

# Kartläggning av kemikalieanvändning i kläder

Elisabeth Olsson, Stefan Posner, Sandra Roos, Karin Wilson

## **Om Swerea IVF AB**

Swerea IVF är ett ledande svenskt industriforskningsinstitut inom material-, process-, produkt- och produktionsteknik. Vårt mål är att skapa affärsmässig nytta och att stärka våra medlemmars och kunders konkurrens- och innovationsförmåga. Swerea IVF bedriver industrinära forskning och utveckling i samarbete med såväl industri som högskola, i Sverige och internationellt.

Våra cirka 150 högt kvalificerade medarbetare med bas i Mölndal och Stockholm arbetar inom följande områden:

- Arbetsliv, miljö och energi
- Industriella tillverkningsmetoder
- Material- och teknikutveckling
- Polymerer och textil
- Verksamhetsutveckling och effektivisering

Vi arbetar ofta med tillämpade lösningar på konkreta industriella behov. Våra industrierfarna forskare och konsulter kan leverera de snabba och handfasta resultat som företag behöver för att säkra sin konkurrenskraft på marknaden.

Swerea IVF ingår i Swerea-koncernen, som består av fem forskningsbolag inom material- och verkstadsteknik: Swerea IVF, Swerea KIMAB, Swerea MEFOS, Swerea SICOMP och Swerea SWECAST. Swerea-koncernen ägs gemensamt av industrin och statliga RISE Holding AB.

Swerea IVF AB  
Box 104  
431 22 Mölndal  
Telefon 031-706 60 00  
Telefax 031-27 61 30  
[www.swereaivf.se](http://www.swereaivf.se)

Swerea IVF Uppdragsrapport 09/52

© Swerea IVF AB 2009

## Förord

På uppdrag av Kemikalieinspektionen har Swerea IVF genomfört en inventering av kemikalieåtgång i ett livscykelperspektiv på fem vanliga plagg på den svenska marknaden,

- T-tröja av trikå av bomull
- Jeans (denim) i vävd bomull
- Arbetsbyxa i vävd bomull
- Tunn tröja i trikå av viskos
- Fleece-tröja

Uppdraget omfattar en genomgång av total kemikalieåtgång vid fiberproduktion, beredning, konfektionering samt i användarfasen. De data som använts har hämtats från öppna publika källor. Författarna har i möjligaste mån strävat efter att använda så nya publicerade källor som möjligt.

Kemikalieåtgången varierar från ca 1,5 kg till 6,9 kg *kemikalier per kg tyg* och ca 0,8 kg till 1,9 kg *kemikalier per plagg*, baserat på de ofta svåråtkomliga data som fanns tillgängliga.

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>4</b>
1.1	Mål	4
<b>2</b>	<b>Metodik</b>	<b>4</b>
2.1	Urval av plagg för studien	4
2.1.1	<i>Kriterierna för urval.</i>	4
2.1.2	<i>De valda plaggen</i>	4
2.2	Modellering av livsrytmen för de utvalda plaggen	5
2.2.1	<i>Livsrytmen för de utvalda plaggen</i>	6
2.2.2	<i>Funktionell enhet</i>	6
2.2.3	<i>Systemgränser</i>	6
2.2.4	<i>Datakvalitet</i>	7
	2.2.4.1 Generell data	7
	2.2.4.2 Tillverkningsländer	7
2.3	Använd data	7
2.3.1	<i>Produktion av fiberråvara (naturliga och/eller syntetiska fibrer).</i>	7
	2.3.1.1 Konventionell bomullsodling	7
	2.3.1.2 Ekologisk bomullsodling	8
	2.3.1.3 Sortering, klippning och rensning av bomullsfibrer	9
	2.3.1.4 Produktion av cellulosa för viskos	9
	2.3.1.5 Framställning av viskos från cellulosa	9
	2.3.1.6 Jungfrulig polyester	10
	2.3.1.7 Återvunnen polyester	11
2.3.2	<i>Framställning av garn och tyg</i>	11
	2.3.2.1 Garnspinning av bomullsfibrer	11
	2.3.2.2 Våtspinning av viskos	11
	2.3.2.3 Garnspinning av viskos	12
	2.3.2.4 Smältspinning av polyester	12
	2.3.2.5 Garnspinning av polyester	12
	2.3.2.6 Stickning	12
	2.3.2.7 Vävning	13
2.3.3	<i>Förbehandling av bomullstygar</i>	13
	2.3.3.1 Svedning	14
	2.3.3.2 Avklistring	14
	2.3.3.3 Urkokning/Bykning	14
	2.3.3.4 Blekning	15
	2.3.3.5 Mercerisering	15
2.3.4	<i>Förbehandling av viskos</i>	16
2.3.5	<i>Förbehandling av polyester</i>	16
2.3.6	<i>Färgning</i>	16
	2.3.6.1 Reaktivfärgämnen till T-tröja	17
	2.3.6.2 Kypfärgämnen till jeans och viskoströja	17

2.3.6.3	Dispersionsfärgämnen till fleece-tröja	18
2.3.6.4	Svavelfärgämnen till arbetsbyxor	18
2.3.7	<i>Slutberedning</i>	19
2.3.7.1	Tvätt	19
2.3.7.2	Tryck	19
2.3.7.3	Finishing	20
2.3.8	<i>Konfektionering</i>	20
2.3.9	<i>Distribution</i>	21
2.3.9.1	Packning	21
2.3.9.2	Transport	21
2.3.10	<i>Användning</i>	22
2.3.10.1	Tvättmedel	22
2.3.10.2	Sköljmedel	22
<b>3</b>	<b>Kemikalieanvändning i analyserade produkter</b>	<b>23</b>
3.1	T-tröja av trikså av bomull	23
3.2	Jeans (denim)	24
3.3	Arbetsbyxa i vävd bomull (plus vatten- och smutsavvisande)	25
3.4	Tunn tröja i viskos	27
3.5	Fleece-tröja	28
3.6	Gruppering av textilkemikalier efter risker	29
<b>4</b>	<b>Slutsatser och diskussion</b>	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>Referenser</b>	<b>33</b>
	<b>Bilaga 1. De största kategorierna av textil</b>	<b>36</b>
	<b>Bilaga 2. Varuimport från avsändningsland</b>	<b>38</b>
	<b>Bilaga 3. Bästa-fall och sämsta-fall, samt normalfall för delstegen.</b>	<b>40</b>
<b>T-tröja</b>	<b>40</b>	
B1.	<i>Bästa fallet - kemikalieanvändning under livscykeln för 1 kg T-tröja</i>	40
B2.	<i>Sämsta fallet - kemikalieanvändning under livscykeln för 1 kg T-tröja</i>	41
B3.	<i>Produktion av stickad bomull till 1 kg T-tröja</i>	42
B4.	<i>Förbehandlingen av stickad bomull till 1 kg T-tröja.</i>	42
B5.	<i>Färgning av stickad bomull till 1 kg T-tröja</i>	43
B6.	<i>Slutberedning av bomullstyg till 1 kg T-tröja.</i>	43
B7.	<i>Konfektionering, distribution och användning av 1 kg T-tröja</i>	43
<b>Jeans</b>	<b>43</b>	
B8.	<i>Bästa fallet – kemikalieanvändning under livscykeln för 1 kg jeans</i>	43
B9.	<i>Sämsta fallet – kemikalieanvändning under livscykeln för 1 kg jeans</i>	44
B10.	<i>Produktion av vävd bomull till 1 kg jeans</i>	45
B11.	<i>Förbehandling av vävd bomull till 1 kg jeans</i>	45
B12.	<i>Färgning av denim till 1 kg jeans</i>	46
B13.	<i>Konfektionering, distribution och användning av 1 kg jeans</i>	46

<b>Arbetsbyxa</b>	<b>46</b>
<i>B14. Bästa fallet – kemikalieanvändning under livscykeln för 1 kg arbetsbyxa</i>	46
<i>B15. Sämsta fallet – kemikalieanvändning under livscykeln för 1 kg arbetsbyxa</i>	47
<i>B16. Produktion av vävd bomull till 1 kg arbetsbyxa</i>	48
<i>B17. Förbehandling av vävd bomull till 1 kg arbetsbyxa</i>	48
<i>B18. Färgning av bomullstyg till 1 kg arbetsbyxa</i>	48
<i>B19. Slutberedning av 1 kg arbetsbyxa</i>	48
<i>B20. Konfektionering, distribution och användning av 1 kg arbetsbyxa</i>	48
<b>Viskoströja</b>	<b>48</b>
<i>B21. Bästa fallet – kemikalieanvändning under livscykeln för 1 kg viskoströja</i>	48
<i>B22. Sämsta fallet – kemikalieanvändning under livscykeln för 1 kg viskoströja</i>	49
<i>B23. Produktion av stickad viskos till 1 kg viskoströja</i>	49
<i>B24. Förbehandling av stickad viskos till 1 kg viskoströja</i>	50
<i>B25. Färgning av stickad viskos till 1 kg viskoströja</i>	50
<i>B26. Konfektionering, distribution och användning av 1 kg viskoströja</i>	50
<b>Fleecetröja</b>	<b>50</b>
<i>B27. Bästa fallet – kemikalieanvändning under livscykeln för 1 kg fleecetröja</i>	50
<i>B28. Sämsta fallet – kemikalieanvändning under livscykeln för 1 kg fleecetröja</i>	51
<i>B29. Produktion av fleecetyg till 1 kg fleecetröja</i>	51
<i>B30. Förbehandling av fleecetyg till 1 kg fleecetröja</i>	52
<i>B31. Färgning av fleecetyg till 1 kg fleecetröja</i>	52
<i>B32. Konfektionering, distribution och användning av 1 kg fleecetröja</i>	52

## Sammanfattning

I denna rapport kartläggs kemikalieåtgången i normalfallet, bästa-fallet och sämsta-fallet för några av de vanligaste och utvalda plaggen som distribueras på den svenska marknaden,

- T-tröja av trikå av bomull
- Jeans (denim) i vävd bomull
- Arbetsbyxa i vävd bomull
- Tunn tröja i trikå av viskos
- Fleece-tröja

För att göra detta urval användes statistik från Statistiska Centralbyrån (SCB).

