

Miljöbedömning Bilskirner

Referensmiljöer för framtidens produkter

2011-11-18

FÖRFATTARE: Lena Stig

VI HAR FÅTT STÖD AV

**TILLVÄXT
VERKET**

En investering för framtiden



EUROPEISKA
UNIONEN
Europeiska
regionala
utvecklingsfonden

Jegrelius 
EN DEL AV REGIONFÖRBUNDET JÄMTLANDS LÄN

Sammanfattning

Med projektet *Referensmiljöer för framtidens produkter* arbetar Jegreliusinstitutet för att stödja små och medelstora företag med att nå de konkurrensfördelar som miljödrivna marknader erbjuder. Ett av momenten för att nå detta är att erbjuda varje deltagande företag individuell rådgivning gällande marknad och kommunikation av den egna produktens miljöprestanda. I den här rapporten ger vi därför en enkel omvärldsbeskrivning men framförallt en bedömning av miljöprestanda för produkten Bilskirner som saluförs av företaget Klättermusen AB.

Produkten Bilskirner är en expeditions/skidjacka av tätvävd ekologisk bomull, Etaproof. Förstärkningar av jackan består av 100% återvunnen polyester. Jackan är fri från fluorkarboner.

Vi har utfört en miljöbedömning av Bilskirner i förhållande till textilier av återvunnen PET, PTFE, polyester, nylon och konventionellt odlad bomull genom att belysa och bedöma dessa utifrån tre olika perspektiv:

- Miljöpåverkan under produkternas livscykel
- Ett generellt hållbarhetsperspektiv
- Ingående kemikalier i produkterna

Tanken var att jämföra jackor med likartat användningsområde, men miljöbedömningen fick begränsas till att jämföra textil med varandra pga begränsad information om konkurrerande jackor. Det som skiljer jackor från varandra är främst materialsammansättning, vilket innebär olika råvaror och produktionsmetoder. I den här bedömningen av miljöprestanda har därför tillverkningsledet en avgörande del. Vid en jämförande LCA Screening har 1 kg material valts som funktionell enhet. Impregneringsmedel och färger finns inte med i underlaget.

- Den jämförande LCA'n visar att klimatpåverkan, energiförbrukning och samlad miljöbelastning blir högst för membrantyger innehållande PTFE-membran följt av konventionell bomull. Återvunnen polyester ger lägst miljöbelastning.
- Från ett hållbarhetsperspektiv är det Bilskirner, med störst andel förnyelsebar ekologisk råvara och minst andel farliga ämnen som bedöms vara bäst.
- Sett från ett kemikalieperspektiv är ekologisk bomull bäst följt av polyester och polyamid. Avgörande är naturligtvis behandling som färgning och impregnering av material.

Miljöbedömningen visar att Bilskirner är ett mycket bra miljöalternativ sett från alla bedömda perspektiv. Den största miljöbelastningen för Bilskirner ligger i dag utifrån livscykeldata på tillverkning av bomull. Betingelserna vid odling av bomull kan variera väldigt mycket exempelvis för vatten- och energiåtgång.

Viktigt att beakta är att den här miljöbedömningen endast ger en indikation om materialens miljöbelastning. En mer omfattande analys, med mer underlag, rekommenderas för en mer rättvis och säker bedömning.

Sammanfattning	i
1 Inledning.....	1
1.1 Om Jegrelius - Institutet för tillämpad Grön kemi	1
1.2 Projektet Referensmiljöer för framtidens produkter	1
1.3 Rapportens syfte och användning	1
2 Omvärldsbeskrivning	1
2.1 Sport och friluftskläder.....	1
2.2 Om Bomull.....	4
2.3 Om membrantyger med PTFE	5
2.4 Om Polyester	5
2.5 Om Polyamid/Nylon	6
2.7 Några centrala begrepp och förkortningar	6
2.8 Trender /Vad är på gång?	9
3 Metod	10
3.1 Jegreliusmodellen.....	10
3.2 Funktionell enhet.....	11
3.3 Livscykelperspektiv	12
3.4 Hållbarhetsanalys	14
3.5 Kemikaliebedömning	16
4 Om Bilskirner.....	17
Beskrivning av Bilskirners livscykel.....	17
5 Miljöbedömning	18
5.1 Jämförande livscykelanalys.....	18
Resultat.....	18
Jämförelse mellan jackor.....	22
5.2 Hållbarhetsresonemang	22
Sammanfattande bedömning avseende hållbarhet	25
5.2 Kemikaliebedömning	26
5.4 Samlad miljöbedömning	31
6 Diskussion och rekommendationer	32
7 Referenser.....	34

1 Inledning

1.1 Om Jegrelius - Institutet för tillämpad Grön kemi

Jegrelius - institutet för tillämpad Grön kemi är en oberoende aktör utan vinstintressen som arbetar tillsammans med konsumenter, företag och offentlig sektor för att stimulera efterfrågan och produktion av giftfria produkter. Visionen är att bidra till tryggare miljöer i människors vardag. Jegreliusinstitutet handleder företag i kemikaliefrågor, driver projekt och stöttar kommuner och landsting i innovationsupphandlingar. Jegreliusinstitutet är en utvecklingsenhet inom Regionförbundet Jämtlands län.

1.2 Projektet Referensmiljöer för framtidens produkter

Projektet Referensmiljöer för framtidens produkter drivs av Jegrelius – institutet för tillämpad Grön kemi och löper under tre år. Projektet startade 1 juli 2010. Avsikten med projektet är att stödja små och medelstora företag med att nå de konkurrensfördelar som de miljödrivna marknaderna erbjuder och samtidigt underlätta för landsting och kommuner att i större utsträckning köpa miljöanpassade produkter.

Projektet finansieras av Europeiska regionala utvecklingsfonden, Tillväxtverket (Miljödrivna marknader), Länsstyrelsen Jämtlands län och Regionförbundet Jämtlands län.

I projektet gör Jegreliusinstitutet, som en oberoende aktör, en granskning av de deltagande företagens produkter. Produkternas miljöpåverkan jämförs med utvalda konkurrerande funktionslösningar utifrån Jegreliusinstitutets modell för miljöbedömningar, vilken beskrivs under 3.1 Metod.

1.3 Rapportens syfte och användning

Syftet med denna rapport är att på ett överskådligt sätt redogöra för Bilskirner påverkan på miljön jämfört med alternativ på marknaden. Rapporten ska hjälpa Klättermusen AB att bli tryggare och mer korrekt i sina miljöargument gällande aktuell produkt och då Klättermusen AB finner det lämpligt vara ett komplement i sin kommunikation med kund.

2 Omvärldsbeskrivning

2.1 Sport och friluftskläder

Funktionen hos sport och friluftskläder är viktig för den kräsne kunden. Plagget ska skydda mot vind, vatten, kyla, värme och ibland även brand. Plagget bör även vara smidigt, smutsavvisande, slitstarkt och inte brytas ned av UV-ljus.

För att uppfylla de här kraven är det vanligt att material och kemikalier som inte är lämpliga från miljö och hälsoperspektiv används. Perflorerade ämnen som ger en smuts och vattenavvisande yta är ett exempel. De är persistenta dvs mycket långlivade kemikalier som blir kvar i miljön. Perfluorerade ämnen för tyger saluförs av Dupont med Huntsman som återförsäljare, Ashai med flera. Exempel på varumärken är Oleophobol och Ashai Guard AG-

E061. Rudolf Chemie saluför både fluorkarbonfria impregneringsmedel som Ruco Dry DHY och fluorinnehållande medel.

Ett annat exempel är antibakteriella ämnen som silverjoner som är mycket giftigt för vattenlevande organismer.

En bild av hur många och vilka kemikalier som kan finnas i kläder erhålls om man läser Oeko-Tex¹ gränsvärdeslista². Formaldehyd, tungmetaller, klorfenoler, ftalater, tennorganiska föreningar, bromerade flamskyddsmedel, pesticider, cancerogena färgämnen, polycykliska kolväten och perfluorerade ämnen. Över 150 substanser finns upptagna i den individuella listan.

Förutom kemikalieinnehåll är textilvalet avgörande för plaggets miljöprestanda. Bilden nedan visar att hur produktion av bomullsfibrer och syntetiska textilfibrer ökat.³

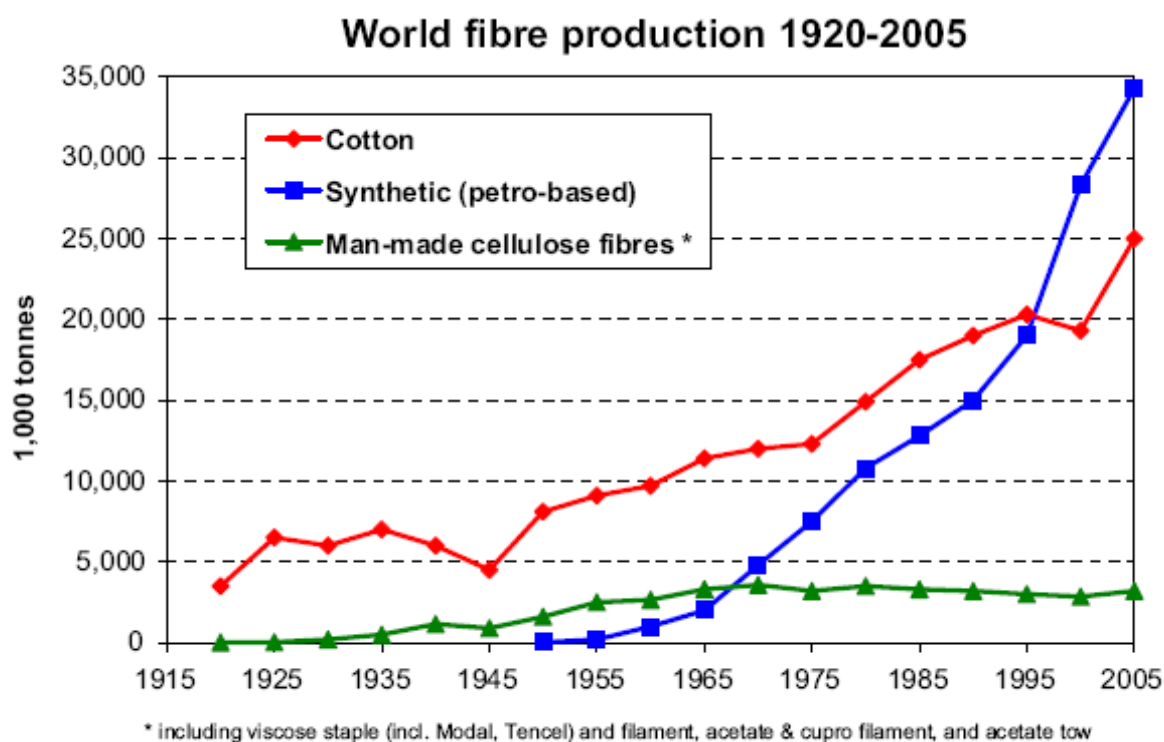


Fig. 1. World fibre production 1920–2005 (Albrecht, 2004; Bachinger, 2006; EFS, 2006; IVE, 2007; JCFA, 2008; USDA, 2006b).

Jackor av typ expeditionsjackor skidjackor kan delas in i membranjackor och övriga jackor. En membranjacka består av flera skikt, där ytter- och innertyg är polyamid eller polyester och membranet består av polyuretan, PET eller PTFE. Exempel på PTFE-membran är eVent och GoreTex. Dermizax från Toray är ett exempel på polyuretanmembran och Eco-Storm från Teijins är ett exempel på membran av återvunnen PET. De material som används till övriga jackor är polyester av återvunnen PET, nylon/polyamid och polycotton. Polycotton är en blandning av polyester och bomull som används i jacka från Fjällräven. Återvunnen PET

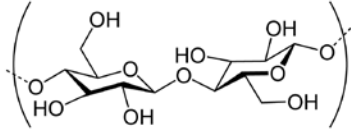
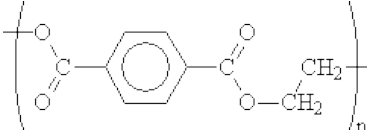
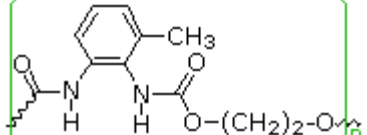
¹ <http://www.oeko-tex.com>

² http://www.oeko-tex.com/OekoTex100_Public/content1.asp?area=hauptmenue&site=grenzwerte&cls=21

³ Shen, I *Environmental impact assessment of man-made cellulose fibres* Resource, Conservation and Recycling 55 (2010) 260-274

används i jackor av märket Patagonia och Fjällräven. Membranjackor saluförs av ett flertal jacktillverkare däribland Arcteryx, Haglöfs och Patagonia.

Tabell 1. Textilmaterial

Materialbenämning		Repeterande enhet
Bomull, konventionellt odlad	cellulosa	
Bomull, ekologiskt/Organiskt certifierad	cellulosa	
Gore-Tex	Poröst membran av PTFE	$-(CF_2-CF_2)_n-$
Polytetrafluoreten	PTFE	$-(CF_2-CF_2)_n-$
Nylon, polyamid	PA 46, PA66, PA6	$-[NH-(CH_2)_5-CO]_n-$
Polyester		$-[OC-R-CO-O-R'-O]_n-$
Polyetentereftalat, en typ av polyester	PET	
Fleece	Av polyester, ibland återvunnen PET	
Polyuretan	PU alt PUR	
Ull, Viskos, Lyocell, Lin, Bambu	Tas inte upp här	

Att textilen är baserad på förnyelsebar råvara innebär inte per automatik att det är ett hållbart alternativ. Det är viktigt att beakta att råvaruttag, produktion och avfallshantering sker på ett hållbart sätt.

- Att odla, skörda och samla in råvarorna på ett hållbart sätt
- Att sträva efter en tillverkning efter Grön kemis 12 principer ⁴
- Att sträva efter ett kretsloppstänkande där plagget antingen innehåller en hög andel återvunnet material och är anpassad för att kunna återvinnas, eller är bionedbrytbart på säkert sätt till organiskt användbart material.

4 Anastas, P. T.; Warner, J. C. Green Chemistry: Theory and Practice, Oxford University Press: New York, 1998, p.30.

2.2 Om Bomull

Bomull tillhör släktet *Gossypium* som det finns ett flertal arter av. Den som odlas är ettårig, medan den vilda är perenn. Den odlas i subtropiska och tempererade klimat och över 70% plockas för hand.

Från frökapseln skiljer man fröhåren från fröna. Fröhåren är det som ger bomullsfibrerna som kan förädlas vidare till tråd och garn eller användas obearbetad som vadd. Ur fröna kan sedan olja för livsmedel eller djurfoder pressas. Bomullsfibern består av cellulosa i form av spiralformade fibriller.

Bomull svarar för cirka 50 % av den globala textilfiberkonsumtionen.

I fibrernas ytskikt och i de närmast underliggande cellskikten finns vax som skyddar fibern mot väta. Vaxet underlättar spinningen och gör fibern smidig, men måste tas bort före behandling som blekning, färgning och annan beredning där vatten eller vattenånga ingår. Vaxet avlägsnas eftersom dess funktion är att hindra vattnet från att tränga in i fibern.

