

Miljöbedömning

BambooJamas

Referensmiljöer för framtidens produkter

2012-06-15

FÖRFATTARE: Tomas Östberg

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 denna rapport ger vi därför en enkel omvärldsbeskrivning men framförallt en bedömning av miljöprestanda för produkten BambooJamas som tillverkas av Rickfors & Rickfors AB.

Vi har utfört en samlad bedömning av BambooJamas miljöprestanda i förhållande till andra textilmaterial genom att belysa och bedöma dessa utifrån tre olika perspektiv:

- Miljöpåverkan under produkternas livscykel
- Ett generellt hållbarhetsperspektiv
- Kemikalieperspektiv

BambooJamas består av tyg i 70 % bambuviskos och 30 % ekologiskt bomull med en dragkedja i återvunnen PET-plast. Denna kombination av material gör att produkten har en hög miljöprestanda både ur ett livscykelperspektiv och ett hållbarhetsperspektiv.

Bambuviskosens totala miljöbelastning ur ett livscykelperspektiv är mycket lägre än för konventionellt odlad bomull och något lägre än ekologisk bomull och polyester. Ur ett hållbarhetsperspektiv så ligger bambuviskos mycket närmare hållbarhet än konventionellt odlad bomull och bambuviskosen har stor potential att produceras på sätt så det kommer ännu närmare hållbarhet.

Som råvara till viskos och i jämförelse med bomull har bambu många fördelaktiga egenskaper. Eftersom det är ett mycket snabbväxande gräs med hög produktion per hektar kan 3 ggr mer viskosfiber per hektar produceras jämfört med viskos från eukalyptus. I jämförelse med bomull så kan det från bambu produceras 10 ggr mer textilfiber per hektar. Bambu växer framförallt i naturliga skogar och bergssluttningar, det vill säga på mark där den inte konkurrerar med odling av jordbruksgrödor. Bambu har inget behov av konstbevattning vilket är ett av de allvarligare problemen med bomullsodling. Generellt så odlas bambu utan både handelsgödsel och bekämpningsmedel vilket bekräftas genom att den bambu som ingår i BambooJamas är ekologiskt certifierad.

Det som drar ner betyget lite för bambuviskos är de klimatpåverkande energislag som används vid viskosproduktionen och den relativt stora kemikalieanvändningen. Detta är inte avgörande för den totala miljöbedömningen då det är möjligt att hantera dessa processkemikalier på ett säkert sätt samt att andra miljöfördelar för viskos och framförallt för bambu uppväger detta.

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 inriktning.....	1
1.4 BambooJamas	2
2 Metodbeskrivning.....	3
2.1 Jegreliusmodellen	3
2.2 Livscykelanalys (LCA).....	4
2.3 Hållbarhetsanalys.....	4
2.4 Kemikaliebedömning.....	5
3 Miljöbedömning	5
3.1 Miljöpåverkan under livscykeln	5
Energiförbrukning	5
Klimatpåverkan	8
Vattenförbrukning och markanvändning.....	9
Viktad total miljöbelastning utifrån LCI-data	11
3.2 Hållbarhetsanalys.....	13
3.3 Kemikaliebedömning.....	15
Bambuviskos	15
Kemikalier vid färgning av tyg	17
4 Samlad miljöbedömning och diskussion.....	18
5 Referenser.....	19

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 del i 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.

1.3 Rapportens syfte och inriktning

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

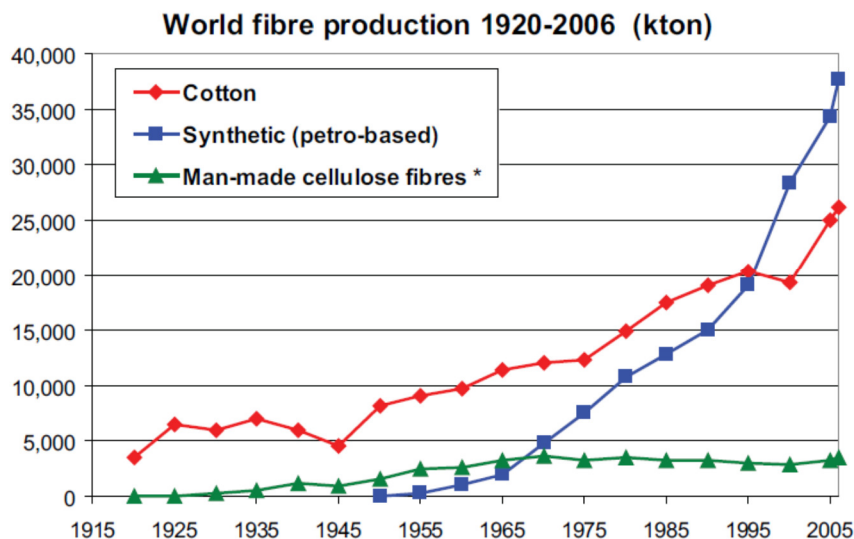
1.4 BambooJamas

BambooJamas är en pyjamas och overall som är tillverkad i en blandning av bambuviskos och ekologisk bomull. Kragen är gjord av ekologisk bomullsvelour och dragkedjan är tillverkad av återvunnen PET. Bambuviskosen gör att materialet uppfattas som antistatiskt, att den reglerar kroppstemperaturen väl och har hög uppsugningsförmåga.

Smart design där dragkedjan öppnas nerifrån och upp vilket gör det lättare att byta blöja och ändå kunna hålla barnets överkropp varm.



Viskos generellt och framförallt bambuviskos utgör en mycket liten andel av den globala produktionen av textilfiber (Figur 1), men utgör ändå en av flera intressanta alternativ till de dominerande fibermaterialen bomull och syntetiska fibrer. Viskos är en så kallad regenererad cellulosa fiber som tillverkas genom att träråvara, gräs, bambu m.m. behandlas med starka kemikalier så att cellulosa fibrerna frigörs och behandlas så att det kan spinnas och vävas till tyg.

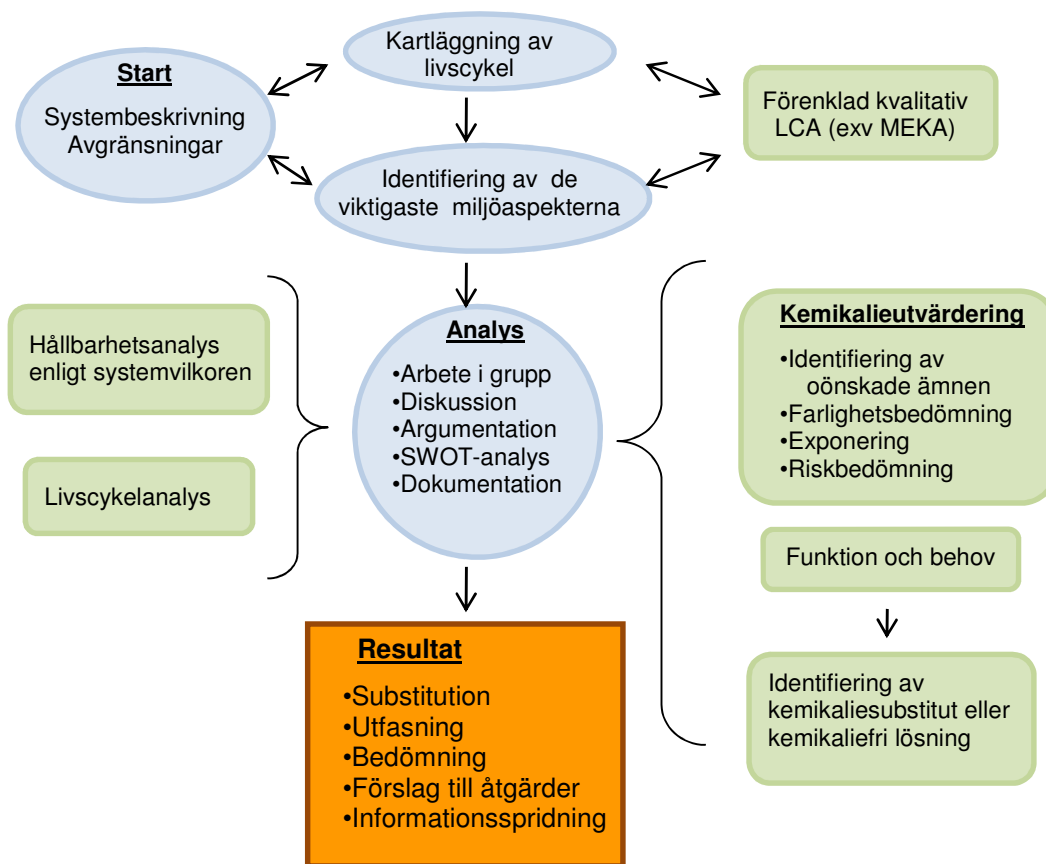


Figur 1: Global produktion av textilfiber (Shen & Patel 2010)