Studien visar att användningen av kemikalier är betydande och viktig att förstå för marknads och samhällets parter, så att man på olika sätt kan påverka och styra miljöpåverkan vid produktion och användning av vanliga plagg i vår vardag.

Den största kemikalieåtgången per kg tyg i ett livscykelperspektiv har den tunna viskoströjan. Jeansen har dock den största kemikalieåtgången per plagg, eftersom ett par jeans väger uppskattningsvis 4 ggr mer än en viskoströja.

Tabellen nedan visar hur många kg kemikalier som används i normalfallet, dels per kg tyg, dels per plagg. De varugrupper som analyserats i studien står för 69% av den totala textila marknaden.

Tabell S.1. Kemikalieåtgången i normalfallet för studiens plagg.

Grupp	Representativt plagg	Mängd kemikalier per kg (kg)	Mängd kemikalier per plagg (kg)
1	T-tröja i bomull	3,04	0,76
2	Jeans	2,40	1,92
3	Arbetsbyxor	1,86	1,49
5	Viskoströja	5,51	1,10
4	Fleece-tröja	2,76	0,83

Det är viktigt att påpeka att det specifika kemikalieinnehållet varierar från plagg till plagg beroende av vilka material och egenskaper som tillförts plagget.

Det är också viktigt att påpeka att alla kemikalier som ingår i den totala åtgången av kemikalier uppvisar olika former av mer eller mindre allvarliga former av miljö- och hälsopåverkan, vilket innebär att den beräknade åtgången inte representerar mängden särskilt farliga kemikalier per plagg. Bilden är mera komplex än så, vilket framgår av de olika miljö- och hälsoegenskaper som angetts för respektive kemikalietyper i de beräkningar som gjorts i studien.

# 1 Inledning

## 1.1 Mål

Målet med denna studie var att kartlägga kvantitet och typ av kemikalier som används under livscykeln för ett antal vanligt förekommande plagg på den svenska marknaden. Kartläggningen omfattar såväl faroklassade som icke faroklassade kemikalier.

I livscykelperspektivet ingår framställning av fiberråvara (naturliga och/eller syntetiska fibrer), beredning av garn och tyg, produktion av plagg (konfektionering), distribution av plagg samt användning.

I kartläggningen ingår inte kemikalieanvändning för tillbehör av andra material än textil, såsom plasttryck, knappar och blixtlås.

## 2 Metodik

### 2.1 Urval av plagg för studien

#### 2.1.1 Kriterierna för urval.

För att välja ut ett antal vanligt förekommande plagg på den svenska marknaden användes statistik från Statistiska Centralbyrån (SCB). De största kategorierna av plagg fick fram genom att ta siffror för import plus tillverkning minus export, se bilaga 1. De statistikkategorier som fick störst summa var till 61 % plagg i bomull, allra vanligast var "T-tröjor, undertröjor och liknande tröjor, av trikå av bomull". Sedan följer plagg i konstfiber, som enligt definitionen<sup>1</sup> är både syntetfiber och/eller regenererad fiber.

De vanligaste fibrerna totalt i Europa år 2002 var bomull (45 %), polyester (14 %) och viskos (12 %) (European IPPC Bureau, 2003, sid 6). Utöver tre olika plagg i bomull, har därför ett plagg av viskos och ett plagg av polyester valts ut till studien. Polyester och viskos representerar båda kategorin konstfiber för att studien ska bli lite mer täckande.

#### 2.1.2 De valda plaggen

Följande plagg har valts ut för studien

- T-tröja av trikå av bomull  
T-tröjan antas bestå av 100% bomull och väga 250 gram (EDIPTX, 2007). Den antas ha ett textiltryck som täcker cirka 1 dm<sup>2</sup> av ytan. Bomullstyget antas också ha en ytvikt av 250 gram per m<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> SCB använder sig av samma kategorier för textilier som Tullverket, enligt förordning 1031/2008/EG. Då tulltaxan inom EU är samma (12%) för nästan alla textilier, och importkvoter från t.ex. Kina inte längre är i bruk har också kontrollen av kategoriseringen avtagit enligt Tullverket.



- Jeans (denim) i vävd bomull  
Byxan antas väga 800 gram.
- Arbetsbyxa i vävd bomull  
Byxan antas väga, 800 gram. Den antas vidare vara behandlad med vatten- och smutsavvisande behandling.
- Tunn tröja i trikå av viskos  
Tröjan antas bestå av 95% viskos och 5% elastan och väga 200 gram. På grund av tidsbrist har endast viskosen studerats i denna studie.
- Fleece-tröja  
Tröjan antas bestå av 100% polyester och väga 300 gram.  
Fleecematerialet består av stickat tyg i väldigt små maskor, fastän det nästan förefaller att vara vävt (Wikipedia, 2009).

Alla plagg förväntas användas 50 gånger och tvättas efter varje användning.

Inget av de utvalda plaggen förväntas vara flamskyddat eller ha antibakteriella egenskaper och därför ingår inga flamskyddsmedel eller antibakteriella tillsatser i denna inventering.

## 2.2 Modellering av livscykeln för de utvalda plaggen

En generell bild av livscykeln för textilprodukter illustreras nedan.

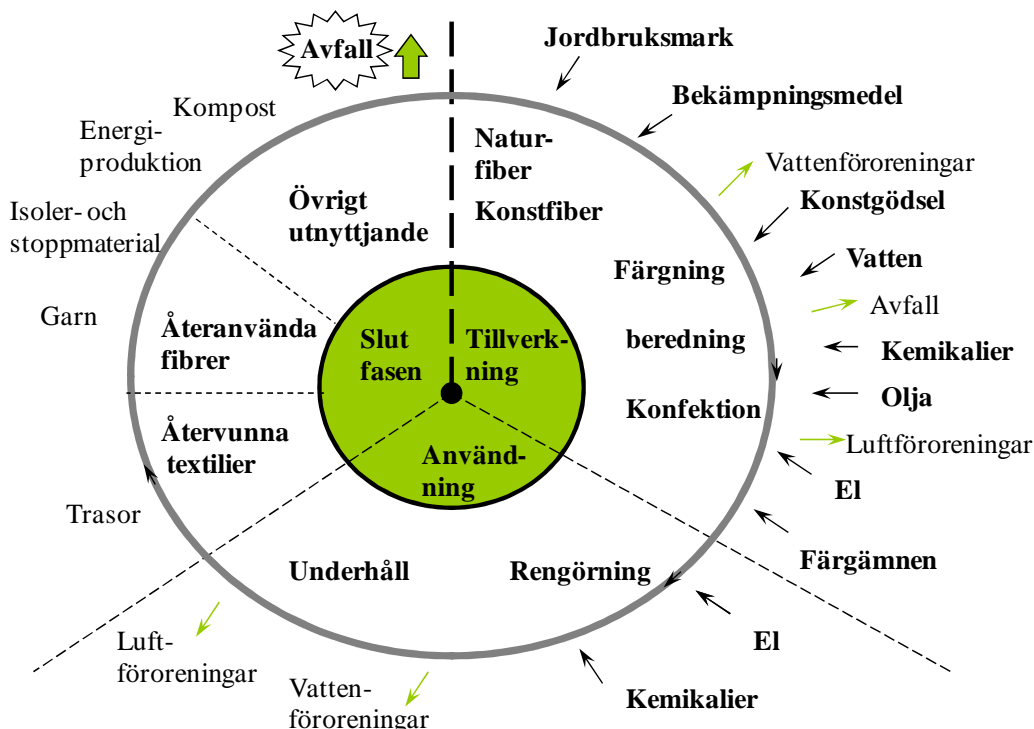


Bild 1. Kretsloppsperspektiv på textila produkter (Åsnes et.al., 1997))

### 2.2.1 Livscykeln för de utvalda plaggen

De specifika steg som ingår i livscykeln för vart och ett av de fem utvalda plaggen redovisas i kapitel 3.

Underlaget för modelleringen gjordes med hjälp av referensdokumentet för textilindustrin från europeiska IPPC-byrån (European IPPC Bureau, 2003) samt en studie av utsläppsscenarier för biocider i textilindustrin (INERIS, 2001).

### 2.2.2 Funktionell enhet

Funktionell enhet är den använda mängden kemikalier per kg färdig vara i denna studie.

Det innebär att om en viss mängd kemikalier används t.ex. per kg odlad bomull, får detta korrigeras med det spill av bomullsfibrer som blir genom hela tillverkningen.

### 2.2.3 Systemgränser

I denna studie har ett antal systemgränser satts upp.

- Enbart textilproduktens livscykel

Som beskrivits in inledningen omfattar kartläggningen enbart textilproduktens livscykel framställning av fiberråvara (naturliga och/eller syntetiska fibrer), beredning av garn och tyg, produktion av plagg (konfektionering), distribution av plagg, användning samt resthantering.

I kartläggningen ingår inte exempelvis produktion av kemikalier eller produktionsutrustning.

- Enbart textila material

I kartläggningen ingår inte kemikalieanvändning i tillbehör av andra material än textil, såsom plasttryck, knappar och blixtlås.