Efter skörd packas råbomullen packas i balar och levereras till spinnerier där fröskal och skräp rensas bort. Vadden kardas, valsas och kmmas. De kortare fibrerna kan användas till papperstillverkning och cellulosaderivat. Av de långa fibrerna spinner man kamgarn.

Betingelserna vid odling varierar väldigt mycket exempelvis är vattenåtgången mellan 7 000 och 29 000 liter per kg bomull.⁵ Energiåtgången per ton producerad bomull varierar mellan 5 600 och 48 000 MJ.⁶

Om man vill producera bomull mer hållbart finns det mycket att tänka på. Det finns en korrelation mellan gödselanvändning och energibehov som kan optimeras och sidoprodukter som frön som bör tas tillvara effektivt.

Den ekologiska bomullen, som benämns ”organic cotton” på engelska, odlas utan konstgödsel, kemiska bekämpningsmedel och genmanipulerade organismer representerar endast 0,76% av den globala bomullsproduktionen⁷. Den odlas i 22 länder som Indien, Turkiet, Syrien, Kina, USA, Uganda, Peru, Egypten, Burkina Faso, Pakistan med flera.

Kriterierna för ekologisk bomull utfärdas av IFOAM⁸. Inom EU definieras en produkt som ekologisk enligt EG 834/2007. Regler för ekologisk odling finns väl beskrivna med exempel på tillåtna organiska gödsel och växtskydd på Kravs hemsida.⁹

Vid ekologisk odling av bomull nämns Neem cake och Castor cake som både gödsel och växtskydd. Neemfröolja kommer växten *Azadirachata Indica*. Castor är en energigröda som odlas integrerat med bomull. Castor cake är en torr blandning av pressad Castor och neemfröolja.

⁵ Dahllöf L *Life Cycle Assessment(LCA) applied in the Textile Sector: the Usefulness, Limitations and Methodological Problems – A Literature Review* (2004)

⁶ Matlock M *Energy Use Life Cycle Assessment for Global Cotton Practices* (2008)

⁷ www.ota.com/organic/mt/organic_cotton.html

⁸ International Council of Agriculture Movements

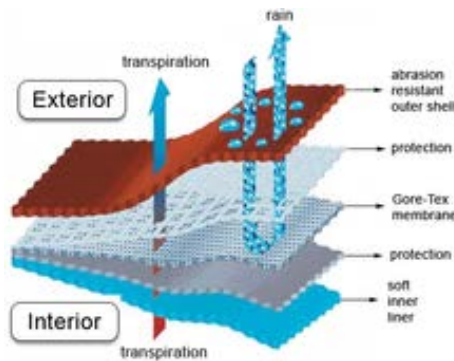
⁹ www.kravs.se/KravsRegler/4 ex 4.3.5.1 och 4.4.5

2.3 Om membrantygger med PTFE

Det finns flera membrantygger där membranet är baserat på fluorpolymeren Polytetrafluoreten, PTFE. Teflon är även den baserad på samma polymer, men i membran som varumärkena Gore-Tex och eVent har PTFE expanderats för att ge en porös form.

Gore-Tex uppfanns 1969 och introducerades som Gore-Tex i slutet av 1970-talet.¹⁰

En nyare tillämpning heter Gore-Tex® Paclite Shell och nämns här för att visa principen. Den består av ett membran täckt av skyddande lager och ett yttermaterial av polyester eller nylon. Ett skikt kan bestå av polyuretan.



Figur 2. Principskiss på ett Gore-Tex tyg

Ett flertal jackor finns med detta material och saluförs under märken som Haglöfs, Patagonia och Arcteryx. En brist vad gäller PTFE membran är att den inte finns med i många litteraturstudier om textilier. Anledningen är troligen att den inte räknas som textilfiber och därför inte finns med i jämförelser.

2.4 Om Polyester

Polyester är en typ av polymer som används som konstfiber i textilier, kläder, kardborrband och ofta i friluftskläder. Ett exempel är fleece. Materialet har låg vattenupptagning, hårdar snabbt, är relativt hållbart samt anses bekvämt att bära.

En vanlig polyester är polyetylentereftalat (PET) som finns som PET-flaskor. År 2007 återvanns 3,6 miljoner ton av 4,5 miljoner ton insamlade PETflaskor.¹¹

Polyesterfiber började tillverkas för allmänheten i början på 1950-talet. Polyester utgör 20 % av världsproduktionen av textilier. PET tillverkas av Tereftalsyra och Etylenglykol.

Polyester finns även i form av membran med namnet Sympatex som introducerades av Akzo Nobel.¹² Teijins Eco-Storm består även det ett membran av polyester, nämligen återvunnen PET.

Vid återvinning av PET behöver ingen nämnbar kvalitetsförsämring jämfört med jungfrulig PET ske. Ungefär 85% av materialet kan återvinnas till ny PET i dag enligt EcoInvents

¹⁰ US 3953 566(1976), US 4194041

¹¹ Thiele, 2009

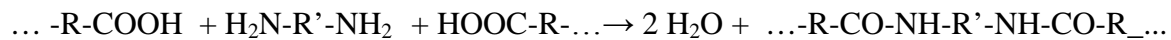
¹² Shishoo R, *Recent developments in materials for use un protective clothing*,(2002)

databas. Naturligtvis beror det på skicket, bland annat resthalt av metaller i PET, på hur miljöbelastningen blir. Det japanska företaget Teijin har utvecklat en metod att återvinna polyester utan att materialkvalitén försämrans. Det innebär att polyester kan återvinnas upprepade gånger.¹³ Metoden används av återvinningsprojektet Eco Circle™ och innebär ett slutet återvinningssystem.

2.5 Om Polyamid/Nylon

Nylon är en polyamid som tillverkas av en diamin och en dikarboxylsyra.

Typisk reaktionsformel:



Råmaterial är stenkol, luft, vatten.

Nylon betecknar en grupp syntetiska fibrer av polyamid. Den uppfanns under andra världskriget för att ersätta siden i fallskärmar. Nylon lanserades 1938 av Dupont och har på engelska blivit synonymt med strumpbyxor (nylons).

Nylonfibrer används för tillverkning av textilier. Nylon är mycket slitstarkt och elastiskt. Det återfinns bland annat i sportkläder, rep och fisknät. Nylon är svårt att limma.

Nylon tillverkas i flera kvaliteter där somliga är känsliga för UV-strålning. PA6 och PA6.6 är de vanligaste polyamiderna. PA6,6 saluförs exempelvis under varumärket Cordura. En mer väderbeständig kvalitet kallas Nylon 11/PA11 och säljs under varumärken som Rilsan och Castlon. PA11 är biobaserad och råmaterialet är då ricinolja, men den är däremot inte bionedbrytbar

Polyamider kan återvinnas och erfarenheten är störst vad gäller Nylon 6/PA6.

2.7 Några centrala begrepp och förkortningar

EU-ekologisk om produktionen är certifierad enligt EG 834/2007, dvs Rådets förordning om ekologisk produktion av och märkning av ekologiska produkter.

Konstgödsel Syntetiska handelsgödselmedel

Växtskydd är medel som skyddar växterna mot angrepp av insekter, svampar och andra skadegörare

GMO Genmodifierade organismer

IFOAM International Council of Organic Agriculture Movements

IBS IFOAM Basic Standards

GOTS Global Organic Textile Standard <http://www.global-standard.org/>

¹³ <http://www.teijinfiber.com/english/products/specifics/eco-circle.html>

BCI Best Cotton Initiative

Textilfibrer delas in i naturliga fibrer, reginat och konstfibrer

Naturliga fibrer kommer från växter och djur som silke, ull, jute, bomullscellulosa

Reginat är processad Cellulosa som Viskos och Lyocell

Konstfibrer som akryl, polyester, polyuretan och polyamid är av fossilt ursprung

LCA Life Cycle Assessment, Life Cycle Analysis

LCI Life Cycle Inventory

Fluorkarboner är en allmän beteckning för kolväten med fluor och bra benämning att använda eftersom den innefattar även ämnen med färre antal fluorgrupper, samt kan vara både en liten eller stor molekyl.

Perfluorerade ämnen avser kolväten med många fluorgrupper, oftast fullständigt fluorerad, högfluorerade, som exempelvis perfluorooktansulfonat, PFOS. PFOS är förbjudet inom EU.

De kan även kallas fluorotelomerer, vilket betyder att det är en fluorerad oligomer, dvs den är kortare än en polymer. En fluorotelomer erhålls genom en telomerization. Benämningen fluorotelomer används ibland synonymt med perfluorerade ämnen.

Polymer kommer från grekiskan och betyder ”många delar”. En polymer består av repeterande enheter vilka beror på vilka molekyler, monomerer, den tillverkas av. Textilfibrer är i regel polymerer. Polymeren kan vara syntetisk eller naturlig.

Naturlig polymer Protein, stärkelse och cellulosa är exempel på naturliga polymerer. Bomull består liksom viskos av Cellulosa.

Plast består av en eller flera polymerer, sampolymer, och oftast tillsatser.

Bioplast definieras i de flesta fall som en polymer tillverkad från förnyelsebara naturresurser, men det finns även en definition om att det är en plast som ska vara biologiskt nedbrytbar. I bästa fall är båda kriterierna uppfyllda.

Bionedbrytbar En plast är biologiskt nedbrytbar om den bryts ner av mikroorganismer. Vanligtvis blir slutprodukterna vatten, koldioxid och/eller metan och ny biomassa. I Europa hänvisas till EN 13432 där det står att materialet måste ha en förmåga att omvandlas till koldioxid med hjälp av mikroorganismer. Det mäts med testmetoden EN 14046 även publicerad som ISO 14855.

Komposterbart Vid kompostering sker nedbrytningen med hjälp av mikroorganismer och vid närvaro av syre. Enligt den standard som finns för att bedöma komposterbarheten för ett material skall nedbrytningen ske på mellan 6 och 12 veckor. För att definieras som komposterbar behöver dock inte materialet vara från förnyelsebar källa, dvs av biologisk ursprung. Kriterier enligt ASTM D6400, ASTM6868-03 för USA. I Europa regleras komposterbarhet av EN 13432. Internationell standard för komposterbar plast är ISO 17088¹⁴

Förnyelsebara resurser naturresurser som kan förnyas, gäller både energi och biologiskt material

Förnyelsebar råvara innebär att den är förnybar och i praktiken är det material från växtriket

¹⁴ ISO 17088 Specifications for compostable plastics

Återvinningsbar Ett material kan återvinnas både i form av materia och som energi. Ibland redovisas de åtskilda och ibland tillsammans.

Energiåtervinning innebär i praktiken förbränning där energin omhändertas

Bluesign¹⁵ arbetar med nätverk och kriterier för miljö, hälsa och hållbarhet inom textilbranschen. Ett standardiserat system för kontroll av leverantörskedjan med avseende på produkt- och processkemi, kemisk produktsäkerhet samt miljö och arbetsmiljö i produktionsledet.












STWI Swedish Textile Water Initiative

ETAD Ecological and Toxicological Association of Dyes and Organic Pigment

IMO The institute for Market ecology certifierar ekologisk bomull enl EU 2092/91

Öko-Tex 100 Främst en hälsomärkning som garanterar att inga farliga ämnen för användaren finns i produkten. Oeko-Tex® Standard 100 certifiering innebär att förbjudna ämnen, ämnen med fastställda gränsvärden enligt lag och ämnen som vetenskapligt bevisats eller misstänks vara hälsovådliga får finnas i ett certifierat tyg. Exempel är förbjudna azo-färgämnen, cancerogena och allergena färgämnen, ftalater, formaldehyd, pesticider, tungmetaller, vissa klororganiska och tennorganiska föreningar, biologiskt aktiva produkter och flamskyddsmedel. Produkter delas in i klasser där en jacka skulle tillhöra produktklass 3 dvs produkter som inte alls eller till en mindre del kommer i kontakt med huden.

Miljömärkning finns med ett flertal olika märken¹⁶

	Svenska Naturskydd- föreningen		Italiens		Antrosofernas
	Holländsk Samarbetar med GOTS		EU- Blomman 2 nivåer		GOTS
	Ekologisk odling		Tysk		Internationell Organic Exchange
	Soil Association Samarbetar Med GOTS		Nordisk		

¹⁵ www.bluesign.com

¹⁶ SNF's guide till miljömärkning länk

2.8 Trender /Vad är på gång?

Vid upphandlingar av ställs allt oftare krav på att textilier bör vara av förnyelsebart ursprung och återvinningsbara samt med minimalt innehåll av farliga ämnen. Exempelvis har Västra Götalands Regionen upphandlat mindre miljöbelastande textilier utan att öka kostnaderna.¹⁷ De har även en uttalad kemikaliestrategi sedan 2008.¹⁸

Nationella substitutionsgruppen för kemikalier i varor¹⁹ arbetar för att fasa ut farliga ämnen. Vid substitution prioriterar de efter volym, miljö och hälsoegenskaper, risk/exponering, potential till substitution, resistens för antibakteriella ämnen, livscykelerspektiv (speciellt avfall) samt övriga aspekter som ändliga resurser eller ej.

Ett arbete för att minska användningen av perfluorerade ämnen har pågått några år. Svenska naturskyddsföreningen hade en kampanj år 2006/2007. Kemikalieinspektionen har även arbetat aktivt med upplysning och tillsynsprojekt.

Inom europalagstiftningen finns direktivet 2006/122/EG som innebär förbud mot PFOS och ämnen som kan brytas ned till PFOS i kemiska produkter och varor.

I USA har EPA erbjudit tillverkare av telomerer och fluorpolymerer att delta i ett globalt PFOA Stewardship Program.

Världsproduktionen av ekologisk produktion är i dag försvinnande liten, men den kommer att öka om företag som H&M når sina miljömål. H&M har ett mål för 2020 att all bomull ska vara ekologisk.

SWEREA/IVF²⁰ utför forskning och utveckling inom textiliers värdekedja. De utför ett stort antal tester och utför Oeko-tex certifiering.

RITE²¹ bildades 2007 för att minska miljöbelastningen av textilier och deltar i Soil Association Textile Committee och British Retail Consortium REACH implementation committee.

MISTRA (Stiftelsen för miljöstrategisk forskning) har anslagit 40 Mkr för ett fyraårigt program, med namnet Future Fashion som siktar på fler miljövinster. I programmet deltar forskningsinstituterna SP, SwereaIVF, Danish Fashion Institute och Innventia samt Chalmers, och därutöver Handelshögskolan och Konstfack i Stockholm och motsvarigheter i Köpenhamn och London. Medverkande företag inkluderar H&M, Södra Skogsägarna, Svenskt Konstsilke, Kiram, Myrorna, Stockholms läns landsting m.fl.

Det finns en utvidgning av LCA, ett begrepp kallat Life Cycle Evaluation som innebär att man införlivar ekonomisk utvärdering av miljöbelastningen i LCA'n.²² Det finns även varianter av LCI steget som kallas hybrid LCI analys metod.²³

Svenska Naturskyddsföreningen har nya kriterier för bra miljöval för textil ute på remiss.

