Frilansar som designer och hållbarhetskonsult
- Ulf Eriksson - Rådgivare inom textilprodukter på Svanen

### **2.3.1 Inspelning**

Att intervjuerna spelades in innebar att anteckningar inte behövde skrivas under intervjutiden och det primära fokuset blev att ställa relevanta följdfrågor till korrespondenten (Bryman 2018, Kapitel 20).

### **2.3.2 Transkribering och analys**

Efter vardera intervju transkriberades och sammanställdes det inspelade materialet. Att analysera materialet efter varje intervju leder till att arbetet

blir mer hanterbart än att vänta med analys och transkribering tills alla intervjuer är genomförda. Det gör även att eventuella korrigeringar och förbättringar kan göras inför kommande intervju. Transkribering och intervju genomfördes av samma person för att undvika eventuella informationsförluster och för att säkerställa att intervjuerna tolkades på samma sätt under intervjun som vid transkribering (Bryman, 2018, Kapitel 20). Det analyserade materialet användes sedan för resonemang och diskussion av frågeställningarna.

## 2.4 Avgränsningar

Arbetet syftar inte till att granska materialval och kemikalieval på detaljnivå. Detaljerade uppgifter om plaggets innehåll specificerar inte heller i arbetet då det är konfidentiell information. Uppsatsen behandlar det rådande kunskapsläget för hållbar textilproduktion och begränsas till att endast studera den process som används vid tillverkning av Streamaterias plagg.

## 2.5 Etisk reflektion

Samtliga inblandade personer i studien var informerade om att uppsatsen genomförs på kandidatnivå via Lunds Universitet samt att uppsatsen slutligen kommer publiceras på LUP Student Papers, offentligt för allmänheten. Samtliga personer som intervjuades blev informerade om vad syftet med studien är och att deras svar kommer användas för diskussion kring de fastställda frågeställningarna samt analyseras i resultat. I samband med detta blev de även tillfrågade om godkännande för användning av deras namn och yrkestitel i uppsatsen, i enighet med GDPR hade korrespondenterna möjligheten att vara anonyma om så önskades. Innan varje intervju blev korrespondenten även tillfrågad om godkännande av att intervjun spelas in. Innan data inhämtades från Guringo Studio för Streamateria skrevs ett "Non Disclosure Agreement" under, ett juridiskt kontrakt som innebär att utomstående part inte avslöjar uppgifter om det

som avtalet gäller. Det innebar även att Guringo Studios fick kontrollera uppsatsen innan den offentliggjordes för att säkerställa att konfidentiella uppgifter inte nämns i arbetet.





## 3. Kunskapsöversikt gällande textilproduktion

---

*I detta kapitel presenteras det rådande kunskapsläget gällande relevant textilproduktion och textilmaterial i relation till miljön. Detta avsnitt avser att besvara frågeställning 1. En kort presentation kring de två vanligt förekommande textila materialen bomull och polyester redovisas. Här presenteras även en kort bakgrund till polymjölksyra och regenatfiber redogörs eftersom dessa material ingår i Streamateria. För att få en större förståelse kring den textila värdekedjans utsläpp av farliga ämnen redovisas även en kort bakgrund kring mikroplaster, kemikaliepåverkan samt hur kläders klimatpåverkan kan räknas ut. Här presenteras även REACH som är en av de vanligaste direktiven för att minimera klädindustrins klimatpåverkan samt avfallshierarkin eftersom avfallshanteringen är betydande för ett plaggs klimatpåverkan i slutet av dess livscykel.*

---

### 3.1 Klädindustrins miljöpåverkan

Klädindustrin är en av de mest förorenande industrierna i världen. Miljöpåverkan från klädindustrin är stor i alla delar av den textila värdekedjan (Naturvårdsverket, 2020). Från produktion av fiber, tillverkning, materialets behandling till transport, användning, tvätt, skötsel och tillsist vid avfallshanteringen. Den största miljöpåverkan har produktionen som inkluderar mängder råvaror, energi, vatten och miljöfarliga kemikalier. Genom brist på tillgång till vattenreningsanläggningar och bristfällig hantering av kemikalier förorenas vatten i flera textilproducerande regioner, vilket i sin tur bidrar till övergödning och toxiska effekter i vatten och mark (Naturvårdsverket, 2020). Mellan åren 2000 och 2017 ökade klimatutsläppen från svensk konsumtion av textilier med cirka 27 procent vilket uppgår till 4,2 miljoner ton koldioxidekvivalenter över den totala livscykeln. Mer än 90 procent av den totala klimatpåverkan från textilkonsumtionen är kopplat till inköp av nya klädesplagg. En vanlig åtgärd som diskuterats för att minska klädindustrins miljöpåverkan har därför varit att få konsumenter att köpa

kläder med en så lång hållbarhet som möjligt för att plaggets användning ska bli längre och minska konsumtionen av ”fast fashion”. (Naturvårdsverket, 2020)

## 3.2 Vanligt förekommande textilmaterial

### 3.2.1 Bomull

Bomull är klassat som ett av dagens vanligaste textilfiber. År 2017 stod bomull för nästan 26% av den globala årsproduktionen av textilfiber (Textile outlook international, 2018). Bomull är en naturfiber och kommer från en förnybar källa (Naturskyddsföreningen, 2020). Odlingen av bomull är energikrävande främst på grund av den höga vattenförbrukningen och stora mängder kemikalier som används (Naturskyddsföreningen, 2020). Konventionella bomullsodlingar som inte är ekologiska- besprutas med bekämpningsmedel för att förhindra skadedjur (Naturskyddsföreningen, 2020). Bomullsodling står för cirka 2,4 procent av den globala odlingsarean, 24 procent av den globala försäljningen av bekämpningsmedel och 11 procent av insektsgifter (Roos, 2016). I Kina, Indien, USA, Pakistan och Brasilien sker den största odlingen av bomull (Kadolph, 2014).

### 3.2.2 Polyester

Polyester är en annan vanligt förekommande textilfiber. Polyester tillverkas genom förädling av olja, vilket bildar till polymerer som sedan kan användas till textilfiber. Polyester tillhör därför gruppen syntetfiber (Naturskyddsföreningen, 2020). Olja är ett icke förnybart råmaterial och framställningen av syntetfiber är energikrävande. Ofta används även hälso- och miljöfarliga ämnen vid produktion av syntetfiber. Syntetfiber som exempelvis polyester släpper även ifrån sig mikroplaster vid tvättning vilket medför allvarliga miljömässiga problem (Naturskyddsföreningen, 2020). Som följd av brist på naturliga material och lägre priser på råolja ökade efterfrågan på syntetmaterial (Albertsson, et al., 2012).

### **3.2.3 Polymjölksyra**

Polylactic acid (PLA) även kallat polymjölksyra på svenska är ett biologiskt nedbrytbart polyestermaterial (Naturskyddsföreningen, 2020). PLA tillverkas av naturliga resurser som är rika på stärkelse exempelvis majsstärkelse, rörsocker, betor och potatis. Det gör att materialet kan brytas ner genom fotokemisk nedbrytning, kompostering eller med hjälp av enzymer. Materialet används idag både till engångsartiklar som plastmuggar och plastflaskor men även som textilfibrer. Materialet framställs av mjölksyra som bildas under jäsning av glukos. PLA har flera likheter med materialet polyester genom att det går att tillverkas både krusig eller jämn, har en låg fuktupptagning, flamskyddande egenskaper, god fukttransport, UV-resistens och antibakteriella egenskaper. Nackdelar kan vara att materialet har en relativt låg smältpunkt, större kemisk resistens och relativt dyrt att producera. Materialets goda fukttransport och antibakteriella egenskaper gör PLA väl lämpat till träningskläder (Kadolph, 2014).

### **3.2.4 Regenatfiber**

Regenatfiber är fibrer från cellulosabaserade råmaterial som används i textil (Naturskyddsföreningen, 2018). Viskos är en regenatfiber som tillverkas när molekyler i cellulosa bryts ner, ombildas och regenereras med hjälp av kemikalier för att få en molekylstruktur anpassad för textilfiberframställning (Kadolph, 2014). Viskos tillhör den vanligaste cellulosafibern inom textilindustrin och framställs ofta av pappersmassa. Miljöproblematiken kring viskos beror på de mängder koldisulfid som används vid omvandlingen från cellulosamassa till viskosfiber. Koldisulfid leder till svavelutsläpp från produktionsanläggningar och zinksalter och kemikalier bidrar till förorenat vatten i närliggande områden. Lyocell är ett annat exempel på regenatfiber. Lyocell har en något lägre miljöpåverkan jämfört med viskos vid tillverkningsprocessen. Lyocell framställs genom en lösningsmedelprocess som är fri från svavel, enkelt att återvinna och med en lägre energiåtgång än vid viskostillverkning. (Kadolph, 2014)

### 3.3 Textila värdekedjans utsläpp av farliga ämnen

#### 3.3.1 Mikroplaster

Textilfiber av plast kan släppa ifrån sig mikroplaster både under tillverkning och användning (Naturvårdsverket, 2020). Den vanligaste definitionen av mikropartiklar beskrivs som partiklar mindre än 5 millimeter i diameter (Hartline, et al., 2016). Dessa partiklar har funnits på ett flertal platser i miljön som exempelvis i haven och i hushållsdam (Kärrman et al., 2016). Fiberformade mikroplaster från textilier är ofta långa och smala vilket gör att de enkelt kan ansamlas hos organismer (Boerger et al., 2010). Mikroplasterna är biologiskt aktiva och kan bära med sig långlivade toxiska kemikalier (Avio et al., 2017). Gällande mikroplaster från textilier finns fortfarande en stor osäkerhet kring hur mycket som kan filtreras bort i reningsverken (Naturvårdsverket, 2020). Miljöeffekterna från mikroplaster kan bli omfattande och mer betydande än vad som hitintills bekräftats då det fortfarande saknas kunskap kring dess spridning och toxicitet (Naturvårdsverket, 2020).