- Enbart kemikalier med direkt funktion för textilen

I kartläggningen ingår inte exempelvis smörjolja till maskiner och dylikt.

- Enbart användning av kemikalier

I kartläggningen tas ingen hänsyn till hur mycket av de använda kemikalierna som släpps ut till luft, vatten och mark. Endast input har kartlagts, vilket inte har ett direkt samband med miljöbelastningen. Information om utsläpp av olika kemikalier finns i "Reference Document on Best Available Techniques for the Textiles Industry" (European IPPC Bureau, 2003). Information om miljöbelastning kan exempelvis hittas i rapporten om miljöpåverkansbedömningsmetoden EDIP för textilier (EDIPTEx, 2007).

## 2.2.4 Datakvalitet

### 2.2.4.1 *Generell data*

För att få jämförbarhet mellan data har generell data använts i första hand framför färsk data från enskilda källor som eventuellt inte är representativt för det stora flertalet textilier.

### 2.2.4.2 *Tillverkningsländer*

Vilka länder som de utvalda plaggen ursprungligen importeras ifrån är inte helt enkelt att se i den nationella statistiken eftersom det är det sista importlandet som syns där. Ett plagg som importeras från Asien via ett annat europeiskt land visas i statistiken som att det kommer från det europeiska landet. Om man bortser från europeiska länder är det de "klassiska" textlexportländerna som toppar statistiken, dvs. Kina, Bangladesh, Indien och Turkiet, se bilaga 2. Data om odling och framställning av fibrer, samt våtberedningsprocesser har därför i första hand valts från Asien om det har funnits tillgängligt, i andra hand globala medelvärden.

## 2.3 Använd data

Här presenteras den data om kemikalier som används i varje steg för alla produkterna.

### 2.3.1 Produktion av fiberråvara (naturliga och/eller syntetiska fibrer).

#### 2.3.1.1 *Konventionell bomullsodling*

Traditionell bomullsodling är kemikalieintensivt, bomullsodling upptar knappt 2,5 % av världens åkerareal och använder hela 11 % av jordens jordbrukskemikalier (en överskottsfaktor på 4,4), mest insektsmedel och ogräsmedel. Ser man enbart till insektsmedlen använder bomullsodlarna 25 % av världsförbrukningen av insektsmedel (WWF, 2005).

Data om kemikalier i bomullsodling från Kina har använts för medelvärdet i denna studie.

- Gödningsmedel

I Kina användes 2006 i genomsnitt gödningsmedel med ett innehåll av 225-300 kg kväve (N), 50-150 kg fosfor (P) och 100-220 kg kalium (K) per hektar (Kooistra et al., 2006).

Bomullsplantan består till ca 2/3 av bomullsfrön<sup>2</sup> och till ca 1/3 av bomullsfiber vilket ibland ställer till problem med att jämföra siffror på avkastningen, i allmänhet är det dock bomullsfibrer som siffrorna avser (Banuri, 1998, part II. cotton production, p1). Den genomsnittliga avkastningen i världen har dock stigit

---

<sup>2</sup> En del av fröna används sedan till plantering av ny bomull. Ingen hänsyn har tagits till att resterande bomullsfrön sedan används till foder och olja, all kemikalieanvändning är allokerad till fiberproduktionen.

avsevärt mellan 1999 och 2008 och räkenskapsåret 2008/2009 rapporterades genomsnittet till 784 kg per hektar. Den genomsnittliga avkastningen år 2006 på bomullsodling i Kina rapporterades till ca 1300 kg bomull per hektar (USDA, 2008) Vilket borde innebära att Kinas siffra på 1300 kg, om än högt enligt Banuri gäller bomullsfiber. Dock är det vanligt med genmodifierad bomull i Kina (Kooistra et al., 2006).

Detta innebär att i grova drag 200 gram kväve, 80 gram fosfor och 120 gram kalium tillsattes per kg bomullsfiber.

- Bekämpningsmedel

År 2006 uppskattades den årliga bekämpningsmedelsanvändningen i Kina vara 1,2 miljoner ton på 300 miljoner hektar, dvs 4 kg bekämpningsmedel per hektar (Zijun, 2006)<sup>3</sup>. Räknar man in att bomullsodling är i snitt 4,4 gånger mer kemikalieintensivt är resten av jordbruket får man 17,6 kg bekämpningsmedel per hektar.

Med en avkastning på 1300 kg bomullsfiber per hektar fås slutligen att ungefär 14 gram bekämpningsmedel användes i genomsnitt per kg bomullsfiber i Kina.

De vanligaste pesticiderna som användes i Kina 2006 var Monocrotophos (Azodrin, Ib), cyfluthrin (Baythroid, II), dicofol, (III), trichlorfon (Dipterex, II), imidacloprid (II), chlordimeform (Fundal, n.l.), och piperonyl butoxide (Pyrethrin, n.l.). Herbicider inkluderar MSMA/prometryn (Caparol, III/U), glyphosate (Roundup, U), alachlor, (III) and fluometuron (Cotoran, U) (Kooistra et al., 2006). Någon högre upplösning på vilka pesticider som används har inte gått att få.

- Avlövningsmedel

Avlövningsmedel användes på ca 5 % av arealen för bomullsodling i Kina 2006, den vanligaste är MSMA (III). I Kina handplockas sedan all bomull (Kooistra et al., 2006).

Då upplösningen på pesticidanvändningen inte är tillräcklig antas att avlövningsmedel ingår i den totala konsumtionen av bekämpningsmedel.

### **2.3.1.2 Ekologisk bomullsodling**

Ekologiskt odlad bomull tillåter inga bekämpningsmedel, exempelvis insektsbekämpning sker istället med biologiska och manuella metoder. Turkiet odlar den största mängden ekologisk bomull i världen, 46 % av världsproduktionen år 2003. År 2004 var världsproduktionen av ekologisk bomull 10 000 ton vilket innebär ca 5 % av den totala bomullsodlingen (WWF, 2005).

Det antas att inget konstgödsel har används vid ekologisk odling, utan naturgödsel, kvävefixerande plantor (vanligtvis olika baljväxter) eller kompost (Kooistra et al., 2006). Detta innebär att inga kemikalier har använts, vilket blir en lite orättvis jämförelse eftersom tillsatser av kväve och fosfor fortfarande kan

---

<sup>3</sup> I Pakistan användes som jämförelse 1997 ca 13 000 ton på 3 miljoner hektar bomullsodling, dvs 4,3 kg pesticider per hektar (Banuri, 1998, part II. cotton production, p4).

bidra till övergödning och växthuseffekt även om det är naturgödsel som har använts (Leander, 2009).

Det antas också att den ekologiska bomullen har plockats manuellt och inga avlövningsmedel har därför använts.

Kemikalieanvändningen vid ekologisk bomullsodling, bästa-fallet ur kemikaliesynpunkt, är således 0 kg.

### **2.3.1.3 Sortering, klippning och rensning av bomullsfibrer**

När bomullsfibrerna har skördats kommer de till en rensningsanläggning för att sorteras, klippas och rensas (eng. ginning). Vid rensningen av bomullsfibrerna sker ett materialspill på ca 16 %. Spillet kan användas för låggradiga produkter men det har inte tagits hänsyn till det i denna studie.

Det går åt 1,162 kg bomull för att göra 1 kg bomullsfiber som kan användas för garnspinning (Banuri, 1998, Box 1, p1).

### **2.3.1.4 Produktion av cellulosa för viskos**

Trämassa från barrträd innehåller ca 40 – 50 % cellulosa som är användbar för att tillverka viskos av (European IPPC Bureau, 2003, sid 18). Träråvaran skärs i bitar och behandlas för att ta bort ligninet. I den så kallade sulfatkokningen är vitlut den viktigaste kokningskemikalien, de effektiva kemikalierna är natriumhydroxid (NaOH) och natriumsulfid (Na<sub>2</sub>S). Per kg torrs substans används 88,2 gram NaOH och 41,8 gram Na<sub>2</sub>S. I nästa steg bleks cellulosan med natriumhypoklorit (NaOCl), ca 20 kg/ton cellulosa (EDU, 2006).

Eventuella bekämpningsmedel och gödningsmedel som använts vid skogsbruket har inte tagits med i denna studie.

### **2.3.1.5 Framställning av viskos från cellulosa**

Viskos framställs vanligtvis<sup>4</sup> genom att cellulosa först svälls i natriumhydroxid (kallas också NaOH, natronlut eller kaustiksoda). Ibland kan en katalysator användas, t.ex. koboltklorid. De vita flingorna man får behandlas med koldisulfid (CAS RN 75-15-0), då man får natriumcellulosa-xantat som är svagt orange. Xantatet löses i utspädd natriumhydroxid till en massa som nu kallas viskos, resten är vatten (European IPPC Bureau, 2007, sid 176-177). Massan spinns sedan till fibrer, genom våtspinning som beskrivs i kapitel 2.2.3 nedan

För att tillverka 1 ton viskosfiber (filamentgarn) åtgår i medeltal (European IPPC Bureau, 2007, sid 182):

- Cellulosa 1,0 - 1,1 ton
- Natronlut 0,7 - 1,0 ton

---

<sup>4</sup> Viskos kan också framställas genom Lyocell-processen då det organiska lösningsmedlet NMMO (N-methylmorpholine-N-oxide) används istället för natronlut och koldisulfid. Lyocell har dock andra egenskaper än traditionell viskos och kan därför inte jämföras (European IPPC Bureau, 2007, sid 174).

- Koldisulfid 0,29 - 0,30 ton

Då det är svårt att hitta kvantitativ data om mängden katalysator har en uppskattning gjorts till ca 0,1 gram koboltklorid per kg cellulosa<sup>5</sup>.

