



Mot en textil cirkulär ekonomi – Resumé av forskningsläget

Rapport på beställning av Circular Sweden under projektet *En gemensam grund för en övergång till en cirkulär ekonomi*

Hanna de la Motte
Lisa Schwarz Bour
Erik Perzon
Gustav Sandin
Björn Spak

RISE Rapport 2019:104

Mot en textil cirkulär ekonomi – Resumé av forskningsläget

Hanna de la Motte

Lisa Schwarz Bour

Erik Perzon

Gustav Sandin

Björn Spak

Abstract

Towards a circular economy for textiles – Resumé of research

The aim of this report is to provide an overview of research towards a circular economy for textiles, in Sweden and globally. The report starts by picturing the target of sustainable textiles, and continues with the current research situation within the following areas:

- The impact of textiles on the environment; design and choice of materials
- Traceability and transparency
- Recycling technologies

The report also discusses challenges to reach the target, for example scale up issues of research and the importance of policy instruments, such as extended producer responsibility (EPR).

Eventually the report mentions former and current activities within sustainable textiles in Sweden, and recommendations regarding how the work may accelerate based on the authors' perspective.

Key words: Sustainable textiles / Circularity / Transparency / Recycling technologies / Policy instruments / Life cycle assessment

RISE Research Institutes of Sweden AB

RISE Rapport 2019:104

ISBN: 978-91-89049-36-9

Göteborg 2019

Cover image and images without numbering / Framsida samt bilder utan numrering: Pixabay, Unsplash & RISE. For questions or use of pictures from this report, please contact the authors / För frågor eller vidare användning av bilder från rapporten, kontakta författarna.

Innehåll

Abstract	1
Innehåll	2
Förord	3
Sammanfattning	4
1 Målbild cirkulär textil	5
2 Nuläge forskning	7
2.1 Textiliers miljöpåverkan ur ett livscykelperspektiv.....	7
2.1.1 Miljöpåverkan idag	7
2.1.2 Hur kan textilindustrin minska miljöpåverkan?	10
2.2 Spårbarhet och transparens.....	15
2.3 Återvinningstekniker	19
2.3.1 Forskningsläget idag.....	19
2.3.2 Aktiviteter i Sverige	25
2.3.3 Aktiviteter internationellt.....	27
3 Utmaningar för att nå målbilden	29
3.1 Från innovation till kommersialisering.....	29
3.2 Styrmedel.....	29
3.2.1 Producentansvar.....	31
3.2.2 Andra styrmedel för cirkulär textil.....	32
3.3 Aktiviteter för en textil cirkulär ekonomi	33
3.3.1 Rekommendationer	34
4 Referenser	36
5 Kontakt och övrig information	38
5.1 Kontaktuppgifter till författarna på RISE	38
5.2 Tack.....	38
6 Appendix 1	39

Förord

Den här rapporten ger en övergripande bild över forskningsläget för en hållbar cirkulär textilindustri, både i Sverige och globalt. Rapporten börjar med att måla upp en målbild för cirkulär textil, för att sedan berätta om forskningsläget inom nedan områden:

- Textiliers miljöpåverkan, och hur design och materialval kan minska påverkan
- Spårbarhet och transparens kring material- och kemikalieinnehåll
- Återvinningstekniker

Rapporten fortsätter sedan med att diskutera utmaningar för att nå målbilden, till exempel hur forskning kan skalas upp från laborativa försök till kommersiell skala och nå marknaden, och vikten av styrmedel, främst producentansvar.

Slutligen nämns avslutade och pågående aktiviteter inom hållbar textil i Sverige, samt några rekommendationer för hur arbetet mot en cirkulär ekonomi för textil skulle kunna accelereras, utifrån forskning och författarnas perspektiv.



Sammanfattning

Textilbranschen är bland världens mest förorenande och klimatpåverkande branscher, och för att minska textilindustrins miljöpåverkan behövs flera olika typer av insatser längs värdekedjan. Framtiden har ett behov av branschöverskridande, resurseffektiva system där material cirkuleras med högsta bibehållna värde och materialnytta.

I den här rapporten utgår vi från målbilden av ett branschöverskridande system där material cirkuleras, och sammanfattar forskningsläget inom främst tre områden: Textiliers miljöpåverkan, spårbarhet och transparens, och återvinningstekniker.

I kapitlet om textilier miljöpåverkan så presenteras först vilka delar av textilindustrin som bidrar till störst miljöpåverkan. Därefter diskuteras olika sätt för att minska påverkan, t ex genom design, materialval och hur kläder används. Att förlänga ett plaggs livslängd med det dubbla kan minska dess klimatpåverkan med 40–50%.

I kapitlet om spårbarhet och transparens nämns först problematiken med kemikalieinnehåll och vikten av förbättrad spårbarhet och transparens gällande textiliers innehåll. Därefter diskuteras olika tekniska metoder för att spåra textil, främst genom digitala informationsbärare (RFID-taggar) som kan ge access till en stor mängd data och tillåta effektiv sortering på angivna parametrar.

Kapitlet om återvinningstekniker fokuserar främst på mekanisk fiberåtervinning och kemisk återvinning av textilfibrernas molekyler. Kapitlet går in på vad olika tekniker innebär och hur de tillämpas. Flera olika forskningsinitiativ inom återvinning, i Sverige och internationellt, nämns också i kapitlet.

Avslutningsvis nämns nationella aktiviteter som initierats för att skapa en textil cirkulär ekonomi samt konkreta rekommendationer för hur arbetet mot en cirkulär ekonomi skulle kunna accelereras, baserat på forskning och författarnas perspektiv.

1 Målbild cirkulär textil

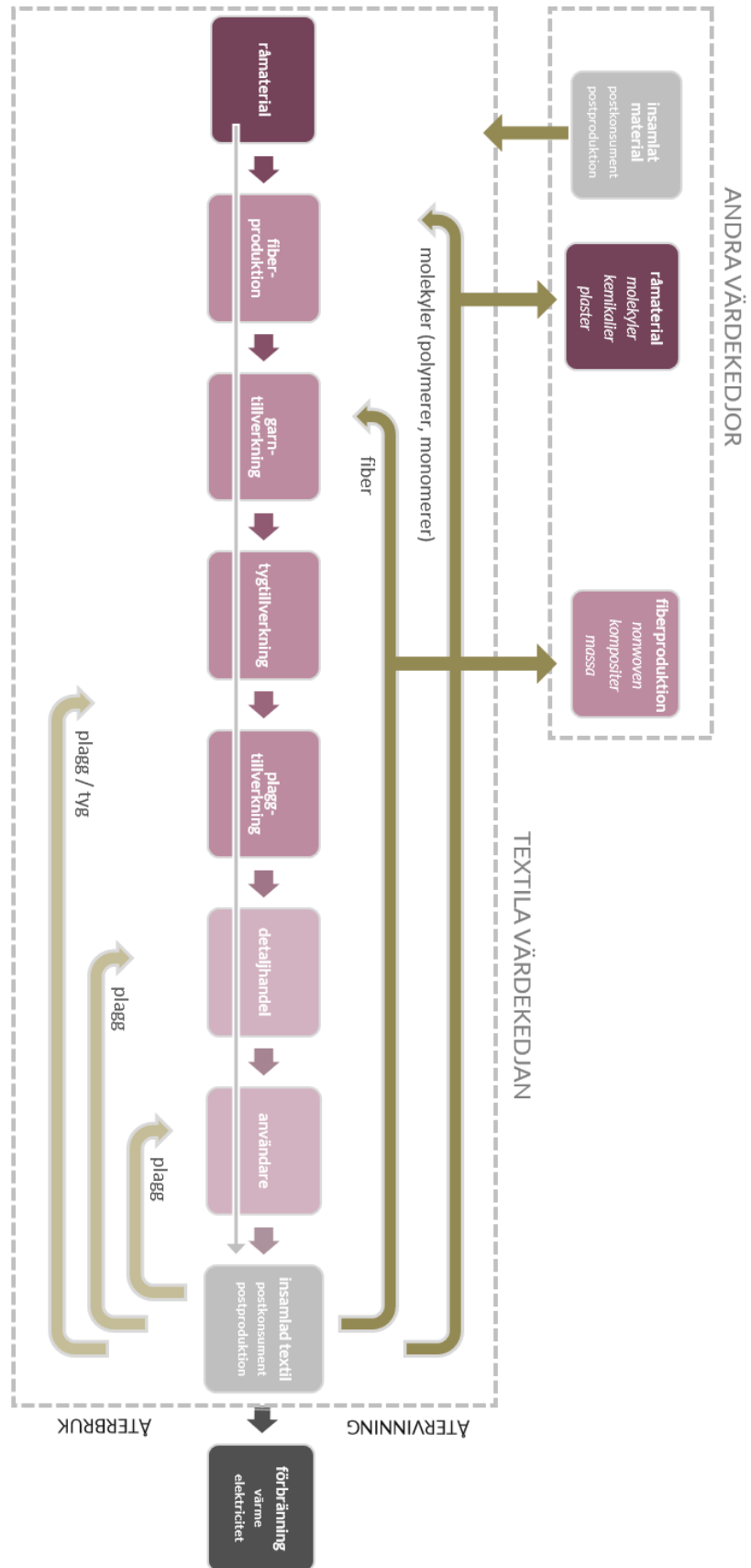
Textil- och mode är bland världens mest förorenande och klimatpåverkande branscher. En stor enskild anledning är den enorma skalan, där produktionen av olika textilfibrer utgör 79 miljoner ton per år¹. För att minska textilindustrins miljöpåverkan behövs flera olika typer av insatser. Minskad användning av skadliga kemikalier, ändrade konsumtionsmönster och mindre miljöskadliga transporter är några exempel på hållbarhetsutmaningar som branschen behöver adressera.

Textilt avfall består av en mängd olika material och materialblandningar. Postkonsumenttextil är dessutom i olika hög grad slitet, skadat, smutsigt eller på andra sätt kontaminerat. Detta innebär att ett resurseffektivt återvinningssystem kommer att behöva tillgång till en bred palett av återvinningstekniker, mekaniska såväl som kemiska, för att bevara högsta möjliga materialvärde. Dessutom kommer material att behöva flöda mellan olika industrier, där vissa typer av textilavfall har ett större värde som råvara för produktion av andra materialtyper än ny textil.

Vad detta i praktiken betyder är att vi i framtiden har behov av ett branschöverskridande, resurseffektivt system för att cirkulera material med högsta bibehållna materialvärde och materialnytta. I ett sådant system begränsas inte återvinningen av textil till nya textilapplikationer eller plast till ny plast. Det mest resurseffektiva kan vara att en textilfraktion som inte längre lämpar sig till ny textil återvinns mekaniskt till fiberförstärkning i en komposit, eller att man på kemisk väg tar tillvara på beståndsdelarna (molekylerna) i en syntetisk textil för att producera ny, högkvalitativ plast. Enligt samma logik kan den mest gynnsamma återvinningen av vissa plaster vara som ny textil istället för sin ursprungliga applikation. Denna tanke illustreras utifrån fokus på den textila värdekedjan i Figur 1.

Eftersom en produkt ofta rör sig över flera nationsgränser under framställning, användning och återvinning/avfallshantering kommer även internationell samverkan att behövas. Ett möjligt scenario är t ex att vissa återvinningstekniker som kräver stora industriella anläggningar för att nå optimal effektivitet bör placeras på strategiska platser utomlands och matas med insamlad textil från flera olika länder för att nå tillräcklig volym.

Slutligen kan behovet av mer effektiv insamling och sortering inte betonas nog. Vi har idag en situation där praktiskt taget all insamling av textil drivs ekonomiskt av återbruk. Men av det insamlade materialet återanvänds 10–20% av de mest värdefulla produkterna medan resterande material inte återvinns alls eller på ett mycket resursslösande sätt. Ett framtida system kommer att behöva samla in mycket större volymer av postkonsumenttextil. Dessa volymer behöver även sorteras på ett mer effektivt och materialspecifikt sätt, i linje med ett branschöverskridande, resurseffektivt system, än vad som är fallet i dagens manuella sortering. Detta behov diskuteras mer ingående i kapitel 2.2.



Figur 1

Schematisk bild över ett branschöverskridande resurseffektivt system, där material nyttjas över olika värdekedjor.