#### 3.3.2 Kemikaliepåverkan

Kemikalier används i nästan alla steg inom konventionell textilpåverkan. Kemikalierna används under processen att få fiber till garn och garn till väv, även vid blekning, färgning och behandling och ibland för antibakteriella och hydrofoba egenskaper (Naturskyddsföreningen, 2020).

#### 3.3.3 Beräkning av klimatpåverkan

Klimatpåverkan mäts i koldioxidekvivalenter (CO<sub>2</sub>e) och används för att räkna ut ett industrins bidrag till utsläppen av växthusgaser (Naturskyddsföreningen, 2020). Ofta görs en livscykelanalys (LCA) för att se hur stor miljöpåverkan den textila värdekedjan har på ett visst plagg. I

livscykelanalysen ingår granskning av hela värdekedjan från odling till färdigt plagg. Själva tillverkningen av nya textilier representerar den störst klimatpåverkan i ett plaggs livslängd, av den anledningen strävar hållbar textilproduktion efter att kläderna ska ha en så lång livslängd som möjligt (Naturskyddsföreningen, 2020).

#### **Tabell 1.**

Klädernas miljö och klimatpåverkan i siffror, Tabellkälla: Naturskyddsföreningen, 2020.

### **3.3.4 Kläder i slutet av livscykeln**

Drygt hälften av alla kläder som köps varje år i Sverige slängs i soppåsen, kläder som egentligen hade kunnat återanvändas (Sveriges avfallsportal, 2019). Återanvändning av kläder samlas till stor del in av ideella organisationer. Dessa organisationer ser till att kläderna sorteras så hela kläder kan skickas till försäljning, kläder som inte kan säljas på nytt kan istället materialåtervinnas exempelvis till nya kläder eller trasor beroende på fiberns förmåga. Ifall det inte finns potential för materialåtervinning kan kläderna energiåtervinnas och som sista utväg bortskaffas. (Sveriges avfallsportal, 2019)

## 3.4 Direktiv och förordningar

### **3.4.1 Avfallshierarkin**

Avfallshierarkin (Figur 3.) är ett EU-direktiv som ligger till grund för i vilken ordning olika metoder ska användas för avfallsbehandling (Sysav, 2019). Riktlinjerna ska även vara ett verktyg för att uppnå EU:s miljömål. Det första steget i avfallshierarkin är att förebygga avfall vilket är det mest prioriterade steget, gällande både den europeiska och svenska avfallslagstiftningen (Avfall Sverige, 2018). Att minimera mängden sopor

är ett effektivt sätt att minska användningen av jordens resurser och dess påverkan på miljön samt minska mängden farligt avfall (Sveriges avfallsportal, 2016). Mängden avfall har ökat avsevärt sedan 1950-talet i samband med att Sveriges ekonomi tog fart, teknik utvecklades, konsumtion ökade, en högre materiell standard och att förpackningar började tillverkas i större skala (Sysav, 2019). Det andra steget i hierarkin är att främja återanvändning genom att exempelvis lämna in kläder till second hand butiker (Sveriges avfallsportal, 2016). Återanvändning ger en större miljönytta än alternativen återvinning och förbränning. Dels på grund av minskad miljöpåverkan genom reducerade emissioner från avfallshanteringen. Även på grund av den stora miljöskada som nyproduktion av textilier ger. Återanvändning innebär även en minskad nyproduktion av kläder (Palm, et al., 2013). När det inte längre är möjligt att återanvända ska materialet istället återvinnas, vilket är det tredje steget i avfallshierarkin och när materialet inte kan återvinnas ska energin i avfallet utvinnas genom förbränning, steg fem i hierarkin. Avfall som inte kan hanteras på något av följande sätt går till deponier och är då ute ur det cirkulära kretsloppet (Sveriges avfallsportal, 2016).



**Figur 2. Avfallshierarkin**

*Visar avfallshierarkins prioriteringsordning. Bildkälla: Sveriges avfallsportal, 2016*

### 3.4.1 REACH

*REACH (Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals)* - Är en EU-förordning som behandlar registrering, utvärdering, tillstånd och begränsningar för användandet av kemiska ämnen bland industrier, tillverkare och leverantörer (Kemikalieinspektionen, 2015). REACH ställer även krav på användare av kemikalier med syfte att skydda miljön och människors hälsa. Företag måste bevisa att kemikalier är

	<b>Liter vetten</b>	<b>Kilo kemikalier</b>	<b>Kilo CO2e</b>
<b>T-shirt av bomull</b>	2600	0,8	4,5
<b>Jeans</b>	6200	1,4	13
<b>Fleecetröja</b>	100	0,8	11
<b>Polyesterklänning</b>	150	1,4	17

miljömässigt säkra samt tillhandahålla säkerhetsinformation för användare och i vissa fall konsumenter (*Kadolph, 2014*).





## 4. Kunskapsöversikt- Streamateria

---

*I detta kapitel presenteras en bakgrund till projektet Streamateria genom en enklare litteraturstudie av tidigare kunskap kring materialet och dess produktionsmetod. Här redovisas hur livscykelanalysen för materialet ser ut, produktionen samt materialets bidrag till biogasframställning.*

---

### 4.1 Streamateria Virtual Gateway

Trots att textilindustrin är en av världens mest klimatpåverkande industrier, med enorma miljö- och hälsoproblem så fortsätter den textila konsumtionen öka. Projektet *Streamateria Virtual Gateway* initierades av Guringo Designstudio med stöd av Högskolan i Borås och textilföretaget Almedahls och drevs under åren 2017 - 2019. Projektet syftade till att skapa plagg av bionedbrytbara material genom cirkulära processer och produktionsmetoder som samtidigt möter konsumenternas efterfrågan på fast fashion. Under projektet tillverkades plagg i en 3D-printer vilka sedan testades under utmanande förhållanden som löpning i värme. Plaggen gav tillfredsställande resultat då det bionedbrytbara materialet både andas och har kylande egenskaper. Plaggen har en kort livslängd och börjar brytas ner redan efter cirka 48 timmar (Lindvall, personlig kommunikation, 23 april 2020). Genom att använda bionedbrytbart material förväntas miljöpåverkan vara markant lägre än från de konventionella textilierna. Komponenterna kan även produceras i nordiskt klimat vilket reducerar miljöpåverkan från transporter. Materialet har potential att producera både modeplagg och plagg till tekniska textiltillämpningar (Wargoninnovation, 2019).

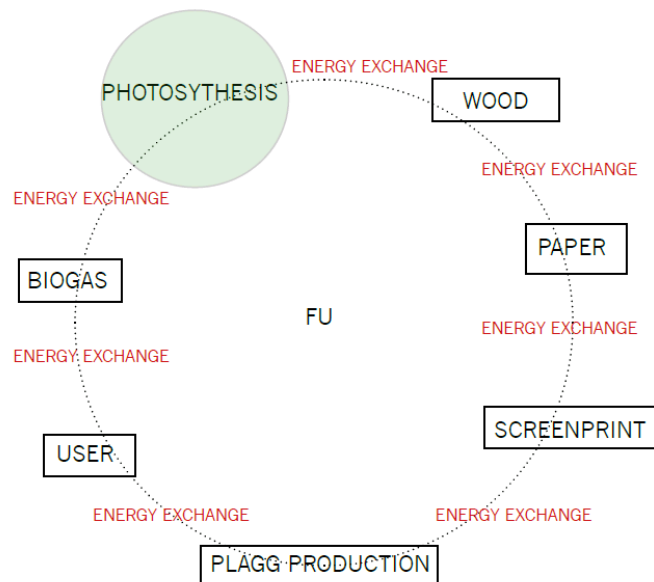


**Figur 3. Plagg gjorda i Streamateria**

*Visar plagg gjorda i materialet streamateria. Bildkälla: författare, 2020.*

## 4.2 Livscykelanalys av Streamateria

Avsikten med LCA:n var att hitta allmänna tumregler för när Streamateria är fördelaktigt jämfört med tidigare konventionella material (Hildenbrand, et al., 2019). Tre typer av plagg från Streamateria undersöktes, plagg nummer 1 var en klänning gjord av "Pure printed PLA" som jämfördes med en klänning av polyester, plagg nr 2 var en topp gjord av "Cellulose foam on PLA printed mesh" som jämfördes med en t-shirt gjord av bomull och plagg nr 3 - en klänning gjord av "Foam on non-woven viscose" som jämfördes med en klänning av polyester. I slutet av livscykeln blir Streamaterias kläder industriellt komposterade och biogas (metan och naturgas) produceras. Biogasen produceras genom nedbrytning av det organiska materialet under anaeroba förhållanden. Mängden biogas varierar mellan olika substrat beroende på sammansättning.