### 2.3.1.6 *Jungfrulig polyester*

Polyester är en termoplast och som hörs på namnet en produkt av en syra och en alkohol. Polyestern polyetentereftalat (PET) som har valts för denna studie har bildats genom att byta ut en metylestergrupp på dimetyltereftalatet (DMT) mot en etylenglykol (då avges metanol). Ca två mol etylenglykol används för varje mol dimetyltereftalat. Sedan sker en kondensationspolymerisering och vatten avges. (European IPPC Bureau, 2007, sid 161).

- Råvaror

Den ursprungliga råvaran för polyetentereftalat är krackad råolja (European IPPC Bureau, 2007, sid 7). Genom krackningen fås även para-xilen fram som antingen oxideras till tereftalsyra (TPA) eller dimetyltereftalat (DMT), dessa kondensationspolymeriseras med etylenglykol till polyester som sedan formas till fiber genom smältspinning (SEI, 2005).

Till 1 kg PET går det åt 1 kg dimetyltereftalat och 0,7 kg etylenglykol vilket motsvarar 1,7 kg eten (Frischknecht, 1996).

- Processkemikalier

Mangansalter används som katalysator för reaktionen då en metylestergrupp på dimetyltereftalatet (DMT) byts ut mot en etylenglykol.

Acceleratorer som koboltsalter eller antimonsalter (antimon-trioxid, -triglykolat, -triacetat etc.) används ibland som katalysatorer vid polymerisationen (European IPPC Bureau, 2007, sid 108 samt Sustainable solution design association, 2002, sid 61).

Som stabilisator för att avsluta reaktionen är polyfosforsyra eller andra fosforföreningar vanliga (European IPPC Bureau, 2007, sid 161).

För att forsla bort vattnet som bildas i kondensationsreaktionen används kvävgas alternativt destillering med ett organiskt lösningsmedel (t.ex. xilen). Dessa kemikalier återcirkuleras och i denna studie har spillet antagits vara försumbart (European IPPC Bureau, 2007, sid 110).

Additiver och fyllmedel tillsätts också, ofta innan polyestern polymeriseras (European IPPC Bureau, 2007, sid 108). Det har inte funnits resurser att ta med dessa ämnen i denna studie.

---

<sup>5</sup> Ett recept för enzymatisk hydrolys av cellulosa innebär 100/500 mg  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  per 0,35 g cellulosa. Ett överslag ger  $100/500/7 \Rightarrow 0,2/7$  mg på 0,35 g cellulosa  $\Rightarrow 0,1$  mg på 1 g cellulosa. <http://www.freepatentsonline.com/3990945.html>

### **2.3.1.7 Återvunnen polyester**

Återvinning av polyester görs idag främst på grund av den höga energikonsumtionen vid framställningen av jungfrulig fiber (Fimreite, 2009). Polyester kan återvinnas mekaniskt eller kemiskt. Det har inte funnits resurser att undersöka återvunnen polyester i denna studie men rekommenderas för framtida studier.

## **2.3.2 Framställning av garn och tyg**

### **2.3.2.1 Garnspinning av bomullsfibrer**

Additiver som används vid garnspinning eller sekundär spinning (för att spinna garn av bomullsfibrer eller syntetiska stapelfiber) kallas "conditioning agents", och är ofta en blandning av mineralolja (30-40 %) och nonjontensider. Dessa additiver tillsätts i mängder av ungefär 1-10 gram/kg fiber, i medeltal ca 4 gram/kg fiber (European IPPC Bureau, 2003, sid 489).

### **2.3.2.2 Våtspinning av viskos**

Viskos framställs främst genom våtspinning. Viskospolymeren finns i en lösning av utspädd natriumhydroxid (kallas också NaOH, natronlut eller kaustiksoda). Det finns möjlighet att redan i detta steget tillsätta färgämnen och andra additiver men i denna studie förutsätts att infärgningen sker senare.

Lösningen pressas genom munstycken med en stor mängd mycket fina hål, s.k. spinndysor, ner i ett syrabad innehållande svavelsyra ( $H_2SO_4$ ), natriumsulfat ( $Na_2SO_4$ ), och zinksulfat ( $ZnSO_4$ ), där polymeren är olöslig och fälls ut. Ibland tillsätts additiver (fettsyra-baserade ämnen) eller blekmedel (natriumhypoklorit/ $NaClO$ ) (European IPPC Bureau, 2007, sid 177-178).

Viskosfibrer som ska användas i textilier klipps inte utan levereras i långa längder utan avbrott och kallas filamentgarn eller modala fibrer (European IPPC Bureau, 2007, sid 174).

För att tillverka 1 ton viskosfiber (filamentgarn) åtgår i medeltal (European IPPC Bureau, 2007, sid 182):

- Svavelsyra 0,9 - 1,6 ton
- Hjälpkemikalier:
  - zink 0,010 - 0,018 ton
  - natriumhypoklorit 0 - 0,0002 ton
  - övriga additiver 0,003 - 0,024 ton

Övriga additiver som används vid våtspinning av viskos är främst nonjoniska tensider (fettalkoholetoxilater), anjoniska tensider (tvålar) och pH-reglerande ämnen (salter av fosforsyraestrar). Dessa tillsatser ger rätt friktion samt

motverkar elektrostatisk laddning och att fibrerna fastnar på varandra eller på maskinen.

Även basiska lösningar av natriumsulfat<sup>6</sup> eller natriumsulfit används för att tvätta ur natriumet ur viskosfibern (European IPPC Bureau, 2003, sid 486).

### **2.3.2.3 Garnspinning av viskos**

Additiver som används vid garnspinning av viskosfibrer är ofta en blandning av mineralolja (30-40 %) och nonjontensider. Dessa additiver tillsätts i mängder av ungefär 1-10 gram/kg fiber, i medeltal ca 4 gram/kg fiber (European IPPC Bureau, 2003, sid 489).

### **2.3.2.4 Smältspinning av polyester**

Polyestergarn framställs genom smältspinning (Fimreite, Blomstrand, 2009). Polymeren smälts och pressas sedan genom en spinndysa och kyls med luft. Ofta tillsätts en finish vid smältspinning (European IPPC Bureau, 2003, sid 22), som är en blandning av mineralolja, esterolja, antistat-additiv m.m. I brist på data för hur mycket finish som går åt har data för kvantiteter för viskos och polyamid använts, dessa ligger på mellan 3-24 gram/kg fiber beroende på process (European IPPC Bureau, 2007).

I denna studie har antagits att finishen består av 100 % mineralolja och att det går åt 3-24 gram finish per kg polyesterfiber.

### **2.3.2.5 Garnspinning av polyester**

Vid spinningen till garn används smörjolja för upprullning, tvinning och varpning. Dessa smörjolja (så kallade "overlay oils") tillsätts på de färdiga fibrerna från smältspinningen och består av 70-95 % mineralolja/paraffin (white oils) och 5-30 % nonjoniska tensider som fettalkoholer och fettsyraetoxilater. Smörjolja för tvinning är ibland esterolja som är mer lättnedbrytbara än mineralolja. Det förekommer också att nonylfenoletoxilater ingår som tensider vid garnspinning, men det har inte tagits med i denna studie.

För upprullningen av polyester används ca 5-30 gram/kg fiber (15 gram/kg i medeltal). För tvinning och varpning används ca 5 gram smörjolja/kg fiber (European IPPC Bureau, 2003, sid 489).

### **2.3.2.6 Stickning**

Smörjolja som används till stickmaskiner kan vara både syntetolja och mineralolja. Dessa fastnar på den stickade textilen (ca 4-8 % av fibervikten) och får tvättas ut sedan med hjälp av tensider (European IPPC Bureau, 2003, sid 489).

---

<sup>6</sup> En källa ger ett recept på badet som är 10% svavelsyra, 18% natriumsulfat, 1% zinksulfat, 2% glukos och 69% vatten (Goyal, 2009).



Smörjolja för maskiner är utanför scopet för denna studie men just vid stickning är det relevant att ta med dem eftersom de i så stor omfattning hamnar på textilen.

### **2.3.2.7 Vävning**

Klisterämnen används vid vävning för att minska friktionen och slitaget på fibrerna under vävningen (European IPPC Bureau, 2003, sid 36). Det är vanligt med både stärkelsebaserade och syntetiska klisterämnen, och man kan också använda blandningar av dessa.

Det är enbart bomullskläder (jeansen samt arbetsbyxan) som är vävda i denna studie och enbart klisterämnen för bomullsämnen har därför studerats. Ofta är det stärkelsebaserat klister (t.ex. CMC, karboxymetylcellulosa) och syntetiskt klister (polyvinylalkohol eller polyakrylat) i ett förhållande 3:1 som används vid bomullsvävning.

I klisterblandningen till bomullsvävning är det vanligt med tillsatser såsom viskositetsreglerande ämnen, fetter, antistatiska ämnen, vätmedel, skumdämpande medel och konserveringsmedel. Det har dock inte funnits resurser att ta med dessa ämnen i denna studie.

Mängden klisterämnen som används beror på garnets tjocklek. Det används ungefär 150 - 200 gram klisterämne per kg garn (European IPPC Bureau, 2003, sid 492).

Smörjolan till vävstolen hamnar i allmänhet inte på tyget vid vävning.