¹⁷ <http://www.vgregion.se/upphandling>

¹⁸ <http://www.vgregion.se/upload/Regionkanslierna/Milj%C3%B6sekretariatet/INTERNT%20milj%C3%B6arbetet/Kemikalier/Utbyte%20av%20milj%C3%B6-%20och%20h%C3%A4lssofarliga%20kemikalier%20-%20f%C3%B6r%20en%20mer%20h%C3%A5llbar%20utveckling.pdf>

¹⁹ <http://www.msr.se/sv/Upphandling/Kemikalier/Substitutionsgruppen/>

²⁰ <http://www.swerea.se/sv/ivf/Kunskapsomraden/Textil-och-Plast/>

²¹ RITE: Reducing the Impact of Textiles on the Environment, <http://new.ritegroup.org/aboutus.php>

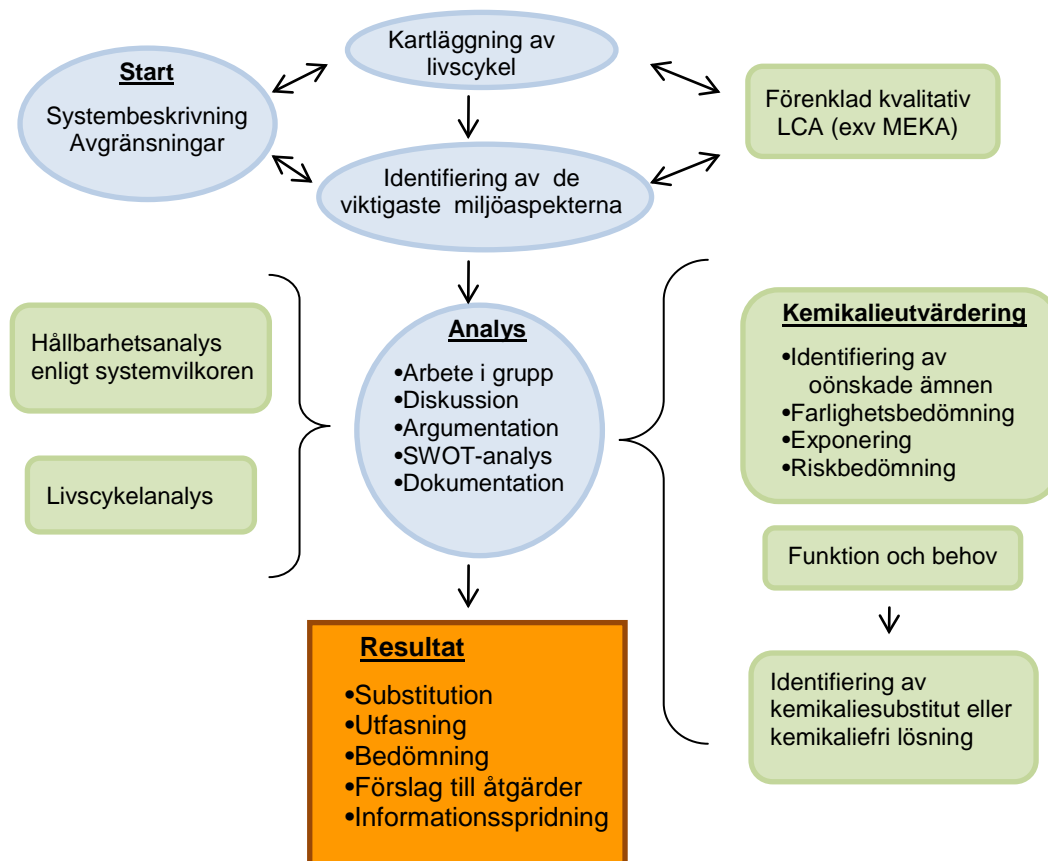
²² Craighill, L A *Lifecycle assessment and economic evaluation of recycling: a case study* Resources, Conservation and Recycling 17 (1996) 75-96

²³ Crawford R H Validation of a hybrid life-cycle inventory analysis method, Journal of Environmental Management 88 (2008), 496-506

3 Metod

3.1 Jegreliusmodellen

För att utföra en bedömning av produktens miljöprestanda har vi arbetat utefter *Jegreliusmodellen* som definierar och beskriver vilka värderingar vi har samt vilka metoder och verktyg som vi kan använda (Figur 3). Vi gör här en samlad miljöbedömning baserat på livscykelanalys (LCA), en generell hållbarhetsanalys samt en riskbedömning av ingående kemikalier. Med en LCA får vi bild av produktens miljöpåverkan under hela dess livscykel men det ger också data och kunskap om produkten som också användas vid hållbarhetsbedömning och riskbedömning av ingående kemikalier. Kvantitativa livscykelanalyser fungerar ofta bra för CO₂-, energi- och andra resursdata, men är inte konklusiva för kemikalier, toxicitet, biologisk mångfald, m.m.²⁴. En livscykelanalys speglar också bara den aktuella situationen, och inte möjliga förändringar över tid. Att komplettera livscykelanalysen med hållbarhets resonemang och kemikalieperspektiv är därför ofta nödvändigt för att ge en bra bild av en produkts miljöbelastning.



Figur 3: Jegrelius arbetsmetod för att arbeta med bedömning av hälso- och miljöprestanda i olika typer av analyser, utredningar och substitutionsarbete.

²⁴ Rossi, M. (2004). Reaching the Limits of Quantitative Life Cycle Assessment".

3.2 Funktionell enhet

För att bedöma Bilskirners miljöprestanda i förhållande till konkurrerande produkter utgår vi från funktion. För att korrelera funktion mot miljöprestanda för olika produkter används måttet funktionell enhet. Som funktionell enhet *utgår* vi från en jacka av storlek M avsedd för man. Den väger 945 g.

Det visade sig efter den inledande studien att det inte var realistiskt att använda en jacka som funktionell enhet. I den jämförande livscykelanalysen jämförs textilier med varandra och då används 1kg material, från vagga till grav som funktionell enhet. Om sedan materialsammansättning, produktionsdata med mera om de konkurrerande jackorna erhålls kan en omräkning göras med jacka som funktionell enhet.

Funktionen mäts i den här studien inte, men i en mer omfattande miljöbedömning skulle en miniminivå för vissa egenskaper sättas upp. Plaggets förmåga att transportera vattenånga, hur vattentätt och vindtätt ett plagg är sådana mätbara egenskaper. Nedan finns tre mått; RET, WP och MFR, som exempel på tre egenskaper.²⁵

RET

Vattenångsmotstånd (diffusionsresistens) mätt i RET (Pa m²/W). Ju lägre värde, desto bättre är materialets förmåga att transportera vattenånga, ofta kallat andningsförmåga. (Andning i dess verkliga betydelse har dock inget som helst att göra med det som händer vid transport av vattenånga.) Bland högkvalitetsmaterial med en vattenpelare över 20 meter, har ett klassiskt trelagersmaterial ett RET-värde på 5-6, beroende på tjockleken på yttersta tyglaget.

WP (VATTENPELARE)

Det vattentryck man kan utsätta materialet för utan att det läcker. Faktiskt anses två meter (=trycket på två meters djup) vara vattentätt, men för att använda utrustningen under längre tid säger vår erfarenhet att åtta meter är ett bra värde för PU-behandlingar. Om vattenpelaren är 15 eller 20, eller till och med 40, är främst av akademiskt intresse.

Förväntad livslängd bestäms av andra faktorer, de viktigaste är:

1. Slittålligheten hos yttermaterialet.
2. Trelagersmaterial är 50 procent tåligare än tvålayers.
3. Om det finns ett separat skyddslager, dubbla tyglager. som mer eller mindre eliminerar läckage.
4. Laminat- eller beläggningskvalitet

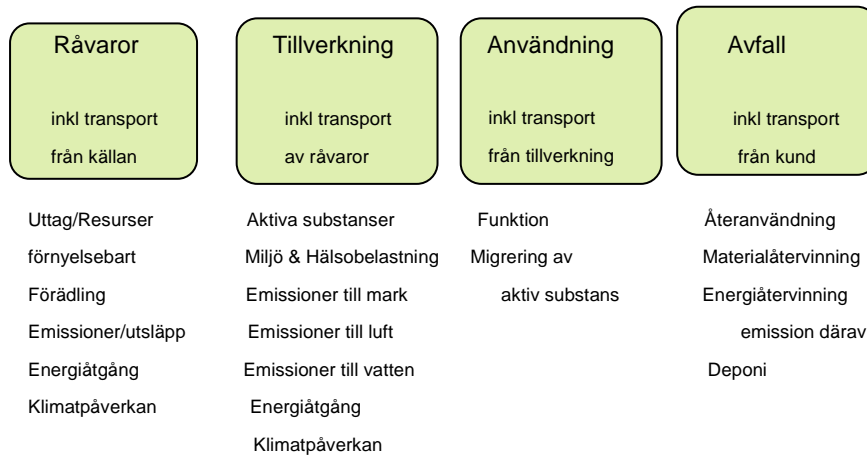
MFR – MASSFLÖDESRESISTENS ELLER VINDRESISTENS, skrivs 105 Pa cm³/cm²s, även förenklat som 105 Pa cm/s.

För att mäta MFR utsätts ett givet område på tyget för en tryckdifferens på 100 Pa, man använder en reglerbar "dammsugare" med stort munstycke (200 cm²) och ökar suget till man uppnår en tryckskillnad på 100 Pa. Då mäter man hur stort flöde (cm³ luft per sekund) som krävs för att hålla trycket på 100 Pa. Ju tätare tyget är ju mindre flöde behövs. För att få fram motståndet dividerar man trycket med flödet (precis som i ohms lag). Ett laminat som Cutan (och andra "x-tex"-laminat) har ett oändligt högt MFR värde, liksom alla vanliga fleecelaminat som kallas "helt vindtäta". Ett obehandlat fleecetyg har ett MFR-värde på 0,001. För att förenkla något delar vi in våra plagg i fem kategorier:

²⁵ http://www.klattermusen.se/funktion_material_SE.php?lang=SE&curr=SEK

3.3 Livscykelperspektiv

En bedömning av produktens miljöbelastandeegenskaper ur ett livscykelperspektiv med en förenklad jämförande livscykelbedömning; råvara, produktion och avfall har utförts. För att bedöma miljöbelastningen under hela livscykeln för produktens och konkurrerande produkter har generella livscykeldata inhämtats från forskningslitteratur, LCA-rapporter, LCI-databaser och produktdatablad.



Figur 4: De fyra stegen i en översiktlig livscykel

På uppdrag²⁶ från Jegrelius med underlag från den initiala litteratursökningen har konsult företaget Miljögiraff utfört en Life Cycle Assessment screening där Bilskirner jämförts med materialalternativ.²⁷

Alternativen är

- återvunnet PET, polyetentereftalat, som i jacka från Patagonia eller Fjällräven
- PTFE-membrantyg av den typ som finns i jacka från Arcteryx, Haglöfs och Patagonia. Membranet omges av polyester, polyuretan eller polyamid
- Polycotton, dvs polyester/bomull som i jacka från Fjällräven.

För Bilskirner finns detaljerad data för transport men för övriga har antagits en sträcka på 500km mellan råvara och textilprocess.

De plastbaserade textilerna antas processas med ”stretch blow moulding” även om det inte är korrekt. Antagandet får göras eftersom PTFE membran inte räknas som textilfiber.

Det som skiljer de olika produkterna åt är att de är består av olika material och därmed skiljer sig de olika tillverkningsprocesserna åt samt avfallshantering.

Det bedöms vara svårt och tidsödande att få fram detaljerad information om specifika konkurrerande jackor. Uppgifter om materialsammansättning, viktfordelning, process och tillverkningsorter erfordras för att göra en rättvis bedömning. Den jämförande analysen görs därför på vikt material. Detaljer som knappar och dragkedjor tas inte med i beräkningarna

²⁶ Underlag; Konsultbehov för att komplettera miljöbedömning av jacka.

²⁷ Life Cycle Assessment Screening Av Bilskirner jacka tillverkad av Klättermusen, Miljögiraff

utan antas vara likvärdiga. Impregneringsmedel, färger och livslängd finns inte med som parametrar, då tillräckliga data om produktionsprocessen inte funnits.

Analysen görs från råvara till färdigt tyg inklusive End of Life.

I praktiken innebär det att LCA görs för

1. Ekologisk bomull
2. Konventionell bomull
3. PTFE/ polytetrafluoroetylen
4. Nylon/polyamid
5. Polyester
6. Återvunnen PET
7. Återvunnen polyester

Miljögiraff har använt sig av LCA mjukvaran SimaPro²⁸ med LCI data från databasen EcoInvent²⁹ med ReCiPe³⁰ som utvärderingsmetod. ReCiPe är en utvärderingsmetod som sammanfattar miljöbelastningen av 18 olika kategorier. Miljöeffektkategorierna för ReCiPe finns beskrivna i bilaga 1.

Avfallsscenarioet som man utgått från avser Sverige och baseras statistik från Svensk avfallshantering 2010. För jackan har man antagit att 50% går till energiåtervinning, 41,7% materialåtervinns, (främst återanvändning) och 8,3% går till deponi.

För återvunnen polyester räknas produktionen av 15% jungfrulig PET in i produktionsdata eftersom 15% PET antas kasseras vid återvinning. Vid återvinningsscenarioet räknas inte återanvändandet av PET med för att inte dubbelräkna.

LCA screening delas i två delar.

- 1) En mer detaljerad LCA för Bilskirner där mer information kan erhållas.
- 2) En jämförande LCA där textilierna som används i de konkurrerande produkterna jämförs med textilierna i Bilskirner.

²⁸ www.pre.nl/content/simapro-Ica-software

²⁹ www.ecoinvent.ch

³⁰ www.pre.nl/download/misc/ReCiPe_main_report_final_27-02-2009_web.pdf

3.4 Hållbarhetsanalys

Vid miljöbedömning och substitution är det viktigt att fråga sig om det är ett steg mot hållbarhet och om det är en flexibel plattform för ytterligare förbättring. De systemvillkor som måste uppfyllas för att nå ett hållbart samhälle har beskrivits av Holmberg 1995³¹ och 1998³² enligt följande:

I ett hållbart samhälle förstörs inte naturens funktion och mångfald genom:

1. Systematiskt ökande koncentration av ämnen från berggrunden (SV1)
2. Systematiskt ökande koncentration av ämnen från samhällets produktion (SV2)
3. Systematiskt överuttag, undanträngning och manipulation av ekosystemens förmåga att skapa nyttigheter. (SV3)
4. I ett hållbart samhälle är hushållningen med resurser så effektiv och rättvis att de mänskliga behoven tillgodoses överallt (SV4)

De fyra villkoren ovan ger en ram som en tänkt målbild måste rymmas inom, för att kunna vidmakthålla värderingen om att framtida generationer ska ha samma förutsättningar som vi.