#### Figur 4. Livscykelanalys på Streamateria

*Visar hela livscykeln fram till början av nästa livscykel för biogas.*

*Bildkälla: Hildenbrand, et al., 2019.*

Den fossila naturgasen har en metankoncentration mellan 85-92% medan biogas från industriell kompostering har en metankoncentration mellan 60-70% där resten består till största del av koldioxid (Hildenbrand, et al., 2019). Eftersom koldioxid har ett betydligt lägre brännvärde per kilowattimme än metan är energiinnehållet i biogas direkt relaterat till metankoncentrationen. Det gör att ett antagande av en biogaskomposition med 60% metan skulle innebära ett energiinnehåll i det här fallet på 6,0 kWh per kubikmeter. För ett kilo Streamateria antas således att 0,319 normalkubikmeter metan eller 1,9 kWh kan produceras. Detta värde användes generellt för alla material i studien och osäkerheten i denna siffra är därför hög och kan endast ge indikationer i storleksordningen för biogasproduktionen. LCA:n visade även en modell där varje komposterat kilo kan minska klimatbördan med 0,5 kg koldioxidekvivalenter, rapporten förtydligade att osäkerheten i resultaten är hög, speciellt för de biobaserade materialen sulfatmassa och viskosfiber som har en stor variation beroende på hur de moduleras med avseende på kolupptag i skogsbruket. (Hildenbrand, et al., 2019)

### 4.3 Produktionen och produktionsförsörjningssystemet av Streamateria

Trådtillverkning genom 3D-printer bildas genom uppvärmning och extraherande av råmaterial, som exempelvis polymjölksyra (PLA). PLA har flera fördelar vid textiltillverkning genom 3D-printer eftersom det är biologiskt nedbrytbart, har en relativt låg smälttemperatur och en relativt hög stabilitet jämfört med andra material (Pei, 2015). 3D-printer som tillverkningsteknik för klädproduktion är en relativt ny metod. Tillverkningsmetoden ger ofta relativt lite avfall och är därför förknippad

som ett mer hållbart alternativ (Gebler et al., 2014). Tekniken baseras på additiv teknik där endast så mycket som behövs används (Reeves, 2009). Enligt Berman (2012) är avfallet från 3D-printer betydligt lägre än vid konventionellt tillverkade textilier. Det går därför att koppla till ”Zero-Waste”, en vision som syftar i att undvika och eliminera volymen avfall och utsläpp av material, vilket innebär att i största möjliga mån återvinna alla resurser och minimera förbränning (Zero-waste International Alliance, 2020).

#### 4.4 Streamaterias potentiella bidrag till biogasframställning

Streamateria kan ingå i en cirkulär ekonomi genom att avfall och restprodukter kan återföras i ett cirkulärt kretslopp där resurser och energi tas tillvara genom återvinning (Streamateria, 2020). Biogas är till skillnad från fossila bränslen koldioxidneutralt, förnybart och har potential till att ersätta en stor del av den fossila drivmedelsanvändningen i Sverige (Naturvårdsverket, 2012). Biogas bildas när mikroorganismer bryter ner organiskt material som kolhydrater, fetter och proteiner under anaeroba förhållanden och bildar slutprodukterna biogas och biogödsel. Beroende på produktionsförutsättningarna består biogas av 45 – 85 procent metan och 15 – 45 procent koldioxid (Naturvårdsverket, 2012). Vid en biogasanläggning går organiskt material in i en rötchamber sluten från syre och bildar biogas och biogödseln. Biogasen används sedan som bränsle och biogödseln kan användas till lokala jordbruk (Naturvårdsverket, 2012). Trots att koldioxid bildas vid framställningen klassas biogas som en förnybar energikälla. Den koldioxid som bildas blandas med syret i luften och eftersom kolet från biogasen redan finns i det naturliga omloppet ovan jordskorpan bidrar den inte till växthuseffekten. Samma mängd koldioxid som bildas hade även bildats naturligt vid förmultnande av av det biologiska materialet (Naturvårdsverket, 2012).

## 5. Resultat

---

*Redovisar studiens resultat från granskning av Streamaterias LCA, BMP-analys samt intervjuer.*

---

### 5.1 Resultat av Granskning av LCA samt intervju med Sandra Roos

Den livscykelanalys som genomförts av RISE forskningsinstitut (2019) visar att den potentiella klimatpåverkan för ett plagg gjort i Streamateria är cirka 2 - 4 kilo koldioxidekvivalenter per kilo plagg. Det är ett väsentligt lägre värde än för konventionellt tillverkade textilmaterial. Resultatet påvisar Streamaterias potential att producera kläder med en relativt låg klimatpåverkan. Plaggets miljöbelastning beror dock också på hur många gånger ett plagg används jämfört med ett konventionellt klädesplagg. Transportens klimatpåverkan för Streamateria förväntas vara låg och den betydande klimatpåverkan från Streamateria förväntas vara från tillverkningen (Hildenbrand, et al., 2019).

Sandra Roos (personlig kommunikation, 25 maj 2020) beskriver under intervjun den mängd processteg som krävs för att framställa ett konventionellt plagg som är tänkt att hålla upp till tvåhundra gånger användande. Om ett sådant plagg istället används endast ett fåtal gånger före kaserandet går alla dessa resursbelastande investeringar i plaggets hållbarhet förlorade. Det finns idag två alternativa strategier för att möta problemet, den ena- och den vanligaste strategin är idag att försöka uppfostra konsumenten att använda plaggen fler gånger, ta hand om kläderna, tvätta dem på rätt sätt och se till att köpa second-hand i första taget. Att på så sätt förlänga livslängden på ett klädesplagg är nästan alltid det bättre alternativet. Men det finns också fall där uppfostran av ett konsumtionsbeteende kanske inte är rätt alternativ. Citat från telefonintervju med Sandra Roos:

”Det kan vara unga människor som ska ha en speciell crisp white t-shirt, något vi pratat mycket om i Mistra Future Fashion. T-shirten är inte längre crisp efter fem tvättar och då slänger man en t-shirt som kanske är tillverkad i ekologisk bomull och med fint kammat garn, en t-shirt som egentligen kanske är gjord för 200 användningar.”

Streamateria kan (enligt Sandra Roos) eventuellt också ha ett signalvärde bortom själva plaggen för att skapa diskussion kring dagens konsumtionsbeteende där värdet ligger i att få konsumenten att reflektera över om ett plagg kommer användas endast ett fåtal gånger eller över en längre tid. Sandra Roos resonerar vidare om att det inte längre räcker med en lösning, det behövs en flora av lösningar till textilindustrins miljöproblem. Citat från intervjun:

”Streamateria är en idé och ett koncept som kan få konsumenten att börja fundera kring hur man använder ett plagg, är det verkligen vettigt att överdimensionera kvaliteten på ett plagg som man bara ska ha en kväll?”

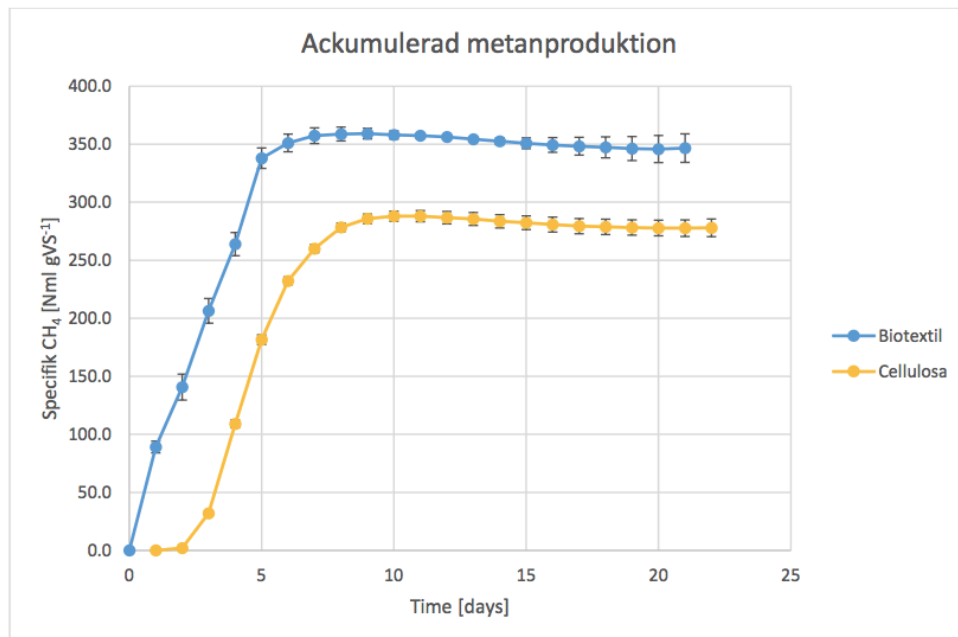
Roos förklarar att i de fall där man inte har möjlighet att använda ett plagg många gånger som vid exempelvis ett event, vid sportarrangemang, konserter eller till specifika arbetssituationer har engångsplagg-exempelvis Streamateria därför en bättre miljöprestanda än konventionellt tillverkade klädesplagg. En risk med Streamaterias koncept är dock att det kan normalisera ett köpbeteende som inte är försvarbart för konventionellt tillverkade klädesplagg. Används flergångskläder på samma sätt som engångskläder accelererar det istället plaggens miljöbelastning. Det är därför viktigt att man tänker på vad plagget är till för redan när det konstrueras. (Personlig kommunikation, 25 maj 2020)

En annan aspekt Roos (personlig kommunikation, 25 maj 2020) tar upp är att begreppet komposterbart främst innebär att materialet har förmåga att brytas ner så pass att man inte med ögonen kan se att det finns något kvar, det betyder dessvärre inte att mikro- eller nanopartiklar har försvunnit. Streamateria innehåller PLA, ett ämne som har en kemisk struktur och som är både hydrofob och oljebaserad, vilket innebär att det ger rester vid

nedbrytningen i form av mikroplaster. Problemet med mikroplaster från konventionellt tillverkade textilier är att de kan bära med sig långlivade och toxiska kemikalier. Eftersom Streamateria endast innehåller livsmedelsgodkända färgämnen kommer eventuella utsläpp av mikroplaster inte bära med sig några farliga kemikalier. Det kan däremot vara en risk om ett annat företag kopierar Streamaterias koncept fast istället använder långlivade farliga kemikalier.