### **2.3.3 Förbehandling av bomullstyg**

Förbehandlingen är ett sätt att bereda textilen för att de efterföljande processerna som inkluderar färgning, tryck och efterbehandling, ska fungera tillfredställande. Förbehandlingen kan delas in i nedan listade steg. Detta görs på de flesta material, men blekning kan uteslutas på denim och varor som ska vara starkt färgade medan avklistring kan uteslutas på stickade tyger. Vilken teknik/process man använder i de olika stegen avgör mängden vatten som behövs och därmed även mängden kemikalier för att uppnå önskad koncentration och reaktion. Likaså är kemikalietillsatserna i vissa efterföljande steg beroende av vad som ingick i de föregående stegen, speciellt de processer som är pH-beroende. Tyget tvättas flertalet gånger under förbehandlingen för att avlägsna ämnen från föregående steg, men det har antagits att bara vatten används.

- Svedning
- Avklistring (vävt)
- Urkokning/Bykning
- Blekning (T-tröjan)
- Mercerisering

### 2.3.3.1 *Svedning*

Vid förbehandlingen rättar man också till eventuella fel och tar bort lösa ytfibrer på tyget (svedning) som annars skulle ge en frostig yta vid färgning, speciellt på bomull/PES och bomull/PA. Denna process innebär i sig inga tillsatser av kemikalier, men kombineras ofta med reningssteg där klister och vaxer från tidigare steg eller från den ursprungliga fibern tvättas bort, sk avklistring.

### 2.3.3.2 *Avklistring*

Urtvättning av klistermedlen måste göras för att de följande behandlingarna ska kunna genomföras. För vattenlösliga klistermedel kan urtvättningen göras direkt, men de vanligaste stärkelseklistren måste först brytas ned. Vi har antagit att endast vattenlösliga klister används vid vävningen. Urtvättningen sker oftast i tvättmaskiner med flera tvättlådor kopplade efter varandra, där tvättvattnet strömmar mot vävriktningen, med andra ord motströmstvätt för att spara vatten. Kortare vävlängder körs även diskontinuerligt i en apparat med flera badbyten.

För vattenlöslig avklistring av 1 kg bomullsväv (jeansen och arbetsbyxorna) används 1-7,5 g komplexbildare, 1-10 g tensider, 0-2 g NaOH beroende på vilken process man använder (European IPPC Bureau, 2003 s 551)<sup>7</sup>.

### 2.3.3.3 *Urkokning/Bykning*

Urkokning används för att avlägsna diverse naturliga föroreningar som fröskal, vaxer och pektiner samt tidigare påförda spinnoljor. Vid denna urkokning används en starkt alkalisk lösning och tensider (Åsnes, Willer, Cele, 1997). Speciellt fröskal och vaxer är svåra att tvätta ur och de kräver hög alkalitet och höga temperaturer för att kunna avlägsnas. Denna urkokning kallas även bykning. Bykning används för bomull som innehåller stärkelseklister. Bykning passar inte för syntetfibrer. Bomull kan innehålla metaller som ökar vattenhårdheten (kalcium, magnesium och järn). För att avlägsna dessa metaller vid urtvättningen före blekning och för att fibermaterialet inte ska skadas används komplexbildare och mineralsyror (Åsnes, Willer, Cele, 1997).

För urkokning av 1 kg bomullstyg (t-tröjan, jeansen och arbetsbyxorna) används 1-15 g komplexbildare, 1-15 g tensider, 10-40 g NaOH beroende på vilken process man använder (European IPPC Bureau, 2003 s 552)<sup>8</sup>.

Andelen NaOH i processen beror av andelen bomull i tyget (European IPPC Bureau, 2003 s 552). Eftersom vi bomullsplaggen i denna studie är 100% bomull har det högre värdet antagits.

---

<sup>7</sup> Se <sup>8</sup>.

<sup>8</sup> I receptet används termen "Telquel" som viktangivelse, vilket syftar på en "ready-to-use" produkt som kan innehålla vatten. I beräkningen har antagits att alla tillsatser, där inget annat anges består till 50 % av aktiva substanser.

### 2.3.3.4 *Blekning*

Blekning görs om bomullstyget ska färgas i ljust eller tryckas (behövs ej på svart tex). Ull och syntet bleks mycket sällan. Viskos är redan blekt när det kommer till beredningsverket. Oxidativ blekning görs i dag oftast med väteperoxid i alkalisk lösning tillsammans med stabilisatorer, tensider och komplexbildare (Textilmiljöhandboken). Det krävs stora mängder vatten då det är viktigt att få bort väteperoxiden efter blekningen.

För blekning av 1 kg bomullstyg används 5-15 g H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 4-30 g NaOH, 0-1 g komplexbildare, 0-10 g stabilisatorer, 1-5 g tensider, 4-10 g Natriumsilikat beroende på vilken process man använder (European IPPC Bureau, 2003 s 553)<sup>9,10</sup>. I denna studie antar vi att endast t-tröjan bleks.

Natriumhypoklorit är det näst vanligaste oxidativa blekmedlet för textilier (även här sker blekningen alkaliskt). Efter blekning med hypoklorit måste antiklor tillsättas som antingen kan vara natriumtiosulfat eller natriumbisulfid. Detta görs för att avlägsna klorrester på fibrerna som annars kan ge skador vid efterföljande processer. För att få helvita varor används en kombination av natriumhypoklorit- och väteperoxidblekning. Vi antar att ingen av plaggen vi tittat på ska vara helvita.

### 2.3.3.5 *Mercerisering*

Mercerisering görs för att öka styrka och lyster hos bomullstyg, samt att färgupptagningen ökar (en minskning av 30-50% av färgåtgången kan uppnås). Den är också ganska betydelsefull för att minska krympningen vid tvätt. Den används främst på bomull, men även viskos. Mercerisering görs på speciella maskiner i stark natronlut (NaOH) (ca 20 %). Efter merceriseringen är det möjligt att återanvända lösningen i annan produktion eller att återvinna luten<sup>11</sup>. Kaustiksoda-mercerisering är vanligast. Bomull behandlas i en lösning av koncentrerad kaustik soda i 40-50 sek. En god vätning av väven är en förutsättning för att merceriseringen ska lyckas varför speciella vätmedel för mercerisering har utvecklats. Efter svällningssteget passerar väven oftast en ånglåda och därefter sköljlådor för urtvättning av alkali.

För mercerisering av 1 kg vävt bomullstyg (jeansen och arbetsbyxorna) används 200-300 g NaOH, 1 g komplexbildare, 0-5 g vätmedel (European IPPC Bureau, 2003 s 553)<sup>12</sup>

<sup>9</sup> Se <sup>12</sup>

<sup>10</sup> En annan källa ger ett recept på blekning/tvätt av ett kg stickat bomullstyg 8,2 g NaOH, 6,0 g vätmedel, 4,4 g komplexbildare, 22,0 g stabilisatorer, 2,2 g MgSO<sub>4</sub>, 66,0 g 50% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 5,0 g optiskt blekmedel, 1,5g tvättmedel (tensider) samt ytterligare 1,1 g polyfosfat och 1,1 g tvättmedel (tensider) i efterföljande tvättsteg.

<sup>11</sup> Vi antar att ingen återvinning av lut sker

<sup>12</sup> I receptet används termen ”Telquel” som viktangivelse, vilket syftar på en ”ready-to-use” produkt som kan innehålla vatten. I beräkningen har antagits att alla tillsatser, där inget annat anges består till 50 % av aktiva substanser.

### 2.3.4 Förbehandling av viskos

Mängden kemikalier är lägre än för bomull eftersom viskos inte innehåller naturliga biprodukter som måste avlägsnas. Viskos bleks vanligtvis inte heller. Förbehandlingen består vanligtvis av en alkalisk behandling och urkokning.

För alkalisk behandling och urkokning av 1 kg stickad viskos (tunna tröjan) används 70-90 g NaOH, 3-20 g vätmedel (European IPPC Bureau, 2003 s 556)<sup>13</sup>.

### 2.3.5 Förbehandling av polyester

Vävda och stickade tyger av syntetiska material tvättas oftast bara för att avlägsna klisterrester som vanligtvis är vattenbaserade.

För alkalisk behandling av 1 kg vävd polyester (fleecetröjan) används 0-2 g NaOH, 0,25-15 g komplexbildare, 0,25-15 g vätmedel (European IPPC Bureau, 2003 s 556)<sup>14</sup>.

### 2.3.6 Färgning

Ett färgbud består ofta av olika hjälpkemikalier (som tensider, egaliseringsmedel, skumdämpare, efterbehandlingsmedel och salter) och själva färgmedlet. Dessa hjälpkemikalier är olika beroende på färgmedel, material som ska färgas, vilka typer av maskiner och metoder man använder sig av. Färgtid och temperatur är andra saker som skiljer sig. Hur mycket färg som används kan variera väldigt mycket beroende på färgmetod och också på vilket djup som man vill att färgen ska ha. Andelen färgämne som verkligen fixeras vid textilfibrerna kan variera från 60-98% beroende på färgningssätt, färgämnestyp och fiberslag. Efter färgning tvättas textilierna så man får bort dessa hjälpkemikalier och färgrester.

Syntetfibrer färgas ofta redan när fibrerna produceras. För enkelhet har här all färgning samlats.

Vid diskontinuerliga batch-processer absorberas färgämnet i färgbudet på fibern. Koncentrationen av färgämne varierar från 0,1 till 1 g/l beroende på färgämne och mättnad på färgen man eftersträvar (European IPPC Bureau, 2003 s 86). Den färg och övriga tillsatser som blir kvar i restbadet kan ofta inte återanvändas utan hamnar i avloppet. Utvecklingen när det gäller diskontinuerlig färgning gått mot allt lägre badförhållanden. Medan det för 15 år sedan var vanligt med badförhållandet 1:20, dvs. 20 liter bad till 1 kg textil, så är i dag de flesta badförhållanden under 1:10 (Åsners, Willers, Cele, 1997).