2 Nuläge forskning

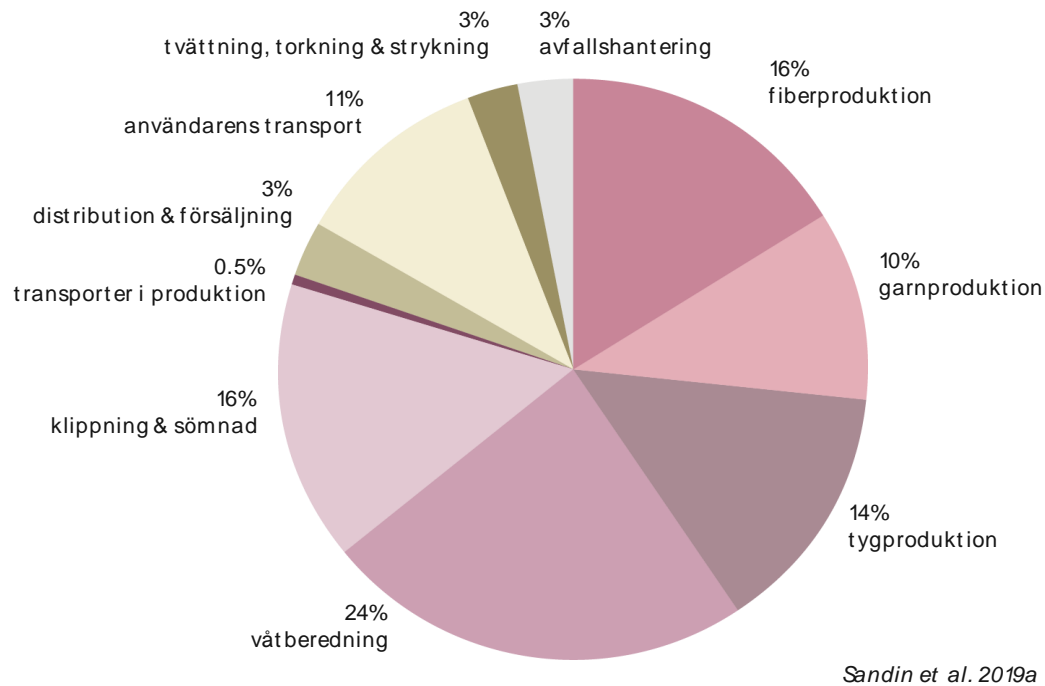
Omställningen till en cirkulär ekonomi kräver att uppkomsten av avfall förebyggs och att mycket av det material som idag ses som avfall istället används som en materialresurs. EU-kommissionens paket angående cirkulär ekonomi betonar behovet av ett effektivt utnyttjande av råvaror och resurser inom EU². Motiven till detta är minskad klimatpåverkan samt tryggad tillgång till råvaror, men även att nya arbetstillfällen skapas genom att återanvändning och återvinning ökar. Målet är att användningen av återvunna material ska vara säker ur hälso- och miljösynpunkt genom att återcirkulation av farliga ämnen så långt som möjligt undviks samtidigt som resurseffektiva kretslopp eftersträvas.

2.1 Textiliers miljöpåverkan ur ett livscykelperspektiv

2.1.1 Miljöpåverkan idag

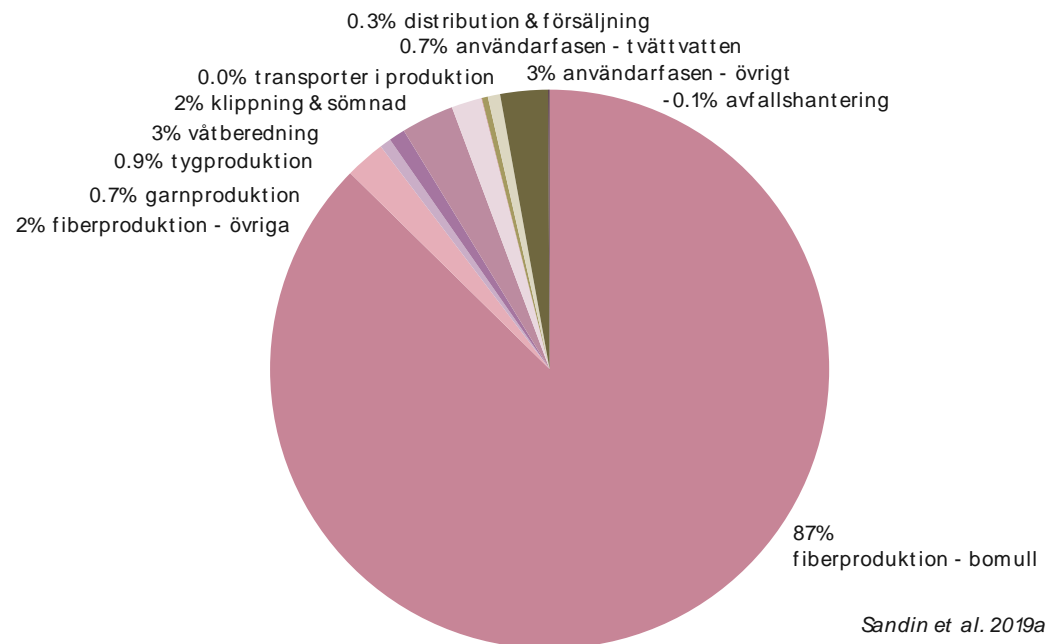
Under de senaste åren har forskningen lärt oss mycket om kläders och andra textila produkters miljöpåverkan och vad som kan göras för att minska denna. Ofta används livscykelanalys (LCA) som verktyg, där den textila produktens hela livscykel kartläggs ”från vaggan till graven”. För ett klädesplagg omfattar livscykeln oftast fibertillverkning, garnspinning, vävning eller stickning, färgning och annan våtberedning, sömnad och efterbehandling, distribution, försäljning, användarens transport till och från butik, tvättning och torkning, samt – kanske efter att varan bytt ägare en eller flera gånger – avfallshantering, vilket i Sverige oftast innebär förbränning med energiåtervinning. I kartläggningen ingår också så kallade bakgrundsprocesser, det vill säga produktion och distribution av kemikalier och energibärare som används i produktens livscykel. I detta kapitel ges några exempel på resultat från LCA-forskningen på kläders miljöpåverkan – för full förståelse för vad siffrorna betyder, inklusive dess osäkerheter och begränsningar, så uppmanas läsaren att gå till originalkällan. Varje LCA-studie är sprungen ur ett visst sammanhang, och utan förståelse för sammanhanget ska man vara försiktig med att använda siffrorna för beslutsfattande.

Nedan två figurer (Figur 2 och 3) ger en bild av vilka delar av textilindustrin, inklusive användning och avfallshantering, som bidrar mest till miljöpåverkan enligt den senaste forskningen, från Sandin m fl.³



Figur 2

Klimatpåverkan från svenskarnas klädkonsumtion, baserat på LCA-studier på sex genomsnittliga plagg (gällande fiberinnehåll, produktionsmetoder och användarmönster) som skalats upp till nationell nivå utifrån statistik på svensk nettoimport. Omarbetad från ³.



Figur 3

Vattenbristpåverkan från svenskarnas klädkonsumtion, baserat på LCA-studier på sex genomsnittliga plagg (gällande fiberinnehåll, produktionsmetoder och användarmönster) som skalats upp till nationell nivå utifrån statistik på svensk nettoimport. Omarbetad från ³.

För olika miljöproblem dominerar olika delar av livscykel. För vattenbrist är bomullsproduktion den stora boven med 87% av påverkan (notera att bomull i modellen för nationell klädkonsumtion står för 49% av fiberinnehållet – för ett rent bomullsplagg blir bidraget från bomullsodling 92%). För klimatpåverkan dominerar istället de delar som använder mest fossil energi: produktionen står för ca 80%, varav 24% är från uppvärmning av vatten i våtberedningen. Användarens transport till och från butik står för 11%, vilket är baserat på ett genomsnittligt användarbeteende där varannan resa till butiken görs med bil. För de som tar bilen oftare blir denna del än större, medan den helt försvinner för de som tar cykeln eller går till butiken. På samma sätt påverkar även andra val som användaren gör ett klädesplaggs miljöpåverkan (mer om det nedan). Figurerna ovan visar endast två av de miljöproblem som kläder ger upphov till. Flera andra miljöproblem är precis som klimatpåverkan tätt förknippade med förbränning av fossila bränslen och ger således en bild som överensstämmer väl med den för klimatpåverkan.

Något som kanske överraskar är det lilla bidrag som användarens tvättning, torkning och strykning står för, endast ca 3% av klimatpåverkan, vilket skiljer sig från de flesta andra studier (se referens 4). Detta kommer sig dels av att siffrorna speglar svenska förhållanden, där den genomsnittliga svenska elmix (produktion plus import) som antagits driva tvättning, torkning och strykning har relativt låg klimatpåverkan, och dels att studien baserats på en uppskattning av verkliga användarbeteenden (antal användningar per plagg samt frekvens av tvättning, torkning och strykning), som i sin tur baserats på statistik över svensk nettoimport och konsumentenkäter. Andra studier brukar istället baseras på kläders hypotetiska, tekniska livslängd, ofta i kombination med andra, inte sällan ogrundade antaganden om användarbeteenden. Antas i stället europeisk genomsnittlig elmix står tvättning, torkning och strykning för ca 20% av klimatpåverkan och produktionens andel minskar till ca 70%³. Med andra användarbeteenden och ännu mer klimatpåverkande elmix kan tvättning, torkning och strykning bidra med så mycket som 75%⁵. Så i diskussioner om vad som bidrar till kläders miljöpåverkan och vilka åtgärder som är mest effektiva är det viktigt att vara tydlig med vilket land eller vilken region man pratar om, och att förstå att resultatet kan skilja sig väsentligt beroende på geografiska skillnader.

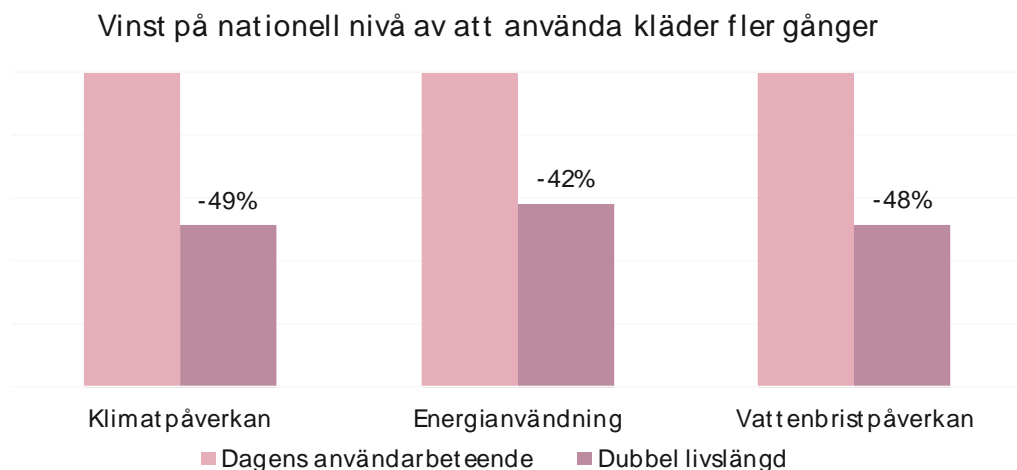
Sammantaget bidrar svenskarnas årliga klädkonsumtion med ca 330 kg CO₂-ekvivalenter per person och år, vilket är ca 3–4% av en genomsnittlig svensks klimatpåverkan³. Textilier totalt kan antas ligga på ca 4–5%. På europeisk och global nivå är klädkonsumtionens procentuella andel av total klimatpåverkan troligen något högre^{6,7}. Detta visar att klädindustrin ger ett betydande bidrag till global klimatpåverkan och därför har ett stort ansvar att minska sina utsläpp.

Textilindustrin är också betydelsefull för andra miljöproblem, t ex kopplade till vattenanvändning, där bomullsproduktion uppskattas stå för knappt 3% av världens vattenfotavtryck⁸. Viktiga problem uppstår även på grund av markanvändning, övergödning och utsläpp av giftiga kemikalier, för dessa miljöpåverkanskategorier saknas dock uppskattningar på hur stor andel av global påverkan som textilindustrin står för. Beträffande energi så används ca 1700 kWh för en genomsnittlig svensks klädkonsumtion under 1 år – motsvarande ca 10% av en genomsnittlig villas årliga elförbrukning – varav 70% i produktion och 16% till tvättning, torkning och strykning.

2.1.2 Hur kan textilindustrin minska miljöpåverkan?

2.1.2.1 Längre livslängd och affärsmodeller

Som vi ser ovan bör fokus för att minska miljöpåverkan från textilindustrin ligga på produktionen. Det kanske effektivaste sättet att minska miljöpåverkan från produktion är att använda varje klädesplagg fler gånger, eftersom produktionens miljöpåverkan då späs ut över fler användningar och behovet av produktion därmed minskar. Figur 4 visar att om varje plagg används dubbelt så många gånger så minskar miljöpåverkan med 40–50% (miljöpåverkan per användning minskar nästan linjärt med ökat antal användningar, men inte helt då behovet av tvätt per användning är konstant)³. Ökad användning kan åstadkommas genom att använda de kläder som redan finns i garderoben istället för att köpa nytt, men också genom att låna, byta eller hyra kläder eller köpa second hand, vilket kan underlättas genom olika så kallade cirkulära affärsmodeller. Dock finns det vissa fallgropar som kan göra att hela eller delar av den potentiella miljövinsten från cirkulära affärsmodeller uteblir, t ex om logistiken kring affärsmodellen är ineffektiv eller om kläderna inte används i tillräckligt stor utsträckning för att ersätta nyproduktion ⁹.