2 Metodbeskrivning

2.1 Jegreliusmodellen

För att utföra en bedömning av produkten IsoTimbersw miljöprestanda har vi arbetat utefter *Jegreliusmodellen*¹ som definierar och beskriver vilka värderingar vi har samt vilka metoder och verktyg som vi kan använda (Figur 2). Vi gör här en samlad miljöbedömning baserat på en förenklad livscykelanalys (LCA), en generell hållbarhetsanalys samt en riskbedömning av ingående kemikalier. Med en LCA får vi bild av produktens miljöpåverkan under dess livscykel men det ger också data och kunskap om produkten som också användas vid hållbarhetsbedömning och riskbedömning av ingående kemikalier.



Figur 2: Jegrelius arbetsmetod för att arbeta med bedömning av hälso- och miljöprestanda i olika typer av analyser, utredningar och substitutionsarbete¹.

¹ Jegreliusmodellen – vårt sätt att arbeta med hälso- och miljöbedömningar. Internt dokument Jegrelius 2010

2.2 Livscykelanalys (LCA)

En översiktlig livscykelanalys har utförts fram för allt i form av litteraturstudie kring kunskapsläget gällande viskos generellt och specifikt för viskos från bambu samt ekologiskt odlad bomull. Dessa data har satts i relation till data för konventionellt odlad bomull och polyester. Då det varit möjligt har data valts som beskriver förhållanden i Asien och Kinas. Litteraturstudien har kompletterats med data från databasen EcoInvent². Framtagna och granskade av företaget Miljögiraff³.

I de flesta fall har vikten 1 kilo fiber använts som funktionell enhet och den studerade livscykeln har varit *Cradle to Gate*, från råvaruutvinning till färdig fiber. Användningsfasen och avfallsledet har inte studerats.

Inga lämpliga studier har identifierats för silke och kaschmir som kvalitetsmässigt skulle kunna vara möjliga konkurrerande material.

2.3 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 1995 och 1998 enligt följande:

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

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

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 vår hållbarhetsanalys av BambooJamás utgår vi både från hur produkten och konkurrenterna ser ut och tillverkas idag men vi bedömer även den potentiella/möjliga hållbarheten om tillverkning och val av energislag i framtiden görs på ett så optimalt sätt som möjligt.

² Ecoinvent center, <http://www.ecoinvent.org/home/>

³ Miljögiraff LCI Data Jegrelius 2012 <http://www.miljogiraff.se/>

2.4 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 tex. ChemSecs SINLIST⁴, ECHAs kandidatlista⁵ över särskilt farliga ämnen (Substances of Very High Concern, SVHC) och Kemikalieinspektionens PRIO-databas⁶ 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 är på 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.*

3 Miljöbedömning

3.1 Miljöpåverkan under livscykeln

I denna del av miljöbedömningen jämförs data från forskningslitteratur, rapporter och data från databasen EcoInvent för fibermaterialen viskos generellt, bambuviskos, eukalyptusviskos, ekologiskt odlad bomull, konventionellt odlad bomull och polyester. Då det har varit möjligt har data för Asien eller Kina använts.

I de flesta fall har vikten 1 kilo fiber använts som funktionell enhet.

Energiförbrukning

Den energi som används i olika processer under en studerad livscykel eller ingår i de material som används kan summeras ihop till en kumulativ energiförbrukning (Cumulative Energy Demand, CED). Energiförbrukning är både lätt att jämföra och kommunicera. Det är också den parameter som det finns mest data tillgängligt för. I den kumulativa energiförbrukningen ingår de relevanta energiflöden som passerar uppsatta systemgränser. Exempel på flöden är energiinnehåll i råmaterial, produkter, biprodukter och avfall samt energiåtgång i olika processteg, vid transport, användning och avfallshantering.

I Figur 3 redovisas data och medelvärden av energiförbrukning vid tillverkning av viskos, bomull och polyester. Figuren visar att viskostillverkning är den process som generellt kräver mest energi, hela 128 MJ/kg viskosfiber vilket kan jämföras med 114 MJ/kg för polyester och endast 55 MJ/kg för bomull.

⁴ ChemSecs SINLIST <http://www.sinlist.org/>

⁵ ECHAs kandidatlista över SVHC

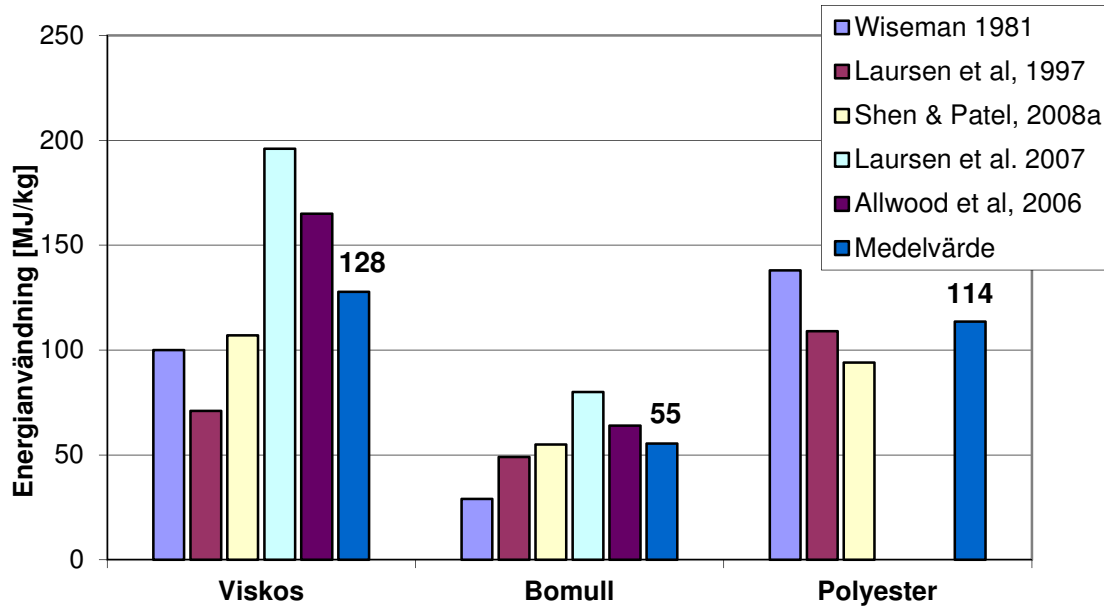
http://echa.europa.eu/chem_data/authorisation_process/candidate_list_table_en.asp