## 5.2 Resultat av granskning av BMP-analys samt intervju med Anna Schnürer

Schnürer och Isaksson tog under 2019 fram en BMP-analys (biometanpotential-analys) för materialet Streamateria tillsammans med AMB-gruppen (Anaerobic Microbiology and Biotechnology) vid institutionen för Molekylära Vetenskaper på Sveriges lantbruksuniversitet, SLU. En BMP-analys är en standardmetod som används för att bedöma hur mycket biogas som kan framställas av ett visst material. Resultatet används för att bedöma hur relevant det är för en biogasanläggning att återvinna materialet. Resultaten (se Figur 5.) representerar den maximala metanproduktionen hos de testade substraten och metanproduktionen över tid. Metanproduktionen uttrycks i Nml/g VS, Nml står för milliliter vid normaltillstånd och VS står för organiskt material.

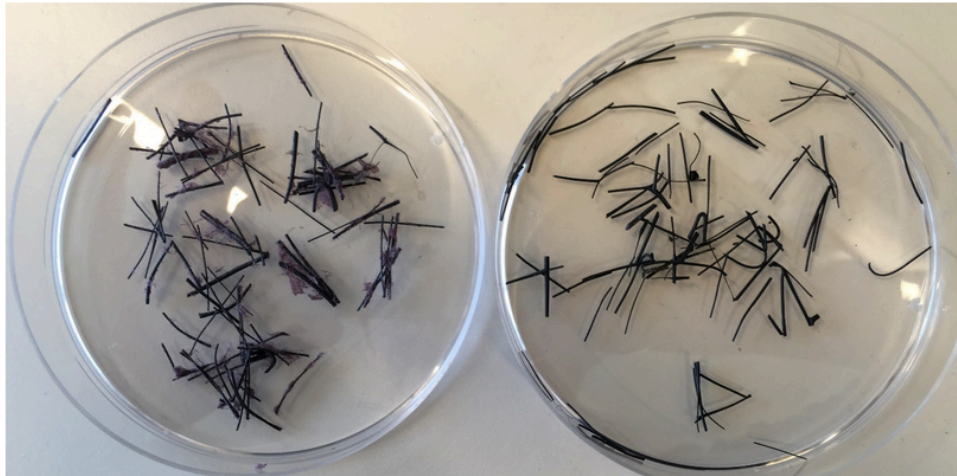


**Figur 5. Metanproduktionen för Streamateria över tid**

*Visar den ackumulerade metanproduktionen över tid. Metanproduktionen uttrycks i Nml/g VS. Bildkälla: Isaksson, et al., 2019.*

Resultatet visade att biotextilen uppnådde sin maximala potential på ungefär 359 Nml/g VS efter nio dagar och att cellulosa uppnådde sin maximala metanpotential på ungefär 288 Nml/g VS efter tio dagar. Under telefonintervjun med Anna Schnürer förklarar hon att resultaten kan jämföras med exempelvis matavfall som brukar ligga mellan 400 till 500 Nml/g VS eller gödsel som brukar ligga på ungefär 200 Nml/g (Schnürer, personlig kommunikation, 13 maj 2020). Vidare förklarar hon att generellt sätt behöver ett material ligga över 200 Nml/g VS i metanpotential för att det ska vara ekonomiskt försvarbart för en biogasanläggning att återvinna materialet. Det framgick även att den förstärkningstråd som används i tyget knappt hade brutits ner efter utrötningen (se Figur 6.).





**Figur 6. Förstärkningstråd efter rötning**

*Visar förstärkningstråden före (till vänster) samt efter utrötning (till höger). Bildkälla: Isaksson, et al., 2019.*

Denna BMP-analys var ett första test för att se Streamaterias potential att utvinna biogas. Resultatet anses kunna vara ekonomiskt försvarbart för en biogasanläggning att ta emot. Dock behövs en annan återvinningsmetod till förstärkningstråden som i dagsläget inte kan brytas ner under anaeroba förhållanden. Eftersom mängden material i Streamaterias plagg är så pass liten är det även en liten mängd energi som kan utvinnas. Schnürer anser därför att biogasframställningen inte är Streamaterias betydande miljöfördel, men att det kan vara ett sätt för Streamaterias plagg att ingå i ett cirkulärt kretslopp såvida materialet inte kan göras till nytt material (personlig kommunikation, 13 maj 2020).

Citat från telefonintervju med Anna Schnürer (2020):

*”Jag tror inte det här kommer vara Streamaterias avgörande miljöfördelar, men det är ett sätt att återvinna materialet och få det i kretsloppet.”*

## 5.3 Resultat av intervju med Milou Moelard Nord - Sustainability - Frilansar som designer och hållbarhetskonsult inom mode

### 5.3.1 Potentiella tillämpningar för Streamateria?

Milou Moelard Nord frilansar som designer och hållbarhetskonsult inom mode och mer specifik sportswear och fick frågan ”Vid vilka potentiella tillämpningar anser du Streamateria kan ha miljömässiga fördelar jämfört med konventionellt tillverkade textilmaterial?”. Det framgår under intervjun att Moelard Nord anser att materialet har som störst potential vid de tillfällen ett plagg annars bara används vid engångstillfällen, exempel på det resonerar hon är kläder till festsammanhang (personlig kommunikation, 11 maj 2020). Citat från telefonintervju med Milou Moelard Nord:

”Tänker även lite vad man själv köper, som man använder minst och som ofta är dyrt - det är ju festklänningar eller andra kläder till fest. Det är ett område där jag tyvärr vet att jag inte kommer använda plagget tills det går sönder. Då är det bättre med den typen av bionedbrytbara material kanske.”

Annat potentiellt användningstillfälle kan vara i sammanhang där ett plagg med en viss funktion och som man annars har hemma behövs. Exempelvis under weekendresor där man glömt ta med sig regnjacka. Citat från telefonintervju med Milou Moelard Nord:

”Eller om man åker till Stockholm och så märker man att det regnat då hade det varit häftigt om det fanns möjligheten att skriva ut en regnjacka på centralen och använda den bara just den helgen man är där, men nu vet ju jag inte riktigt med materialet och vad det klarar för väderförhållanden.”

Vidare spånar hon i vad det hade kunnat ha för potential för företag, som exempelvis har fokus på friluftskläder. Där ett exempel hade kunnat vara ett bagage som bara blir lättare och lättare under vandringens gång (personlig kommunikation, 11 maj 2020). Citat från telefonintervju:

”Med fokus på friluftskläder hade man kunnat tänka sig att det kan vara något med att ens bagage bara blir lättare och lättare under exempelvis en vandring.”

Under intervjun framgår det även att flera olika prover ofta tas fram under själva designprocessen av ett plagg. Ett problem som ofta uppstår då är att designers sitter med en mängd olika prover som sedan inte används. Dock kan dessa prover vara nödvändiga att spara för att kunna ha olika referenser att gå tillbaka till och jämföra med innan slutdesignen är fastställd vilket problematiserar användningen av Streamateria. Citat från telefonintervju:

”Under designprocessen tar man fram väldigt mycket olika prover, problemet är då att man ofta sitter med en massa prover som tar mycket plats. Samtidigt kan man ibland behöva vissa av proverna som referens i efterhand.”

Under designprocessen behövs även storleksprover för att kunna korrigera måttlistor. Dessa behövs för att få perfekta mått på kläderna. Storleksproverna används ofta bara vid ett tillfälle för att prova av och korrigera, därefter finns det oftast inget syfte med att spara proverna. Det är ett område där Moelard Nord tror att Streamateria kan ha potential (personlig kommunikation, 11 maj 2020). Citat från telefonintervju:

”Däremot behöver man ofta storleksprover som man ofta bara använder en gång för att prova av och korrigera måttlistor, det är ett område där Streamateria hade kunnat komma till positiv användning. Hela det här med att man gör en bodyscan och får perfekta mått - bara det är ju väldigt intressant.”