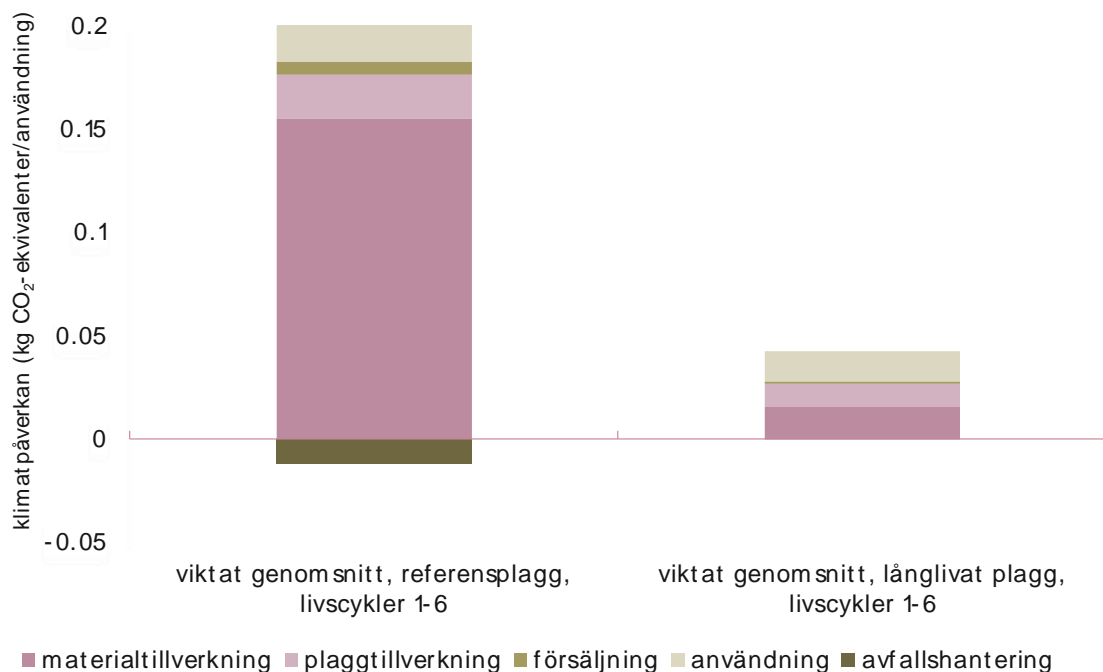
Figur 4

Vinst på nationell nivå av att använda kläder fler gånger. Omarbetad från ³.

2.1.2.2 Nya designstrategier

Ökad användning kan också åstadkommas genom nya sätt att arbeta med design. Det kan t ex handla om att rätt textilfiber används för rätt slutprodukt med avseende på tänkt livslängd, att möjliggöra för re-design (omarbetning av plagget för att möjliggöra fler användarcykler) eller att underlätta för miljömässigt fördelaktig avfallshantering (t ex återvinning, så kallad ”design for recycling”). Forskningsprojektet Circular Design Speeds ⁷ och relaterat arbete om cirkulär design^{10,11} har resulterat i goda exempel på hur design kan anpassas till materialets inneboende ”hastighet”. Bland annat har det föreslagits pappersliknande kläder producerade av pappersmassa, PLA och

nanocellulosa, med låg miljöpåverkan i produktion jämfört med konventionell textilproduktion, tänkt att användas ett fåtal gånger utan att tvättas av användaren, och som sedan kan materialåtervinnas. En LCA-studie har visat att sådant ”supersnabbt” mode kan ha miljöfördelar, framförallt om de ersätter konventionellt producerade plagg som används ett fåtal gånger¹². Det har även föreslagits kläder som är designade för att hålla i årtionden och över tid förändras för att tillfredsställa önskemål och behov hos nya ägare, t ex genom omfärgning. Sådant plagg kan ge betydande miljövinster om den längre livslängden faktiskt realiserar – se Figur 5, där det ”långlivade” plagget åsyftar en polyesterblus som re-designas och används i sex efterföljande livscyklar och som här jämförs klimatmässigt med användningen av sex olika referensplagg (”materialtillverkning” omfattar i detta fall fiberproduktion, garnspinning, vävning samt våtberedning)¹².

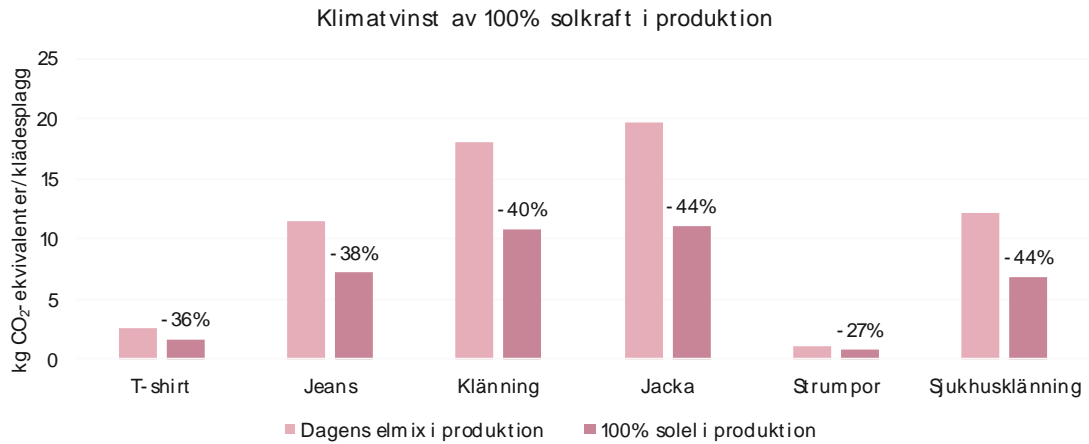


Figur 5

Klimatpåverkan från plagg som designats för att hålla i årtionden och referensplagg. Omarbetad från ¹².

2.1.2.3 Renare energi i produktion

Ett exempel på hur miljöpåverkan kan minska i produktionen är att använda solkraft istället för den lokala elmixen, som i de vanliga produktionsländerna i Asien domineras av kolkraft. Detta ger i ett livscykelperspektiv en klimatvinst på 27–44% för genomsnittliga plagg importerade till Sverige (Figur 6). Om även annan energi byts till förnybar, t ex naturgas som används till värme, så blir vinsterna än större.

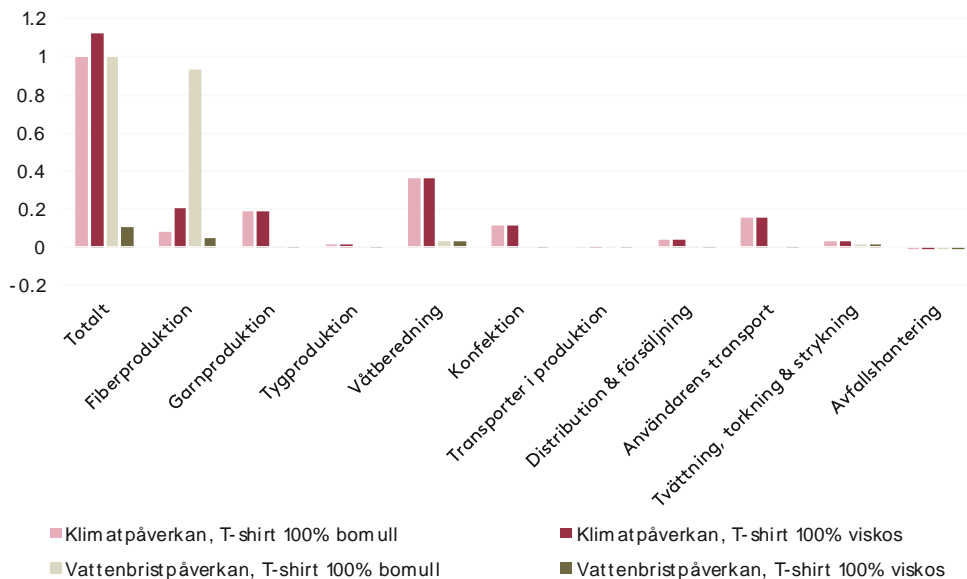


Figur 6

Klimatvinst av 100% solkraft i produktion. Omarbetad från ³.

2.1.2.4 Materialval

En annat exempel på produktionsrelaterad åtgärd är att byta material, t ex från törstig bomull till viskos från träråvara (Figur 7). För en bomullströja kan detta ge betydande vinster när det gäller vattenbristpåverkan, där genomsnittlig bomullsproduktion antagits (för enskilda gårdar kan bidragit till vattenbrist helt elimineras, se nedan diskussion). Bilden visar även att en åtgärd kan innebära en stor vinst för en viss typ av miljöproblem men samtidigt ha liten eller till och med negativ effekt på annan miljöpåverkan. Detta visar vikten av att kombinera olika, kompletterande åtgärder.



Figur 7

Effekt på klimat- och vattenbristpåverkan av att byta från bomull till viskos. Omarbetad från ³.

När miljöpåverkan ska minskas genom materialval är det viktigt att förstå att skillnader i miljöpåverkan inom en viss fibersort ofta är större än skillnader mellan olika sorters textilfibrer ¹³. Till exempel kan viskos vara bland de bästa fibrerna miljömässigt om produktionen har relativt slutna kemikalieprocesser, hög grad av kemikalieåtervinning och drivs av restvärme eller förnybar energi – men om detta inte är fallet kan viskos vara bland de mest miljövidriga fibrerna. Likaså bidrar bomullsodling generellt till vattenbrist, eftersom konstbevattning är vanligt förekommande och odlingen ofta sker i områden med stor vattenbrist, men det finns också odlingar som inte använder sig av konstbevattning och som finns i regioner utan betydande vattenbrist. Därför är det viktigt att inte göra alltför förenklade bedömningar av olika textilfibrers miljöpåverkan och att istället se till den enskilda producenten.

Tyvärr är det idag svårt för företag sent i leverantörsledet, och nästan omöjligt för konsumenter, att bedöma material utifrån enskilda producenter, då system för att kommunicera miljödata genom leverantörskedjan är bristfälliga eller icke-existerande. Till exempel visar miljömärkningar endast råvara (och då på generell nivå, t ex ”ekologisk bomull”, aldrig på gårdsnivå) och sällan miljöpåverkan från senare led i produktionen, trots att dessa ofta står för större delen av miljöpåverkan. Ökad spårbarhet och transparens är således viktiga åtgärder för att möjliggöra materialval som gynnar miljön. Återigen bör det poängteras att inte bara fiberproduktionens direkta miljöpåverkan är viktig, minst lika viktigt är att fiberns tekniska egenskaper matchar slutproduktens användning och tänkta livslängd. Dessutom påverkar fibervalet senare delar av livscykeln, t ex behöver olika fibrer olika mycket energi för att spinnas till garn, vävas till tyg eller tvättas och torkas i användarfasen. Så det gäller att inte stirra sig blind på den delen av textilindustrin som är enkel att se och känna – klädesplagget som du har i din hand i butiken, som hänger i din garderob, som du bär mot din kropp – och att komma ihåg att i storleksordningen 10–100 gånger mer resurser (energimässigt) går åt i kläders livscykel än vad som finns i själva plagget ^{3,13}.

2.1.2.5 Återvinning

En annan teknisk åtgärd som kan minska textilindustrins miljöpåverkan är återvinning, se Figur 1. En granskning av 41 genomförda LCA-studier på återbruk och återvinning av textil har visat att det finns starkt underlag för att hävda att återvinning generellt minskar miljöpåverkan – men granskningen är också tydlig med att återbruk är mer fördelaktigt ⁹. Detta bekräftar vikten av att följa avfallshierarkin som är fastlagen i europeisk lag och som innebar att avfall i första hand ska minimeras/undvikas, i andra hand ska produkter återbrukas och i tredje hand ska materialet återvinnas ¹⁴. Granskningen visar också att det finns fallgropar som måste undvikas för att realisera miljövinsten med textilåtervinning: ineffektiv logistik, ineffektiva återvinningsprocesser och låg ersättningsfaktor. Det är alltså viktigt att miljöbelastningen från återvinningen i sig är lägre än den från nyproduktionen som är tänkt att ersättas, och att nyproduktion faktiskt ersätts i tillräckligt hög grad. Med andra ord är det viktigt att det återvunna materialet inte bara adderar till en växande marknad. Centralt för att säkerställa hög ersättningsgrad är att fibern är av rätt kvalitet i förhållande till dess användning ¹⁵ och att slutprodukten designas väl med avseende på tänkt användning (se ovan diskussion om cirkulär design).

Beaktas dessa aspekter finns betydande miljövinster med textilåtervinning: vinsten kan då vara upp till ca 10% av ett genomsnittligt plaggs klimatpåverkan och för andra miljöindikatorer, t ex vattenbristpåverkan, kan vinsten vara upp till 90% om konventionell bomull ersätts.