I kontinuerliga processer löper textilen genom färgbudet. Koncentrationen av färgämnet är betydligt högre, mellan 10 och 100 g/l, jämfört med batchfärgning, men vattenåtgången, dvs badförhållandet (kg bad/ kg textil) blir lägre.

---

<sup>13</sup> Se <sup>14</sup>

<sup>14</sup> I receptet används termen ”Telquel” som viktangivelse, vilket syftar på en ”ready-to-use” produkt som kan innehålla vatten. I beräkningen har antagits att alla tillsatser, där inget annat anges, består till 50 % av aktiva substanser.

### 2.3.6.1 *Reaktivfärgämnen till T-tröja*

Reaktivfärgämnen reagerar med fibermaterialet och är det absolut vanligaste färgämnet i bomulls- och viskosfibrer. Under vissa betingelser reagerar den med cellulosaamolekylerna och bildar en kemisk bindning. Detta innebär att färgämnet hänger kvar på fibern även vid tvätt vid hög temperatur. 80 % av reaktivfärgämnen har azostruktur, men azofärgämnen återfinns också bland dispersiv- och syrafärgämnen. Många av dessa färger har rapporterats ge allergiska reaktioner. Azo tillsammans med antrakinonfärgämnen är två av de mest betydelsefulla färggrupperna för textulfärgning (Rydberg, K. 2009).

Salter (natriumklorid, NaCl och natriumsulfater, NaSO<sub>4</sub>) används i stor mängd under infärgning av bomull, speciellt vid infärgning med reaktivfärgämnen. I recepten har vi antagit att det är NaCl som används.

Om man antar ett badförhållande på 1:10, dvs att 1 kg tyg färgas i ett 10 l bad. Vid mycket ljus infärgning med reaktivfärgämne av stickat bomullstyck (t-tröja) används 15 g reaktivfärgämne (antrakinonstruktur), 100-200 g NaOH, 150-250 g Natrium silikat (Na<sub>2</sub>[SiO<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>] · 4 H<sub>2</sub>O), 5-10 g tensider, 5-15 g komplexbindare, 900 g Urea (vätmedel)<sup>15</sup>. Dessutom en tillsats av 300-600 g NaCl per 10 liter.

För att få en mättad färg ökas mängden färgämne till minst 25 g samt ytterligare salt, upp till 1 kg, tillsätts<sup>16</sup> (European IPPC Bureau, 2003 s 84, s 163, s 560).

### 2.3.6.2 *Kypfärgämnen till jeans och viskoströja*

Kypfärgämnen är olösliga i vatten kan inte färga fibern direkt, utan färgen måste göras löslig i vatten genom reduktion med ditionit (hydrosulfit). Därefter oxideras de och görs olösliga och fastnar därmed på fibern. Kypfärgämnen används vanligtvis på cellulosafiber. Kypfärgämnen inkluderar antrakinonderivat och batikfärgämnen, där syntetisk indigo ingår som används för infärgning av denim (Rydberg, K. 2009).

Vi antar att jeansen färgas mörka i ett badförhållande 1:10. För mörk infärgning åtgår 25 g kypfärgämne (indigo), 5-10 g vätmedel, 5-15 g tensider, 50-75 g komplexbildare i reduktionssteget. Dessutom 300-600 g NaOH, 300-500 ml Natrium ditionit och 1 g vätmedel för oxidationssteget.

Om vi på liknande sätt antar att den tunna tröjan i viskos färgas ljus i ett badförhållande 1:10, blir åtgången 15 g kypfärgämne (antrakinon), 5-10 g vätmedel, 5-15 g tensider, 50-75 g komplexbildare i reduktionssteget. Dessutom 30-600 g NaOH, 300-500 ml Natrium ditionit och 1 g vätmedel för oxidationssteget (European IPPC Bureau, 2003 s 84, s 163, s 560).

<sup>15</sup> Receptet anger ml/l. I beräkningen har antagits att 1 ml väger 1 g och att alla tillsatser, där inget annat anges består till 50 % av aktiva substanser.

<sup>16</sup> I referensen är den angivna mängden salt för mättad infärgning troligen alldeles för låg (härrör eventuellt från mängden salt vid direktfärgning). En högre mängd har därför uppskattats behövas.

### 2.3.6.3 *Dispersionsfärgämnen till fleece-tröja*

Dispersionsfärgämnen är icke-joniska och svårlösliga i vatten varför de måste dispergeras i färgbadet. De används på polyesterfibrer och delvis även på andra syntetfibrer. Vid färgning av blandningar av cellulosafibrer och polyester färgas polyesterfibern nästan alltid med dispersionsfärgämnen. Carrier (bärare) av färgämnet används för att luckra upp fiberstrukturen så att färgämnet kan komma in i fibern. Fiberstrukturen kan även luckras upp genom att temperaturen höjs. På grund av miljöproblem med vissa carriers är det att föredra att färga polyester under tryck vid temperatur > 100 C. Karboxylsyra-estrar och N-alkylftalimider derivat är vanligast idag i Europa, men klororganiska föreningar används fortfarande på andra håll.

Vid sidan av direkt- och reaktivfärgämnen är dispersionsfärgämnen de mest använda typerna av färgämnen. De har i regel bra färghärdighet.

Vi antar att fleecetröjan färgas mörk i ett badförhållande 1:10. Då åtgår 50 g dispersionsfärgämne (azo-struktur), 5-10 g vätmedel, 5-15 g tensider, 50-75 g komplexbildare samt 0,3-0,6 g ättiksyra (European IPPC Bureau, 2003 s 167, s 560)<sup>17</sup>.

I den här studien antas att carriers återcirkuleras och åtgången är detsamma som de emissioner som blir. I normalfallet antas 24 gram organiskt kol/kg textil släppas ut (European IPPC Bureau, 2003, s 204) vilket antas motsvara 35 gram carrier/kg textil beroende på vilket ämnen som använts. I bästa-fallet antas 10 gram carrier/kg textil och i sämsta-fallet antas 60 gram carrier/kg textil.

### 2.3.6.4 *Svavelfärgämnen till arbetsbyxor*

Många färgämnen innehåller svavel, men bara färgämnen som blir lösliga i vatten efter reaktion med natrium sulfid i alkalisk lösning kan kallas svavelfärgämnen. Den exakta kemiska strukturen är inte alltid känd eftersom det är en blandning av molekyler med stor komplexitet (European IPPC Bureau, 2003 s 530).

Som nämnts är svavelfärgämnen, liksom kypfärgämnen olösliga i vatten, men blir lösliga och tillgängliga för fibern efter reduktion i alkalisk lösning.

Vi antar att arbetsbyxan färgas mörk i ett badförhållande 1:10. Då åtgår 25 g svavelfärgämne, 100-150 g NaOH, 5-10 g anti-skumningsmedel, 7,5-15 g vätmedel, 100-150 g reduceringsmedel (natriumsulfid) (European IPPC Bureau, 2003 s 167, s 560)<sup>18</sup>.

---

<sup>17</sup> Se <sup>18</sup>

<sup>18</sup> I beräkningen har antagits att alla tillsatser, där inget annat anges består till 50 % av aktiva substanser.

### 2.3.7 Slutberedning

#### 2.3.7.1 *Tvätt*

Det är vanligt att plagget tvättas som sista steg i våtberedningen. Nonylfenoletoxilater ingår ibland i tvättmedel som används av textilproducenter i Asien. I ett test som naturskyddsföreningen gjorde på handdukar var den kvarvarande halten nonylfenoletoxilater i produkten som mest 10 gram/kg och i medeltal 0,7 gram/kg (SNF 2, 2007). Detta skulle motsvara en koncentration på 7 gram nonylfenoletoxilat per kg fiber i tvättmedlet om man antar att 10 % fastnar på textilen.

I sämsta-fallet har antagits att alla plagg genomgått behandlingar före, under och efter våtberedningen med 100 gram nonylfenoletoxilater per kg fiber och i bästa-fallet har antagits att inga nonylfenoletoxilater överhuvudtaget har använts i detta tvättsteg.

#### 2.3.7.2 *Tryck*

Det finns en rad olika tekniker för textiltryck. Gemensamt för dessa tekniker är att man överför färgämnen eller pigment via någon form av bärare eller teknik till tyget, där trycket fixeras dvs. binds fast på textilytan. De färgämnesbaserade teknikerna är vattenbaserade och kan endast tillämpas på de fiberslag som fungerar med färgämnestypen som används. För pigmentbaserade trycktekniker används något organiskt lösningsmedel istället för vatten samt att pigmentbaserade tryck kan appliceras på alla typer av material (Springer, 2004).