### **5.3.2 Miljömässiga fördelar med Streamateria?**

Milou Moelard Nord fick även frågan ”Vilka miljömässiga fördelar tror du Streamateria kan ha jämfört med konventionellt tillverkade klädesplagg?”. Hon förklarar då att textilleverantörer ofta har en minimumkvantitet som företag måste förhålla sig till vid inköp av material (personlig kommunikation, 11 maj 2020). Det i sin tur blir problematiskt när en större mängd material köps in än vad som egentligen behövs. Det innebär att

onödigt material behöver fraktas och lagerhållas vilket kostar pengar och samtidigt ger negativa effekter på miljön. När plaggen tillverkas använder fabriker mönster för att minimera mängden spillmaterial vid produktion, trots det bildas ofta överskott. Moelard Nord anser att det ideala är att endast tillverka den mängd material som behövs, vilket är ett område där Streamateria kan ha en betydande miljöfördel (personlig kommunikation, 11 maj 2020). Citat från telefonintervju:

”I vanlig produktion så måste man alltid anpassa sig efter efter en minimumkvantitet från leverantörer som vi måste köpa, då måste vi ibland köpa mer än vad vi får sålt, vilket inte är positivt. Fabrikena har ju såna maskiner där dom lägger mönster på tyget så fördelaktigt som möjligt så de har så lite waste som möjligt, men det blir ju alltid ”spill” alltså ”waste-material” och det är ett problem. Så det ideala är att man kan producera så mycket material som man behöver. Man ska ju inte ha något överskott helst. Så det är nog en stor fördel här med Streamateria. Det blir ju problem då om vi måste producera efter det antal tyg vi blir tvungna att köpa. Då får vi köpa extra att ha på lager och då ligger det och samlas och det blir ju mer frakt att flyga och skeppa hem så det blir ju dyrare i alla led.”

## 5.4 Resultat av intervju med Ulf Eriksson - Rådgivare inom textilprodukter på Svanen

### 5.4.1 Potentiella tillämpningar för Streamateria?

Ulf Eriksson arbetar som rådgivare inom textilprodukter på Svanen och fick under telefonintervjun frågan: ”Vid vilka potentiella tillämpningar anser du Streamateria kan ha miljömässiga fördelar jämfört med konventionellt tillverkade textilmaterial?”. Han resonerar liknande att det kan ha potential vid de tillfällen det ersätter en nytillverkning av ett plagg vars syfte är att användas en gång, exempelvis vid ett lopp med en specifik

sponsor på tröjan, eller på en konsert (personlig kommunikation, 12 maj 2020). Citat från telefonintervju med Ulf Eriksson:

”Om Streamateria ersätter en tillverkning av ett plagg eller en tröja när man köper ett nytt plagg istället när man ska vara speciellt uppklädd eller ska springa ett lopp eller jobba på en konsert och det bara ligger och man inte använder det- då är det ju fördelaktigt.”

#### **5.4.2 Miljömässiga fördelar med Streamateria?**

Ulf Eriksson fick även frågan ”Vilka miljömässiga fördelar tror du Streamateria kan ha jämfört med konventionellt tillverkade klädesplagg?”. Han resonerar att vid tillverkning av ett material som Streamateria är antalet transporter färre än vid konventionell textilproduktion där ofta flera olika fabriker och leverantörer ingår (personlig kommunikation, 12 maj 2020). Citat från telefonintervjun:

”Om Streamateria kan ersätta en tillverkning av exempelvis en ny tröja för att jobba på ett event som bara ligger sedan och inte används, då är det ju fördelaktigt. Man slipper ju fabrikena och transporter, så det är nog positivt om man bara kan mata in en hållbar råvara som sen printar ut ett engångsplagg.”

Eriksson förklarar även att ett problem med konventionella textilier släpper ut mikrofiber framförallt vid tvättning men även under själva användningen av plagget. Citat från telefonintervjun:

”Ett annat problem man har med textilier är ju mikrofibrer, men oftast i avloppsvatten efter tvättar. Men vi har även hört att mikrofibrer släpps ut i luften och dammet och då är det ju positivt om det inte bildas exempelvis polyesterdamm.”

Vidare förklarar Eriksson att ”fast fashion” inte är en bra förutsättning för en miljömärkning. ”Fast fashion” har generellt sätt inneburit en tidspress för många leverantörer vilket har lett till många byten av leverantörer. Vid en miljömärkning blir detta komplicerat eftersom varje leverantör behöver

granskas för att säkerställa att kriterierna uppfylls. Här har Streamateria en fördel genom en distribuerad produktion. Citat från telefonintervjun:

”Jag brukar säga att ska man miljömärka med något märke så är typisk ”fast fashion” inte en bra utgångspunkt. Historiskt sett så har fast fashion inneburit att man byter kollektioner ofta, utmanar olika leverantörer med pris och leveranstid vilket gjort att man vid nästa kollektion eller säsong kanske gått till en annan leverantör med annan materialkedja och på en ny plats. Vid miljömärkning så funkar inte det särskilt bra eftersom man då måste granska en helt ny leverantör och kedja. Ju färre leverantörsled och olika kemikalier som ingår i produktionen, desto enklare blir det att ha en miljömärkning. Spårbarhet, insyn och kontroll är A och O för miljöarbete.”

I dagsläget har Svanen inga krav gällande ”Zero-waste” för konventionella textilier, däremot har det förts en diskussion kring nya kriterier gällande vad som händer med de miljömärkta plagg som inte säljs (Eriksson, personlig kommunikation, 12 maj 2020). Citat från telefonintervjun:

”Gällande Zero-Waste så har vi tittat på det i vårt nya förslag till reviderade krav för textilier. Vi har föreslagit att osålda artiklar inte får dumpas/brännas, och vill också främja re-design där delar av använda textilier blir nya artiklar som kan ha Svanen. En nyhet är också att varumärkesägaren måste ha sin egen ’Brand Owner License’, alltså inte bara själva textilproducenten som är vanligt idag. De får då ett ökat eget ansvar för marknadsföringen och ska bevisa att de inte kastar kläder som inte blir sålda. Och information till konsumenten om sortering för återvinning ska finnas på etiketten det vill säga att plagget inte ska slängas i soptunnan, och främja bättre sätt att ta hand om det.”

## 5.5 Sammanställning av resultat

**Tabell 2.**

Kortfattade svar på potentiella tillämpningar för Streamateria samt varför.

<b>Potentiella tillämpningar:</b>	<b>Anledning:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Kläder till fest, event och lopp</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Område där plagg inte används tills det går sönder.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Funktionskläder</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tillfällen man glömt packa med ett funktionsplagg som man annars har hemma.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Marknadsföring</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• I syfte att främja den här typen av forskning och sprida kunskap.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Korrigera måttlistor</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Storleksprover används ofta bara en gång för att prova av.</li></ul>

**Tabell 3.**

Visar kortfattade svar på miljömässiga fördelar med Streamateria jämfört med konventionellt tillverkade textilier och varför.

<b>Miljömässiga fördelar:</b>	<b>Problem med konventionell textilproduktion:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Slipper krav på minimumkvantitet</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Modeföretag köper in mer material än vad som går åt.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Mindre lagerhållning</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Plagg och material som inte används lagerhålls, vilket tar plats och kostar pengar.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Mindre transport</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Konventionella plagg kräver ofta långa och många transporter mellan leverantörer.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Resursbesparande</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Konventionell textilproduktion leder i många fall till mycket restprodukter.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Endast livsmedelsfärg</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Konventionella plagg innehåller mängder med kemikalier som är farliga för miljön.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Färre leverantörer</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Konventionella plagg har ofta många leverantörer.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Bättre spårbarhet</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Konventionella plagg kan vara svåra att spåra.</li></ul>

**Tabell 4.**

Visar kortfattade svar på potentiella risker med Streamateria jämfört med konventionellt tillverkade textilier och varför.

<b>Potentiella miljörisker:</b>	<b>Anledning:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Normaliserar ett köpbeteende</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Används flergångskläder på samma sätt som engångskläder accelererar plaggens miljöbelastning.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Andra kopierar koncept</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Om ett företag kopierar Streamaterias koncept fast istället använder långlivade toxiska kemikalier som kan bäras av mikroplaster.</li></ul>



## 6. Diskussion

---

*Detta kapitel inleds med en analys kring den rådande kunskapen om textilindustrin. Sedan förs diskussion kring Streamateria ur miljösynpunkt. Därefter resoneras potentiella tillämpningar där Streamateria förväntas ha miljömässiga fördelar. Slutligen diskuteras utmaningar och möjligheter.*

---

### 6.1 Kunskapsläget för hållbar textilproduktion

Konventionell textilproduktion är komplex där flera faktorer bidrar till utsläpp av miljögifter liksom koldioxid med negativ klimatpåverkan som följd (Ellen MacArthur Foundation, 2017). En anledning är mängden av olika textilfibrer som tillverkas. För att möjliggöra en minskning av textilindustrins påverkan på miljön krävs flera olika typer av insatser längs värdekedjan. Exempel på vad hållbarhetsarbete kring textilier fokuserar på idag är en minskad användning av skadliga kemikalier och ändrade konsumtionsmönster. Spårbarhet är avgörande för att säkerställa en effektiv sorteringsprocess. För att inkludera en cirkulär ekonomi från konventionellt tillverkade kläder bör hanteringen av textilavfall utgå från avfallshierakin. Det innebär att återanvändning prioriteras före återvinning och förbränning.