2.2 Spårbarhet och transparens

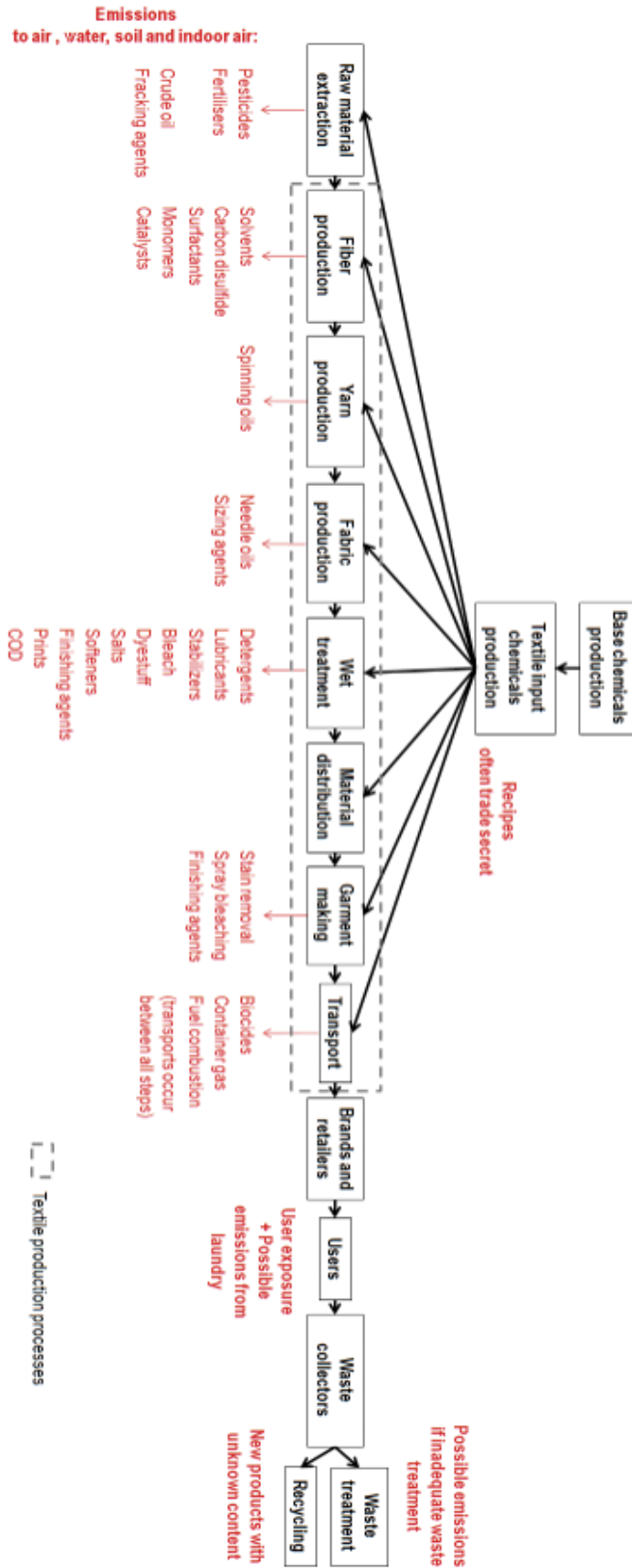
I en cirkulär ekonomi är en giftfri textilråvara en förutsättning, vilket innebär att återvunnen textilfiber måste ligga under gällande gränsvärden för kemikalieinnehåll. Vid textiltillverkning tillsätts en rad olika kemikalier för att ge de textila produkterna olika egenskaper. Det kan vara allt från en specifik färg till smuts- och vattenavstötande förmåga. En del kemikalier tvättas ur varorna innan de kommer till konsumenten men i vissa fall blir kemikalier kvar i textilmaterialet. Substanserna lakas sedan ut vartefter under användning och förslitning. När textila varor ska återvinnas är det därför viktigt att känna till vilka kemikalier som finns i dem samt i vilka halter dessa förekommer. Vid storskalig återvinning av textil visar studier att en utspädningseffekt sannolikt kommer att erhållas, då exempelvis endast en delmängd av bulkmassan innehåller något eller flera ämnen i för höga nivåer. Innehåll av skadliga ämnen över toleransgränsen sätter restriktioner på tillämpningen av återvunnet material och det är av största vikt att detta är under god kontroll innan återvinningsprocessen inleds. Viktiga ämnesgrupper som kräver god kontroll och spårbarhet är:

- Per- och polyfluorerade ämnen
- Halogenerade flamskyddsmedel
- Toxiska mjukgörare
- Toxiska metaller
- Toxiska färgämnen och pigment
- CMR-klassade biocider
- CMR-klassade lösningsmedel
- Rester av toxiska nedbrytningsprodukter ex polycykliska kolväten (PAH) samt dioxiner och dibensofuraner

Dialog och metoder för transparens och spårbarhet är av stor vikt för att besvara bland annat följande frågeställningar:

- ⇒ Hur påverkar plaggets eventuella kemikalieinnehåll olika återvinningstekniker (ex mekanisk bearbetning följt av spinning av fiber till garn jämfört med inblandning av textilfiber i plastsmälta)
- ⇒ Hur påverkar otillräckligt informationsflöde möjligheten att kunna nyttja gamla textilier som råvara

Dessa aspekter bör resultera i underlag för beslut som baseras på begriplig och effektiv systematik, om något specifikt material/produktsegment bör sorteras ut ur framtida avfallsströmmar före en viss återvinningsteknik samt klara indikationer på materialfraktioner som är lämpliga för specifika återvinningstekniker samt applikationsområden för det resulterande materialet.



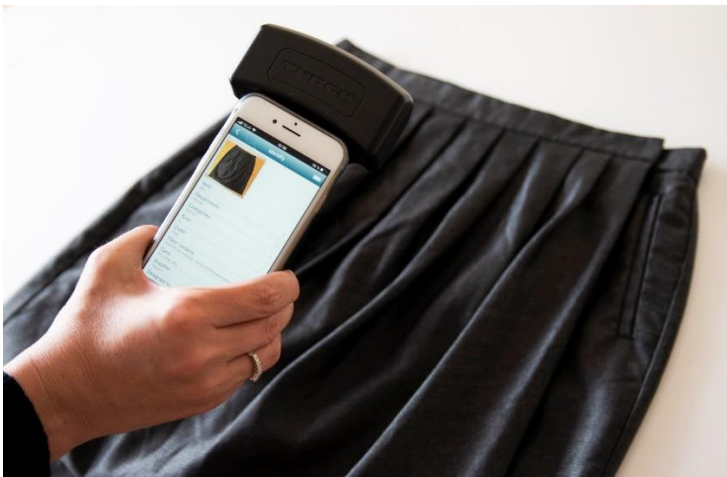
Figur 8

Schematisk bild över utmaningar relaterade till kemikalier (i rött) i textiliers livscykel. Idag sker vanligtvis textilproduktion (inom streckade linjer) utanför Europa, vilket påverkar kommunikationen i värdekedjan¹⁶ (engelsk text).

I ett flertal rapporter utgivna av Kemikalieinspektionen¹⁷⁻¹⁹ diskuteras giftfria och resurseffektiva kretslopp samt kemikalier i textil. RISE (f.d. Swerea IVF) har lämnat bidrag till två av dessa rapporter, bland annat avseende den screening-studie som återfinns i KEMIs rapport 3/15¹⁷, där kemiska ämnen med relevans för textil listats och utvärderats. Arbete har utförts avseende att identifiera farliga ämnen samt att gruppera dessa. För att dessa sammanställningar ska vara möjliga att praktisera krävs dock att de olika ämnesgrupperna relateras till specifika textila material. Framförallt funktionskemikalier är ”designade” för specifika textila material, vilket innebär att de inte kan appliceras på andra textila material än de material de är avsedda för (materialkompatibla kemikalier). Den miljönytta som skapas kan skapas nationellt och/eller internationellt. I en färsk studie över olika alternativ för att hantera textilavfall har miljönyttan av ett antal befintliga tekniker för återvinning av textil studerats och jämförts²⁰. Med de antaganden om fibermix som har gjorts och i ett scenario med återanvändning samt återvinning av 1 ton textilavfall skulle miljönyttan jämfört med dagens hantering (mestadels förbränning med energiåtervinning) uppgå till 4,7 ton koldioxidekvivalenter, 540 kubikmeter vatten samt 66 GJ energi. Miljönyttan beror naturligtvis på vilken nyproducerad resurs (material eller energi) som det återvunna materialet ersätter. Det är viktigt att kunna säkerställa att den textil som används som sekundär råvara är säker för avsedd tillämpning vilket i sin tur leder till ökad acceptans för återvunnet material som råvara, banar väg för effektivare kommersialisering samt snabbare access till nya marknader. Vidare är hantering av eventuellt skadligt innehåll av kemikalier i textilt material en förutsättning för att skapa en cirkulär ekonomi och samtidigt nå det svenska miljökvalitetsmålet Giftfri Miljö. Här kan enbart en kvalitativ uppskattning av miljö/hälso-nyttan göras, då det rör sig om ämnen med vitt skilda egenskaper såsom allergiframkallande, hormonstörande, cancerframkallande eller miljöfarliga egenskaper, som kan finnas i relativt hög koncentration i textila varor. Vad gäller teknikområdets förväntade tillväxtpotential beror en bedömning av potentiella volymer, och därmed genererad omsättning, naturligtvis på hur olika framtidsscenarier antas se ut.



Användning av digitala informationsbärare (RFID-taggar) integrerade i plagg har potential att kraftigt öka framtida spårbarhet och transparens i hela försörjningskedjan, samt underlätta efterföljande sorteringsprocesser inför återvinning. Detaljhandeln för kläder och hemtextil omfattar komplexa textilmaterial som består av många fibertyper med olika färgsystem och ytbehandlingsmetoder. För att få spårbarhet och säkerställa en effektiv sorteringsprocess, som kan ta hänsyn till fiberkomposition och kemiskt innehåll i använda textilier, behövs nya adaptiva metoder för identifiering av textilprodukter. Initiativ pågår (RISE och partners, se appendix) avseende att titta på möjligheterna att integrera digitala informationsbärare, som exempelvis RFID, i textila produkter. Digitala informationsbärare som är integrerade i plagg har potential att öka transparens och spårbarhet i hela värdekedjan, från produktion till end-of-life. Implementering av denna typ av teknologi skulle radikalt ändra förutsättningarna för framtidens textilhanteringssystem.



Figur 9

Möjligheter för digital märkning av textila produkter. RFID-tekniken har utvecklats snabbt de senaste åren och är en mycket attraktiv potentiell lösning för textilmaterial.

En RFID-taggar kan ge access till en stor mängd data och läses när den befinner sig inom en läsares räckvidd. Vid läsning kan etiketten placeras mitt i plagget och täckas med tyg (integrerad) utan att påverka läsningens kvalitet. Detta underlättar avsevärt hantering jämfört med exempelvis streckkod / QR-system, som varken kan läsas från avstånd eller bära samma mängder data. Dessutom måste streckkodsmärkning plockas ur plagget och visas för läsaren, vilket inte är fallet för RFID. Ett RFID-system kan användas adaptivt och tillåta sortering av textilier baserat på angivna parametrar. Systemet skulle t ex sortera ut textilier som innehåller en viss oönskad kemikalie, som reglerats sedan plagget producerades. Alternativt skulle det vara möjligt att sortera på "enkla" parametrar såsom färger och storlekar (för återanvändning) eller på processparametrar, såsom det använda färgningssystemet (t ex användbart för kemisk återvinning genom depolymerisering). Tekniken skulle snabbt och effektivt sortera ut textilier i ett brett spektrum av fraktioner enligt de valda parametrarna, vilket ger tillgång till textilvolymmer lämpliga för olika typer av återvinningstekniker på ett mycket effektivt, snabbt, korrekt och säkert sätt med mycket liten felmarginal.

2.3 Återvinningsstekniker

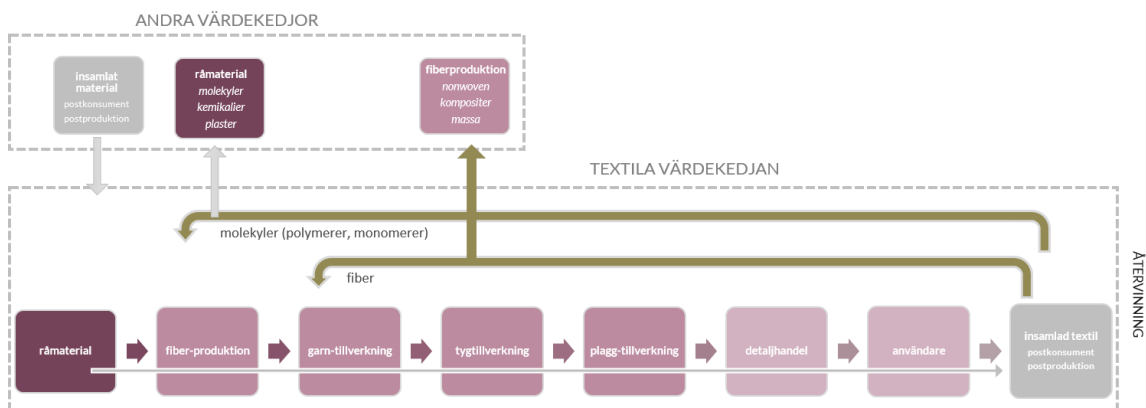
2.3.1 Forskningsläget idag

En cirkulär ekonomi innebär att hanteringen av textilt avfall måste skifta från förbränning till återanvändning och återvinning. Enligt avfallstrappan skall återanvändning prioriteras före återvinning, men när textilierna inte längre är lämpliga för återanvändning så skall de återvinnas.

För att åstadkomma en effektiv materialåtervinning av textil så måste framförallt tre utmaningar hanteras; textiliernas varierande kemikalieinnehåll, textiliernas varierande fiberinnehåll, samt den försämring av fiberkvalitet som sker under användarfasen. Dessa utmaningar adresseras på olika sätt för olika återvinningsprocesser, men gemensamt för dessa är att de måste vara hållbara både ekonomiskt, miljömässigt och socialt.

Med tanke på den textila materialströmmens komplexa sammansättning så är det tyvärr inte möjligt för en enda process att lösa det globala behovet av textilåtervinning. Istället krävs det tillgång till en palett av flera olika tekniker som tillsammans bidrar till att nyttja den fulla potentialen av textilt avfall. Det är också nödvändigt att arbeta med resurseffektiva system som rör sig över material- och branschgränser, och kan erbjuda ett utbyte av material mellan textil-, plast-, komposit- och nonwoven-applikationer.