Pigmenttrycket består av en tryckpasta vars huvudsakliga beståndsdelar är

- Pigment i halter mellan 5- 30%
- Bindemedel i halter mellan 10-50%
- Organiska lösningsmedel i halter mellan 10-85%<sup>19</sup>
- Övriga tillsatskemikalier i halter mellan 1-10%

Åtgången av tryckpasta är direkt beroende av kvaliteten och design på det tryck som ska appliceras på tyget samt hur stora förluster av pasta som uppstår. Till exempel för ett tyg som är 250 m långt med en specifik ytvikt på 0,200 kg/m och med en täckningsgrad av tryckpasta på 80 % så åtgår 40 kg tryckpasta (BREF Textil, 2003)

Räknat på 1 kg tyg blir åtgången av tryckpasta följande

250 meter tyg väger = 250 meter x 0,200 kg/meter tyg = 50 kg  
Applicerad mängd pasta på 50 kg tyg = 40 kg med angivna förutsättningar ovan

Mängd tryckpasta per kg tyg = 40 kg tryckpasta/50 kg tyg = 0,8 kg tryckpasta/kg tryckt tyg, varav

<sup>19</sup> Vi antar att ingen återvinning av lsm sker.

mängden pigment:

max =  $0,30 \times 0,8 = 0,24$  kg pigment/kg tryckt tyg

min =  $0,05 \times 0,8 = 0,04$  kg pigment/kg tryckt tyg

mängden bindemedel:

max:  $0,50 \times 0,8 = 0,4$  kg bindemedel/kg tryckt tyg

min:  $0,10 \times 0,8 = 0,08$  kg bindemedel/kg tryckt tyg

mängden organiska lösningsmedel:

max:  $0,85 \times 0,8 = 0,68$  kg org.lösningsmedel/kg tryckt tyg

min:  $0,10 \times 0,8 = 0,08$  kg org.lösningsmedel/kg tryckt tyg

mängden övriga tillsatskemikalier:

max:  $0,10 \times 0,8 = 0,08$  kg övriga tillsatskemikalier/kg tryckt tyg

min:  $0,01 \times 0,8 = 0,008$  kg övriga tillsatskemikalier/kg tryckt tyg

### 2.3.7.3 *Finishing*

Arbetsbyxan i bomull har antagits vara behandlad för vatten- och smutsavvisning. För smutsavvisning av arbetskläder används vanligtvis fluortelomerprodukter, varav en vanlig huvudtyp är fluortelomerakrylater. Denna typ av kemikalier appliceras tyget till arbetsbyxan via impregnering följt av en termisk fixering där fluortelomeren binds antingen fysikaliskt eller via kovalenta bindningar till tyget. En uppskattning av en ordinär applikation är ett impregneringsbad som innehåller 50 gram fluortelomerprodukt/liter bad, med ett uppskattat upptag (pick-up) av impregneringsbad på 70%. Då densiteten på impregneringsbadet är nära densiteten för vatten ( $1\text{kg}/\text{dm}^3$ ) så kommer innehållet av reagerad "torr" fluortelomerprodukt på tyget till arbetsbyxan att vara:

$1 \times 0,70 \times 0,050 = 0,035$  kg fluortelomer/kg tyg = 3,5 % (räknat på tygets vikt) (SFT, 2007). Om man antar att arbetsbyxan väger 0,8 kg, innebär detta en åtgång av  $0,035$  kg fluortelomer/kg tyg \*  $0,8$  kg tyg =  $0,028$  kg fluortelomer.

### 2.3.8 Konfektionering

Till sist ska det färdiga tyget skäras till och sys. Avfallet från tillskärningen kan bli stort. Ungefär 15% av tyget kan bli spill. Om tyget är rutigt eller stormönstrat på något annat sätt som ska mönsterpassas kan spillet bli ännu större. För att minimera spillet tar alltfler tillskärare hjälp av datorprogram som räknar ut bästa sättet att lägga ut mönsterdelarna.

Inom konfektionsindustrin används nästan inga kemikalier. Men ibland tar man till miljöfarliga lösningsmedel för att snabbt få bort fläckar som hamnat på de färdiga kläderna (SNF 1, 2007). Dessa lösningsmedel har bortsetts ifrån i denna studien.



I denna studie har vi antagit att allt tyg, bomull som viskos som polyester, har ett spill på ungefär 15 % under konfektioneringen. För enkelhetens skull har vi räknat med att det krävs 1,15 kg tyg till 1 kg plagg p.g.a spillet. Som bästa-fall har 7,5 % spill (hälften) antagits och som sämsta fall har 30 % spill (det dubbla) antagits.

### **2.3.9 Distribution**

#### **2.3.9.1 Packning**

Textilierna behandlas slutligen med konserveringsmedel, vanligtvis formaldehyd, för att hindra skadeangrepp vid lagring och transport. Formaldehyd förflyktigas genom luften och har inga allvarliga miljöeffekter. Ämnet är dock allergiframkallande även i små mängder (SNF 1, 2007).

I ett test som naturskyddsföreningen gjorde på handdukar var den kvarvarande halten formaldehyd i produkten som mest 0,86 mg/kg och i medeltal 0,117 mg/kg (SNF 2, 2007). Om man antar att den kvarvarande halten är 10 % av den tillsatta användes i medeltal 1,17 mg/kg plagg.

Som bästa-fall har ingen formaldehyd antagits och som sämsta-fall har 8,6 mg/kg plagg antagits.

Under 2009 har ämnet dimetylfumarat (DMF) uppmärksammats för sin användning som mögelgift i textil- och lädervaror. I ett test som Swerea IVF utförde för programmet PLUS räknade man DMF i jeans, i halter på 0,5 mg DMF/kg jeans (SVT, 2009). På EUs konsument sida RAPEX rapporteras samma halt, 0,5 mg/kg, ha uppmätts på ett par skor (RAPEX, 2009)

Endast i sämsta-fallet i denna studie har det antagits att DMF används, och då i halten 0,5 mg per kg vara.

#### **2.3.9.2 Transport**

Under själva transporten används ibland containergaser för att hindra skadeangrepp på varor. Vanliga gaser som sprutas in i containrar är pentaklorfenol (PCP) (INERIS, 2001), metylbromid ( $\text{CH}_3\text{Br}$ ) och fosfin ( $\text{PH}_3$ ). Initialdosen av fosfin är ca 1000 ppm i en container för att få effekt mot mikroorganismer (Donahaye et. al., 2001). Ingen normaldosering av metylbromid har hittats.

Pentaklorfenol har främst använts som träimpregnering och då i halter av ca 100 mg/kg trä (WHO, 1989, sid 12). Det är starkt toxiskt redan vid 1 mg/l vatten (WHO, 1989, sid 19). Kvantiteten PCP som sprutas in i en container har uppskattats till 1 mg/kg vara i sämsta fallet.

I normal- samt bästa-fallet i denna studie har det antagits att inga containergaser används då det blir mer och mer vanligt med alternativ till kemisk behandling av containrar (Bergwerff, 2006).

### **2.3.10 Användning**

#### **2.3.10.1 Tvättmedel**

I Sverige förbrukas närmare 40000 ton tvättmedel per år och i snitt används ca 38,5 gram per tvätt (Kemisk-Tekniska Leverantörförbundet, 2005).

De viktigaste rengörande ingredienserna i tvättmedel är tensider som hjälper vattnet att väta bättre genom att minska vattnets ytspänning. Vattnet kan lättare tränga in i tvätten och lösa upp smutsen. Det är vanligt med både anjontensider (fettsyrsalter/sulfonater/sulfater) och nonjontensider (alkoholetoxylater). Tvättmedel innehåller också varierande mängder av komplexbildare (t.ex. natriumtripolyfosfat), korrosionshämmare, blekmedel, enzymer, konserveringsmedel och parfym. I den här studien har det antagits att tvättmedlet består av 100 % tensider. Vidare har det antagits att alla plagg i studien tvättas 50 gånger.

#### **2.3.10.2 Sköljmedel**

Sköljmedel innehåller tensider (t.ex. trietanolamin (TEA)), pH-reglerande alkoholer, parfym och ibland antibakteriella substanser etc. Den största beståndsdel är i allmänhet vatten. Här har antagits att sköljmedlet består av 50 % vatten och 50 % tensid.

Tensiderna antas vara 50 % nonjontensider och 50 % anjontensider. I svenskt konsumenttvättmedel antas inte nonylfenoletoxilater förekomma.

Det antas för alla plagg att 5 kg tvätt tvättas i varje omgång. För bästa-fallet antas att förbrukningen av tvättmedel per omgång är 21 gram (Provito, 2009) och sköljmedel 20 gram. För sämsta-fallet antas att förbrukningen av tvättmedel per omgång är 38,5 gram och sköljmedel 24 gram.

### 3 Kemikalieanvändning i analyserade produkter

Nedan har kemikalieanvändningen för 1 kg av varje plagg summerats för hela livscykeln. I bilaga 3 finns sedan för varje delsteg en summering. En summering för hela livscykeln har också gjorts för ett bästa-fall och ett sämsta-fall, se bilaga 3.

Notera att i denna resultatpresentation redovisas kemikalieanvändningen per kg av alla plagg för att resultaten ska vara jämförbara.

#### 3.1 T-tröja av trikå av bomull

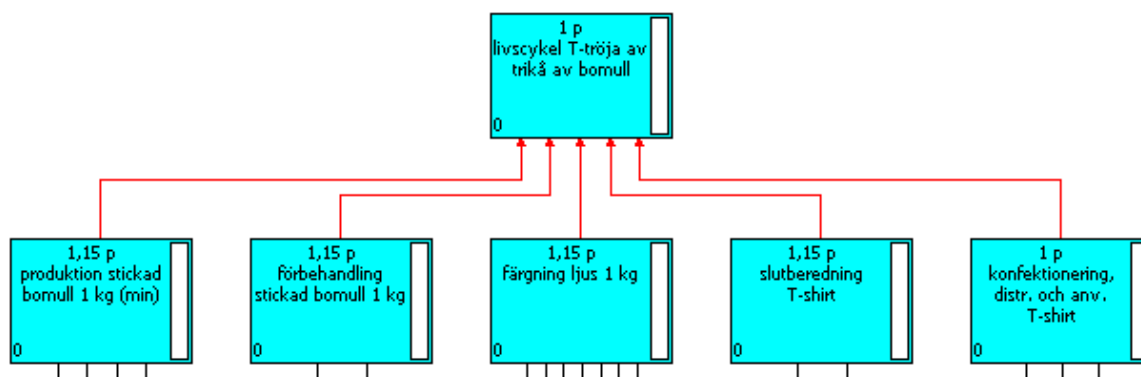


Bild 3.1. De olika stegen i livscykeln för en T-tröja. Spillet på 15 % i konfektioneringen gör att 1,15 av varje föreliggande steg krävs.