I en hållbarhetsanalys ingår en ABCD-process, och inbegriper följande moment:

A Är en överenskommelse och en definition av ramvillkoren för ett hållbart samhälle. En grundläggande förståelse om att planetens livsutrymme för mänskligheten kontinuerligt krymper så länge det sker ett systematiskt brott mot systemvillkoren. Det är själva grunden för hållbarhetsanalysen, som blir meningslös om inte mottagaren accepterar den. I denna rapport görs inte detta moment, utan vi hänvisar läsaren till befintliga publikationer^{33, 34},

B Innebär i princip samma sak som en vanlig LCA, men tar utgångspunkt från vilka kritiska miljöbelastningar (hållbarhetsbrister) som finns i dagens hantering/lösning/produkt i förhållande till systemvillkoren och eventuellt nedbrutet till de aspekter vi känner igen som miljöproblem, t.ex. användandet av fossil energi (SV1), spridandet av miljögifter (SV2), utfiskning av haven (SV3) eller kränkande av mänskliga rättigheter (SV4).

C Visionen om hur en motsvarande funktion eller behov kan lösas i det hållbara samhället när inga systemvillkor längre bryts och miljöproblemen är lösta.

D Slutsatsen, bedömningen om potentialen att nå visionen. Den behandlar tre frågor: Är den aktuella produkten ett större steg i riktning mot hållbarhet än konkurrerande produkter? Är lösningen tillräckligt flexibel för att utvecklas vidare, utan att fastna halvvägs mot visionen? Finns det tillräckligt med kortsiktig payoff i utvecklingsstegen för att det ska vara troligt att produkten går i mål? Denna frågeställning kan med fördel hanteras i en hållbarhetsanpassad SWOT-analys.

³¹ Holmberg (1995) Socio-Ecological Principles and Indicators for Sustainability. Chalmers Universitet, Göteborg

³² Holmberg (1998) Lättare att förstå – svårare att misstolka. Tidsskriften Det Naturliga Steget. Nr. 2:98

³³ Holmberg J, Robe`rt K-H. Backcasting from non-overlapping sustainability principles — a framework for strategic planning. Int J of Sust Dev and World Ecol 2000;7:1–18.

³⁴ Robe`rt K-H. Tools and concepts for sustainable development, how do they relate to a framework for sustainable development, and to each other? The Journal of Cleaner Production 2000;8(3):243–54

Absolut Hållbarhetsanalys

En PRODUKT granskas, med utgångspunkt från dess avsedda funktion och systemvillkoren som en definition av hållbarhet, avseende dess potential att nå hållbarhet.

Angreppssättet är generellt och brett, dvs fokuserar mer på de inneboende förutsättningarna än specifika förhållanden som kan gälla vid en fabrik.

Analysen är kvalitativ och resonerande, snarare än kvantitativ och definitiv. Den identifierar i första hand de kritiska flödena och föreslår prioriteringar för närmare detaljgranskning, och går inte längre ner i detaljer än det behövs för att få fram de kritiska utmaningarna och möjligheterna som finns för att kunna beskriva produkten som en lösning att nå hållbarhet.

Relativ Hållbarhetsanalys

Samma PRODUKT granskas i förhållande till konkurrerande lösningar, för att nå samma avsedda effekt. De kritiska flödena identifieras med samma utgångspunkter som ovan, dvs avsedd funktion och potential att nå hållbarhet.

Kritiska nyckelaspekter identifieras, dvs de aspekter som skiljer respektive förenar PRODUKTEN och konkurrerande lösningar identifieras och granskas. Analysen görs kvantitativ där det är möjligt och önskvärt. Analysen svarar på om PRODUKTEN är en mer kostnadseffektiv lösning att nå hållbarhet än de konkurrerande lösningarna.

Analysen görs i första hand generell och bred, men kan göras specifik om PRODUKTEN är låst till en speciell fabrik eller liknande förutsättning. Rapporten ska ge underlag för trovärdig miljökommunikation för PRODUKTEN.

Magnus Hedenmark från Ecoprofits har på uppdrag³⁵ från Jegrelius utfört en begränsad relativ hållbarhetsanalys.

Skillnad och likhet mellan hållbarhets- och livscykelanalys

En hållbarhetsanalys handlar om bedömning av en dynamisk process som är föränderlig med tiden, dvs från nutid fram till tidpunkten för när ett önskvärt tillstånd ska inträda. En LCA bedömer normalt bara miljöprestanda i nutid, utan att ta hänsyn till variabla faktorer som t.ex. att en industri snabbt kan skifta elektricitetskvalitet eller byta transportsätt. Vanligtvis bygger dessutom en LCA bara på kvantifierbara data, och blir därmed ytterligare begränsad vad gäller en rad icke kvantifierbara aspekter såsom biologisk mångfald, kemiska risker och sociala missförhållanden. En väl designad LCA med tydligt kommunicerade avgränsningar kan dock vara ett nyttigt komplement till hållbarhetsanalysen.

³⁵ Konsultbehov för att komplettera miljöbedömning av jacka 16 Sep 2011

3.5 Kemikaliebedömning

Det finns ett stort antal kemikalier som vi är övertygade om att de bör fasas ut från vårt samhälle. Många av dessa ämnen är uppmärksammade och upptagna på olika listor över prioriterade ämnen. Exempel på några sådana listor är till exempel ChemSec's SINLIST³⁶, ECHA's kandidatlista³⁷ över särskilt farliga ämnen (Substances of Very High Concern, SVHC) och Kemikalieinspektionens PRIO-databas³⁸ med utfasningsämnen och riskminskningsämnen. I de fall som en aktuell kemikalie inte finns upptagen på dessa listor baserar vi vår värdering om hur farlig en kemikalie vid motsvarande kriterier.

Vi på Jegrelius anser att det vid många tillfällen är nödvändigt och i vissa fall en skyldighet att använda sig av försiktighetsprincipen. Vilket vi vill uttrycka på följande sätt: *Om vetenskapligt grundad misstanke finns för allvarlig effekt av kemikalie A, men inte för kemikalie B så bör substitution genomföras under förutsättning att funktionen i övrigt är tillfredsställande.*

Databasen Kemiska ämnen från Prevent har använts för att söka klassificering av enskilda kemikalier.

Vid tillverkning av textilierna kan kemikalier användas vid odling av bomull, som råvaror, och som processkemikalier. Textilier till jackor för utomhusbruk ytbehandlas sedan ofta med impregneringsmedel.

Eftersom produkterna består av olika material är det mest relevant att jämföra de kemikalier som används vid tillverkning och innebär risk för emissioner till mark, luft och vatten samt de fall där det finns risk för emissioner vid användning och i avfallsledet. Ämnen kan exempelvis frigöras vid förbränning, deponi eller kompostering. Migrering från produkterna vid användning har varit svårt att bedöma och kan endast uppskattas.

I screening LCA'n finns fyra miljöpåverkans effekter som kan användas som underlag. Det är Human toxicity, Terrestrial ecotoxicity, Freshwater ecotoxicity och Marine ecotoxicity.

Polyuretan finns inte med i de andra två delarna av den här miljöbedömningen, men det är ett material som används till utomhuskläder både som huvudmaterial och i detaljer. Den kan utgöra ett av skikten i en membranjacka, men kan även utgöra själva membranet.

Kemikalier i impregneringsmedel beaktas inte i LCA'n, men beaktas i kemikaliebedömningen. Färgämnen däremot beaktas inte då ingen av dem är kända.

³⁶ ChemSecs SINLIST <http://www.sinlist.org/>

³⁷ ECHAs kandidatlista över SVHC

http://echa.europa.eu/chem_data/authorisation_process/candidate_list_table_en.asp

³⁸ Databasen Prio http://www.kemi.se/templates/PRIOframes_4045.aspx

4 Om Bilskirner

Den bomull som Klättermusen använder sig av i Bilskirnerjackan är EtaProof, vilket betyder att det är en extra tätvävd ekologisk bomull, 205g per kvadratmeter, tillverkad av Stotz & Co AG³⁹.

Tekniska specifikationer för EtaProof tyget finns på Stotz & Co's hemsida. Tyget impregneras utan fluorkarboner. Förstärkningar på jackan består av 100% återvunnen polyester.

En jacka av storlek medium för Herr väger 945 g.

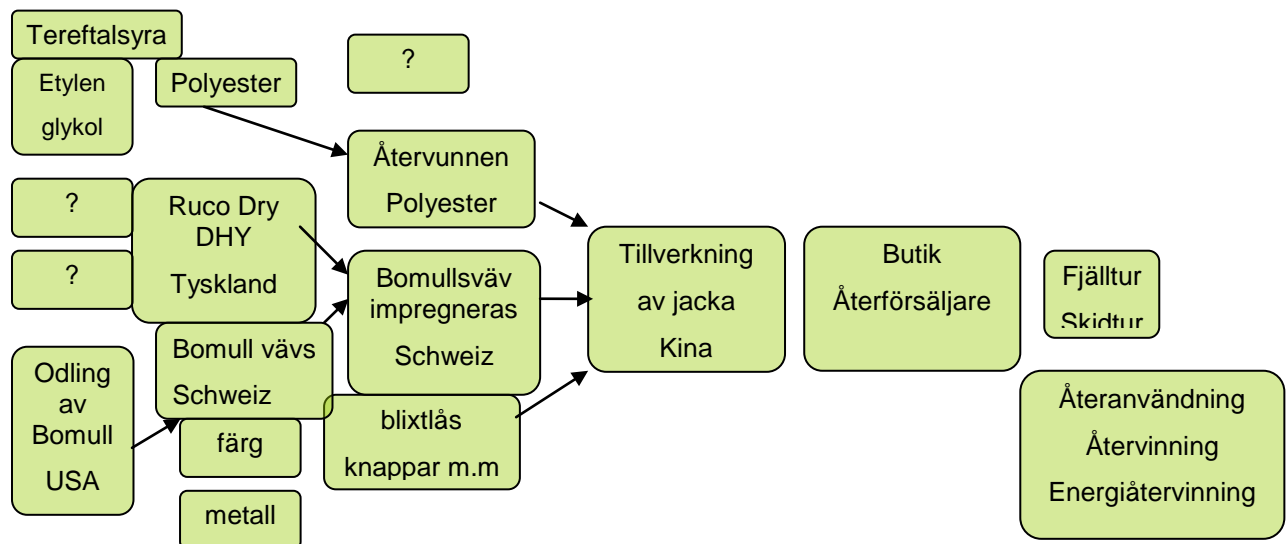
Beskrivning av Bilskirners livscykel

Bomullen odlas och produceras i USA. Den spinns, vävs och impregneras i Schweiz.

Impregneringsmedlet Ruco Dry DHY tillverkas i Tyskland av Rudolf Chemie.

Den återvunna polyestern tillverkas i Taiwan och jackan tillverkas i Kina.

Transporterna sker med lastfartyg och lastbil.



Figur 5: Översikt Bilskirners livscykel

³⁹ http://www.stotzfabric.ch/outdoorstoffe/outdoorstoffe_en.html

5 Miljöbedömning

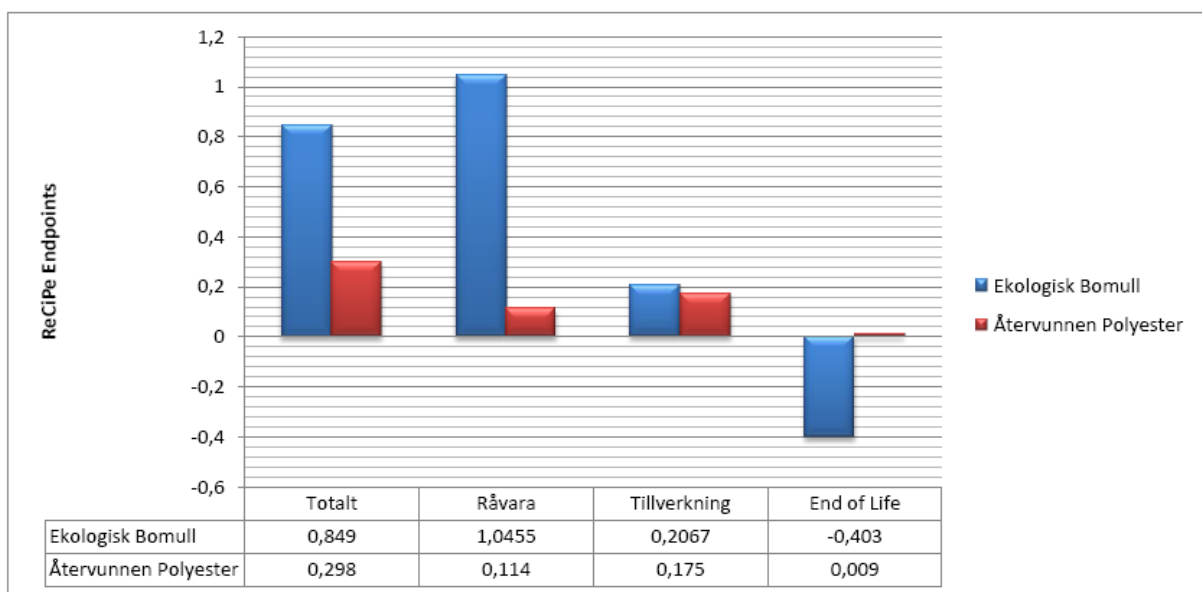
5.1 Jämförande livscykelanalys

Förutsättningar och antaganden för LCA screening finns beskrivna i metoddelen sektion 3.2 respektive 3.3 i den här rapporten samt utförligare i sammanställning från Miljögiraff⁴⁰.

ReCiPe är en utvärderingsmetod som sammanfattar miljöbelastningen av 18 olika kategorier. Miljöeffektkategorierna för ReCiPe finns beskrivna i bilaga 1.

Resultat

Del 1. Enbart Bilskirner



	ReCiPe Endpoint	Klimat påverkan (Kg CO2 ekv)	Energi åtgång (MJ)
Ekologisk Bomull	0,849pt	2,78kg	110,8MJ
Återvunnen Polyester	0,298pt	3,07kg	55,6MJ

Figur 6. Viktat resultat fördelat per livscykelphas för ekologisk bomull och återvunnen polyester

Det framgår tydligt att den största miljöbelastning gäller råvarufasen, dvs odling och framtagning av bomull. Den totala klimatpåverkan räknat för koldioxidekvivalenter är 2,78 kg för ekologisk bomull och energiåtgången 110,8 MJ.

Vad gäller End of life, dvs avfallsledet, är stapeln negativ vilket beror till störst del på återanvändning av kläder och därefter på energivinst vid förbränningen.

Återvunnen polyester uppvisar en lägre miljöbelastning än den ekologiska bomullen.