I den här rapporten fokuserar vi främst på forskning som bedrivs inom mekanisk fiberåtervinning och kemisk återvinning av textiliernas molekyler (Figur 10).

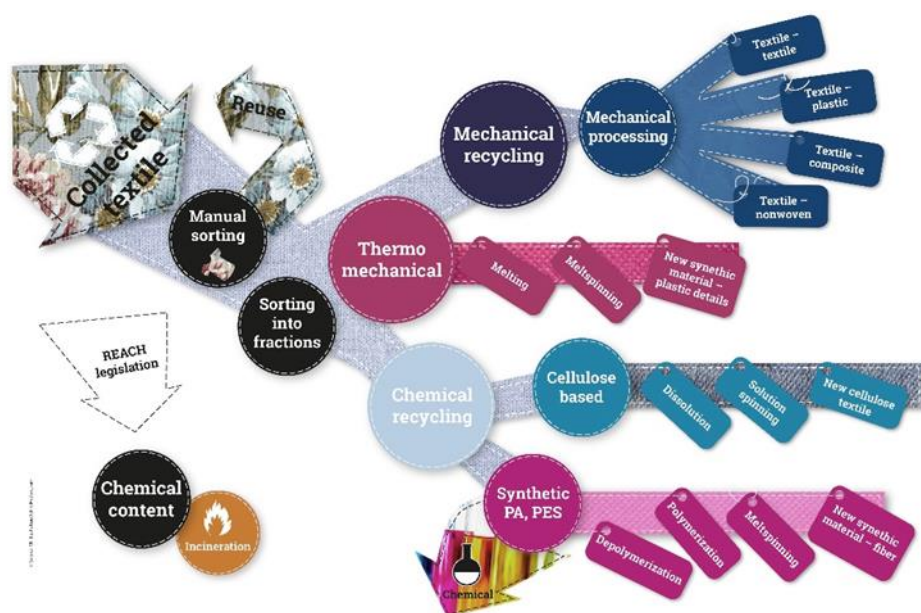


Figur 10

Schematisk bild över olika återvinningsvägar för textil, där fokus i den här rapporten ligger på de grönmärkade pilarna, mekanisk fiberåtervinning och kemisk återvinning av molekyler (monomerer och polymerer).

2.3.1.1 Mekanisk fiberåtervinning

Den enklaste och minst energikrävande återvinningstekniken för både natur- och syntetfiber är mekanisk fiberåtervinning. Globalt är mekanisk fiberåtervinning en etablerad, kommersiell process för produktion av mer lågvärdiga slutprodukter. När vi diskuterar mekanisk återvinning i Sverige är målsättningen slutprodukter av betydligt högre kvalitet, inklusive återvunnet garn. Kvaliteten på de återvunna fibrerna beror på ingående material vilket betyder att påverkan i användningsfasen är av stor vikt, samt att höga krav ställs på metoder för insamling och sortering eftersom en felaktig hantering i hög grad har betydelse för hur väl efterföljande processer kommer att fungera. I mekaniska processer är kvalitén och konstruktionen av ingående material styrande när det gäller parametrar såsom resulterande fiberlängd hos återvunnen fiber. Det av stor vikt att visa på tillämpningsområden för återvunna material då dessa naturligtvis kommer att variera beroende på fibertyp såväl som det textila materialets ursprung, detta kommer att i hög grad påverka processen uppströms och sorteringsprocessen speciellt (Figur 11). Även om vi har mycket god kontroll på produktion av fiber för textilapplikationer, så innebär inte det att producerade material återförs till systemet i ren form. I själva verket består textila material till största delen av blandade fiberslag i producerat tyg, vilket innebär att fossilbaserade och biobaserade material är blandade.



Figur 11

Sammansättning hos insamlad textil och potentiella tillämpningsområden (engelsk text).

I takt med att textilen används och utsätts för slitage bryts den ner vilket kan göra den olämplig för ursprungsapplikationen men utmärkt i en annan produkttyp. Utveckling av nya, innovativa återvinningsmetoder, där man tar till vara högsta möjliga materialvärde från de textilfraktioner som samlas in, är en förutsättning för optimal hantering av textil för materialåtervinning. Målet är att lämna dagens situation som är präglad av låg återvinningsgrad och lågvärdig prestanda hos återvunna produkter för att istället åstadkomma hög återvinningsgrad och högvärdiga sekundärprodukter. Det är en absolut

nödvändighet att demonstrera materialets potential för att nå målet om resurseffektivitet och ökad återvinning. För att vinna acceptans och kunna etablera sig på marknaden måste återvunna produkter vara ekonomiskt och miljömässigt konkurrenskraftiga jämfört med jungfruliga alternativ. De senaste åren har behovet av textilåtervinning blivit tydligt för såväl industri som myndigheter och teknikutvecklare.

Det första man tänker sig när man pratar om mekanisk återvinning av textil är troligen återspinning av textilfiber till nytt garn (Figur 12 och 13). I de fall där detta är möjligt är det absolut den väg man ska ta förutsatt en positiv miljö- och ekonomianalys. Med tanke på den stora andel blandfiber som finns i spill såväl som postkonsumentmaterial så är dock detta inte alltid en farbar väg. Alternativa lösningar är då att undersöka tillämpningar inom andra materialkategorier. Som exempel kan här nämnas att vissa elasthan-innehållande polyamider kan producera plastdetaljer med hög kvalitet. Textilfiber kan med goda resultat fungera som fiberförstärkning i termoplastiska kompositmaterial. Återvunnet textilmaterial har också en stor potential som råvara vid produktion av produkter inom kategorin nonwoven.



Bild 12 Rotorspinning av återvunnen fiber.

Bild 13 Mekaniskt bearbetad textil.

Vid mekanisk återvinning av textilfiber bearbetas det textila materialet i en textiliriv. I denna process avlägsnas först metall- och plastdelar såsom dragkedjor och knappar. Därefter klippas materialet upp i mindre bitar som matas in i rivningsprocessen. Det första steget är en öppning av det textila materialet med hjälp av en vals med grövre taggar. Här börjar fiber friläggas ur textilen, och i de fall där öppningen inte är tillräcklig, återförs textilen till öppningssteget för att gå igenom detta processteg ytterligare en gång.

Då materialet passerat öppningen följer ett antal processteg där fiber friläggs under passage genom valsar med finare taggar (Figur 14), vanligen används 6–9 sådana valsar.

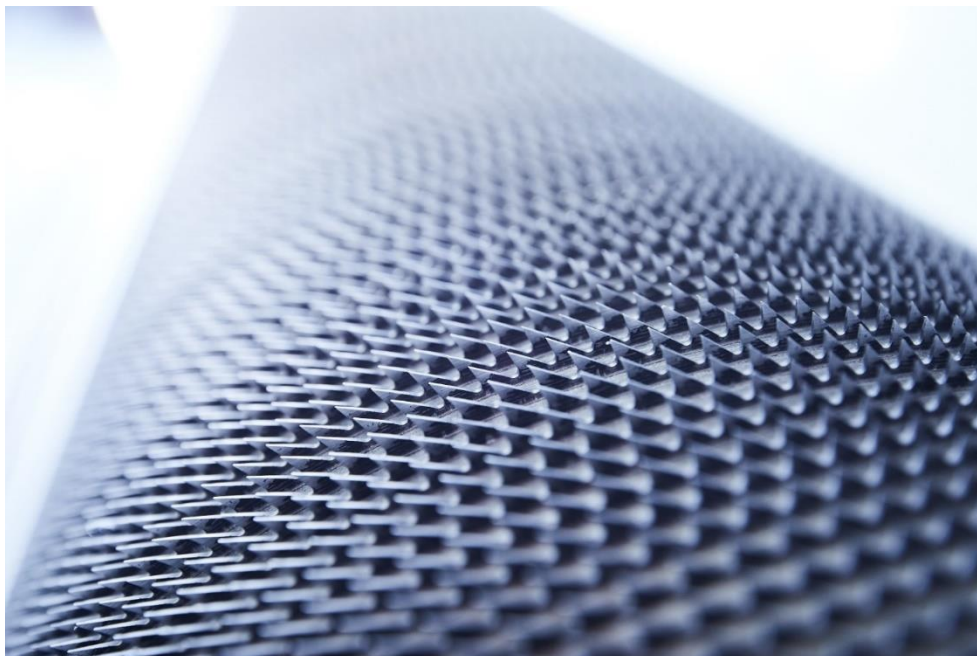


Bild 14

Riv-vals för mekanisk bearbetning av textil för materialåtervinning.

Det färdiga materialet kan sedan bearbetas vidare till någon av de tidigare nämnda materialkategorierna. Vid mekanisk bearbetning på detta sätt utsätts materialet givetvis för en påverkan som medför att fibrerna blir kortare. Naturfiber och syntetfiber påverkas i olika grad, men även textilens konstruktion har stor påverkan på slutresultatet. Det är naturligtvis en målsättning i denna process att bibehålla fiberlängden i största möjliga utsträckning för att kunna producera återvunnet garn av hög kvalitet. Vid återspinnning till garn kardas textilfibermassan till ett flor som eventuellt även går genom ytterligare steg för att avlägsna kortfibrigt material, därefter produceras en så kallad sliver som matas in i en ring- eller rotorspinningsprocess.

Det är teoretiskt möjligt att smältspinna återvunnet material av dessa materialslag, dock ställer denna återvinningsmetod mycket stora krav på renhet hos ingående material. Metoden tolererar exempelvis inte kontamination i form av ytbehandling eller damm och smuts. Ingående råvara måste vara fri från elastan och beträffande polyamid (PA) så får den fraktion man ska smältspinna absolut inte vara blandad. Det är alltså inte möjligt att smältspinna blandningar av exempelvis PA 6 och PA 6,6 till ny textilfiber. I dagsläget är det svårt att använda sig av denna teknologi för att återvinna textil till ny textilfiber. Dessutom är det även här en förutsättning att nya, effektiva och specifika sorterings teknologier tas fram för att smältspinning ska vara en möjlig väg. Ett problem med denna teknologi är också färgen på utgående material, eftersom det via smältspinning inte är möjligt att avlägsna ingående pigment.

2.3.1.2 Kemisk återvinning

Textilfibrer är uppbyggda av långa molekyler som tillsammans bildar textilfibern. I en kemisk återvinning är avsikten att ta till vara på textilernas molekylära beståndsdelar. Med de återvunna molekylerna kan sedan en ny textilfiber med önskad kvalité skapas, men även helt andra material kan byggas utifrån molekylerna.

Genom en kemisk process tillgängliggörs textilfibrernas molekyler, så att de sedan kan förädlas vidare. Det finns flera olika initiativ för att kemiskt återvinna textil, där huvudsakligen den textila inputen och kemin skiljer sig åt, men väldigt få har ännu nått marknaden. Orsaken är de utmaningarna som nämns i början av det här kapitlet samt i kapitel 3.1. Tre olika angreppssätt för att kemiskt återvinna textil beskrivs nedan, för två av de vanligaste fibertyperna bomull (27 % av textilfibrerna globalt) och polyester (55 % av textilfibrerna globalt), samt för dess blandning.

Bomull är en naturfiber som skapas av naturen och består av molekylen cellulosa. Bomullsfibern kan inte efter att ha blivit utsliten återskapas av oss människor till sin ursprungliga fiberstruktur. Men den kan, å andra sidan, lösas upp för att frigöra och nyttja cellulosamolekylerna. De kan efter att ha lösts upp spinnas till så kallad regenatfiber, som lyocell eller viskos (Figur 16). Dessa regenatfibrer görs idag vanligtvis genom att man löser upp cellulosa från träd. Förutom de kommersiella metoderna för att skapa lyocell och viskos, så finns det mycket forskning som utvecklar helt nya regenatfibrer med hjälp av nya innovativa lösningsmedel, med målet att sänka de miljömässiga och ekonomiska kostnaderna ytterligare.

Polyester är en konstfiber, som till skillnad från bomull bildas av oss människor (Figur 15). Polyestrar kan därför återskapas till sin ursprungliga fiberstruktur efter att de slitits och förlorat kvalité. Huvudsakligen så återvinns polyester kemiskt på tre sätt: genom att direkt omsmältas och spinnas (vilket kräver mycket hög renhet), genom att man bygger på de slitna (förkortade) molekylerna och förbättrar polyesterfibern, eller genom att man bryter ner polyesterfibern till sina minsta molekylära beståndsdelar och sedan bygger upp nya långa molekyler och en polyesterfiber till önskad kvalité.