### 6.2 Streamaterias miljöfördelar

#### 6.2.1 Minimal mängd restprodukt

Streamateria tillverkar endast kläder efter efterfrågan och med minimal mängd restmaterial jämfört med konventionellt tillverkade textilier. Ett välkänt befintligt problem inom textilbranschen är att tygproducenterna ofta har kvantitetskrav vilket gör att textilföretag behöver handla större mängder textil än vad som behövs bara för att få tillgång till materialet

(Teko, 2018). Minimumkvantitet vid inköp av textilier gör att företag inom modebranschen går emot redan första steget i avfallshierarkin som går ut på att minimera mängden avfall (Sveriges avfallsportal, 2016). Cirka 10-20% av ursprungsmaterialet blir restprodukt vid traditionell textilproduktion (Regelrådet, 2013). Genom att tillverka textilplagg genom 3D-printer behöver inte något tyg skäras bort under produktionsfasen. Det gör att avfallet även från tillverkningen av plaggen förväntas vara lägre än från traditionell textilproduktion. Tillverkningsmetoden för streamateria skulle därför kunna kopplas till ”Zero-Waste” visionen genom eliminering av mängden restprodukter.

### **6.2.2 Spårbarhet**

Genom tillverkningsmetoden för Streamateria kringgås en rad maskiner som annars används vid traditionell textilproduktion. Maskiner som kostar både klimatpåverkan och pengar. För ett vanligt klädesplagg ingår ofta flera garnleverantörer med olika tillverkningsmetoder och stora mängder olika kemikalier (Eriksson, personlig kommunikation, 12 maj 2020). Det gör att produktionskedjorna inom textilindustrin är komplexa och svåra att kontrollera genom en stor spridning av tillverkning geografiskt, ständiga byten av leverantörer med avsaknad av transparens. Komplicerade textila värdekedjor med många aktörer inblandade gör det svårt att kontrollera de riktlinjer som finns för textilproduktion idag (Boström & Micheletti, 2016). Genom Streamaterias mer distribuerade tillverkningsmetod underlättas spårbarheten som annars kan vara ett problem med traditionellt tillverkade textilier (Eriksson, personlig kommunikation, 12 maj 2020). En lokal och mer distribuerad produktion genom att kläderna kan tillverkas i sin helhet på den plats där plagget säljs innebär miljömässiga fördelar jämfört med den globaliserade textilproduktionen som dominerar idag.

### **6.2.3 Lokal och distribuerad produktion nära kund**

Streamateria förväntas beställas på nätet och med upphämtningsplats tillräckligt nära gångavstånd för kund (Lindvall, personlig kommunikation, 23 april 2020). Den innovativa produktionsmetoden genom 3D-printning

undviker flera led av leverantörer. Färre leverantörer innebär även färre transporter och mindre frakt vilket både är ekonomiskt och miljömässigt lönsamt. Däremot har transport sällan en betydande klimatpåverkan även för konventionellt tillverkade textilier sett ur ett livscykelperspektiv. Studier visar att transporten endast står för 3% av den totala klimatpåverkan från konventionella textila värdekedjor (Sandin, 2019). Transporterna är därför inte i sig anledningen till att Streamateria skulle vara miljömässigt fördelaktigt. Däremot har stora konventionella bolag insett att de är sårbara i sina leverantörskedjor, inte minst på grund av den rådande Corona-krisen vi har idag. En väsentlig fördel med en lokal och distribuerad produktion för Streamateria är att de inte är beroende av långa, spretiga värdekedjor med tillverkning runt om i världen. Streamateria är väsentligt mindre känsliga än den traditionella textila leverantörskedjan.

#### **6.2.4 Liten lagerhållning**

Eftersom materialet börjar brytas ner efter 48 timmar finns ingen anledning till att lagerhålla kläder. Det enda som potentiellt sätt hade behövt lager är råmaterialen (Lindvall, personlig kommunikation, 23 april 2020). Traditionella modeföretag arbetar för att minimera mängden överskott av plagg för att undvika kostsam lagerhållning och onödiga inköp (Regelrådet, 2013). Enligt Moelard Nord (personlig kommunikation, 2020) blir ej sålda plagg trots det fortfarande ett problem kopplat till lagerhållning.

#### **6.2.5 Endast livsmedelsfärger**

Streamateria förväntas även ha en betydande miljöfördel genom att det endast färgas med hjälp av livsmedelsfärger. Hushållsfärg klassas som ofarlig vätska och kan hållas ut i avloppet utan att miljön tar skada (Dala Avfall, u.å), Traditionellt tillverkade textilier innehåller vanligen en rad olika kemikalier (Eriksson, personlig kommunikation, 12 maj 2020). Kemikalierna används både under färgningsprocessen och under efterbehandling för att ge kläderna olika egenskaper som antibakteriella, vatten- och smutsavvisande och för att göra tyget mjukt och skrynkelfritt

(Naturskyddsföreningen, 2020). Färgning, blekning och urtvättning klassas som de mest förorenande stegen i textilprocessen (Engvall, 2007). Mängden kemikalier som ingår är ett av de största problemen med textiltillverkning (Eriksson, personlig kommunikation, 12 maj 2020). Kemikalierna finns ofta kvar i ekosystemet länge på grund av en lång nedbrytningstid (Bengtsson, 2006). Farliga kemikalier som används vid tillverkning leder ofta till förgiftade vattendrag, mark som blir mindre bördig och minskad biologisk mångfald i närliggande områden till textilfabriker (Engvall, 2007).

### **6.2.6 Bionedbrytbar textil**

Streamateria varken kan eller ska tvättas efter användning (Lindvall, personlig kommunikation, 23 april 2020) vilket innebär att användningsfasen förväntas ha en låg miljöpåverkan till skillnad från traditionsenliga kläder. När idén Streamateria föddes fanns inte biogas i åtanke (Lindvall, personlig kommunikation, 23 april 2020). Det visade sig efter BMP-analysen att större delen av plagget kunde utvinna biogas med undantag av förstärkningstråden (Schnürer, personlig kommunikation, 13 maj 2020). Med ett BMP-värde på över 200 Nml/g VS kan materialet trots det klassas som ekonomiskt försvarbart för en biogasanläggning. Med tanke på de lättviktsaspekter som Streamateria förhåller sig till är mängden material låg. För att det ska göra en betydande skillnad för en biogasanläggning behöver en större kvantitet material tas emot. Biogasframställning vid återvinning av Streamateria förväntas därför inte vara en betydande miljöfördel jämfört med materialets andra fördelar (Schnürer, personlig kommunikation, 13 maj 2020). Däremot är biogasutvinning ett sätt för materialet att ingå i ett cirkulärt kretslopp. Trots att ett plagg klassas som bionedbrytbart är det viktigt att inte missförstånd uppstår vid kommunikationen ut till kund. Enligt Eriksson (personlig kommunikation, 2020) har Svanen sett en problematik bland bionedbrytbara engångsprodukter där konsumenter misstolkat betydelsen av ”biologiskt nedbrytbart” och därför slängt produkter i naturen. Bara för att en produkt anses vara bionedbrytbar, betyder inte det att mikro- eller nanopartiklar försvinner (Roos, personlig kommunikation, 25 maj 2020).

## 6.3 Potentiella användningsområden med miljömässiga fördelar

### 6.3.1 Kläder till fest - ”Fast fashion”

Streamateria har som vision att kunna möta kunders efterfrågan på ”fast-fashion”. En förutsättning för att använda Streamaterias kläder till fest är att plagget ska ersätta ett plagg som annars endast används en gång för att det ska ha en miljömässig fördel. Enligt Eriksson (personlig kommunikation, 2020) är det viktigt att poängtera att vintagekläder ska köpas i första hand. Historiskt är ”Fast fashion” ett resultat av ett slit-och-släng-fenomen som tär på miljön genom massproduktion och med billig arbetskraft.

### 6.3.2 Funktionskläder

Erikson och Moelard Nord resonerar båda att Streamateria kan ha potential vid de tillfällen Streamateria ersätter en nytillverkning av ett plagg vars syfte är att användas en gång, ett exempel på användningsområden som tas upp vid intervjuerna är vid lopp med en specifik sponsor på tröjan. I träningsammanhang har bionedbrytbara material som PLA en fördel genom god fukttransport och antibakteriella egenskaper. Det finns studier som visar att PLA är bättre anpassat i träningsammanhang jämfört med bomull och polyester (Blackburn, 2005). PLA anses dock vara känsligt för hydrolys vilket riskerar att materialet påverkas av yttre faktorer som påbörjar nedbrytningen tidigare än önskat (Blackburn, 2005).

### 6.3.3 Korrigering av mått vid designprocess

Nord (2020) tror att tillverkningsmetoden samt materialegenskaperna för Streamateria kan vara fördelaktigt vid designprocessen för traditionella klädesplagg. Tidigare studier bekräftar att 3D-printning som verktyg för tillverkning av kläder har potential att kunna förenkla designprocessen för modeföretag (Shin et al., 2016). Tillverkningsmetoden har även potential att underlätta för designers att både att ta fram och eliminera antalet

prototyper (Sun och Lu, 2015). Däremot är inte för snabbt nedbrytbara material fördelaktigt eftersom prototyperna ofta behöver jämföras med varandra.