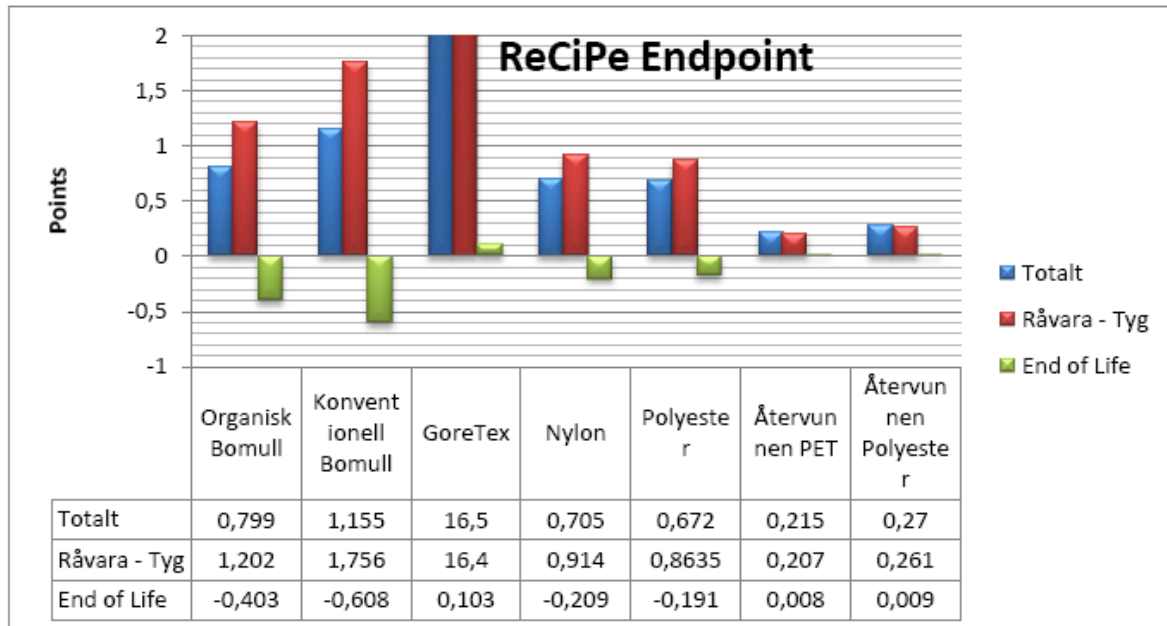
Underlaget till LCA'n är från en odling i Pakistan som modifierats avseende elektricitet och transporter och alltså inte från verklighetens scenario där Bomullen produceras i USA. Eftersom betingelserna varierar från odling till odling, exempelvis vattenåtgång, kan resultatet

⁴⁰ Life Cycle Assessment Screening Av Bilskirner jacka

avvika. Det finns även studier som pekar på en korrelation mellan gödselanvändning och energibehov.⁴¹

Klättermusen arbetar aktivt för återanvändning och andelen återanvändning är sannolikt högre i verkligheten jämfört det avfallsscenario som LCA'n utgick ifrån. Bilskirner har dessutom inte funnits länge på marknaden så det verkliga scenariot återstår att se.

Del 2. Jämförelse mellan textilierna

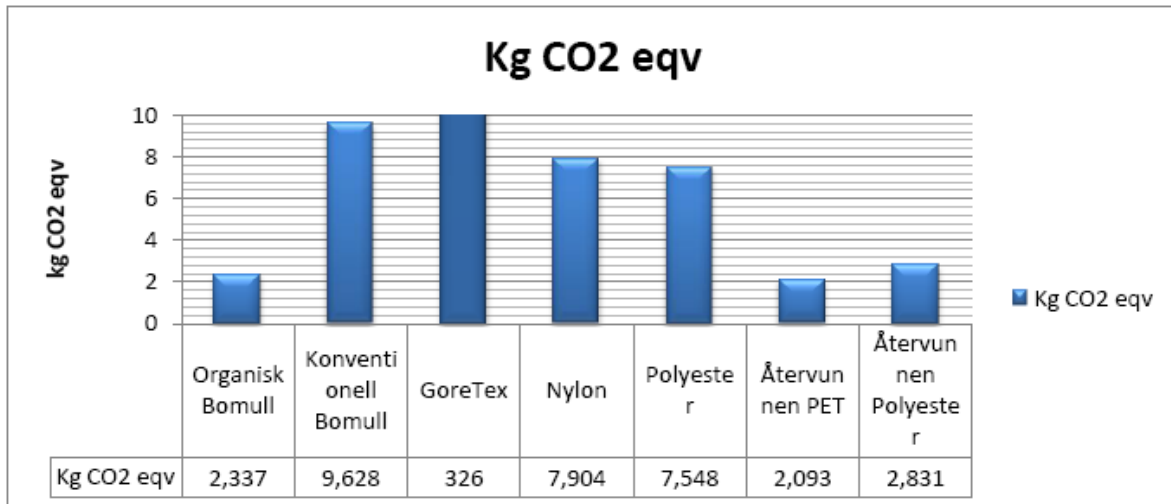


Figur 7. Jämförelse mellan alla materialen från råvara till färdigt tyg + End of life . Observera att stapeln för Gore-Tex är kapad

Alla inkluderade påverkanskategorier finns listade i bilaga 1 och de specifika talen finns i miljögiraffs LCA screening. Figur 7 avser resultat för 1 kg tyg av rena material dvs ej blandmaterial som många jackor består av. GoreTex som material ligger på 16,5, dvs på en helt annan nivå än de övriga materialen. Stapeln i figuren ovan har kapats för att övriga material ska kunna jämföras.

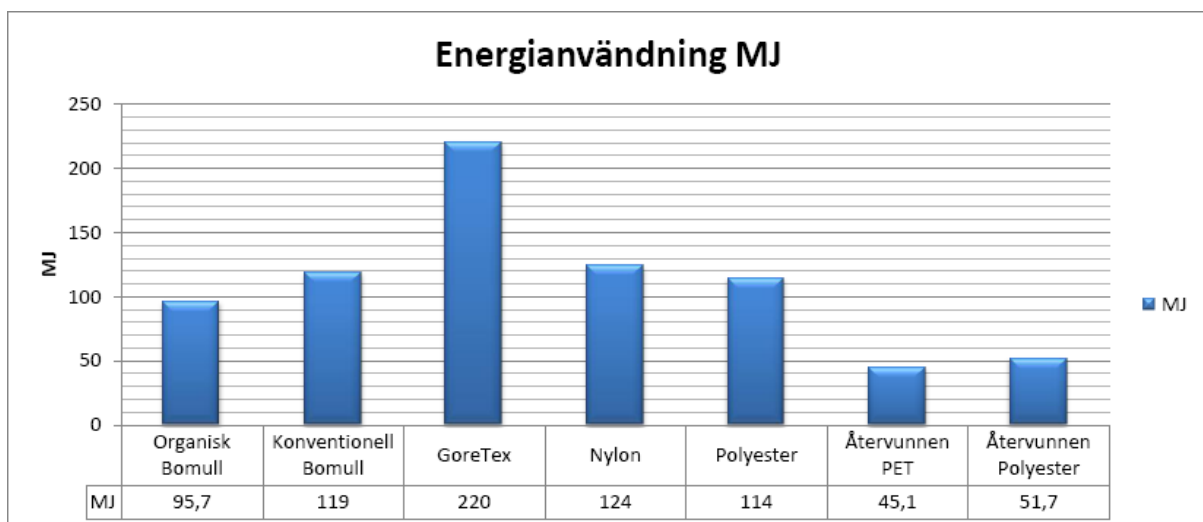
Livscykeln för återvunnen polyester belastar miljön minst följt av polyester och Nylon. Ekologisk bomull är som väntat bättre än konventionellt odlad bomull.

⁴¹ Matlock M, Energy Use Life Cycle Assessment for Global Cotton Production Practices, (2008)



Figur 8. Klimatpåverkan i form av utsläpp växthusgaser, Koldioxid ekvivalenter. Observera att stapeln för GoreTex är kapad.

Klimatbelastning för att tillverka PTFE membran är på skyhöga 326 kg koldioxidekvivalenter jämfört med 2,3 kg för ekologisk bomull. Stapeln för GoreTex är kapad i ovanstående bild för att övriga material skall kunna jämföras. Konventionellt odlad bomull är den som ger näst högst klimatbelastning med 9,6 kg koldioxid ekvivalenter, följt av nylon (7,9) och polyester på 7,5 kg. Skillnaden mellan konventionellt odlad bomull och ekologisk bomull beror troligen på högre användning av gödningsmedel samt i viss mån pesticidanvändning och utarmning av jord.



Figur 9. Jämförelse mellan Energi användning (MJ) för de olika materialen.

Avseende energi är de återvunna polyestrarna minst energibelastande, följt av ekologisk bomull.

Energiförbrukning och klimatpåverkan samt ReCiPe Endpoint visar högst värden för livscykel av Gore-Tex/PTFE vagg till grav. Som material betecknat visar alltså LCA screening att PTFE är klart sämst för alla tre sätt att mäta.

Jämförelse med andra LCA studier på textilier

I en litteraturoversikt⁴² över LCA i textilsektorn beskrivs flera faktorer som kan påverka resultatet, exempelvis var bomullen odlas är viktigt. Vattenåtgång, gödselkonsumtion och bekämpningsmedel varierar mellan odlingar. Hur man gör allokeringar har också av stor betydelse, dvs delning av in- och utflöden av material och energi i produktionsprocesserna. Exempelvis kan en skörd av 2,4 kg bomull ge 1 kg bomullsfibrer, men även sidoprodukter. Om man tar hänsyn till sidoprodukterna eller inte har stor betydelse på resultatet.

En ny LCI och LCA är nyligen utförd av USA baserade Cotton Incorporated som del av projektet "Cotton Foundation Vision 21" och resultaten från den kommer att föras in i databasen EcoInvent i början av 2012.⁴³

Det finns en studie från England där man jämfört återanvändning/återvinning av textilavfall jämfört med jungfruligt material.⁴⁴ LCA'n visar att energi kan sparas om man använder återvunnet material av bomull och polyester.

En studie⁴⁵ av både miljöbelastning och ekologisk hållbarhet är utförd för 10 olika textilfibrer resulterar i att ekologisk bomull är att föredra med akryl räknas som den sämsta fibern. PTFE-membran finns tyvärr inte med i studien eftersom den inte räknas som textilfiber.

En bra miljöbelastningsbedömning⁴⁶ har jämfört Viskos, Modal och Tencell med konventionell Bomull, PET och Polypropylen. 1 ton fibrer har använts som funktionell enhet.

⁴² Dahllöf, L *Life Cycle Assessment (LCA) applied in the Textile Sector: the Usefulness, Limitations and Metodological Problems – A literature Review*, 2003, ISSN: 1404-8167

⁴³ <http://www.ecotextile.com/>

⁴⁴ Woolridge A C *Life Cycle assessment for reuse/recycling of donated waste textiles compared to use of virgin material* Resources, Conservation & Recycling 46 (2006) 94-103

⁴⁵ Muthu S S, *Quantification of environmental impact and ecological sustainability for textile fibres* Ecological Indicators (2011)

⁴⁶ Shen, I *Environmental impact assessment of man-made cellulose fibres* Resource, Conservation and Recycling 55 (2010) 260-274

Jämförelse mellan jackor

Ovanstående screening är för varje material separat. En jämförelse mellan jackor skulle riskera att bli väldigt missvisande då produktionsdata och materialsammansättning är långt ifrån fullständig för de konkurrerande jackorna. Störst osäkerhet finns för PTFE-membran jackan som kan bestå av fyra olika material. Polyuretan bedöms inte i LCA'n. Vikten för alla konkurrerande jackor är också okända.

Tabell 2. Beräkningsunderlag är uppskattat utifrån Funktionell enhet kg tyg

Produkt	Material	Uppskattad andel	Vikt per jacka	Kg tyg
Bilskirner	Ekologisk Bomull	Större andel	945 g	1
	Återvunnen polyester			1
Polycotton	Bomull	50%		1
Ex Fjällräven	Polyester	50%		1
PTFEmembranjacka	PTFE-membran	10-20%		1
	Nylon, polyamid	10-40%		1
Ex Arcteryx, Haglöfs, Patagonia	Polyester	10-40%		1
	polyuretan	1-40%		
Ex Patagonia, Fjällräven	Återvunnen PET	Större delen		1

Om vi antar att en jacka består av 10 vikts % PTFE blir bidraget till jackans miljöbelastning avseende ReCiPe Endpoint, minst 50% av hela jackans miljöbelastning oavsett material som ingår. Alla staplar för PTFE bli lägre om man räknar på jacka som funktionell enhet i stället för kg tyg. En grov överslagsräkning ger trots det bedömningen att en PTFE-membranjacka är det sämsta alternativet oavsett andra ingående material.

Om vi antar att en jacka av återvunnen PET väger ungefär lika mycket som Bilskirner blir det PET-jackan som ger lägst miljöbelastning enligt LCA. En polycotton jacka däremot belastar miljön mer än Bilskirner om den består av konventionell bomull och polyester, men mindre om ekologisk bomull och återvunnen polyester ingår i blandningen.

Impregneringsmedel räknas inte med i analysen, men om det skulle räknades in skulle fluorkarbonfria material som Bilskirner räknas till de bättre.

Avgörande för resultatet är alltså valet av funktionell enhet. Ett val av jacka som funktionell enhet skulle ge mindre skillnaderna mellan jackorna än mellan materialen som sådana.

5.2 Hållbarhetsresonemang⁴⁷

Bilskirner består till största delen av förnybar råvara. De konkurrerande produkterna består av blandningar av konventionellt odlad bomull, PTFE-membran, polyamid och polyester och alla dessa jackor har gemensamt att de består av 50-100% fossil råvara.

Funktionens omfattning spelar en central roll, eftersom man bör hålla isär upplevelsen av fukt för kunden och olika tester av vattenpelare, Tester av vattenpelare speglar inte problemet med

⁴⁷ Framtaget av Magnus Hedenmark Ecoprofits

kondens, men kan av kunden uppfattas som ett oproportionerligt stort värde tack vare marknads kommunikationen i branschen.

De två hållbara livscyklarna är antingen tekniska eller biologiska enligt de principer som presenteras i Cradle to Cradle⁴⁸. Ett plagg kan bestå av material som tillhör de bägge livscyklarna så länge de är tydligt och enkelt separerbara från varandra.

Om fossilbaserade polymerer ingår i ett plagg krävs att de ingår i ”closed loop recycling” med återtagningslogistik och kan återvinna utan att systematiskt tappa kvalitet, för att ge ett hållbart plagg som inte bidrar till brott mot SV1. Alternativt innehåller produkten förnybara cellulosa fibrer och kan återvinnas/komposteras/förbrännas. Konstgödsel används inte vid ekologisk odling.

SVHC-ämnen får inte förekomma i produktens livscykel, utan bryter då mot SV2, i viss mån SV1 (tungmetaller och ovanliga grundämnen) samt SV4 (starkt hälsofarliga).

För att inte bryta mot SV3 får uttaget av förnybara råvaror inte bygga på ansvarlös GMO-teknik, skogsskövling eller extrema färskvattenuttag.

Socialt oacceptabla förhållanden under tillverkning eller avfallshantering ger ett brott mot SV4.

Kvalitativa bedömningar av plaster

Den hittills mest vetenskapligt meriterade rangordningen⁴⁹ har utförts av forskare på Göteborgs universitet. Rangordningen har utgått i huvudsak från klassificerade ingående monomerer och andra ämnen. Det motiveras av, helt riktigt, att monomerer alltid ger mer eller mindre exponering i olika delar av livscykeln, även restmonomerer i plaster kan finnas upp till 4% av plasten. Ju lägre värde desto farligare plast. PET är bättre än annan polyester.