⁶ Databasen Prio http://www.kemi.se/templates/PRIOframes_4045.aspx

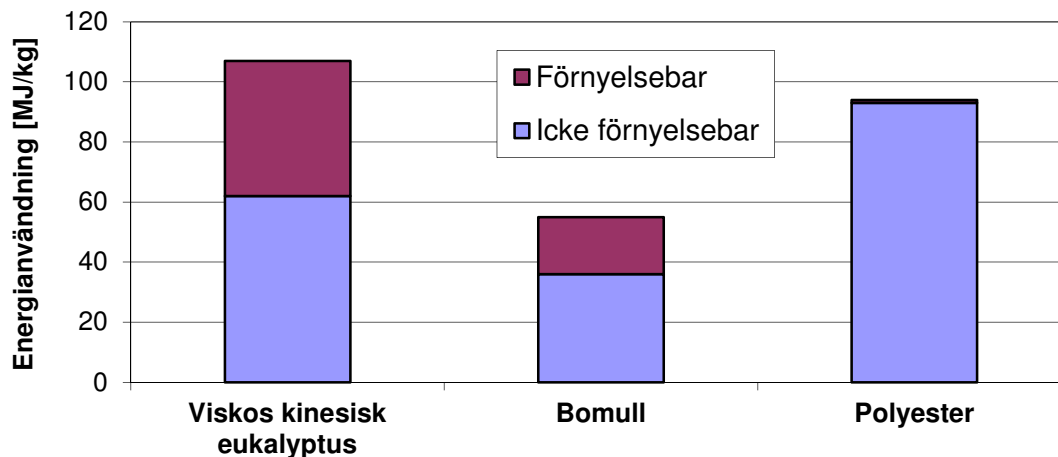
Hög energiförbrukning under livscykeln betyder i sig inte hög miljöpåverkan, utan det beror av vilka energiformer och resurser det handlar om samt vilka typer av utsläpp och miljöbelastning det genererar. En mycket viktig och avgörande aspekt är om energin kommer från en förnyelsebar källa eller inte. Icke förnyelsebar energi med ett fossilt ursprung påverkar direkt växthuseffekten genom nettotillskott av koldioxid till atmosfären, men även andra miljöproblem förknippas med fossila energislag som tex. utsläpp av giftiga eller försurande ämnen, samt att det tär på ändliga resurser. Detta innebär att det är den icke förnyelsebara delen av energianvändningen som medför den betydande miljöbelastningen och är därför viktig att belysa.

I Figur 4 visas den kumulativa energiförbrukningen för viskos, bomull och polyester fördelat på förnyelsebart och icke förnyelsebart ursprung. Nästan hälften av energianvändningen för viskos har förnyelsebart ursprung vilket kan jämföras med bomull där endast en tredjedel av energin kommer från förnyelsebara källor och polyester vars energianvändning nästan uteslutande kommer från icke förnyelsebara källor. Data för viskos är mycket anläggningsspecifikt och i det här exemplet är det en kinesisk anläggning för viskosproduktion utan egen cellulosaproduktion (Shen & Patel 2008a). Vid denna anläggning är förbrukningen av energi med icke förnyelsebart ursprung 62 MJ/kg vilket kan jämföras med det mer generella 36 MJ/kg för bomullsproduktion i USA och Kina och 93 MJ/kg för europeisk polyesterproduktion.

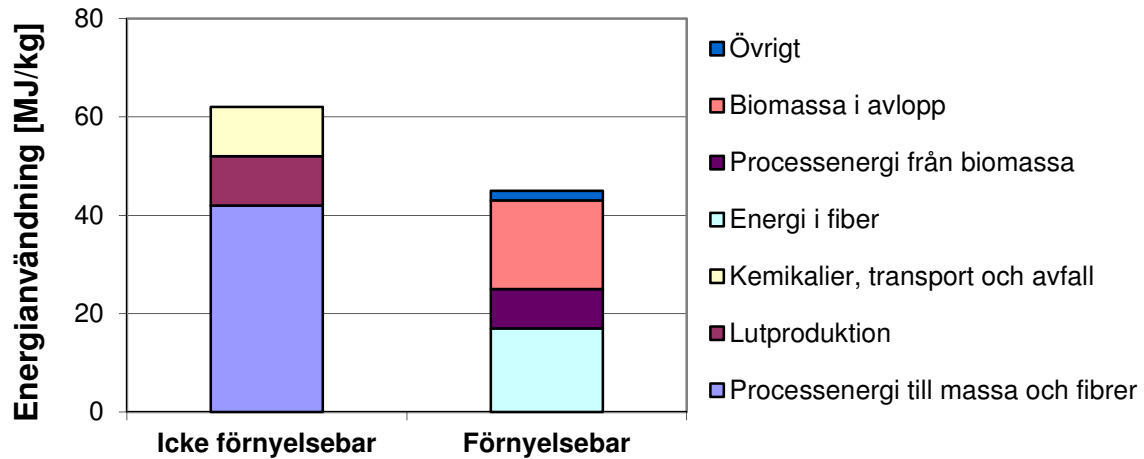
Uppdelningen av energiförbrukningen på olika processteg i viskostillverkningen i Figur 5 är som nämnts ovan mycket anläggningsspecifikt. Författarna (Shen & Patel 2008a) förklarar den stora användningen av icke förnyelsebar energi primärt till ineffektiv kolbaserad värme och elproduktion i Kina. Av den fossila processenergin utgör viskosfiberproduktionen en större andel i jämförelse med vad massaproduktionen utgör. Författarna anger också att när cellulosa massan (eukalyptus) kommer från externa massabruk (market pulp) så förbrukas dubbelt så mycket icke förnyelsebar energi än när massan tillverkas i en integrerad massa/viskos-anläggning i Europa.



Figur 3: Kumulativ energianvändning MJ/kg fiber för framställning av fibrer av viskos, bomull och polyester, beräknat som cradle-to-gate. Data för viskos kommer från anläggning med extern massaproduktion.



Figur 4: Energianvändning per kg fiber för viskos, bomull och polyester fördelat på icke förnyelsebart och förnyelsebart. Data för eukalyptus-viskos gäller för en anläggning med extern massaproduktion i Kina (Shen & Patel, 2008a), bomull gäller för produktion och konventionell odling i USA och Kina (Dinkel & Stettler, 2008) och polyester gäller för produktion i Europa (Boustead, 2005).

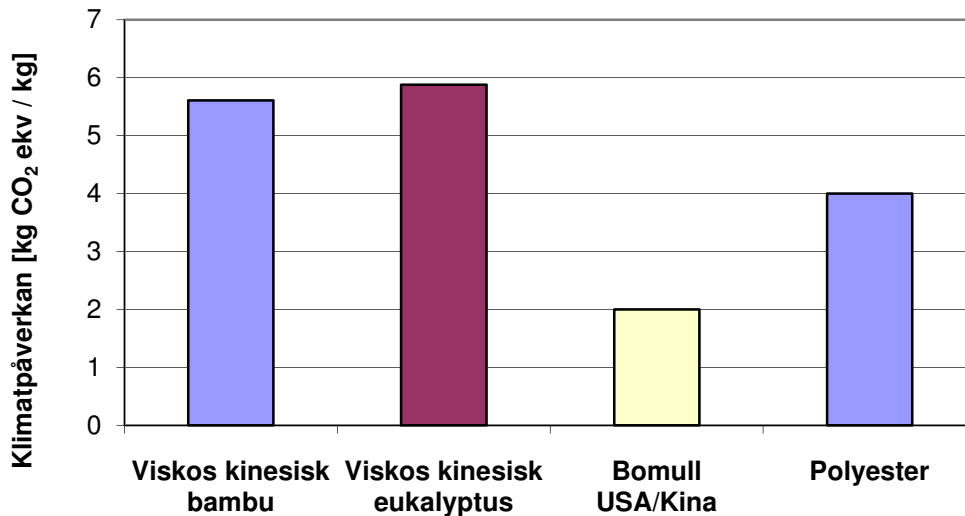


Figur 5: Energianvändning vid olika processteg i viskostillverkning uppdelat på icke förnyelsebart och förnyelsebart. Data gäller för en viskosproduktionsanläggning för eukalyptus i Kina med extern massaproduktion (Shen & Patel, 2008a).