## 6.4 Streamaterias utmaningar

En utmaning för Streamateria är att fortsätta utvecklingen av hur materialet kan bli mer miljömässigt hållbart. Kan exempelvis materialet produceras på ett sätt så att det kan återanvändas och 3D-printas på nytt? En annan potentiell utmaning kan vara att hitta samarbeten med modeföretag för att tillsammans hitta lösningar på hur Streamateria- på bästa sätt kan integreras i designprocessen. Trots att 3D-printning ses som ett relativt hållbart produktionsverktyg behöver fortfarande hänsyn tas till metodens miljöpåverkan (Gebler et al. 2014). Mängden avfall anses vara är lägre vid 3D-printad produktion än vid konventionell tillverkning (Berman, 2012). Trots det behöver restmaterialet som uppstår fortfarande minimeras och tas hand om i linje med avfallshierarkin.

### 6.4.1 Streamaterias miljörisker

En risk med Streamateria som koncept är att det kan normalisera ett köpbeteende som inte är försvarbart för konventionellt tillverkade klädesplagg idag. Etablerar man en vana hos konsumenter att köpa engångsplagg finns risk att även flergångsplagg används vid engångstillfällen vilket kan leda till ett allt större resurs- och produktionslöseri (Roos, personlig kommunikation, 25 maj 2020). Antalet gånger ett plagg används är avgörande för dess miljöpåverkan. Exempelvis kan en konventionellt odlad bomullsskjorta som används tretio gånger eller mer ha lika stor miljöbelastning ur ett livscykelperspektiv som en polyestertröja i samma färg som används tio gånger eller färre (Roos, 2016). Det är därför viktigt att konsumenter använder plaggen lika många gånger som de är skapta för.

En annan risk är att Streamateria innehåller PLA vilket innebär att det kan ge rester vid nedbrytning i form av mikroplaster (Roos, personlig

kommunikation, 25 maj 2020). Mikroplaster i sig behöver inte ha väsentligt negativ miljöpåverkan (Almroth, 2017). Det problematiska med mikroplaster från exempelvis textilproduktion är att de ofta för med sig andra farliga kemikalier som använts under tillverkningen. De höga koncentrationerna av kemikalier kan i sin tur rubba ekosystem (Almroth, 2017). Det kan innebära en risk med Streamateria om utsläppen av mikroplaster fångar upp kemikalier från exempelvis annat avfall som inte sorterats rätt. Streamateria använder idag endast livsmedelsgodkända färgämnen, men risken med mikroplasterna kan bli stor om andra producenter kopierar konceptet utan samma hänsyn i valet av kemikalier för färgning.

## 6.5 Framtida forskning

Förslag till framtida forskning:

- Hur kan Streamateria bli hydrofobt så det kan användas i funktionellt syfte?
- Hur kan tillverkningstekniken och materialegenskaperna bakom Streamateria klassas som en miljömärkt tjänst?
- Forskning kring alternativa återanvändning- eller återvinningsmetoder för förstärkningstråd.
- På vilket sätt återskapar Streamateria en cirkulär ekonomi?





## 7. Slutsats

---

*Besvarar huvudfrågeställningarna "Hur ser den rådande kunskapen ut gällande hållbar textilproduktion och konsumtion?", "Vilka miljöfördelar och utmaningar förväntas Streamateria ha och varför?" och delfrågeställning "Vid vilka potentiella tillämpningar antas Streamateria ha en miljömässig fördel?".*

---

- På många sätt kommer fast fashion försätta att inte vara "green". Men det finns nischer där det kan vara rimligt. Exempel på användningsområden där Streamateria kan ha miljöfördel jämfört med traditionellt tillverkade kläder är de tillfällen ett plagg endast används en gång innan bortskaffning exempelvis som mall vid storlekskorregeringar under designprocessen eller särskilda event med en viss sponsor.
- En mer distribuerad produktion genom att kläderna kan tillverkas i sin helhet på samma ställe där de säljs till kund bidrar till färre transporter, färre leverantörer och en ökad spårbarhet.
- Tillverkningen av kläder som direkt följer efterfrågan bidrar till en minimal mängd restprodukt där inget material skärs bort utan användning och där inga plagg produceras utan en köpare.
- Utvecklingsområden för Streamateria är att hitta alternativa återanvändning- och återvinningsmetoder för materialet generellt men även för den förstärkningstråd som inte kan utvinna biogas i dagsläget.
- Redan under designprocessen bör ett cirkulärt tänkande finnas med. Med antalet användningstillfällen och användningsorsak i åtanke.
- PLA kan bidra till utsläpp av mikrofiber, det är därför viktigt att Streamaterias textilfiber inte beblandas med farliga kemikalier.
- Transparens och spårbarhet är en grundförutsättning i den textila värdekedjan för att uppnå en cirkulär livscykel.
- Biogasframställning i slutet av Streamateria förväntas inte vara den mest betydande miljöfördelen. Mindre mängd material innebär även mindre mängd energi att återvinna, men det är ett sätt för materialet att ingå i ett cirkulärt kretslopp.



# Tack!

Vill tacka Erik Lindvall på Guringo Studio, vars insats har gjort denna studie möjlig genom förslag på ämne och grundare av projektet Streamateria. Tack till Håkan Rodhe på IIIIE som tog sig an rollen intern handledare vilket har givit ett stort stöd under hela processen. Stort tack även till Milou Moelard Nord, Ulf Eriksson på Svanen, Anna Schnürer från SLU och Sandra Roos från RISE som ställt upp på telefonintervjuer och bollat idéer med ett stort engagemang.



# Referenser

- Albertsson, A.-C., Edlund, U. & Odelius, K. (2012). *Polymerteknologi : makromolekyllär design*. (ISBN 9789174154498). Stockholm: Kungl. Tekniska högskolan.
- Avfall Sverige. (2019). Förebygga avfall första steget. Hämtad 2020-05-15 från <https://www.avfallsverige.se/avfallshantering/vad-ar-forebyggande/>
- Avfall Sverige. (2020). Cirkulär ekonomi i praktiken. Hämtad 2020-04-04 från [https://www.avfallsverige.se/fileadmin/user\\_upload/4\\_kunskapsbank/Cirkulaer\\_Ekonomi\\_i\\_praktiken\\_2020.pdf](https://www.avfallsverige.se/fileadmin/user_upload/4_kunskapsbank/Cirkulaer_Ekonomi_i_praktiken_2020.pdf)
- Avio, C., Gorbi, S. & Regoli, F., (2017). Plastics and microplastics in the oceans: From emerging pollutants to emerged threat. Hämtad 2020-05-26 från <http://jpi-oceans.eu/sites/jpi-oceans.eu/files/public/EPHEMARE/Images/News/Avio%20et%20al.%2C%202016.pdf>
- Bengtsson, L. (2006). *Förenade områden Inventering av textilindustrier och garverier i Stockholms län* (Rapport 2006:15). Hämtad från Länsstyrelsen i Stockholms läns webbplats <http://www.ebhportal.se/Sv/Inventeringsrapporter/Textilindustri%20och%20garverier%20i%20Stockholms%20län%202006.pdf>
- Berman, B. (2012). 3-D printing: The new industrial revolution. *Business Horizons*, 55(2), 152–165. DOI: [10.1016/j.bushor.2011.11.003](https://doi.org/10.1016/j.bushor.2011.11.003)
- Blackburn, R. (2005). *Biodegradable and Sustainable Fibres*, Elsevier, GB. (Elsevier, 2005). Washington DC: Woodhead Publishing Series in Textiles
- Boerger, C.M., Lattin, G.L., Moore, S.L. & Moore, C.J., (2010). Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. 60 (12), 2275–2278. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2010.08.007](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.08.007)
- Boström, M. & Micheletti, M. (2016). Introducing the sustainability challenge of textiles and clothing. *Journal of Consumer Policy*. 39:4, 367-375.
- Bryman, A. (2018). *Samhällsvetenskapliga metoder*. (Upplaga 3). Lund: Studentlitteratur.
- Dala Avfall. (u.å.). Hushållsfärg/karamellfärg sorteras som ofarlig vätska. Hämtad 2020-04-05 från <https://dalaavfall.se/sorteringsguide/vatska/hushallsfargkaramellfarg/>
- Eliasson, A., (2006). *Kvantitativ metod från början*. (2. uppl.). Lund: Studentlitteratur AB. s. 169.