Tabell 3 . Rangordning av plastpolymerer baserad på ingående monomerer (Lithner et al. 2011)

Rang-ordning	Polymer	Monomerer
18	Omättad polyester	Propylenglykol (18%), Malein syraanhydrid (21%), Ftalsyraanhydrid (31%), Metylmetakrylat (tvärbindare)
20	Omättad polyester	Som ovan, men med styren som tvärbindare
22	Termoplastisk Polyuretan	Polyetylenbutylenadiapat; glykol(35%), Adipinsyra, etylenglykol, 1,4-butandiol, 4,4' metylendifenyl-diisocyanat (49%), 1,4-butandiol(16%)
29	Termoplastisk Polyuretan, mjuk	Polyetylenbutylenadiapat; glykol(70%), Adipinsyra, etylenglykol, 1,4-butandiol, 4,4' metylendifenyl-diisocyanat (24%), 1,4-butandiol(6%)
33	Polyamid 6.6/ Nylon 6.6	Adipinsyra (56%), Hexametylendiamin (37%)
36	Polyetentereftalat (PET)	Etylenglykol (37%) , Tereftalsyra (63%)
PTFE ej klassad		

⁴⁸ Cradle to Cradle , Vagga till Vagga, http://www.mcdonough.com/cradle_to_cradle.htm

⁴⁹ D. Lithner et al. / Science of the Total Environment 409 (2011) 3309–3324

Mer allmänna resonemang, som ändå är transparenta och tydligt motiverade finns också i en dansk sammanställning av Borch-Pedersen⁵⁰. Plasterna klassas in i fyra klasser, 1-4 där 4 är sämsta plasten ur hållbarhetssynpunkt:

PTFE, hamnar i klass 3

PET i klass 2

Omättad polyester finns dock inte med i sammanställningen, men bedömningen är att även den borde hamna i klass 2 med hänsyn till kriterierna för klassindelningen som presenterats.

Bedömning av jacka med PTFE membran

PTFE, en del av PFC-problematiken.

Högfluorerade ämnen har fått stor användning inom industrin och i konsumentprodukter på grund av deras attraktiva egenskaper. Högfluorerade ämnen är i allmänhet svårnedbrytbara. Skälet till att högfluorerade ämnen inte bryts ned är de mycket starka kovalenta bindningarna som bildas mellan kol och fluor. Dessa kolfluorbindningar bildar ett skydd runt de svagare kol-kolbindningarna. Det är också fluoratomerna som gör ämnena svårslösliga i vatten (Kemikalieinspektionen 2004). Dessa egenskaper har gjort att ämnena har använts i bland annat rengöringsmedel, impregneringsmedel för textilier och som flamskyddsmedel.

PTFE (polytetrafluoreten) är en plast som finns i t.ex. varumärket Gore-Tex. PTFE är en polymeriserad tetrafluoretylen. Tetrafluoretylen framställs genom reaktion med kloroform och vätefluorid. Man kan anta att tetrafluoretylen kan brytas ned eller omvandlas till perfluor-föreningar under framställning eller förbränning av PTFE⁵¹⁵². Enkla fluorföreningar är generellt starka växthusgaser; t.ex SF₆, CF₄, C₂F₆. Enligt IPCC⁵³ har PFC en GWP⁵⁴ på 6500 – 9200⁵⁵. Därför finns det fog att påstå att tillverkningen av PTFE är starkt associerad till SVHC-ämnen.

Polyester, omättad

Polyester är en stor familj av plaster däribland PET, men man kan utgå från att det handlar om omättad polyester i detta fall, eftersom det handlar om förstärkningar/armeringsmaterial (Pedersen). Omättad polyester hamnar på plats 18 eller 20, beroende på valet av monomerer, i rankingen av Lithner et al.⁵⁶

De kritiska kemikalierna i tillverkningen är främst syranhydriderna och tvärbindare som kopplas till allergier, astma och andningsbesvär.

⁵⁰ Pedersen, L.B. (1999). Plast og Miljø, Teknisk Forlag, 1999

⁵¹ Pedersen, L.B. (1999). Plast og Miljø, Teknisk Forlag, 1999

⁵² Öberg Tomas, Fasta polymerers bidrag till växthuseffekten – stabilitet och nedbrytningsprodukter av PTFE, rapport till Naturvårdsverket, 1995

⁵³ International Panel on Climate Change

⁵⁴ Global Warming Potential, mäts i CO₂-ekvivalenter.

⁵⁵ <http://www.icbe.com/emissions/calculate.asp>

⁵⁶ D. Lithner et al. / Science of the Total Environment 409 (2011) 3309–3324

PET

PET används för återvinning i större skala, genom bl.a återvinningen från PET-flaskor till textila fibrer. Eftersom det handlar om två olika kvaliteter av plast, så råder en viss osäkerhet om det går att återvinna PET utan s.k. downgrading. Det förekommer ett antal katalysatorer i form av tungmetaller, i tillverkning av jungfrulig PET. Tillverkningen är dock inte låst till en specifik metall vilket gör att det finns en förbättringspotential. PET hamnar på plats 36, och får alltså en bättre bedömning än polyester enligt Lithner et al.⁵⁷

Bomull

Bomull är en naturfiber, som mycket väl kan ingå i ett biologiskt eller ett tekniskt kretslopp. Det finns ”cradle to cradle”⁵⁸ certifierade produkter som innehåller bomull som blandats med andra naturfibrer som t.ex. ramifiber, för att lättare kunna komposteras. Däremot finns en rad utmaningar för bomullsproduktionen som en ekologisk produktion till stor del hanterar, t.ex. frånvaron av konstgödsel och syntetiska bekämpningsmedel som strider mot SV 1 och 2. En av de stora återstående utmaningarna är dock färskvattenhanteringen. Det finns bomullssodlingar som ligger i vattenkritiska regioner och utnyttjar konstbevattning på ett ohållbart sätt. Den vidare textilberedningen innebär också stora utmaningar med infärgning osv, men det problemet delas i stort med även konstfibertillverkningen.

Sammanfattande bedömning avseende hållbarhet

Av de konkurrerande materialen, kan vi snabbt avfärda de fluorbaserade alternativen som icke hållbara. Perfluorerade kolväten har som grupp betraktat ett inneboende problem, med oundviklig spridning av SVHC-ämnena, eller i bästa fall vetenskapligt grundad misstanke om spridning av dylika ämnena.

En jacka som innehåller polyester kan möjligen göras som hållbar, om polyestern är lätt separerbar från andra material. Men, att blanda den med naturfiber gör att den varken passar in i ett teknologiskt eller ett biologiskt kretslopp. Därutöver finns en del tveksamma ämnen som kanske inte gör produktionen direkt ohållbar, men medför ett antal skarpa utmaningar för produktionsfasen i form av arbetshälsa (astma, allergier). En omättad polyester kan innehålla tvärbindare som metakrylat och styren, vilken kan vara kritisk, men tillverkningen är dock inte helt beroende av sådana ämnen. En rad utmaningar för polymeren finns alltså vad gäller polyestern, men det är själva inblandningen med bomull som gör att produkten är i princip omöjlig att anpassa till vår definition av hållbarhet.

En återvunnen jacka av PET kan mycket väl räknas som en hållbar lösning. PET rankas i stort sett som minst lika bra eller en av de bättre plasterna i de rankingar som gått igenom. Det finns dock en oklarhet om en återvunnen PET-jacka verkligen kan fortsätta återvinnas utan att tappa kvalitet i form av s.k. ”downgrading”, och en del utmaningar om ovanliga metaller som använts som katalysatorer under tillverkningen.

Den aktuella produkten med, EtaProof, har en klar förutsättning att nå hållbarhet och ett stort steg har tagits i och med att bomullen är ekologiskt odlad. En del utmaningar att gå vidare med i framtiden finns genom att t.ex. säkra i vilken region bomullen har odlats, så att även vattenhanteringen är hållbar.

⁵⁷ D. Lithner et al. / Science of the Total Environment 409 (2011) 3309–3324

⁵⁸ Cradle to Cradle , Vagga till Vagga, http://www.mcdonough.com/cradle_to_cradle.htm

Inslagen av andra materialslag innebär att produkten bör utvecklas så att de blir lätt att separera för återvinning om det inte redan är gjort. Polyester är svårare att bedöma, dels i vilken grad den går att återvinna utan ”downgrading”, men det finns också utmaningar att lösa vad gäller de olika sätten att producera polyestern, så att man undviker att t.ex. använda en polyester där farliga ämnen ingått i produktionen. Alternativt kan man leta efter andra plaster som fyller samma funktion.

Slutsatsen blir att en jacka av återvunnen PET och EtaProof bedöms som de produkter som är möjliga att nå hållbarhet. Bilskirner har en tydlig potential eftersom den består av en förnyelsebar råvara med flexibilitet att optimera bomullsproduktion och en frihet att välja en optimal återvunnen polyester.

5.2 Kemikaliebedömning

Farliga ämnen kan påverka miljön och hälsan vid odling och tillverkning av produkterna, vid användning av produkterna, samt vid produktens slutskede. Valet av efterbehandling av textilierna som färgning och impregnering är avgörande för resultatet av en miljöbedömning, men då detaljerade data saknas för både Bilskirner och konkurrenter förs endast resonemang generellt.

Ozonedbrytande kemikalier, tungmetaller, bekämpningsmedelsrester, fungicider som dimetylformat, formaldehyd med mera ska enkelt skrivet vara lättnedbrytbara och klassade som PBT eller allergena. Med PBT avses persistenta, bioackumulerande eller toxiska.

Enligt GOTS⁵⁹ är aromatiska och halogenerade lösningsmedel förbjudna liksom fluorkarboner, formaldehyd, tungmetaller, nanopartiklar, hormonstörande ämnen, klorfenoler, komplexbildande och ytaktiva ämnen som EDTA och nonylfenol.

En allmän bild om vilka typer av kemikalier som används vid beredning av textilier kan erhållas från kriterierna för bra miljöval för textil.⁶⁰

Konventionellt odlad bomull

Kemikalier i form av gödsel och bekämpningsmedel används i stora mängder.

Ungefär 25% av världens insektsmedel och mer än 10% av pesticiderna används till bomullssodling.⁶¹ Enligt USDA förbrukar bara majs och sojabönor mer pesticider än vad bomull med sina 4,8kg/hektar gör.⁶²

Konstgödselanvändningen i USA var år 2000 hela 159 kg/hektar odlad bomull.⁶³ Bland de 15 vanligaste finns cancerogena ämnen som acephate, dichloropropene, diuron, fluometuron, pendimethalin, tribufos, and trifluralin.

I Life Cycle Inventory data kan utläsas 24 olika utgångsprodukter däribland ospecificerade pesticider. Åtta joner/ämnen listas som emitteras till vatten; Zink, Bly, Koppar, Krom,

⁵⁹ GOTS version 3 01March 2011

⁶⁰ Bra Miljöval för textil, Svenska Naturskyddsföreningen 1996.

⁶¹ Allen Woodburn

⁶² Omräknat från 4.3 pounds/acre och gäller USA 2003

⁶³ USDA

Kadmium, Nickel, fosfor, fosfat och nitrat. Emissionslistan på ämnen som kan överföras till jorden innehåller 78 ämnen däribland Paraquat, 1,1'-dimetyl-4,4'-bipyridium, som är en av de giftigaste bekämpningsmedlen vid odling.

Trifluralin, Malathion, Cyanazine och Parathion [56-38-3] är andra exempel.

Ekologiskt odlad bomull.

De ämnen som används i den LCI som ligger till grund för LCA'n är urea/urinämne samt botaniska pesticid av Castor och Neem. Konstgödsel och klassade bekämpningsmedel är ej tillåtna vid ekologisk odling

Polyester ex PET

Vid tillverkning⁶⁴ av polyestern polyetentereftalat är råvarorna Tereftalsyra och etylenglykol.

Tereftalsyran är av kvalitén PTA, Purified Terephthalic Acid, tillverkas av ättiksyra och p-xylen.

PET kan även tillverkas från dimetyltereftalat i stället för tereftalsyra.

Det finns ett flertal polyestrar med olika ingående ämnen. Tvärbindare som metakrylat och styren kan användas i de fallen. Bedömer i den här studien endast PET eftersom den är klart vanligast vid återvunnen polyester till kläder.

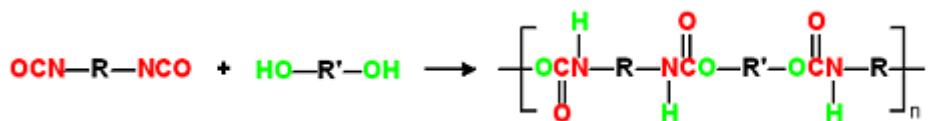
Återvunnen polyester ex PET

Vid processning av finns goda exempel på att PET kan återvinnas med bibehållen kvalitet.

Det som avgör är bland annat kvalitén på den PET som ska återvinnas. Finns metallrester blir miljöbelastningen högre.

Polyuretan innefattar olika typer av polymerer, både hårdplaster, elaster och termoplaster.

Gemensamt är att de tillverkas genom en reaktion mellan di- och polyisocyanater och di- eller polyoler.



De flesta polyuretaner är gjorda från tre startmaterial; långkedjiga polyoler, diisocyanat och en kedjeförlängare.⁶⁵ Den vanligaste isocyanaten är MDI, difenylmetan diisocyanat (MDI).

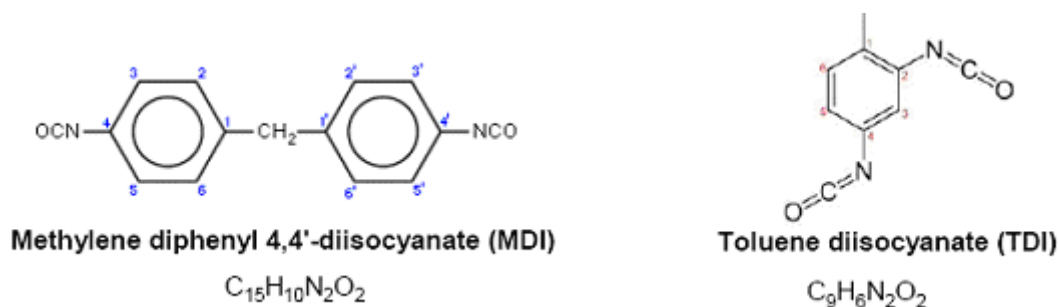
Vid rangordning efter hälso- och miljöbelastande effekt enligt Litner et al⁶⁶ är hårdplasterna

⁶⁴ Kalliala, E M Environmental profile of cotton and polyester-cotton fabrics, AUTEX Research Journal Vol1 no 1 1999

⁶⁵ Kartläggning av vittrings- och korrosionsproblem vid hantering av matavfall, Etapp II Tätskikt på betong - State of the Art WASTE REFINERY projekt 34, SP

⁶⁶ D. Lithner et al. / Science of the Total Environment 409 (2011) 3309–3324

de farligaste på plats 1 medan de termoplastiska polyuretanerna är något mindre farliga på plats 7.