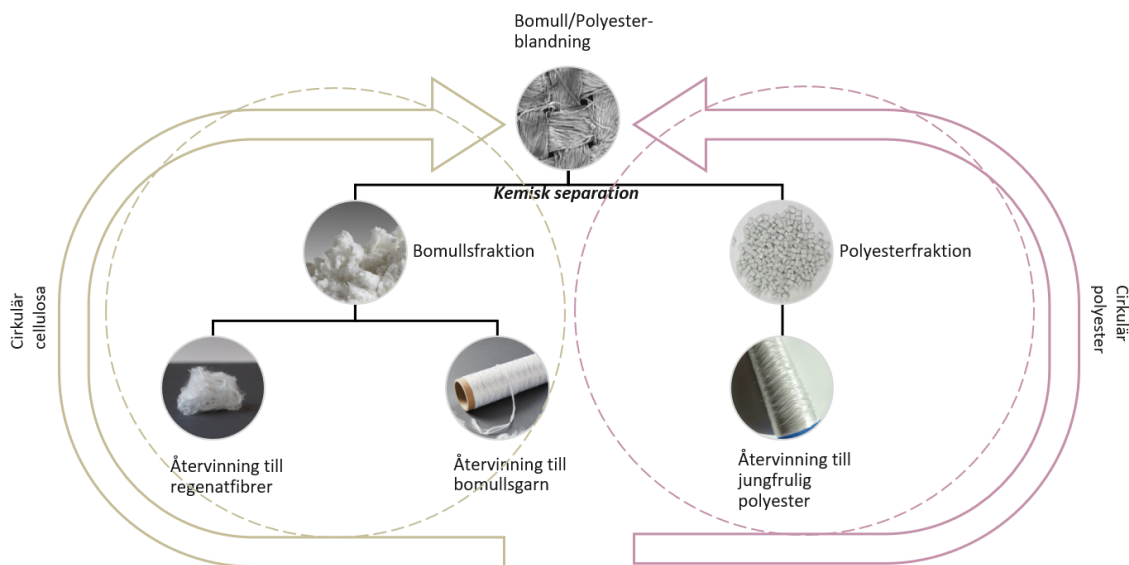


Bild 15
Polyestergranulat som kan omsmältas till plastmaterial.



Bild 16
Upplöst cellulosa som kan våtspinnas till regenatfibrer.

Idag är fiberblandningar mycket vanligt. Om man bara tittade på fiberblandningar utifrån ett återvinningsperspektiv, så skulle de vara svåra att motivera. Men blandningar kan ibland ha en positiv inverkan på textilens livscykel, som t ex blandningen bomull/polyester. Den håller längre och kräver mindre energi vid torkning än tyg av bara bomull, tack vare polyesterns styrka och oförmåga att ta upp vatten. Samtidigt som blandningen ändå har de attraktiva egenskaperna från bomull i form av transport av fukt och mjukhet. Polyester/bomull är därför en väldigt vanlig blandning, framförallt i servicetextil som hotell- och sjukhuslakan och handdukar. I en kemisk återvinning behöver olika fibertyper separeras för att varje fibertyp skall kunna återvinnas till bra kvalitet (Figur 17). Det finns flera initiativ som tittar på hur fibertyper kan separeras och återvinnas var för sig. De bygger ofta på att man löser ut eller plockar isär en av fibertyperna, medan man behåller den andra i sin fiberform.



Figur 17

Generell schematisk bild över separation och återvinning av bomull och polyester från en bomull/polyester-blandning. Bilden exemplifierar några av flera möjliga vägar att separera och återvinna bomull och polyester.

2.3.2 Aktiviteter i Sverige

Sverige är ett land som ligger i framkanten när det kommer till textil och mode, vilket även återspeglas inom forskningen. Det finns flera aktiviteter in återvinning av textil, både mekaniska och kemiska.

RISE och Textilhögskolan i Borås driver tillsammans en testbädd för textilåtervinning. Den baseras på mekaniska metoder, och har som syfte att fungera som ett nationellt center där flera olika aktörer kan utveckla innovativa återvunna material med högt värde. Testbädden kombinerar RISEs expertis och utrustning inom textila och polymera material, med Textilhögsskolans kompetens inom textil produktion, design och affärsmodeller.

Inom kemisk återvinning så finns det även flera initiativ. Re:newcell, som startades med idéer från forskare på Kungliga Tekniska Högskolan i Stockholm, driver idag en fabrik i Kristinehamn med kapacitet att producera 7000 ton dissolvingmassa från återvunnen bomull. Företaget presenterade 2014 en gul klänning gjord helt från textilfibrer från deras återvinningsteknik, vilket var första gången i världen som ett plagg gjort av kemisk återvinning visades upp.

Från RISE drivs flera forskningsprojekt med ändamålet att separera och återvinna blandtextil, främst bomull/polyester, men även andra blandningar innehållande t ex regenatfibrer, polyamid och elastan. 2014 startade projektet Blend Re:wind inom forskningsprogrammet Mistra Future Fashion²¹. Blend Re:wind är ett samarbete mellan RISE, Södra och Chalmers. Projektet separerar bomull och polyester genom att bryta ner polyestern till dess molekyllära byggstenar och omvandla bomullen till en regenatfiber. En nyckelidé i projektet är att använda sig av kemi som redan används i skogsindustrin, så att processen skulle kunna integreras med redan befintliga processer och därmed minimera de höga kostnader, både ekonomiska och miljömässiga, som är relaterade till nya processinvesteringar. 2017 visade projektet upp att de kunde gå hela vägen från ett uttjänt hotellakan av polyester och bomull, till nya viskosfibrer skapade av den återvunna bomullen i lakandet. Inom Mistra Future Fashion har projektet Re:Mix undersökt hur man med hjälp av specifika enzym kan bryta ner polyamid och elastan, och därmed separera och återvinna dem. Ett annat projekt som drivs från RISE är The Regenerator, som 2018 vann H&M Global Change Award. Blend Re:wind och The Regenerator är två olika metoder med samma mål, att separera bomull och polyester.

RISE har även drivit EU-projektet Trash-2-Cash²², vilket haft som mål att återvinna textil genom designdriven innovation, där designers arbetat nära materialforskare och andra aktörer inom värdekedjan. Projektet har tagit fram flera olika prototyper från textilt avfall för att visa hur olika industrier kan skapa nya cirkulära produkter. Ett tredje initiativ som drivs från RISE är NeoCel²³. Forskningsprojektet utvecklar en industriell process för att skapa regenatfibrer, som skall ha samma kvalité som viskos och lyocell, men i en mer hållbar tillverkningsprocess. I projektet används både träbaserad råvara och uttjänt bomull som startmaterial, och processen skall precis som Blend Re:wind passa befintlig industri för att minimera investeringskostnader.

Oavsett återvinningsteknik kommer materialspecifik sortering i kombination med transparens och spårbarhet avseende t ex kemikalieinnehåll att vara avgörande för ett framgångsrikt cirkulärt system. Dagens sortering som sker uteslutande för hand är helt

inriktad på second hand och återbruk och klarar inte av att uppfylla de krav som kommer att ställas på sortering i framtiden. För att adressera detta drivs ett antal initiativ för att etablera automatiserad sortering som ett komplement till handsorteringen. SIPTex-projektet ("Svensk innovationsplattform för textilsortering") som drivs av IVL i samarbete med Tomra, ett flertal modeföretag och RISE utvecklade en automatisk sorteringsmetodik baserad på NIR-spektroskopi (Near Infra-Red) och visuell spektroskopi (VIS). Denna teknik analyserar en artikels yta och kan i vissa fall avgöra textiliers sammansättning (Figur 18).



Figur 18

SIPTex sorteringsanläggning i Avesta. Bilden är tagen av IVL.

Samma teknik används av FiberSort, en semikommersiell sorteringsmaskin som marknadsförs genom belgiska Valvan Baling Systems, och som i nuläget testas av Wargön Innovation i Vänersborg. NIR-tekniken är en snabb och tillförlitlig metod att sortera ut vissa specifika materialsammansättningar. Den behöver i motsats till den ovan nämnda RFID-tekniken ingen digital informationsbärare eller uppströms hantering av data. Dock finns det ett antal nackdelar med NIR-utrustningarna som gör att de med största sannolikhet kommer att behöva användas som komplementär teknik till RFID. NIR-tekniken kan inte säga något om kemikalieinnehåll i en produkt eftersom enbart de dominerande materialen (på ytan) kan detekteras. Detta gör också att tekniken har svårt att med tillräcklig känslighet identifiera fiberblandningar, vilket är mycket vanligt inom textilindustrin. En annan nackdel med NIR-tekniken är att den just är ytspecifik, d.v.s. den analyserar bara den yta som belyses av detektorn. Ett komplext plagg, som en fodrad jacka, kavaj, eller ett plagg sammansatt av flera tyger riskerar att sorteras helt fel, beroende på vilket material som presenteras för detektorn. Med största sannolikhet kommer en framtida effektiv sorteringsanläggning att behöva använda sig av såväl RFID (eller motsvarande digital teknik), som NIR (för omärkta artiklar) och handsortering (för återbruk).

2.3.3 Aktiviteter internationellt

Även internationellt är fokuset stor på att lösa problemet med det textila avfallet¹, vilket återspeglas i flera olika initiativ globalt.

Mekanisk återvinning görs i kommersiell skala hos ett flertal aktörer, men där de återvunna materialen ofta håller lägre kvalitet än jungfrulig råvara. Ett exempel är tyska SOEX vars filosofi är "zero-waste". I deras affärsmodell är nyckelorden återbära, återanvända, återvinna och forska. Tillsammans med I:Collect samlar de in textilier, ofta genom boxar i affärer, vilka sorteras efter potential. De textilier som inte kan återbäras eller återanvändas, återvinns mekaniskt. Ett annat exempel är schweiziska TexAid som också samlar in och sorterar för återanvändning eller återvinning av textil.

Inom kemisk återvinning finns det få initiativ som nått kommersiell skala, men många aktörer som har blicken inställd på att nå dit.

Österrikiska Lenzing som är en stor tillverkare av lyocell (under namnet Tencel™) och viskos (under namnet EcoVero™), tillverkar även en ny Tencel™ fiber med sin REFIBRA™ teknik, vilket innebär att Tencelfibern är en mix av återvunnen bomull och jungfrulig träråvara.

Finska Infinited Fiber²⁴ grundades på VTT Technical Research Centre of Finland. Deras råmaterial är cellulosa från textil, kartong och jordbruksavfall, och tekniken bygger på tre steg: fiberseparation, upplösning av cellulosa materialet och spinning till nya regenatfibrer. På Aalto och Helsinki University i Finland utvecklas Ioncell-processen²⁵, som är en ny kemisk process baserad på ett effektivt joniskt lösningsmedel för att tillverka regenatfibrer från cellulosa. I processen är det möjligt att använda uttjänt bomullstextil som startmaterial. I Holland utvecklar SaXcell, vilket är en förkortning av Saxion cellulose²⁶, nya regenatfibrer från kemiskt återvunnet bomullsavfall.



Blandningar av bomull och polyester är vanliga, och det finns initiativ som försöker utveckla återvinningsprocesser för dessa. Två initiativ är Worn Again Technologies i Storbritannien och The Hong Kong Research Institute of Textiles and Apparel (HKRITA). Worn Again separerar, avlägsnar kontamination och extraherar polyester och bomull för att skapa nya produkter från varje material. HKRITA använder en hydrotermisk process bestående av endast värme, vatten och en nedbrytningsbar kemikalie, för att separera bomull och polyester.

För konstfiber som polyester och polyamid finns det kommersiella kemiska återvinningsmetoder på marknaden, men även initiativ som vill förbättra återvinningsmöjligheterna ytterligare. I Japan finns företaget Teijin som återvinner polyester från olika polyesterprodukter, såsom PET-flaskor, för att tillverka återvunnen polyestertextil under namnet Eco Circle™ Fibers. I Holland finns Ioniqa²⁷ som med smarta lösningsmedel återvinner främst plastavfall av PET (främst flaskor) till ny återvunnen polyester, men som har siktet inställt mot att kunna ta in textilt polyesteravfall i sin process. I USA utvecklar Ambercycle²⁸ en teknik som producerar nya polymerer av jungfrulig kvalitet från textilt plastavfall. Polymererna konverteras till fiber, garn och textilier.

Det finns främst två typer av polyamid (PA): PA 6 och PA 6,6. PA 6 är vanlig i tex fisknät och mattor, medan PA 6,6 ofta hittas i sportkläder och underkläder. Idag kan man endast återvinna PA 6 kommersiellt, vilket bland annat italienska Aquafil gör. Aquafil producerar den återvunna produkten Econyl® från nylon 6-avfall. Även stora internationella producenter av nylon, som Dupont, Toray och Hyosong, ser över hållbarhetsaspekter och möjligheter till att börja återvinna sina producerade material.

3 Utmaningar för att nå målbilden

3.1 Från innovation till kommersialisering

Vi är i nuläget relativt långt från att i kommersiell skala realisera den målbild som beskrivs i kapitel 1, men faktum är att många av de pusselbitar som behövs redan existerar, dock ofta i lab- eller pilotskala. I många fall handlar utmaningen med andra ord mindre om att ta fram nya tekniska lösningar än att skala upp, etablera och kombinera lösningar som redan utvecklats. En knäckfråga i sammanhanget är vad som ibland kallas textilåtervinningsens Moment 22. Detta innebär t ex att många av de återvinningstekniker som idag existerar i liten skala behöver skalas upp till semikommersiell eller fullskalig produktion, vilket kräver både kapital och vilja till risktagande. Eftersom den råvara som en sådan process skulle behöva matas med idag oftast inte finns tillgänglig då dagens insamlingsvolymerna och sorteringsmetodik inte är lämpad för detta ändamål är det dock svårt att motivera sådana investeringar. Omvänt, varför ska någon ändra sin insamling och sortering då det inte finns någon storskalig mottagare av materialet? Intresset från industrin att använda textilspill och avfall i nya produkter är stort, men hur ska man motivera en satsning på dessa material när ingen storskalig materialförsörjning finns på plats? För att etablera det cirkulära och resurseffektiva materialflödessystem som beskrevs i kapitel 1 krävs en gemensam, branschöverskridande satsning. Här kan politiska insatser och styrmedel ha avgörande effekt för att stimulera, motivera och koordinera en sådan satsning.