Klimatpåverkan

Global uppvärmningspotential är en indikator för klimatpåverkan och anger en summering av alla utsläpp som kan öka växthuseffekten. För att ta hänsyn till absorptions-skillnader mellan olika gaser relateras alla till effekten av koldioxid i ett 100-års perspektiv. Klimatpåverkan kvantifieras och redovisas därför som koldioxidekvivalenter, CO₂ ekv.

Klimatpåverkan från produktionen av bambu och eukalyptus viskos, konventionell bomull och polyester visas i Figur 6. Den globala uppvärmningspotentialen är likvärdig mellan viskosmaterialen men för bomull är den endast hälften så stor. Värt att notera är att trots att energianvändningen med icke förnyelsebart ursprung var 1,5 ggr högre för polyester än för viskos (Figur 4) så genererar det lägre klimatpåverkan (Figur 6). Detta beror av att det kol- och oljebaserade energisystem som den studerade viskostillverkningen i Kina är baserad på, har en högre koldioxid-emissionsfaktor (kg CO₂ ekv./MJ) än andra produktionsanläggningar. Energin för tillverkning av polyester kan vara baserad på energisystem med lägre koldioxid-emissionsfaktor, tex. naturgas eller kärnkraft.

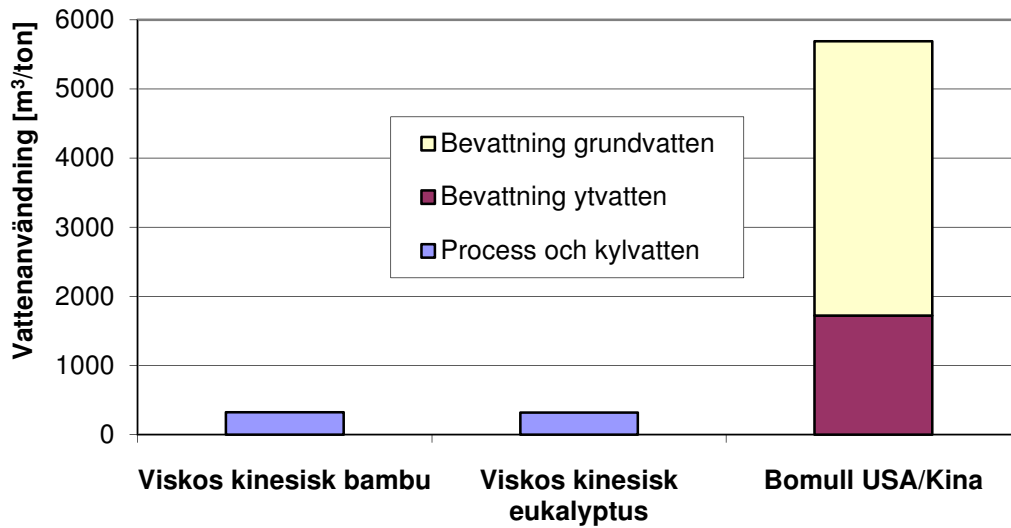


Figur 6: Klimatpåverkan uttryckt som kg CO₂ ekvivalenter per kg fiber. Data för viskos från kinesisk bambu (Lindman & Wendin 2012) och viskos från kinesisk eukalyptus (Shen & Patel, 2008a) gäller för anläggning med extern massaproduktion, bomull gäller för produktion i USA och Kina (Dinkel & Stettler, 2008) och polyester gäller för produktion i Europa (Boustead, 2005).

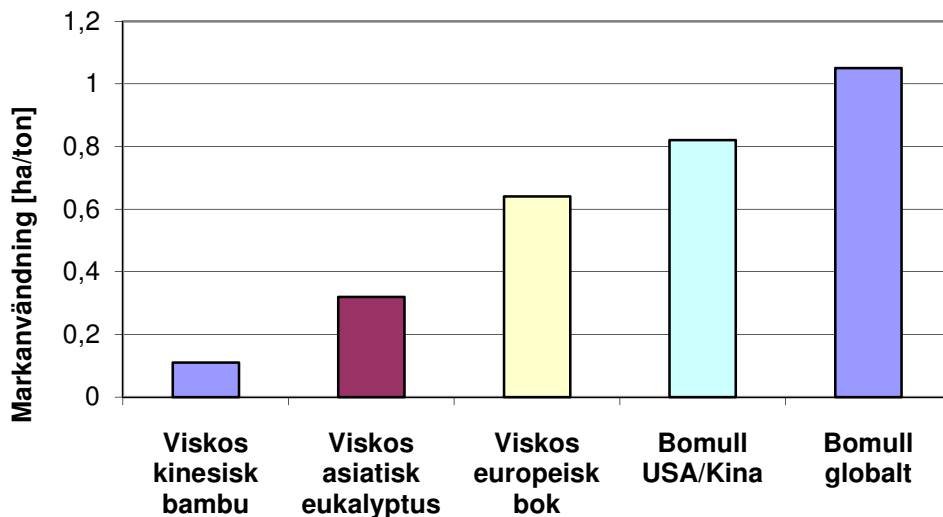
Vattenförbrukning och markanvändning

Miljökonsekvenser av vattenförbrukning beror på klimat och vattentillgång i det aktuella området och om det används till kylvatten i processer eller till att bevattna odlingsmark. Figur 7 visar tydligt att för bomullsodling är vattenanvändningen mycket hög, ca 20 ggr högre än för viskos. Miljökonsekvenserna av det kan bl.a. vara sänkning av grundvattennivån, uttorkning av vattendrag och sjöar samt försaltning av odlingsjord.

Figur 8 visar den markareal som behövs för att producera ett ton viskos från bambu eller eukalyptus jämfört med bomull. Bomullproduktion kräver mer areal än vad viskos gör. Liksom för vattenförbrukning ger markanvändning olika miljökonsekvenser beroende regionala förutsättningar, framförallt vilken typ av markanvändning som skulle vara alternativet. Generellt för bambu är att den kan odlas på mark som inte lämpar sig för annan odling eller kommer bambun från naturliga bestånd som inte konkurrerar med odling av jordbruksprodukter. Bomull däremot kräver bördigare mark och konkurrerar direkt med möjligheten att odla grödor för livsmedelsproduktion.



Figur 7: Vattenförbrukning i m³ för tillverkning av ett ton fiber. Data för viskos från kinesisk bambu (Lindman & Wendin 2012) och viskos från kinesisk eukalyptus (Shen & Patel, 2008a) gäller för anläggning med extern massaproduktion, bomull gäller för produktion i USA och Kina (Dinkel & Stettler, 2008) och polyester gäller för produktion i Europa (Boustead, 2005).



Figur 8: Markanvändning hektar per ton fiber beräknat utifrån biomasseproduktion. Data för viskos från Lindman & Wendin (2012) och Shen & Patel (2008a) och för bomull från Dinkel & Stettler (2008).

Viktad total miljöbelastning utifrån LCI-data

För att underlätta möjligheten att jämföra miljöbelastningen mellan viskos, bomull och polyester är det önskvärt att kunna summera effekterna av all miljöpåverkan från det inventerade systemet. För att göra detta måste all miljöpåverkan omvandlas till en och samma enhet som är möjlig att summera.

Detta kan göras genom att data för varje kategori av miljöaspekt (ex försurning) summeras (summa H⁺) och normaliseras mot data för en plats, region eller globalt. Alla kategorier omvandlas därefter till en gemensam enhet. Det kan vara ett relativt mått (%) i förhållande till den produkt som man vill jämföra miljöpåverkan emot eller någon form av personekvivalent som beskriver en relation till miljöpåverkan från en människa i en viss region eller globalt. I detta skede sker även en viktning av miljökonsekvenserna, då de ges olika stor betydelse utifrån politisk eller ekonomisk agenda, värdering av expertgrupper, kritiska koncentrationer i naturen m.m. Det finns en rad LCA-metoder som innehåller olika tillvägagångssätt för normalisering och viktning av miljöpåverkan.