Figur 10. Två vanliga Isocyanaterna för polymertillverkning.

Vid tillverkning av polyuretan kan isocyanater avgå. De är mycket toxiska föreningar och specifika regler gäller för både arbetsmiljö och avfallshantering. Polyuretan kan vid förbränning avge isocyanat, ofta i gasform eller i aerosolform.

Vid arbete med hårdplaster och specifikt för isocyanater finns särskilda arbetsmiljöregler⁶⁷.

Vid förbränning av avfall innehållande isocyanater gäller förordning om avfallsförbränning⁶⁸ och ämnet uppfyller kriterierna för ett prioriterat riskminskningsämne i Kemikalieinspektionens prioriteringsguide.

Polyamid/Nylon

Det finns ett flertal olika polyamider där Nylon 6 och Nylon 6.6 är bland de mest kända.

Vid tillverkning utgår man kaprolactam för Nylon 6 och adipinsyra och hexametylendiamin för Nylon 6.6

Polytetrafluoretan PTFE

De kemikalier som är mest miljöbelastande dvs har ekotoxisk effekt är difluoroklormetan som används för att tillverka PTFE. Den påverkar ozonskiktet. PTFE i sig ger toxiska pyrrolsprodukter med toxiska effekter. PTFE är liksom övriga fluorkarboner persistenta.

PTFE [9002-84-0], [65530-85-0]

Fluorkarboner

Halten av perfluorerade ämnen i blod har uppmätts i ett flertal länder.⁶⁹ Fluorkarboner är ekotoxiska i olika grad, bland annat beroende på hur långa kolkedjor de består av och hur mycket fluor de innehåller. Med kedjelängden minskar persistens och bioackumulerbarhet, men risken kvarstår eftersom de korta kedjorna kan reagera och bilda nya ämnen.

⁶⁷ AFS 2005:18, AFS 2005:6 32-38§§, AFS 1996:1 5§ och bil 1:13a, AFS2000:4 40§

⁶⁸ SFS 2002:1060

⁶⁹ WWF Detox campaign 2005; <http://www.wwf.se/source.php/1119924/blodtest%20rapport.pdf>

2008 publicerades en undersökning och en miljöbedömning över fluorerade ämnen i konsumentprodukter.⁷⁰ Undersökningen utgick från OECD's lista med över tusen polyfluorerade föreningar. 92 olika ämnen identifierades varav 48 av dem är registrerade Oleophobol från Ciba har hittats i textilier med uppmätt fluorinnehåll i textil på 0,38vikts%. Xonyl från Dupont och Unidyne från Daikin är ämnen för textilbehandling och uppskattas Sprayprodukter för att impregnera produkter finns som Cetox KWI, Guardian Textile Impregnering och Granger's XT Spray.

2-Propenoic acid, 2-methyl-, hexadecyl ester, polymers with 2-hydroxyethyl methacrylate, gamma-omega.-perfluoro-C10-16-alkyl acrylate and stearyl methacrylat [203743-03-7]

I direktiv 2006/122/EG står att läsa att PFOS och liknande inte får förekomma högre än 1µg/m² av det belagda materialet.

Kemikalieinspektionen har undersökt perfluorerade ämnen i varor⁷¹ i ett tillsynsprojekt.

Färger

Det finns 9 färgämnen som är klassade som cancerogena i OekoTex gränsvärdeslista samt samt 21 allergena färgämnen. De är i huvudsak aromatiska aminer. Det finns initiativ som verkar för att minimera miljöbelastningen av färger och då liksom vid övrig kemikalieanvändning bör hela värdekedjan influeras. Colour Connections är en konsultfirma med Phil Patterson i spetsen.⁷²

Tabell 5. Översikt Råvaror / Potentiella restkemikalier /Klassning

Material	Kemikalier	Cas	Klassning
Polyester ex PET	Etylenglykol		H302 Skadligt vid förtäring
	1,2-dihydroxiatan	107-21-1	
Ekologisk bomull	Tereftalsyra		H315 Irriterar huden
		100-21-0	H319 Orsakar allvarlig öginirritation H332 Skadlig vid inandning
Konventionell bomull	Neem och Castor		Växtskydd tillåtna vid ekologisk odling . Ej klassade som farliga.
Konventionell bomull	Ett flertal bekämpningsmedel		Cancerogena, hormonstörande
	Paraquat	4685-14-17	Giftig vid förtäring och hudkontakt.

⁷⁰ Astrup Jensen A, et al *Survey and environmental/health assessment of fluorinated substances in impregnated consumer products and impregnating agents* (2008)

⁷¹ KEMI PM 4/09

⁷² [http:// www.colour-connections.com](http://www.colour-connections.com)

Polyamid ex Nylon 66	Adipinsyra	124-04-9	H319 Orsakar allvarlig ögonirritation
	Hexametylen ediamin, 1,6 diaminohexan	124-09-7	H302 Skadligt vid förtäring H312 Skadligt vid hudkontakt H314 Orsakar allvarliga frätskador på hud och ögon. H335 Kan orsaka irritation i luftvägarna.
	Exempel		H315 Irriterar huden
Polyuretan	Difenylmetan diisocyanat (MDI)	9016-87-9	H319 Orsakar allvarlig ögonirritation H303 Dödlig vid inandning H343 Kan orsaka allergi- eller astmasymptom eller andningssvårigheter vid inandning
	Propylen oxid	16088-62-3	H340 Kan orsaka genetiska defekter H350 kan orsaka cancer
Polytetra fluoroeten PTFE	difluorklormetan	75-45-6	H336 Kan göra att man blir dåsig eller omtöcknad H312 Skadligt vid hudkontakt EUH059 Farligt för ozonskiktet
	Ftalsyraanhydrid	85-44-9	H302 Skadligt vid förtäring H315 Irriterar huden H317 Kan orsaka allergisk hudreaktion H318 Orsakar allvarliga ögonskador H334 Kan orsaka allergi- eller astmasymptom eller andningssvårigheter vid inandning H335 Kan orsaka irritation i luftvägarna
	ättiksyraanhydrid	108-24-7	H302 Skadligt vid förtäring H314 Orsakar allvarliga frätskador på hud och ögon H332 Skadligt vid inandning. H335 Kan orsaka irritation i luftvägarna.
	PTFE	9002-84-0	Ej fastställd cancerogen effekt IARC grupp 3 Inert i fast form, men pyrrolisprodukter har toxiska effekter, särskilt hos fåglar.
Oleophobol CO			Innehåller fluorokarboner klassade som persistenta
Ashai Guard AG-E061			Innehåller fluorokarboner klassade som persistenta
Ruco Dry Dhy			Innehåller ej fluorokarboner men riskklassade tensider under 1%
Färger	?		

De kemikalier som är mest miljöbelastande dvs har ekotoxisk effekt är difluorklormetan som används för att tillverka PTFE. Den påverkar ozonskiktet. PTFE i sig ger toxiska pyrrolisprodukter med toxiska effekter.

Fluorokarboner är även de ekotoxiska i olika grad, bland annat beroende på hur långa kolkedjor de består av och hur mycket fluor de innehåller. Korta kolkedjor bryts lättare ned än de långa dvs de är generellt sätt inte lika persistenta. Det innebär dock fortfarande att det finns risk för persistens eftersom de kan reagera och bilda andra ämnen.

Polyuretan belastar miljön i både tillverkningsledet och avfallsledet.

Om man jämför data om humantoxicitet och ekotoxicitet från LCA'n mellan de ingående materialen kan utläsas att konventionell odlad bomull belastar miljön mer än polyester och nylon.

5.4 Samlad miljöbedömning

Vi vill först summera resultaten från de tre perspektiven var för sig.

- Miljöpåverkan under produkternas livscykel

En rangordning ger följande ordning med bästa material överst.:

- 1) Återvunnen polyester, Återvunnen PET
- 2) nylon/polyamid, polyester, ekologisk bomull,
- 3) konventionell bomull
- 4) PTFE-mebran

- Se på produkterna utifrån ett hållbarhetsperspektiv

Ekologisk bomull har störst potential att nå hållbarhet med en förnyelsebar råvara med minimal gifthanvändning. PTFE-membran har klart sämst förutsättningar med persistenta fluorföreningar. Återvunnen polyester kan vara hållbart förutsatt att det går att separera från bomull vid avfallsskedet och att den kommer från en optimal polyester.

En strävan efter att förbättra betingelserna vid odling och process av den ekologiska bomullen är viktigt. Vatten och energiåtgång varierar mycket mellan olika odlingar.

Om man ser på jackorna från ett hållbarhetsperspektiv är ekologisk bomull att föredra. Valet av slutskedscenarios är viktigt för utfallet både vad gäller livscykelperspektiv och hållbarhet.⁷³

- Bedöma den hälso- och miljörisk som produkternas ingående ämnen utgör.

Persistenta fluorerade ämnen som finns i PTFE och impregneringsmedel ger PTFE-membranjackor och jackor impregnerade med fluorkarboner en stor miljöbelastning.

Polyuretan som inte bedömts från livscykel- och hållbarhetsperspektiv är ett material som ger både miljö och hälsorisker vid produktion och avfallsled.

Både PTFE och polyuretan kan vid förbränning ge toxiska ämnen.

Vid tillverkning av konventionellt odlad bomull förekommer ett stort antal farliga ämnen som ger emissioner till framförallt till vatten och jord. Stora risker finns även att restämnen finns kvar i det färdiga tyget. Resultat från LCA'n visar att konventionellt odlad bomull ekotoxiskt belastar miljön mer än syntetmaterialen.

⁷³ Journal of Cleaner Production 17 (2009) 1183-1194

Ur kemikalieperspektiv är ekologisk bomull bäst följt av polyester och polyamid. Avgörande är naturligtvis behandling som färgning och impregnering av material.

Samlad miljöbedömning

Det som skiljer produkterna från varandra är främst materialsammansättning vilket i sin tur innebär olika produktionsmetoder. Bedömningen av miljöprestanda grundar sig därför främst på tillverkning av textilierna från råvara till tyg samt End of Life.

Den största miljöbelastningen för Bilskirner är vid odling av bomull. Att kontrollera om den är optimal eller går att förbättra kan bidra till en lägre miljöbelastning.

Miljöbedömningen visar att från både hållbarhets- och kemikalieperspektiv är en jacka av ekologisk bomull och återvunnen polyester utan fluorkarboner det klart bästa alternativet. Material av PTFE och jackor impregnerade med fluorkarboner kan aldrig bli bra sett från dessa perspektiv.

Om man ser på materialen från ett livscykelperspektiv är däremot återvunnen polyester som återvunnen PET det som belastar miljön minst. Ekologisk bomull uppvisar ungefär samma miljöprestanda som nylon/polyamid och polyester.

Den totala miljöbedömningen visar att Bilskirner är ett mycket bra alternativ. Samtidigt pekar bedömningen på att jämförelsen med konkurrerande jackor skulle kunna förbättras betydligt om underlaget var mer detaljerat.

6 Diskussion och rekommendationer

Viktigt är att komma ihåg att livscykelanalysen inte bygger på ett komplett underlag och endast ger indikationer om ingående material. Exempelvis bygger resultaten om Bilskirner på en produktion av ekologisk bomull i Pakistan där betingelserna kan skilja från verkliga förhållanden i USA. Avfalls scenariot är även det ett generellt antagande för textil i Sverige.

Klättermusen arbetar aktivt för återanvändning och andelen återanvändning är sannolikt högre i verkligheten jämfört det avfallsscenario som LCA'n utgick ifrån. Bilskirner har dessutom inte funnits länge på marknaden så det verkliga scenariot återstår att se.

Livslängd av en produkt finns inte med som parameter, men skulle kunna användas och mäts då i tid och antal tvättar för ett visst tidsintervall.

En ny omfattande LCI och LCA för bomull är nyligen utförd av Cotton Incorporated⁷⁴. Den kommer att finnas tillgänglig i databaser som EcoInvent 2012.

En hållbarhetsaspekt handlar om hur lätt det går att separera material från varandra för en bra återvinningsprocess. Ett blandmaterial som polycotton ger låg miljöbelastning i en

⁷⁴ Eco Textile News länk

livscykelanalys om materialet utgörs av ekologisk bomull och återvunnen PET, men ur ett hållbarhetsperspektiv kan det vara sämre än rena eller lättseparerade material.

Livscykelanalysen kan kompletteras i takt med att mer information om konkurrerande jackor erhålls. Vikt av jacka storlek M samt materialsammansättning i viktsprocent av ingående material skulle ge ett bättre underlag för jämförelser. Inhämtande av ett sådant underlag skulle ge en bättre bild av andra jackor utan en större arbetsinsats. För en mer rättvisande LCA mellan produkter bör även specifika produktionsscenarios vara kända. Vid analysen saknades information var olika produkter syddes ihop och hur mycket energi det gick åt för detta.

För Bilskirners del kan mer specifik data som LCI för tillverkningen i USA, färger samt impregnering ger en mer sanningsenlig bild. Ekologisk bomull kan vara biologiskt nedbrytbar, men det beror på hur bomull efterbehandlats exempelvis vilka färger den innehåller.