- Ellen MacArthur Foundation. (2017). A new textiles economy: Redesigning fashion's future. Hämtad 2020-05-01 från <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>
- Engvall, M. (2007). *SwedWatch* (Rapport nr 17). Hämtad från SwedWatchs webbplats: [https://swedwatch.org/wp-content/uploads/2016/12/swedwatch\\_-\\_textilier\\_med\\_ett\\_smutsigt\\_forflutet.pdf](https://swedwatch.org/wp-content/uploads/2016/12/swedwatch_-_textilier_med_ett_smutsigt_forflutet.pdf)
- Gebler, M., Schoot Uiterkamp, A. J. M., & Visser, C. (2014). A global sustainability perspective on 3D printing technologies. *Energy Policy*, 74, 158–167. DOI: 10.1016/j.enpol.2014.08.033
- Globala målen. (2020). Hållbar konsumtion och produktion. Hämtad 2020-04-04 <https://www.globalamalen.se/om-globala-malen/mal-12-hallbar-konsumtion-och-produktion/>
- Hartline, N. L., Bruce, N. J., Karba, S. N., Ruff, E. O., Sonar, S. U. & Holden, P. A. (2016). Microfiber Masses Recovered from Conventional Machine Washing of New or Aged Garments. *Environmental Science and Technology*, 50(21), 11532-11538. DOI: [10.1021/acs.est.6b03045](https://doi.org/10.1021/acs.est.6b03045)
- Hildenbrand, J., Roos, S. (2019). Screening LCA of Streamateria. (Project Report 27648). RISE – The Swedish Research Institute.
- Isaksson, S., Schnürer, A. (2019) Analysresultat BMP, Anaerobic Microbiology and Biotechnology. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Molekylära Vetenskaper.
- Kadolph, S. (2014). *Textiles: Pearson New International Edition*. (11. uppl.) Pearson Education M.U.A.
- Kemikalieinspektionen. (2015). Reach-förordningen. Hämtad 20-04-03 från <https://www.kemi.se/lagar-och-regler/reach-forordningen>
- Kärrman, A., Schönlaui, C. & Engvall, M. (2016). Exposure and Effects of Microplastics on Wildlife, Örebro University. MTM Research Centre, School of Science and Technology Örebro University, Sweden, published in DIVA.
- Naturskyddsföreningen. (2020) De vanligaste plasterna och tillsatserna. Hämtad 2020-05-20 från <https://www.naturskyddsforeningen.se/info-om-plast>
- Naturskyddsföreningen. (2020). 5 kemikaliebovar i kläder. Hämtad 2020-05-02 från [https://www.naturskyddsforeningen.se/kemikaliebovar\\_klader](https://www.naturskyddsforeningen.se/kemikaliebovar_klader)
- Naturskyddsföreningen. (2020). Varifrån kommer råmaterialen? Och hur påverkar de miljön? Hämtad 2020-05-20 från <https://www.naturskyddsforeningen.se/textilfibrer>
- Naturvårdsverket. (2012). *Biogas ur gödsel, anfall och restprodukter*. (ISBN 978-91-620-6518-8). Hämtad från <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6518-8.pdf>
- Naturvårdsverket. (2020). Hållbara textilier. Hämtad 2020-04-04 från <http://www.naturvardsverket.se/hallbara-textilier/>

- Naturvårdsverket. (2020). Mikroplast. Hämtad 2020-05-26 från <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Plast/Mikroplast/>
- Palm, D., Harris, S., Ekvall, T. (2013). Livscykelanalys av svensk textilkonsumtion. (NV-00336-13). IVL Svenska Miljöinstitutet på uppdrag av Naturvårdsverket. 2. <https://www.ivl.se/download/18.343dc99d14e8bb0f58b52ec/1443178145469/B2133.pdf>
- Pei, E., Shen, J., & Watling, J. (2015). Direct 3D printing of polymers onto textiles: Experimental studies and applications. *Rapid Prototyping Journal*, 21(5), 556–571. DOI: [10.1108/RPJ-09-2014-0126](https://doi.org/10.1108/RPJ-09-2014-0126)
- Reeves, P. (2009). Design issues and orientations in additive manufacturing. Derbyshire, England: Econolyst. *International Journal of Rapid Manufacturing* 5(3/4): 289. DOI: [10.1504/IJRAPIDM.2015.074808](https://doi.org/10.1504/IJRAPIDM.2015.074808)
- Regelrådet. (2013). Förslag till etappmål textil och textilavfall. Hämtad 2020-05-26 från [https://www.regelradet.se/wp-content/files\\_mf/14023911762014\\_138\\_etappmal\\_textilavfall.pdf](https://www.regelradet.se/wp-content/files_mf/14023911762014_138_etappmal_textilavfall.pdf)
- Roos, S. (2016) Advancing life cycle assessment of textile products to include textile chemicals. (Doktorsavhandlingar vid Chalmers tekniska högskola). Hämtad från <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/246361/246361.pdf>
- Sandin, G., Roos, S., Spak, B., Zamani, B., Peters, G. (2019). *Environmental assessment of Swedish clothing consumption*. (Report number: 2019:05). Hämtad från Mistra Future Fashions webbplats: <http://mistrafuturefashion.com/wp-content/uploads/2019/08/G.Sandin-Environmental-assessment-of-Swedish-clothing-consumption.MistraFutureFashionReport-2019.05.pdf>
- Shin, S. H., Chang, H. J., & Yoo, S. (2016). A case study of the 3D design process applied for customized art wears. International Textile and Apparel Association årskonferens Vancouver, BC. Hämtad 20-04-04 från [http://lib.dr.iastate.edu/itaa\\_proceedings/](http://lib.dr.iastate.edu/itaa_proceedings/).
- Sun, L., & Lu, S. (2015). The 3D printing era: A conceptual model for the textile and apparel industry. International Textile and Apparel Association Årlig konferens. Santa Fe, NM. Hämtad 20-04-04 från [http://lib.dr.iastate.edu/itaa\\_proceedings/](http://lib.dr.iastate.edu/itaa_proceedings/).
- Sveriges Avfallsportal. (2016). Avfallstrappan. Hämtad 20-04-04 från <https://www.sopor.nu/fakta-om-sopor/saa-styrs-avfallet/avfallstrappan/>
- Sveriges Avfallsportal. (2019) Textil. Hämtad 2020-05-26 från <https://www.sopor.nu/fakta-om-sopor/vad-haender-med-din-sopa/textil/>
- Sysav. (2019). Avfallstrappan. Hämtad 2020-04-03 från <https://www.sysav.se/skola/lararrummet/Avfallstrappan/Forebyggande/>
- Teko. (2018). Rekotex – den digitala plattformen för textila leftovers. Hämtad 2020-04-20 från <https://www.teko.se/aktuellt/nyheter/rekotex-den-digitala-plattformen-for-textila-leftovers/>

- Textile outlook international. (2018). Textile outlook international : business and market analysis for the textile and apparel industries.
- Wargoninnovation. (2020). Streamateria – komposterbara kläder i ny affärsmodell. Hämtad 2020-04-04 från <https://wargoninnovation.se/streamateria/>
- Wargoninnovation. (2020). Visste du att. Hämtad 2020-05-10 från <https://wargoninnovation.se/om/visste-du-att/>
- Zero-waste International Alliance. (2020). Who is the Zero Waste International Alliance (ZWIA)?. Hämtad 2020-05-15 från <http://zwia.org>



# Bilaga 1

Nedan visas de nyckelfrågor som ställts till korrespondenterna via först mejl och sedan telefonintervju.

Nyckelfrågor till Anna:

- Anser du att Biogasframställningen är en viktig miljöfördel med Streamateria, i så fall varför/varför inte?
- Det var en del av materialet som inte kunde användas till biogas framställning eftersom det endast kunde brytas ner när syre fanns tillgängligt och biogas framställning är en anaerob process, vilka synpunkter har du på det? Vet du något annat material som skulle kunna ersätta det?

Nyckelfrågor till Ulf:

- Vilka riktlinjer har ni för binedbrytbara textilmaterial, vad ser du för miljömässiga fördelar och svårigheter och varför?
- Vad tror du kan vara Streamaterias miljöfördelar, svårigheter?
- Vad fokuserar kriterierna för Svanenmärkta textilier mest på och varför?
- Även lite kring efterfrågan på mer miljömärkta textilier, hur hanteras konflikten att mer miljövänliga material ibland är dyrare?
- Hur arbetar ni med zero-waste visionen för textila material?
- Hur förhåller sig Svanens arbete till textilier som är till för ”fast fashion”?

Nyckelfrågor till Sandra:

- Det jag hade velat fråga dig om är vilka miljöfördelar du anser är mest betydande för Streamateria, diskutera kring en mer distribuerad produktion där kläderna kan tillverkas i sin helhet ut till kund, med minimal mängd material, restprodukter och avfall.
- Vilka svårigheter du ser med materialet, utvecklingsmöjligheter, samt diskutera hur de värden du fått fram i LCA:n kan analyseras ur ett miljömässigt perspektiv.

Nyckelfrågor till Milou:

- Vad tror du kan vara Streamaterias miljöfördelar, svårigheter?
- Vad anser du kan vara potentiella användningsområden för Streamateria?

## Bilaga 2

Lista över kontaktpersoner som intervjuats och hänvisas till i texten:

- Anna Schnürer - Professor och samverkanslektor i bioenergi på Institutionen för molekylära vetenskaper på SLU. Telefonintervju genomförd 2020-05-13.
- Erik Lindvall - Medgrundare av Guringo Studio och Streamateria. Möte genomfört 2020-04-23.
- Milou Moelard Nord - Frilansar som designer och hållbarhetskonsult. Telefonintervju genomförd 2020-05-11.
- Sandra Roos - Forskare inom miljö, främst inom livscykelanalys och kemikalier i textil på Rise Forskningsinstitut. Telefonintervju genomförd 2020-05-25.
- Ulf Eriksson - Rådgivare inom textilprodukter på Svanen. Telefonintervju genomförd 2020-05-12.