Förutom behovet av en samordnad satsning på uppskalning av komplementära tekniker, infrastruktur och metodik är frågan om kemikalier och transparens av avgörande betydelse. För att industrin ska kunna använda återvunna material i sina produkter måste man kunna få tillgång till återvunnen råvara där man kan garantera att kemikalieprofilen inte överstiger givna gränsvärden. Dessutom krävs tillgång till stora volymer rimligt prissatt råvara som märkts eller certifierats för att garantera konsekvent materialprestanda. Med andra ord kommer dokumentation och informationsöverföring längs materialets hela livscykel att vara helt avgörande för ett framtida cirkulärt materialflöde.

3.2 Styrmedel

Styrmedel behövs för att samhället skall driva på människor och organisationer att ändra beteende och livsstil för att öka takten mot hållbar utveckling inom en rimlig tid. Ett bra utformat styrmedel kan mycket väl ha en positiv effekt på textiliernas miljöpåverkan. Naturvårdsverket har på uppdrag av regeringen tagit fram förslag för hur hanteringen av textilier kan göras mer hållbar. Förslagen ska styra mot lång livslängd och ökad återanvändning av textilier och materialåtervinning av textilavfall, giftfria kretslopp samt en mer hållbar konsumtion och produktion. I uppdraget som Naturvårdsverket redovisade till Miljö- och Energidepartementet den 26 september 2016 föreslås ett paket av åtgärder och styrmedel. Paketet riktar sig till alla delar av textilhanteringen från produktion till konsumtion och avfallshantering. Åtgärdsförslagen, som kompletteras varandra och helst bör genomföras samordnat, finns summerade nedan. Mer information och åtgärds paketet och uppdraget finns på Naturvårdsverkets hemsida²⁹.

Naturvårdsverket föreslår ett nytt lagkrav att sortera ut textilavfall från annat avfall. Detta kan genomföras på två sätt:

1. Utsorteringskrav införs i avfallsförordningen. Detta innebär att kommunen ska samla in textil i en separat fraktion. Insamlingen kan kommunen utföra i egen regi alternativt överlåta insamlingsuppdraget till en annan aktör.
2. Ny förordning om producentansvar samt nödvändiga följdändringar i annan lagstiftning. Miljönyttan bedöms vara lika stor oavsett vem som ansvarar för insamlingen. Detta då textilavfallet skulle hanteras enligt avfallshierarkin och båda alternativen är genomförbara. Ett producentansvar är mer komplicerat att införa och kan eventuellt medföra en större risk för negativa konsekvenser för second hand-aktörer, jämfört med att låta ansvarsförhållanden kvarstå som idag och enbart ändra i avfallsförordningen. Den samhällsekonomiska kostnaden blir högre med ett producentansvar, till följd av administrativa kostnader för producenter. Ett producentansvar uppfyller dock i högre utsträckning principen om att förorenaren betalar (Polluter Pays Principle, PPP). Ett producentansvar skulle även kunna underlätta för producenterna att använda avfallet som en råvara för ny textilproduktion vilket eventuellt på lång sikt kan skapa incitament för att skapa mer återvinningsbara produkter.

I korthet så föreslår Naturvårdsverket följande åtgärder:

- Naturvårdsverket och Kemikalieinspektionen avser bjuda in aktörer inom textilbranschen till en dialoggrupp. Syftet är att på frivillig väg bidra till minskad miljö- och hälsopåverkan från produktion till konsumtion och till nya samverkansformer mellan handeln och konsumenterna. Där det finns en enighet kan branschen och myndigheterna gemensamt driva frågorna på EU-nivå och internationellt.
- Att Tillväxtverket ges i uppdrag att genomföra en riktad insats i syfte att stödja utvecklingen av hållbara affärsmodeller genom finansiella bidrag till små och medelstora företag i textil- och modebranschen.
- En utredning om hur juridiska hinder kan avhjälpas så att offentliga aktörer ska kunna bidra till ökad återanvändning och ökad materialåtervinning av textilier.
- En informationsinsats riktad till konsumenter om textilkonsumtionens miljö- och hälsopåverkan. Insatsen föreslås genomföras som ett regeringsuppdrag till Konsumentverket i samverkan med flera myndigheter.

Precis som naturvårdsverket föreslår, så är producentansvar även ett av två av identifierade styrmedel som lyfts i en rapport av Elander et al.³⁰ från forskningsprogrammet Mistra Future Fashion. I rapporten har två styrmedel, producentansvar och en textilfiberavgift ”refunded virgin payments” (RVP), valts ut baserat på input från intressenter, möjlighet att komplettera utveckla Naturvårdsverkets förslag samt för att bredda diskussionen runt styrmedel. Förslagen har sedan analyserats utifrån deras potential till att ha en positiv effekt på ökad textilåtervinning, där båda visade sig att god potential.

3.2.1 Producentansvar

Producentansvar, på engelska extended producer responsibility EPR, är ett styrmedel för att uppnå miljömålen. Tanken är att det ska motivera producenterna att ta fram produkter som är mer resurssnåla, lättare att återvinna och inte innehåller miljöfarliga ämnen³¹.

Konceptet och begreppet grundades 1990 av Lindhqvist och Lidkvist, och i en rapport till svenska miljödepartementet 1991, och utvecklades tio år senare till definitionen:

“Extended Producer Responsibility is an environmental protection strategy to reach an environmental objective of a decreased total environmental impact from a product, by making the manufacturer of the product responsible for the entire life-cycle of the product and especially for the take-back, recycling and final disposal of the product”

Idén med producentansvar är att skifta ansvaret till producenterna istället för kommunerna, och att få producenter att beakta hållbarhetsaspekter av de produkter de sätter till marknaden. Det finns flera olika aspekter inom producentansvar, både administrativa (som insamling av produkter eller mål med återvinning), ekonomiska (som skatter eller återbäringssystem) och informativa (som märkning eller rapportering till myndigheter).

I rapporten från Elander et al.³⁰ så har ett system för producentansvar utvecklats med potential att ge effekt i hela värdekedjan, med huvudfokus på att öka fiber-till fiberåtervinning. Nio aspekter av producentansvaret beskrevs och utvärderades:

- Insamlingskrav
- Finansiella mekanismer som reflekterar kostnaden av att återvinna speciella fibrer
- Finansiella mekanismer som bidrar till utveckling av fiber till fiberåtervinning
- Mål för minskad mängd textil i restavfall
- Tillgängligt insamlingssystem och informationskrav
- Förberedelse för återanvändning och återvinning
- Samråd med involverade aktörer/intressenter
- Övervakning och efterlevnad
- Obligatoriskt producentansvar

3.2.2 Andra styrmedel för cirkulär textil

Förutom producentansvar så finns det även andra styrmedel som diskuterats för att främja hållbar textil. Som nämnts ovan så är ”refunded virgin payments” (RVP) ett annat möjligt styrmedel som lyfts i rapporten från Elander et al.³⁰ Styrmedlet, som skulle kunna översättas till textilfiberavgift på svenska, innebär en två-steps princip där alla företag som bidrar till textila föroreningar betalar en avgift för användandet av exempelvis jungfruliga textilfiber, och sedan återbetalas producenter som använder en stor andel återvunnet material i förhållande till sin produktion. Styrmedlet är inspirerat av det svenska NO_x-systemet som innebär att företag som bidrar till minskade utsläpp gynnas, medan företag som förorenar mer står för en större kostnad.

Målet med ett RVP system skulle enligt Elander et al.³⁰ vara att med ett ekonomiskt incitament stimulera användandet av återvunna fibrer och därmed öka andelen återvunna fibrer i textila produkter på svenska marknaden. Vidare föreslås i rapporten hur ett RVP-system skulle kunna arbetas fram för textil, som till skillnad från svenska NO_x systemet är mer komplext på grund av den globala produktionen och det heterogena materialet.

Inom forskningsprogrammet Mistra Future Fashion har man även tittat på styrmedel som skulle kunna gynna återanvändning specifikt^{32,33}. Styrmedlen som är listade nedan kommer från en studie där en liten grupp intressenter diskuterade styrmedel för ökad återanvändning. Det bör hållas i åtanke att dessa styrmedel togs ut av en liten grupp intressenter, och resultaten bör därför tolkas och användas med försiktighet.

- Moms-/skattelättnader för återbruk, second-hand, reparation och leasing.
- Stöd till second-handbutiker i centrala shoppinggallerior
- Starta-eget bidrag och offentliga medel till kunskapsbanker
- Riktade lönebidrag till dessa affärsmodeller

3.3 Aktiviteter för en textil cirkulär ekonomi

Idag pågår en stor mängd aktiviteter nationellt inom textilområdet. Textildialogen, initierad av Naturvårdsverket och kemikalieinspektionen är ett bra exempel på hur textilrelaterade frågor lyfts nationellt med ett högt deltagande från industri såväl som institut och akademi. Ett annat exempel är STICA, The Swedish Textile Initiative for Climate Action, som är ett nyligen initierat svenskt initiativ där ledande svenska aktörer inom textil- och modeindustrin gått samman för att tillsammans arbeta mot en reduktion av industrins klimatpåverkan och samtidigt stärka sin globala konkurrenskraft. Detta är ett direkt svar på FN:s nyligen lanserade Climate Action in Fashion Initiative, där de parter som åtagit sig att följa denna plan ska reducera sina utsläpp av växthusgaser med 30% fram till 2050. Man vill försäkra sig om att Sverige gör mer än sin del genom att bli världens första klimatpositiva textil- och modeindustri i god tid före 2050.

Det finns också en svensk plattform för textil och mode, Textile & Fashion 2030, som leds av Textilhögskolan i Borås på uppdrag av miljödepartementet. I plattformen har även RISE en betydande roll avseende fokus och utformning. I tillägg till detta finns ett stort antal nationella forskningsprogram och utlysningar som lägger fokus på textila frågeställningar. Även standardiseringen kommer in som en viktig nationell och internationell aktör, och här bör Sverige ta ledningen på textilområdet, precis som varit fallet avseende materialåtervinning av plast. Generellt sett så är frågor kring textil, resurshantering och miljöpåverkan i absoluta fokus idag, det ser vi inte minst genom januariöverenskommelsens punkt 38 där regeringen deklarerar att ett producentansvar för textil kommer att införas och att vi i mycket hög utsträckning ska öka andelen återanvändning och materialåtervinning med hållbarhet som förutsättning och ledstjärna. I tabell 1 i appendix återfinns ett axplock av de initiativ som drivits i och av Sverige sedan 2014, dessa lägger tillsammans en mycket stabil grund för kommande arbete.



3.3.1 Rekommendationer

I Sverige är vi både medvetna och kunniga inom området hållbar textil. Alla initiativ listade i tabell 1 i appendix vittnar om den stora kunskap som genererats och som finns tillgänglig via institut, universitet, högskolor och andra organisationer. Det är viktigt att nyttja och arbeta utifrån den kunskap som finns, för att på bästa sätt bygga ett hållbart system. Ett storskaligt textihanteringssystem med dirigering av textila flöden åt samtliga aktörer i värdekedjan kommer med stor sannolikhet behövas och utgöra en viktig del i en textil cirkulär ekonomi.

För de företag som har specifika frågeställningar eller vill engagera sig mer, så kan författarna till denna rapport bistå med vidare kontakter. Det finns möjlighet att ansluta sig till plattformar, delta i nätverk eller arbeta i forskningsprojekt. Valmöjligheterna är flera och företag och organisationer som är intresserade och engagerade i dessa frågor välkomnas att delta i pågående eller kommande initiativ, där möjlighet också finns att påverka inriktningen på dessa. Det är viktigt att påpeka att företagens utmaningar och frågeställningar är viktiga för den framtida utvecklingen.

Forskningsprogrammet Mistra Future Fashion summerade sitt mångåriga arbete med kommunikationskort innehållande rekommendationer från dess forskare inom olika genrer. Avslutningsvis så återges här nedan några av de rekommendationerna, speciellt relevanta i relation till den här rapporten. Rekommendationerna är översatta av författarna, men kan läsas i original på Mistra Future Fashions hemsida²¹.

Design

- Designa med cirkularitet i åtanke, och bestäm från början om produkten skall vara del av en teknisk eller biologisk cykel. Se då till att allt i designen är kompatibelt med den valda cykeln.
- Fundera på olika sätt att öka värdet på en produkt när den kommit till den punkt då den oftast slängs. Att öka livslängden på ett plagg till det dubbla minskar dess klimatpåverkan med 49%³ (se kapitel 2.1.2.1).

Textilfibers miljöpåverkan

- Ha i åtanke att generella klassificeringar av textilfibrer som ”bra” eller ”dåliga”, oftast är för förenklat. En t-shirt gjort av ekologisk bomull eller ett återvunnet material blir per automatik inte hållbart.
- Tänk på att skillnaden mellan olika leverantörer av textilfibrer ofta är större än skillnaden mellan textilfibrerna i sig. Transparens genom hela produktionen är just nu en mer akut fråga än fiberinnehållet i sig.
- Tänk på att textilfiberproduktionen också beror på energiåtgång och andra material än själva råmaterialet för fibrerna. Sekundära flöden, såsom värme, el, bekämpningsmedel och kemikalier utgör ofta en större mängd än textilfibrernas råmaterial.