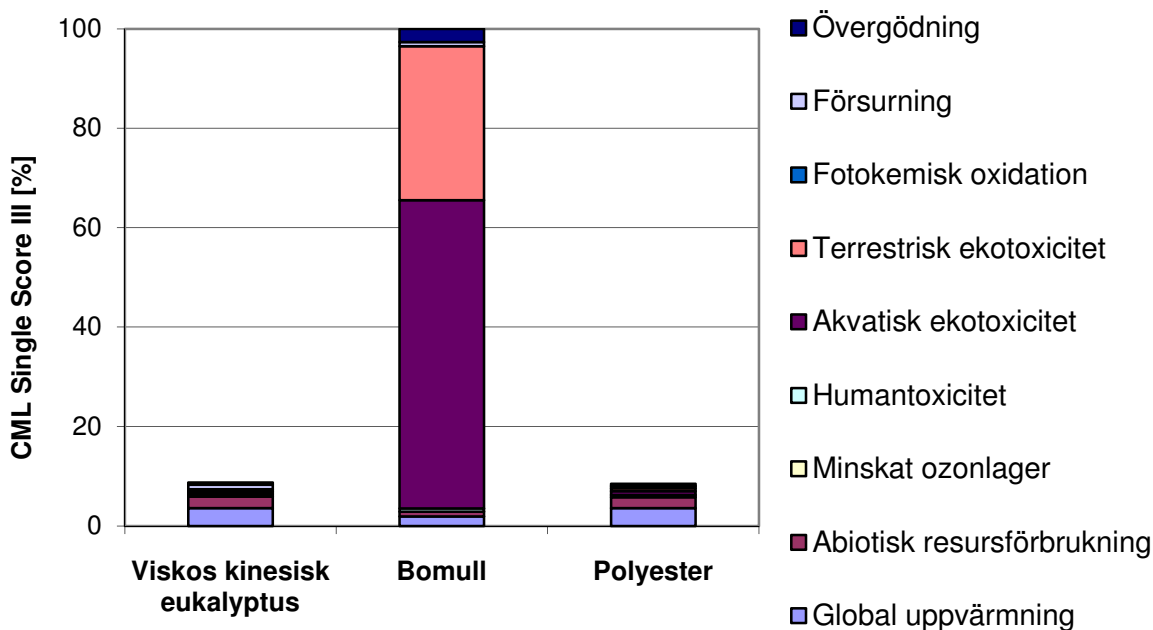
När det gäller publicerade LCA-studier som jämför viskos, bomull och polyester har två studier identifierats som analyserar och redovisar resultat normaliserat och viktat. De LCA-metoder som då använts är CML 2 baseline 2000 (Shen & Patel 2008a) och EDIP 2003 (Laursen et al. 2007). Vi har även använt data från Miljögiraff AB som använder mjukvaran SimaPro och utvärderingsmetoden ReCiPen (Lindman & Wendin 2012).

Miljöpåverkansanalys för viskos, bomull och polyester enligt CML-metoden redovisas i Figur 9 och för metoden EDIP redovisas i Figur 10 samt analys enligt ReCiPen i Figur 11.

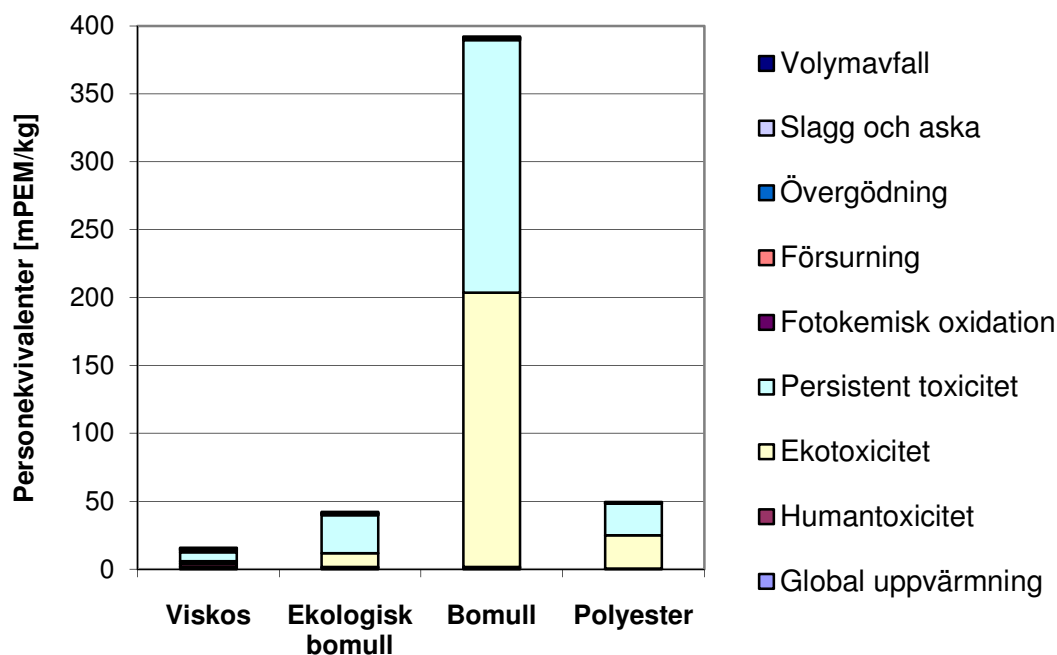
Figur 9 och Figur 10 visar tydligt att den totala miljöbelastningen bedöms med metoderna CML och EDIP vara mycket större för bomull än för viskos och polyester. I förhållande till viskos är miljöpåverkan mellan 25 och 60 gånger större för konventionellt odlad bomull. Det är uteslutande ekotoxicitet från de bekämpningsmedel som används inom bomullsodlingen som överskuggar övrig miljöpåverkan så som global uppvärmning och abiotisk resursförbrukning. Figur 10 visar också att den totala miljöpåverkan för ekologiskt odlad bomull är hela 90% lägre än för konventionellt odlad bomull men trots detta 3 ggr högre än för viskos.

När metoden ReCiPe används är skillnaden i miljöbelastning inte alls lika stor som när de andra två metoderna används. Enligt metoden ReCiPe (Figur 11) så är miljöbelastningen från konventionellt odlad bomull endast dubbelt så hög jämfört med viskos tillverkad i Kina och ekologisk bomull ligger där emellan. Att miljöbelastningen från konventionellt odlad bomull inte bedöms lika hårt i jämförelse med viskos beror på att toxiska effekter inte värderas lika tungt och utgör därmed inte lika stor del av miljöbelastningen. I stället är det bland annat påverkan från *Agricultural land occupation* som drar upp miljöbelastningen jämfört med viskos.