7 Referenser

1. <http://www.oeko-tex.com>
2. OekoTex 100 Gränsvärdeslista, Limit values and fastness
http://www.oeko-tex.com/OekoTex100_Public/content1.asp?area=hauptmenue&site=grenzwerte&cls=21
3. Shen, I *Environmental impact assessment of man-made cellulose fibres* Resource, Conservation and Recycling 55 (2010) 260-274
4. Anastas, P. T.; Warner, J. C. *Green Chemistry: Theory and Practice*, Oxford University Press: New York, 1998, p.30.
5. Dahllöf, L *Life Cycle Assessment (LCA) applied in the Textile Sector: the Usefulness, Limitations and Metodological Problems – A literature Review*, (2004) ISSN: 1404-8167
6. Matlock M, *Energy Use Life Cycle Assessment for Global Cotton Production Practices*, (2008)
7. www.ota.com/organic/mt/organic_cotton.html
8. IFOAM = International Council of Agriculture Movements
9. Krav regler, www.krav.se/KravsRegler/4
10. US 3953 566 (1976) , US 4194041
11. Thiele, 2009
12. Shishoo R, *Recent developments in materials for use in protective clothing* (2002)
13. <http://www.tejinfiber.com/english/products/specifics/eco-circle.html>
14. ISO 17088 Specifications for compostable plastics
15. www.bluesign.com
16. SNF's guide till miljömärkning.
http://www.naturskyddsforeningen.se/upload/Foreningsdokument/Faktadokument/guide_miljomarkning_textil.pdf
17. Om VGR's inredningsupphandling <http://www.vgregion.se/upphandling>
18. Om VGR's kemikaliestrategi
<http://www.vgregion.se/upload/Regionkanslierna/Milj%C3%B6sekretariatet/INTERNT%20milj%C3%B6arbete/Kemikalier/Utbyte%20av%20milj%C3%B6-%20och%20h%C3%A4lsosafarliga%20kemikalier%20-%20f%C3%B6r%20en%20mer%20h%C3%A5llbar%20utveckling.pdf>
19. Om nationella substitutionsgruppen Kemikalier i Varor
<http://www.msr.se/sv/Upphandling/Kemikalier/Substitutionsgruppen/>
20. <http://www.swerea.se/sv/ivf/Kunskapsområden/Textil-och-Plast/>
21. RITE: Reducing the Impact of Textiles on the Environment
<http://new.ritegroup.org/aboutus.php>
22. Craighill, L A *Lifecycle assessment and economic evaluation of recycling: a case study* Resources, Conservation and Recycling 17 (1996) 75-96
23. Crawford R H *Validation of a hybrid life-cycle inventory analysis method*, Journal of Environmental Management 88 (2008), 496-506

24. Rossi, M. (2004). Reaching the Limits of Quantitative Life Cycle Assessment". Clean Production Action (www.cleanproductionaction.org). Commissioned by the European Commission and authored by a consortium led by PE Europe GmbH. June 2004.
25. http://www.klattermusen.se/funktion_material_SE.php?lang=SE&curr=SEK
26. Stigh, L *Underlag; Konsultbehov för att komplettera miljöbedömning av jacka*
27. Life Cycle Assessment Screening Av Bilskirner tillverkad av Klättermusen, Miljögiraff
28. www.pre.nl/content/simapro-Ica-software
29. www.ecoinvent.ch
30. www.pre.nl/download/misc/ReCiPe_main_report_final_27-02-2009_web.pdf
31. Holmberg (1995) *Socio-Ecological Principles and Indicators for Sustainability*. Chalmers Universitet, Göteborg
32. Holmberg (1998) *Lättare att förstå – svårare att misstolka*. Tidsskriften Det Naturliga Steget. Nr. 2:98
33. Holmberg J, Robèrt K-H. *Backcasting from non-overlapping sustainability principles — a framework for strategic planning*. Int J of Sust Dev and World Ecol 2000;7:1–18.
34. Robèrt K-H. *Tools and concepts for sustainable development, how do they relate to a framework for sustainable development, and to each other?* The Journal of Cleaner Production 2000;8(3):243–54
35. Stigh, L *Konsultbehov för att komplettera miljöbedömning av jacka*, 16 Sep 2011
36. ChemSecs SINLIST <http://www.sinlist.org/>
37. 23. ECHAs kandidatlista över SVHC http://echa.europa.eu/chem_data/authorisation_process/candidate_list_table_en.asp
38. Databasen Prio http://www.kemi.se/templates/PRIOframes_4045.aspx
39. Data inclusive tekniska specifikationer om EtaProof http://www.stotzfabrics.ch/outdoorstoffe/outdoorstoffe_en.html
40. Life Cycle Assessment Screening Av Bilskirner jacka tillverkad av Klättermusen
41. Matlock M, *Energy Use Life Cycle Assessment for Global Cotton Production Practices*, (2008)
42. Dahllöf, L *Life Cycle Assessment (LCA) applied in the Textile Sector: the Usefulness, Limitations and Metodological Problems – A literature Review*, (2004) ISSN: 1404-8167
43. <http://www.ecotextile.com/>
44. Woolridge A C *Life Cycle assessment for reuse/recycling of donated waste textiles compared to use of virgin material* Resources, Conservation & Recycling 46 (2006) 94-103
45. Muthu S S, Quantification of environmental impact and ecological sustainability for textile fibres Ecological Indicators (2011)
46. Shen, I *Environmental impact assessment of man-made cellulose fibres* Resource, Conservation and Recycling 55 (2010) 260-274
47. Hedenmark, M *Hållbarhetsresonemang*
48. Cradle to Cradle, Vagga till Vagga, http://www.mcdonough.com/cradle_to_cradle.htm

49. D. Lithner et al. / *Science of the Total Environment* 409 (2011) 3309–3324
- 50,51. Pedersen, L.B. (1999). *Plast og Miljø*. Teknisk Forlag.
5. Öberg Tomas, Fasta polymerers bidrag till växthuseffekten – stabilitet och nedbrytningsprodukter av PTFE, rapport till Naturvårdsverket, 1995
53. <http://www.icbe.com/emissions/calculate.asp>
- 56., 57 D. Lithner et al. / *Science of the Total Environment* 409 (2011) 3309–3324
58. Cradle to Cradle, Vagga till Vagga, http://www.mcdonough.com/cradle_to_cradle.htm
59. GOTS version 3, 01March 2011
60. Bra Miljöval för textil, Svenska Naturskyddsföreningen 1996
61. Allen Woodburn, Allen Woodburn Associates Ltd./Managing Resources Ltd., "Cotton: The Crop and its Agrochemicals Market," 1995.
63. USDA U. S. Department of Agriculture, "Agricultural Chemical Usage: 2003 Field Crop Summary."
64. Kalliala, E M *Environmental profile of cotton and polyester-cotton fabrics*, AUTEX Research Journal Vol1 no 1 1999
65. Kartläggning av vittrings- och korrosionsproblem vid hantering av matavfall, Etapp II Tätskikt på betong - State of the Art WASTE REFINERY projekt 34 , SP
66. D. Lithner et al. / *Science of the Total Environment* 409 (2011) 3309–3324
67. AFS 2005:18, Arbetsmiljöverkets föreskrifter om hårdplaster, AFS 2005:6 32-38§§, AFS 1996:1 5§ och bil 1:13a, AFS2000:4 40§
68. SFS 2002:1060
69. WWF, *The Generation X report*, 2005
70. Astrup Jensen A, et al Survey and environmental/health assessment of fluorinated substances in impregnated consumer products and impregnating agents (2008)
71. KEMI PM4/09
72. [http:// www.colour-connections.com](http://www.colour-connections.com)
73. *Journal of Cleaner Production* 17 (2009) 1183-1194
74. Eco Textile News länk, Informationen extraherad från artikel publicerad 5 jan 2011
75. Organic Cotton Facts from Organic Trade Association
http://www.ota.com/organic/mt/organic_cotton.html
76. EN 13432, European Norm Requirements for packaging recoverable through Composting and biodegradation
77. BS EN 13432:2000 Packaging – Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation – Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging
78. ASTM6868-03
79. 2006/122/EG Direktiv om förbud av PFOS
80. Statistik från Avfalls Sveriges rapport: Svensk Avfallshantering 2010

81. Opel priority list for plastics with regard to recycling aspects (Opel2000). www.opel.com/corporate/download/environmental_report.pdf
82. SFS 1998:899 24.16-1
83. IVL rapport B1418, Kartläggning och utvärdering av plaståtervinning i ett systemperspektiv, Anna-Sofia Carlsson, Feb 2002
84. ISO 17088 Specifications for compostable plastics
85. Terephthalic acid, Ecoprofiles of the European Plastic Industry, I Boustead, March 2005
86. Lithner, D *Environmental and Health Hazards of Chemicals in Plastic Polymers and Products, 2011, ISBN: 978-91-85529-46-9*
87. Murphy, R, *Biodegradable Polymers and Sustainability: Insights from Life Cycle Assessment* Summary Report
88. ASTM D 6954-04 Standard Guide for Exposing and Testing Plastics that Degrade in the Environment by Combination of Oxidation and Biodegradation
89. Gupta, R *Reproductive and Development Toxicology* (2011)
90. EJF. (2007). The deadly chemicals in cotton. Environmental Justice Foundation in collaboration with Pesticide Action Network UK: London, UK. ISBN No. 1-904523-10-2
91. Whitford, F., Pike, D., Burroughs, F., Hanger, G. Johnson, B., & Brassard, D. (2006). The pesticide marketplace: Discovering and developing new products. Purdue University Extension, report # PPP-71.
92. Chaudhry, M.R., (2007, March 6-8). Biotech applications in cotton: Concerns and challenges. Paper presented at the Regional Consultation on Biotech Cotton for Risk Assessment and Opportunities for Small Scale Cotton Growers (CFC/ICAC 34FT), Faisalabad, Pakistan.
93. Laresn, S. E., Hansen, J., Knudsen, H. H., Wenzel, H., Larsen, H. F., & Kristensen, F. M. (2007). EDIPTTEX: Environmental assessment of textiles. Danish Environmental Protection Agency, working report 24.
94. Kadolph, S. J., & Langford, A. L. (2002). Textiles (9th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
95. OTA's "2006 U.S. Organic Production & Marketing Trends" report.

Classification, weighting and characterization

Summary of all environmental impacts evaluated with ReCiPe methodology.

There are several valid methodologies available to calculate, estimate and grade one environmental impact with another. The process of doing this is called weighting.

ReCiPe LCIA Methodology was chosen for weighting of the overall environmental impact. It is the most recently updated the most comprehensive and best adapted to the environmental effects that are relevant in the area.

The primary objective of the ReCiPe method is to transform the long list of inventory results, into a limited number of indicator scores. These indicator scores express the relative severity on an environmental impact category.

ReCiPe arranges inventory results in 18 different categories. These categories can be seen in the table below.

In the end all the categories is weighted to give an overall estimation on how serious the environmental impact is of the analyzed life cycle.

The unit of ReCiPe is Endpoints.

Impact category name	Indicator name	Unit
Climate change CC	infra-red radiative forcing	kg (CO ₂ to air)
Ozone depletion OD	stratospheric ozone concentration	kg (CFC-115 to air)
Terrestrial acidification TA	base saturation	kg (SO ₂ to air)
Freshwater eutrophication FE	phosphorus concentration	kg (P to freshwater)
Marine eutrophication ME	nitrogen concentration	kg (N to freshwater)
Human toxicity HT	hazard-weighted dose	kg (14DCB to urban air)
Photochemical oxidant formation POF	Photochemical ozone concentration	kg (NMVOC ₆ to air)
Particulate matter formation PMF	PM ₁₀ intake	kg (PM ₁₀ to air)
Terrestrial ecotoxicity TET	hazard-weighted concentration	kg (14DCB to industrial soil)
Freshwater ecotoxicity FET	hazard-weighted concentration	kg (14DCB to freshwater)
Marine ecotoxicity MET	hazard-weighted concentration	kg (14-DCB ₇ to marine water)
Ionising radiation IR	absorbed dose	kg (U ₂₃₅ to air)
Agricultural land occupation ALO	Occupation	m ² ×yr (agricultural land)
Urban land occupation ULO	Occupation	m ² ×yr (urban land)
Natural land transformation NLT	Transformation	m ² (natural land)
Water depletion WD	amount of water	m ³ (water)
Mineral resource depletion MRD	grade decrease	kg (Fe)
Fossil resource depletion FD	upper heating value	kg (oil)

Table, Impact category name with connecting unit in ReCiPe

At the endpoint level, most of these midpoint impact categories are further converted and aggregated into the following three endpoint categories:

1. Damage to human health (HH)
2. Damage to ecosystem diversity (ED)
3. Damage to resource availability (RA)

A summary of the 18 environmental effect categories in ReCiPe:

Climate change: Climate change causes a number of environmental mechanisms that affect both the endpoint human health and ecosystem health. Climate change models are in general developed to assess the future environmental impact of different policy scenarios. For ReCiPe 2008, we are interested in the marginal effect of adding a relatively small amount of CO₂ or other greenhouse gasses, and not the impact of all emissions.

Ozone layer: The characterization factor for ozone layer depletion accounts for the destruction of the stratospheric ozone layer by anthropogenic emissions of ozone depleting substances (ODS). These are recalcitrant chemicals that contain chlorine or bromine atoms. Because of their long atmospheric lifetime they are the source of Cl and Br reaching the stratosphere. Chlorine atoms in chlorofluorocarbons (CFC) and bromine atoms in halons are effective in degrading ozone due to heterogeneous catalysis, which leads to a slow depletion of stratospheric ozone around the globe.

Acidification: Atmospheric deposition of inorganic substances, such as sulfates, nitrates, and phosphates, cause a change in acidity in the soil. For almost all plant species there is a clearly defined optimum of acidity. A serious deviation from this optimum is harmful for that specific kind of species and is referred to as acidification. As a result, changes in levels of acidity will cause shifts in species occurrence (Goedkoop and Spriensma, 1999, Hayashi et al. 2004). Major acidifying emissions are NO_x, NH₃, and SO₂

Eutrophication: Aquatic eutrophication can be defined as nutrient enrichment of the aquatic environment. Eutrophication in inland waters as a result of human activities is one of the major factors that determine its ecological quality. On the European continent it generally ranks higher in severity of water pollution than the emission of toxic substances. Aquatic eutrophication can be caused by emissions to air, water and soil. In practice the relevant substances include phosphorus and nitrogen compounds emitted to water and soil as well as ammonia (NH₃) and nitrogen oxide (NO_x) emitted to air.

Toxicity: The characterization factor of human toxicity and ecotoxicity accounts for the environmental persistence (fate) and accumulation in the human food chain (exposure), and toxicity (effect) of a chemical. Fate and exposure factors can be calculated by means of 'evaluative' multimedia fate and exposure models, while effect factors can be derived from toxicity data on human beings and laboratory animals (Hertwich et al., 1998; Huijbregts et al., 2000).

Particulate matter formation: Fine Particulate Matter with a diameter of less than 10 µm (PM₁₀) represents a complex mixture of organic and inorganic substances. PM₁₀ causes health problems as it reaches the upper part of the airways and lungs when inhaled. Secondary PM₁₀ aerosols are formed in air from emissions of sulfur dioxide (SO₂), ammonia (NH₃), and nitrogen oxides (NO_x) among others (World Health Organization, 2003). Inhalation of different particulate sizes can cause different health problems.

Land occupation: The land use impact category reflects the damage to ecosystems due to the effects of occupation and transformation of land. Although there are many links between the

way land is used and the loss of biodiversity, this category concentrates on the following mechanisms:

1. Occupation of a certain area of land during a certain time;
2. Transformation of a certain area of land.

Both mechanisms can be combined, often occupation follows a transformation, but often occupation occurs in an area that has already been converted (transformed). In such cases the transformation impact is not allocated to the production system that occupies an area.

Ionizing radiation: This describes the damage to Human Health related to the routine releases of radioactive material to the environment.

Water depletion: Water is a scarce resource in many parts of the world, but also a very abundant resource in other parts of the world. Unlike other resources there is no global market that ensures a global distribution. The market does not really work over big distances as transport costs are too high. Extracting water in a dry area can cause very significant damages to ecosystems and human health.

Fossil depletion: The term fossil fuel refers to a group of resources that contain hydrocarbons. The group ranges from volatile materials (like methane), to liquid petrol, to non-volatile materials (like coal).

There is a highly politicized debate on the availability of conventional (liquid) oil, and this makes it difficult to obtain reliable unbiased data. The spectrum of views ranges from the Peak-oil movement (www.aspo.org or peak-oil.com) to international organizations like the International Energy Agency (IEA), or commercial organizations like the Cambridge Energy Research Agency (CERA). Therefore it is hard to determine the seriousness of the depletion of oil, and which model to use, for this category the IEA model is used.

JEGRELIUS – INSTITUTET FÖR TILLÄMPAD GRÖN KEMI

Studiegången 3 • 831 40 Östersund
WWW.JEGRELIUS.SE

Vi är en utvecklingsenhet inom Regionförbundet Jämtlands län och sitter på Campus i Östersund.