Styrmedel

- Ha i åtanke att producentansvar och ”Refunded Virgin Payments”, det vill säga en avgift på jungfruliga fibrer, har visat sig ha en positiv inverkan på fiber-till-fiberåtervinning av textil, tillika generell återanvändning och återvinning av textil.
- Ha i åtanke att styrmedel som t ex innebär moms-/skattelättnader (för återbruk, second-hand, reparation och leasing), starta-eget bidrag och offentliga medel till kunskapsbanker, kan främja mer hållbara affärsmodeller som ger möjligheter för mer hållbar konsumtion.
- Fundera på hur administrativa barriärer kan tas bort och bättre harmonisering av regleringar mellan insamling, förvaring och transport av använd textil ske, för att förenkla insamling och hantering av textil inom en global värdekedja.

Hantering och återvinning av uttjänt textil

- Tänk på att återvinning, både mekanisk och kemisk, bör vara det sista steget för använda textilier, när återbruk, reparation och återförsäljning inte längre är rimligt.
- Tänk på återvinning redan vid produktens design, och om möjligt, använd så få material som möjligt inom en produkt.
- Ha i åtanke att mer transparens är nödvändigt i den textila värdekedjan, och digitala informationsbärare kan underlätta hanteringen av textilier både under och efter deras livstid. Informationsbärare som är universella kan ge stort värde inte bara till återvinningsaktörer, utan över hela värdekedjan. Förutom fiberinnehåll för sortering och återvinning kan de exempelvis innehålla information om design, skötselråd och tidigare ägare.

Gemensamma insatser

- Ha i åtanke att det är komplext att mäta hållbarhet. Livscykelanalys, som används för att mäta den totala påverkan för ett plagg under dess hela livscykel, är en metod för att konkret mäta påverkan. Livscykelanalyser använder data från alla ägare/producenter genom livscykeln, från odling av grödor, produktion, användning och bortskaffande. Det är därför väldigt viktigt att arbeta tvärdisciplinärt och alltid ha ett större systemperspektiv.
- Ha i åtanke att det kan vara krävande och kräver ödmjukhet från samtliga deltagare att ordna möten mellan experter från olika discipliner. Samarbeten mellan akademiker, företag och intressenter kan skapa fantastiska resultat, men det är viktigt att med bra verktyg bygga upp förtroende, förståelse och bilda gemensamma mål.
- Tänk på att vi behöver ett systemskifte - och det kräver samarbete och en koordinerad gemensam insats för att det skall hända.

4 Referenser

- 1 *Ellen MacArthur Foundation. A new textiles economy: Redesigning fashion's future*, <<http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>> (2017).
- 2 Commission, E. *Circular Economy - Implementation of the Circular Economy Action Plan*, <http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm> (2019).
- 3 G Sandin, S Roos, B Spak, B Zamani, G Peters. Environmental assessment of Swedish clothing consumption: Six garments – sustainable futures. (Mistra Future Fashion report, 2019).
- 4 A Beton, e. a. *Environmental Improvement Potential of textiles (IMPRO Textiles)*. (European Union, 2014).
- 5 S Roos, G Sandin, B Zamani, G Peters, M Svanström. *Will clothing be sustainable? Clarifying sustainable fashion*. (Springer Verlag, 2016).
- 6 D Ivanova, G Vita, K Steen-Olsen, K Stadler, PC Melo, R Wood, EG Hertwich. Mapping the carbon footprint of EU regions. *Environmental Research Letters* **12** (2017).
- 7 Quantis. *The World Apparel & Footwear Life Cycle Assessment Database (WALDB)*. <<https://quantis-intl.com/tools/databases/waldb-apparel-footwear/>> (2018).
- 8 A Chapagain, e. a. The water footprint of cotton consumption: an assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries. *Ecological Economics* **60** (2006).
- 9 G Sandin, G Peters. Environmental impact of textile reuse and recycling – A review. *Journal of Cleaner Production* **184** (2018).
- 10 R Earley, K Goldsworthy. Circular Textile Design: Old Myths and New Models. *Designing for the Circular Economy* (2018).
- 11 K Goldsworthy, R Earley, K Politowicz. Circular Speeds: A Review of Fast & Slow Sustainable Design Approaches for Fashion & Textile Applications. *Journal of Textile Design Research and Practice* **6** (2018).
- 12 G Peters, G Sandin, B Spak, S Roos. LCA on fast and slow garment prototypes. (Mistra Future Fashion report, 2018).
- 13 G Sandin, S Roos, M Johansson. Environmental impact of textile fibers – what we know and what we don't know (Fibre Bible part 2). (Mistra Future Fashion report, 2019).
- 14 *Directive 2008/98/EC of the European parliament and of the council* <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0098>> (2008).
- 15 D Rex, S Okcabol, S Roos. Possible sustainable fibers on the market and their technical properties (Fibre Bible part 1). (2019).
- 16 S Roos. *Advancing life cycle assessment of textile products to include textile chemicals - Inventory data and toxicity impact assessment* PhD thesis, Chalmers University of Technology, (2016).
- 17 Kemikalieinspektionen. Kemikalier i textilier – Risker för människors hälsa och miljön. (3, 2015).
- 18 Kemikalieinspektionen. Vägen till giftfria och resurseffektiva kretslopp – en strategi för arbetet i EU och internationellt inom kemikalielagstiftningen. (7, 2016).
- 19 Kemikalieinspektionen. Hazardous chemical substances in textiles – proposals for risk management measures. (8, 2016).
- 20 A Schmidt, D Watson, S Roos, C Askham. Life Cycle Assessment (LCA) of different treatments for discarded textiles. (Nordiska ministerrådet, 2016).
- 21 *Mistra Future Fashion*, <<http://mistrafuturefashion.com/sv/hem/>> (2019).
- 22 *Trash-2-Cash*, <<https://www.trash2cashproject.eu/>> (2019).

- 23 NeoCel, <<http://neocel.eu/>> (2019).
- 24 Infinited Fiber Company, <<https://infinitedfiber.com/>> (2019).
- 25 Ioncell. (2019).
- 26 SaXcell, <<http://saxcell.nl/>> (2019).
- 27 Ioniqa. (2019).
- 28 Ambercycle, <<https://www.ambercycle.com/>> (2019).
- 29 Naturvårdsverket - Regeringsuppdraget *Hantering av textilier*
<<http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Avfall/Textilavfall/Regeringsuppdraget-Hantering-av-textilier/>> (2016).
- 30 M Elander, N Tojo, H Tekie, M Hennlock. Impact assessment of policies promoting fiber-to-fiber recycling of textiles. (Mistra Future Fashion report, 2017).
- 31 Naturvårdsverket - *Producentansvar*,
<<https://www.naturvardsverket.se/Amnen/Producentansvar/>> (2018).
- 32 D Watson, AC Gylling, P Thörn. Business models extending active lifetime of garments: supporting policy instruments. (Mistra Future Fashion report, 2017).
- 33 J von Bahr, Å Nyblom, H Matschke Ekholm, B Bauer, D Watson Policies supporting reuse, collective use and prolonged life-time of textiles. (Mistra Future Fashion report, 2019).

5 Kontakt och övrig information

5.1 Kontaktuppgifter till författarna på RISE

Hanna de la Motte hanna.delamotte@ri.se +46(10)516 6216

Lisa Schwarz Bour lisa.bour@ri.se

Erik Perzon erik.perzon@ri.se

Björn Spak bjorn.spak@ri.se

5.2 Tack

Författarna vill rikta ett tack till Återvinningsindustrierna, Circular Sweden och Vinnova för möjligheten att skriva rapporten. Författarna vill också rikta ett speciellt tack till Hanna Ljungkvist på IVL för granskning av kapitel 3.2, som rör styrmedel.

Through our international collaboration programmes with academia, industry, and the public sector, we ensure the competitiveness of the Swedish business community on an international level and contribute to a sustainable society. Our 2,200 employees support and promote all manner of innovative processes, and our roughly 100 testbeds and demonstration facilities are instrumental in developing the future-proofing of products, technologies, and services. RISE Research Institutes of Sweden is fully owned by the Swedish state.

I internationell samverkan med akademi, näringsliv och offentlig sektor bidrar vi till ett konkurrenskraftigt näringsliv och ett hållbart samhälle. RISE 2 200 medarbetare driver och stöder alla typer av innovationsprocesser. Vi erbjuder ett 100-tal test- och demonstrationsmiljöer för framtidssäkra produkter, tekniker och tjänster. RISE Research Institutes of Sweden ägs av svenska staten.



RISE Research Institutes of Sweden AB
Box 24036, 400 22 GÖTEBORG
Telefon: 010-516 50 00
E-post: info@ri.se, Internet: www.ri.se

RISE Rapport 2019:104
ISBN: 978-91-89049-36-9

6 Appendix 1

Tabell 1 Ett axplock av initiativ som drivits i och av Sverige sedan 2014.

Projektnamn	Koordinator	Finansiär	Beskrivning
Testbädd Textilåtervinning	RISE*	VGR	Fokus på tillämpningar av återvunnen textil inom materialkategorierna textil, plast, komposit och nonwoven. Drygt 40 industripartners
Trash-2-Cash	RISE**	H2020	Återvinning av polyester, bomull samt blandningar av dessa via olika kemiska metoder. Designdriven.
RE:Source Möbel och Interiör	RISE*	Energi-myndigheten	Återvunnen textil som råvara för produktion av nya detaljer alternativt tyg inom möbelindustrin
Klassificering och riskbedömning av textil för materialåtervinning	RISE*	Vinnova	Hur ser kemikalieprofil och kemikalieinnehåll verkligen ut i en återvunnen textil råvara? Hur bör denna typ av material analyseras och kategoriseras för att säkerställa korrekt tillämpning?
RFID FashionTech	RISE*	Vinnova	Inledande projekt där ett stort antal frågeställningar kring RFID för textila applikationer undersöktes, inklusive tillgängliga taggar och standarder.
Robust RFID	RISE*	Vinnova	Utveckling av en liten, flexibel och robust RFID tagg som kan hantera ett plaggs hela livstid och mist 50 tvättar.
Informationssystem för textil baserat på RFID	RISE*	Vinnova	Fokus ligger på informationssystem baserat på RFID för den textila värdekedjan. Användningen av digitala informationsbärare integrerade i plagg har potential att kraftigt öka framtida spårbarhet i produktions och distributionsled, men också för att underlätta efterföljande processer och lägga grunden för cirkulära textilvärdekedjor.
Kunskapsspridning avseende digitalisering för cirkulära textila värdekedjor	RISE*	Vinnova	Serie av seminarier riktade mot textil och modeindustrin. Information avseende situationen idag för textila material samt vision framåt.
Återvinning av sjukvårdstextil	RISE*	Vinnova	Återvinning av textil, nonwoven för att skapa nya värdefulla tillämpningar av restmaterial från offentlig sektor
Biobaserade ljudabsorbenter	RISE*	Vinnova	Ljudabsorbenter baserade på återvunnen textil förstärkt med hampafiber
MinShed	RISE*	Formas	Kunskap och riktlinjer till textilindustrin avseende reduktion av mikrofiberutsläpp
POPFree	RISE*	Vinnova	Övergång till icke-fluorerade alternativ till PFAS
SUPFES	RISE	Formas	Helhetssyn på användningen av fluorerade kemikalier inom textilindustrin. Undersöker utsläpp, livscyklar samt humantoxicitet och akvatisk toxicitet
Kemikaliegruppen	RISE*	Företagsfinansiering	I närheten av 120 företag samlas kring kemikaliefrågor som berör deras verksamhet.
Mistra Future Fashion	RISE**	MISTRA	Forskningsprogram för hållbart mode utifrån ett systemperspektiv. Tvärvetenskapligt
NeoCel	RISE**	H2020	Utveckling av innovativa alkaliska processer för fibertillverkning från skogsråvara
Spill till Guld	RISE*	Vinnova	UDI-projekt. Mäklartjänst för spillmaterial.
WargöTex	Innovatum	Energi-myndigheten	Sorteringspilot för insamlad textil, baseras på NIR/FTIR

*RISE IVF AB (f.d. Swerea IVF)

**RISE AB (f.d. Innventia och SP)

Projektnamn	Koordinator	Finansiär	Beskrivning
Hållbar produktion av förnybara och bionedbrytbara nonwovens från skogsråvara	RISE*	Formas	Utveckling av hållbara cellulosa-baserade nonwovens
Nya hållbara lösningsmedelssystem för tillverkning av textilfiber från svensk skogsråvara	RISE*	Formas	Utveckling av nya processer för tillverkning av biobaserade textilfiber
ForTex	RISE**	Vinnova	Utveckling av ny process för tillverkning av skogsbaserad textilfiber
Re:Textile	Textilhögskolan	Vinnova	Redesign av textila produkter
Textile & Fashion 2030	Textilhögskolan	Miljödepartementet	Samverkansplattform för textilområdet
Etablera närodlad textil i Sverige (ENTIS)	RISE*	BioInnovation	Brett forskningsprogram fokuserad på hållbar textil. Delprojekt inom textilåtervinning.
BioLyftet	RISE*	BioInnovation	Utbildningsinsats med mål att hjälpa SMF att påbörja omställningen mot hållbar plast och textil.
Skogens Tyg	Smart Textiles	BioInnovation	Textil av pappersgarn från svensk skogsråvara.
SIPTex	IVL	Vinnova	I SIPTex undersöks potentialerna att med hjälp av automatiserad textilsortering producera högkvalitativa återvinningsprodukter som matchar marknadens behov för fiber-till-fiber återvinning.

*RISE IVF AB (f.d. Swerea IVF)

**RISE AB (f.d. Invention och SP)