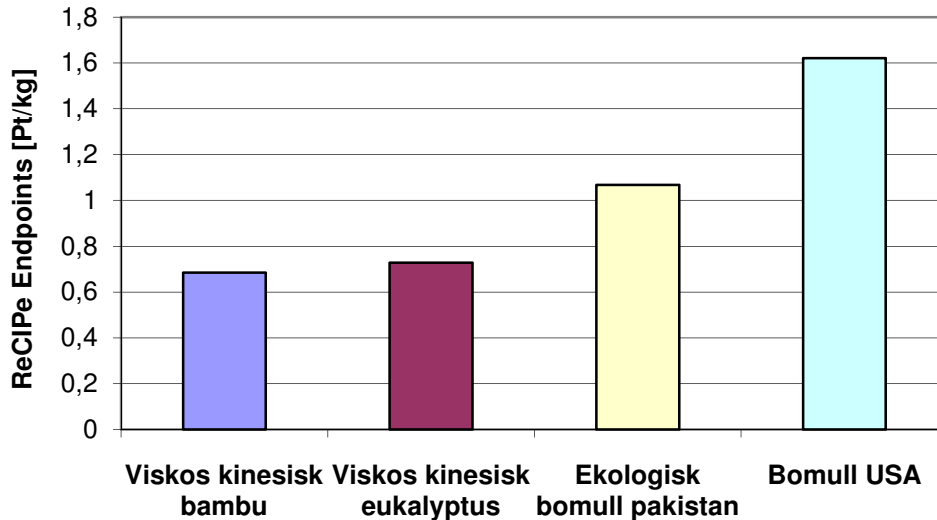
ReCiPe är den enda av dessa metoder som värderar konsekvenser av markanvändning men ingen av metoderna värderar negativa effekter av vattenförbrukning. Konsekvenser av bomullens stora vattenbehov (Figur 7) och behov av jordbruksmark (Figur 8) ökar bomullens totala miljöpåverkan och därmed även skillnaden i miljöpåverkan mellan viskos och bomull ytterligare.



Figur 9: Miljöpåverkansanalys för viskos, bomull och polyester normaliserat mot global påverkan enligt CML Single Score III. Data för viskos gäller för eukalyptus och en anläggning med extern massproduktion i Kina, bomull gäller för produktion i USA och Kina och polyester gäller för produktion i Europa. Källa Shen & Patel (2008a).



Figur 10: Miljöpåverkansanalys för viskos, bomull och polyester enligt metoden EDIP. Data för viskos gäller blandningen 70% viskos / 25% nylon / 5% elastan, ekologisk och konventionell bomull 100% samt polyester blandningen gäller 65% polyester / 35% bomull. Värden beräknade utifrån Laursen et al. (2007).



Figur 11: Miljöpåverkansanalys med viktat resultat enligt metoden ReCiPe Endpoints för viskos från bambu och eukalyptus från en anläggning med extern massaproduktion i Kina (Lindman & Wendin, 2012) och bomull (Lindman & Wendin, 2011).

3.2 Hållbarhetsanalys

Vi försöker här att bedöma de förutsättningar som finns för ett plagg så som BambooJamas att vara en del i ett framtida hållbart samhälle i relation till konkurrerande textilmaterial.

Hållbarhetsanalysen kan delas upp på två frågeställningar:

- A. Är de någon skillnad i hållbarhet mellan textilmaterialen? Utgör de en flexibel plattform för ytterligare förbättring?
- B. På längre sikt, vilken av dessa textilmaterial har störst potential att produceras på ett sådant sätt att det innebär ett steg mot ett hållbart samhälle?

För frågeställning A så är det flera systemvillkor som är kritiska. Den koldioxid som genereras vid tillverkning av både viskos, bomull och polyester är ett brott mot systemvillkor 1; att inte öka koncentrationen av ämnen från berggrunden. Kemikalier som används vid viskosproduktion och de bekämpningsmedel som används vid konventionell bomullsodling kan bryta mot både systemvillkor 1 samt 2; att inte öka koncentrationen av ämnen från samhällets produktion. Liksom all utvinning av förnyelsebara råvaror från naturen riskerar bambuodling och bomullsodling att bryta mot systemvillkor 3 att inte tränga undan och manipulera ekosystemets förmåga att skapa nyttigheter.

Det finns risk att förnyelsebar råvara i många fall likställs med egenskapen att vara hållbar, utan att för den skull vara det. Om uttaget av en förnyelsebar råvara är hållbart eller inte beror på hur råvaran förvaltas, om uttaget av råvaran tränger undan och manipulerar ekosystemets förmåga att skapa nyttigheter samt på hur bearbetning och användning av råvaran utförs, tex genom vilka energislag som används. Om vi jämför hur bambuodling påverkar systemvillkor 3 jämfört med bomullsodling är det tydligt att bambuodling är mycket närmare hållbarhet än bomull. Eftersom bambun odlas i subtropiska klimat behövs ingen konstbevattning vilket är normalfallet för 60 % av den bomull som odlas globalt (Tabell 1). Med mycket konstbevattning följer miljöproblem så som uttorkning av vattendrag och grundvatten samt

försaltning av odlingsmark. Tack vare sin snabba tillväxt och därmed höga biomasseproduktion genererar bambu ca 10 ggr mer viskosfiber per ha än vad bomullsodling gör (Figur 8). Bambu konkurrerar inte heller direkt med nyttan av jordbruksmark som är fallet för bomull, eftersom bambu framförallt växer på mark som inte kan användas som jordbruksmark samt (Soth 2008).

För konventionellt odlad bomull är användandet av bekämpningsmedel och handelsgödsel mycket miljöbelastande och bryter tydligt mot både systemvillkor 1 och 2, vilket inte är fallet för ekologiskt odlad bomull. För viskosproduktion är det framförallt användningen av koldisulfid som kan bryta mot systemvillkor 2. Det handlar då om hur den specifika anläggningen lyckats att göra processerna slutna med lite spill, samt vilka skyddsåtgärder som har tagits för personalen.

Produkten BambooJamas består även av en dragkedja i återvunnen PET-plast. PET-plast innehåller inga farliga kemikalier som skulle kunna bryta mot systemvillkor 2; att öka koncentrationen av ämnen från samhället produktion. Trots att PET-plasten tillverkas av fossil olja gör medför en 100% återvinning att materialet kan vara en del av ett hållbart samhälle.

Tabell 1: Bedömning av fysiska behov och normalt förfarande för textilfibergrödorna konventionellt odlad bomull och bambu. Baserat på Soth (2008).

	Handelsgödsel		Bekämpningsmedel		Vatten	
	Behov	Användning	Behov	Användning	Behov	Konstbevattning
Bomull	högt	högt	mycket högt	mycket hög	högt	>60% av prod.
Bambu	lågt/medel	lågt/inget	lågt/inget	lågt/inget	högt	osannolikt

Frågeställning B handlar om hur produktionen av de olika textilmaterialen i framtiden kan utföras så att det inte bryter mot systemvillkoren. För produktion av bambuviskos krävs att energianvändningen optimeras och att de energislag som används är baserade på förnyelsebara energislag. Det gäller även att optimera processerna och göra dem så slutna att inget kemikaliespill avges till omgivningen. För kinesisk bambuviskos finns stor potential att effektivisera processerna och använda mindre klimatbelastande energislag. Att det är möjligt visar den europeiska viskosindustrin där integrerade massa- och viskosanläggningar optimerar produktionen energianvändningen är mindre klimatbelastande.

För bomullsproduktionen gäller det att övergå till ekologiska metoder utan handelsgödsel eller bekämpningsmedel. Odling bör även styras så att det framförallt sker på de platser i världen som har minst behov av konstbevattning eller där negativa konsekvenserna inte blir följden. För att detta ska vara möjligt är det nog nödvändigt att minska bomullens dominans på textilmarknaden genom att fördela marknaden på ett större antal fibersorter, där bambuviskos kan vara en av dessa.

3.3 Kemikaliebedömning

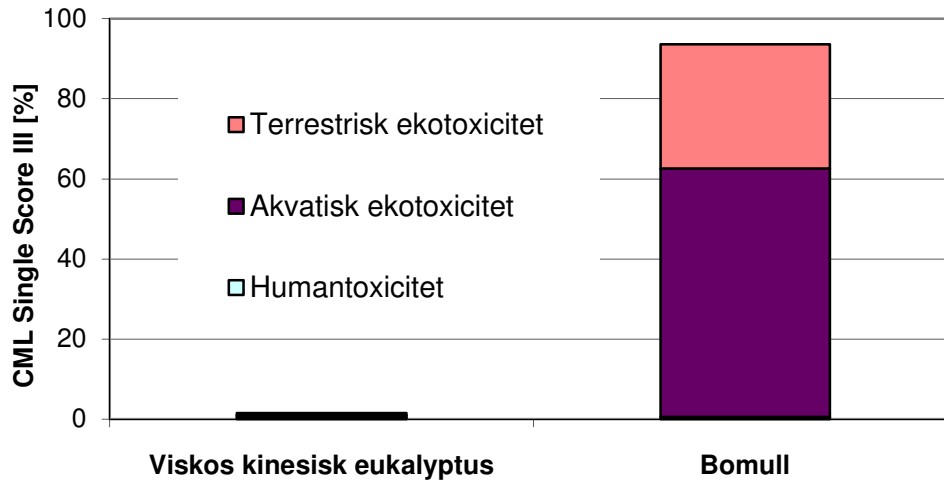
Bambuviskos

Tillverkning av viskos är en produktionsprocess som kräver stora mängder processkemikalier vilket har uppmärksammats i en svensk studie (Olsson et al. 2009). I Tabell 2 redovisas data från studien gällande kemikalieåtgång under hela livscykeln fram till färdigt plagg och den andel kemikalier som används fram till obehandlat tyg. I livscykeln fram till obehandlat tyg är kemikalieåtgången ca 4 ggr större för viskos jämfört med bomull. Vad innebär då denna skillnad för miljöbelastningen dem emellan? En snabb bedömning av kemikaliernas miljöfarlighet ger bilden att det framförallt är relativt vanliga bulkkemikalier så som natriumhydroxid/svavelsyra som utgör den största andelen tillsammans med koldisulfid som används vid viskostillverkningen och jämförelsevis små mängder av mycket potenta och ofta miljöfarliga pesticider samt gödningsmedel som används vid bomullsproduktion. För tillverkning av 1 kg viskosfiber handlar det om ca 1 kg natriumhydroxid, 1,4 kg svavelsyra och 340 g koldisulfid och för konventionellt odlad bomull används ca 18 g pesticider och 530 g handelsgödsel (Olsson et al. 2009).

Det finns LCA-metoder för bedömning av miljöpåverkan som också kvantifierar effekten av de toxiska ämnen som emitteras under den studerade livscykeln. Den danska LCA-metoden EDIP tar hänsyn till effekten av toxiska ämnen i naturen och i arbetsmiljön. Baserat på toxicitet, bioackumulationspotential, spridning i naturen och exponeringsrisk beräknas toxiska ekvivalenter som viktas gentemot danska miljömål och sannolikheten för arbetsplatsolyckor (Baumann & Tillman 2004). I Figur 12 redovisas dessa toxiska ekvivalenter (mPEM/kg) för både viskos och bomull. Den toxiska potentialen är nästan 40 ggr större för konventionellt odlad bomull jämfört med viskos.

Tabell 2: Kemikalieåtgång vid tillverkning av tunn trikåtröja i viskos, T-tröja, jeans och arbetsbyxa i bomull samt fleece-tröja i polyester. För viskos och bomull är cellulosa ej medräknat som kemikalie. Källa Olsson et al. (2009)

	Kemikalier i hela livscykeln [kg/kg]	Kemikalier i livscykel fram till tyg [kg/kg]
Viskos	4,4	3,0
Bomull	1,9-3,0	0,63-0,76
Polyester	2,8	2,4



Figur 12: Toxisk påverkanspotential för emitterade ämnen i livscykeln fram till och med produkten tyg, uttryckt som millipersonequivaler per kg tyg (mPEM/kg) enligt metoden EDIP. Data för viskos gäller blandningen 70% viskos / 25% nylon / 5% elastan. Värden beräknade utifrån Laursen et al. (2007).

Den natriumhydroxid och svavelsyra som används vid viskosproduktion är vanliga bulkkemikalier som kräver rutiner och skyddsåtgärder för att inte utgöra risk vilket gäller för all massaindustri. Koldisulfid som är specifik för viskosprocessen är klassad som giftig bland annat med riskfraserna R62 *möjlig risk för nedsatt fortplantningsförmåga* och R63 *möjlig risk för fosterskador* och har blivit tillsatt en lång rad skyddsfraser. Koldisulfid är av Kemikalieinspektionen listad som ett *Prioriterat riskminskningsämne* i databasen PRIO⁷. Vid fabriksanvändning av en kemikalie så som koldisulfid är det mycket viktigt att relevanta skyddsåtgärder görs.

För konventionell bomullsodling kan de 18 g bekämpningsmedel per kg tyg låta lite, men den totala användningen av bekämpningsmedel för bomull är mycket stor. Ungefär 25% av världens insektsmedel och mer än 10% av pesticiderna används till bomullsodling. Bland de 15 vanligaste finns cancerogena ämnen som acephate, dichloropropene, diuron, fluometuron, pendimethalin, tribufos, and trifluralin (Woodburn 1995). Förutom cancerogena ämnen finns många persistenta och ekotoxiska substanser som används. Den stora skillnaden mot fabriksanvändning av en kemikalie så som koldisulfid är att syftet med dessa bekämpningsmedel är att aktivt spridas på odlingar, vilket gör att exponeringen för arbetare och natur är mycket svår att förhindra.

⁷ Kemikalieinspektionens prioriteringsguide PRIO http://www2.kemi.se/templates/PRIOframes_4045.aspx

Kemikalier vid färgning av tyg

Det har inte gått att erhålla information om exakt vilka färgämnen som används vid infärgning av bambuviskos/bomullstyget i BambooJamas. Från tygleverantörer har mer generella utlåtanden gets att tyget färgas endast med reaktiva färger och att inga azo-färgämnen har använts. Detta påstående anser de vara bekräftat genom att redovisa resultat⁸ från så kallade *azodye-tests* som är utförda enligt europeiska standardmetoder. Detta är inte riktigt korrekt, eftersom dessa standardmetoder är utformade för att detekterar 22 specifika cancerogena aromatiska aminer som kan spjälkas från azo-färgämnen. Testresultatet visar att tyget inte innehåller dessa aromatiska aminer, alltså inte azo-färgämnen i sig. I kommunikation med färgtillverkare har dessa däremot påpekat att azo-färgämnen dominerar marknaden och att ingen inom textilbranschen efterfrågar helt azo-fria färgämnen. Det som däremot efterfrågas av kunder med högre krav på miljö och hälsa är azo-färgämnen som inte är uppbyggda av cancerogena substanser.

Definitionen av ett azo-färgämne är en molekyl som består av en eller flera azo-grupper $R_1-N=N-R_2$ där R utgörs av olika kromoforer som ger färgämnet dess specifika färg. Bland annat har denna stora möjligheten till många varianter gjort azo-färgämnen till den största klassen av färgämnen med över 2000 registrerade färgämnen⁹ vilket utgör 60-70% av alla registrerade färgämnen (ETAD, 2008). De eventuella negativa hälso- eller miljöaspekter som finns för många azo-färgämnen har inte att göra med azo-gruppen $N=N$ utan beror framförallt på vilka kromoforer som de består av. Därför är azo-färgämnen inte en homogen grupp även om många av dem är uppbyggda tex cancerogena aromatiska aminer. Enligt en uppskattning gjord av ETAD (2008) så återfinns de 22 aromatiska aminer som inte får förekomma i textilier enligt gällande EU-lagstiftning¹⁰, i ca 5 % av de 2000 registrerade azo-färgämnen.

Eftersom tyget i BambooJamas är certifierat och testat enligt Oeko-Tex Standard 100 är innehållet av dessa 22 aromatiska aminer (plus 2 ytterligare) kontrollerat (Oeko-Tex, 2012). Oeko-Tex har även kriterier och kontrollerar ytterligare 9 cancerogena färgämnen (varav 5 är azo-färgämnen) samt 21 allergena färgämnen (varav 12 är azo-färgämnen).

Med Oeko-Tex certifiering har Rickfors & Rickfors en mycket bra början för att minimera risken att färgämnen och andra kemikalier som kan vara hälsofarliga finns i den färdiga produkten. Att kontinuerligt ställa krav på information från tillverkare och leverantörer är ett bra sätt att påverka och därmed styra användningen mot mer harmlös färgämnen. Men som en liten aktör kommer det vara svårt att påverka och framförallt mycket svårt att själv kunna bedöma vilka färgämnen som är bättre eller sämre.

⁸ STR Test Report 2009; Examination and test for compliance with appropriate test, AZODYE Test; EN14362-1:2003, EN14362-2:2003 and CEN/TS17234:2003

⁹ Colour Index Editorial Board (CIEB), <http://www.colour-index.com/>

¹⁰ Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1907/2006, tidigare Begränsningsdirektivet 76/769/EEG

4 Samlad miljöbedömning och diskussion

Denna miljöbedömning visar att BambooJamas med en blandning av bambuviskos och ekologisk bomull har en mycket hög miljöprestanda både när det gäller samlad miljöpåverkan under livscykeln och utifrån ett hållbarhetsperspektiv. Tillsammans med en enkel detalj så som en dragkedja av återvunnen PET-plast ger det utifrån ett miljöperspektiv en bra och väl genomtänkt produkt.

Bambu som råvara beskrivs i positiva ordalag på många hemsidor på internet. I denna litteraturstudie har det inte framkommit något som motsäger denna uppfattning. Som råvara till viskos och i jämförelse med bomull har bambu många fördelaktiga egenskaper. Eftersom det är ett mycket snabbväxande gräs med hög produktion per hektar kan 3 ggr mer viskosfiber per hektar produceras jämfört med viskos från eukalyptus. I jämförelse med bomull så kan det från bambu produceras 10 ggr mer textilfiber. Bambu växer framförallt i naturliga skogar och bergssluttningar det vill säga på mark där den inte konkurrerar med odling av jordbruksgrödor. Bambu har inget behov av konstbevattning vilket är ett av de allvarligare problemen med bomullsodling. Generellt så odlas bambu utan både handelsgödsel och bekämpningsmedel vilket bekräftas genom den ekologiskt certifierade bambun som ingår i BambooJamas.

Då det varit möjligt att göra ett urval har data för viskosproduktion i Kina valts framför europeiska data. Detta har inneburit att data med högre energiåtgång, mer klimatbelastande energislag och sämre produktionsteknik har använts. Trots det är den viktade totala miljöbelastningen för bambuviskos och generell viskos mycket lägre än konventionellt odlad bomull och något lägre än ekologiskt odlad bomull och polyester.

Det som drar ner betyget lite för bambuviskos är de klimatpåverkande energislag som generellt används vid viskosproduktion och den relativt stora kemikalieanvändningen. Detta är inte avgörande för den totala miljöbedömningen då det är möjligt att hantera dessa processkemikalier på ett säkert sätt samt att andra miljöfördelar för viskos och framförallt för bambu uppväger detta.

Den allmänrådande uppfattning på hemsidor och bloggar är att Hebei Jigao Chemical Fiber Co är den enda eller åtminstone den dominerande tillverkaren av bambuviskos i Kina. Därför är det osäkert om en intressant aktör så som Tenbro Bamboo Textile Co är fristående eller inte. Båda aktörerna erbjuder också bambutextil med certifiering från Oeko-Tex, OCIA, ECO CERT samt att Tenbro har FSC-certifiering.

Det som utifrån ett miljöperspektiv är mycket intressant med Tenbro är att de tillverkar och marknadsför produkten *Organic Lyocell bamboo fiber*. Om denna fiber har samma eller liknande egenskaper som den bambuviskos som används i BambooJamas idag så vore det ett bättre miljömässigt alternativ. Anledningen är att Lyocell-fiber är en vidareutvecklad och modernare produkt med en helt annan tillverkningsprocess. Till skillnad mot viskosprocessen användning av koldisulfid och svavelsyra så baseras lyocell-processen på lösningsmedlet NMMO (4-Metylmorfolin-4-oxidmonohydrat, cas 7529-22-8) som löser upp cellulosan och regenererar den som fibrer. Processen är nästan helt sluten och NMMO är en mycket mindre farlig kemikalie (endast irriterande) jämfört med koldisulfid. Energiåtgången är ungefär lik, så med samma energislag borde klimatpåverkan bli likvärdig. Men andra miljöpåverkansfaktorer som kan minskas är eko toxicitet, ozonpåverkan och försurningspotential.

5 Referenser

Allwood JM, Laursen SE, de Rodriguez CM & Bocken NMP, 2006, Well dressed? The present and future sustainability of clothing and textiles in the United Kingdom, University of Cambridge Institute for Manufacturing, Mill Lane, Cambridge

Baumann H & Tillman AM, 2004, The Hitch Hiker's guide to LCA – An orientation in life cycle assessment methodology and application, Studentlitteratur, Lund. Sweden

Boustead I, 2005, Eco-profiles of European Plastic Industry: PET amorphous, Data last calculated march 2005, PlasticEurope. Brussels, BE. In: Shen L & Patel MK, 2008, Life Cycle Assessment of man-made cellulose fibres, Utrecht University, Copernicus Institute, Netherlands

Dinkel F & Stettler C, 2008, Life cycle inventory of cotton (China and US), Carbotech AG, Basel, CH. In: Shen L & Patel MK, 2008, Life Cycle Assessment of man-made cellulose fibres, Utrecht University, Copernicus Institute, Netherlands

Eibl M, Mangeng B & Alber S, 1997, Ökobilanz von Lenzing Lyocell – Ein stoff und energibilanz

ETAD Information Notice No 6 (2008), The Ecological and Toxicological Association of Dyes and Organic Pigments Manufacturers (ETAD)

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

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

Laursen SE, Hansen J, Bagh J, Jensen OK & Werther I, 1997, Environmental Assessment of Textiles, Environmental Project no 369, Miljø- og Energiministeriet Miljøstyrelsen

Laursen SE, Hansen J, Knudsen HH, Wenzel H, Larsen HF & Kristensen FM, 2007, EPIDEX – Environmental assessment of textiles, Danish Ministry of the Environment, EPA, Working Report No. 24 2007

Lindman P & Wendin M, 2011, Life cycle assessment screening textiles, Rapport för Jegreliusinstitutet, Miljögiraff 2011

Lindman P & Wendin M, 2011, LCI data Jegrelius, Rapport för Jegreliusinstitutet, Miljögiraff 2012

Oeko-Tex Standard 100, 2012, Appendix 4, Limit values and fastness, part 1

- Olsson E, Posner S, Roos S & Wilson K, 2009, Kartläggning av kemikalieanvändning I kläder, Swerea IVF Uppdragsrapport 09/52
- Shen L & Patel MK, 2008a, Life Cycle Assessment of man-made cellulose fibres, Utrecht University, Copernicus Institute, Netherlands
- Shen L & Patel MK, 2008b, Life Cycle Assessment of Polysaccharide Material: A Review, J Polym Environ (2008) 16:154-167
- Shen L & Patel MK, 2010, Life Cycle Assessment of man-made cellulose fibres, Lenzinger Berichte 88 (2010) 1-59
- Soth J 2008, Faktaunderlag Hållbar odling av växter till textile, Svenska Naturskyddsföreningen 2008
- Westberg L, 1993, Konventionell och ekologisk odling, Svenska Naturskyddsföreningen
- Wiseman 1981 citerad i Barber A & Pellow G, 2006, Life Cycle Assessment: New Zealand Merino Industry, Merino Wool Total Energy Use and Carbon Dioxide Emissions, The AgriBusiness Group, Pukekohe, Auckland
- Woodburn A, 1995, Cotton: the crop and its agrochemical market

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.