Tabell 3.1. Kemikalieanvändning under hela livscykeln för 1 kg T-tröja i normalfallet.

Kemikalieanv. per kg T-tröja	Enhet	Totalt	prod. stickad bomull 1,15 kg	förbeh. stickad bomull 1,15 kg	färgning ljus 1,15 kg	slutber. T-tröja 1,15 kg	konf., distr. och anv. T-tröja 1 kg
Urea	kg	1,04	x	x	1,035	x	x
Natriumklorid	g	517,5	x	x	517,5	x	x
N (kväveinnehållande gödningsmedel)	g	267,26	267,26	x	x	x	x
Natriumsilikat	g	239,2	x	9,2	230	x	x
Natriumhydroxid	g	227,7	x	55,2	172,5	x	x
Nonjontensid	g	176,7	2,76	10,35	8,625	x	155
K (kaliuminnehållande gödningsmedel)	g	160,4	160,356	x	x	x	x
Anjontensid	g	156,7	x	1,725	x	x	155
P (fosforinnehållande gödningsmedel)	g	106,9	106,904	x	x	x	x
Mineralolja	g	70,84	70,84	x	x	x	x

Komplexbindare (blandning glukonat, polyakrylat, fosfonat m.m)	g	20,12 5	x		8,625	11,5	x	x
Pesticider	g	18,70 82	18,7082	x			x	x
Färgämne (antrakinon)	g	17,25	x	x		17,25	x	x
Väteperoxid	g	11,5	x		11,5		x	x
Nonylfenoletoxilat (NPEO)	g	8,05	x	x				8,05
Stabilisator (glukonat)	g	5,75	x		5,75		x	x
Lösningsmedel (alifatiska kolväten)	mg	977,5	x	x				977,5
Bindemedel	mg	690	x	x				690
Komplexbindare (polyakrylat)	mg	575,0 0	x		575		x	
Pigment	mg	402,5	x	x				402,5
Tillsatskemikalier	mg	126,5	x	x				126,5
Formaldehyd	mg	1,17	x	x			x	1,17

Den totala kemikalieanvändningen per kg T-tröja är i normalfallet 3,04 kg.

### 3.2 Jeans (denim)

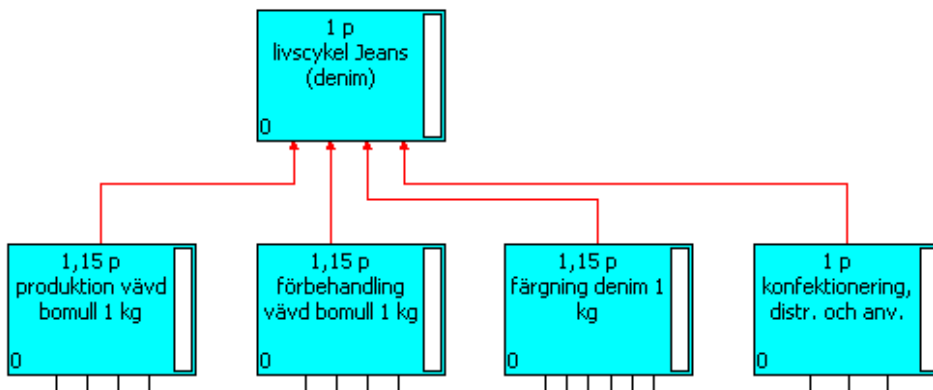


Bild 3.2. De olika stegen i livscykeln för ett par jeans. Spillet på 15 % i konfektioneringen gör att 1,15 av varje föreliggande steg krävs.

Tabell 3.2. Kemikalieanvändning under hela livscykeln för 1 kg jeans i normalfallet.

Kemikalieanv. per kg jeans	Enhet	Totalt	produktion vävd bomull 1,15 kg	förbehandling vävd bomull 1,15 kg	färgning denim 1,15 kg	konf., distr. och anv. jeans 1 kg
Natriumhydroxid	g	689,425	x	344,425	345	x
Natriumditionit (Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	g	460	x	x	460	x
N (kväveinnehållande gödningsmedel)	g	267,26	267,26	x	x	x

Klister (naturlig stärkelse, CMC, PVA)	g	201,25	201,25	x	x	x
Nonjontensid	g	183,635	2,76	14,375	11,5	155
K (kaliuminnehållande gödningsmedel)	g	160,356	160,356	x	x	x
Anjontensid	g	158,45	x	3,45	x	155
P (fosforinnehållande gödningsmedel)	g	106,904	106,904	x	x	x
Komplexbindare (blandning glukonat, polyakrylat, fosfonat m.m)	g	77,625	x	8,625	69	x
Färgämne (indigo)	g	28,75	x	x	28,75	x
Pesticider	g	18,7082	18,7082	x	x	x
Vätmedel (alkylsulfater)	g	12,075	x	2,875	9,2	x
Väteperoxid	g	11,5	x	11,5	x	x
Natriumsilikat	g	9,2	x	9,2	x	x
Stabilisator (glukonat)	g	5,75	x	5,75	x	x
Komplexbindare (polyakrylat)	g	5,175	x	5,175	x	x
Mineralolja	g	1,84	1,84	x	x	x
Formaldehyd	mg	1,17	x	x	x	1,17

Den totala kemikalieanvändningen per kg jeans är i normalfallet 2,40 kg.

### 3.3 Arbetsbyxa i vävd bomull (plus vatten- och smutsavvisande)

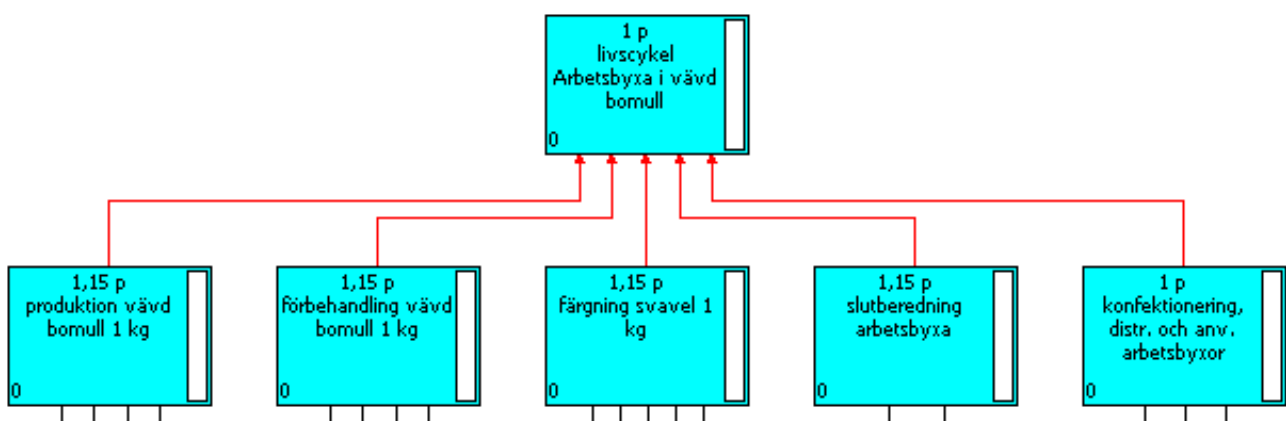


Bild 3.3. De olika stegen i livscykeln för en arbetsbyxa. Spillet på 15 % i konfektioneringen gör att 1,15 av varje föreliggande steg krävs.

Tabell 3.3. Kemikalieanvändning under hela livscykeln för 1 kg arbetsbyxa i normalfallet.

Kemikalieanv. per kg arbetsbyxa	Enhet	Totalt	prod. vävd bomull 1,15 kg	förbehandlin g vävd bomull 1,15 kg	färgning svavel 1,15 kg	slutberednin g arbetsbyxa 1,15 kg	konfektioner ing, distr. och anv. arbetsbyxor 1,15 kg
Natriumhydroxid	g	488,175	x	344,425	143,75	x	x
N (kväveinnehållande gödningsmedel)	g	267,26	267,26	x	x	x	x
Klister (naturlig stärkelse, CMC, PVA)	g	201,25	201,25	x	x	x	x
Nonjontensid	g	180,76	2,76	14,375	8,625	x	155
K (kaliuminnehållande gödningsmedel)	g	160,356	160,356	x	x	x	x
Anjontensid	g	158,45	x	3,45	x	x	155
Natriumsulfid (Na <sub>2</sub> S)	g	143,75	x	x	143,75	x	x
P (fosforinnehållande gödningsmedel)	g	106,904	106,904	x	x	x	x
Perfluorerade kolväten	g	40,25	x	x	x	40,25	x
Färgämne (svavelfärgämne)	g	28,75	x	x	28,75	x	x
Pesticider	g	18,7082	18,7082	x	x	x	x
Vätmedel (alkylsulfater)	g	14,375	x	2,875	11,5	x	x
Väteperoxid	g	11,5	x	11,5	x	x	x
Natriumsilikat	g	9,2	x	9,2	x	x	x
Komplexbindare (blandning glukonat, polyakrylat, fosfonat m.m)	g	8,625	x	8,625	x	x	x
Nonylfenoletoxilat (NPEO)	g	8,05	x	x	x	8,05	x
Stabilisator (glukonat)	g	5,75	x	5,75	x	x	x
Komplexbindare (polyakrylat)	g	5,175	x	5,175	x	x	x
Mineralolja	g	1,84	1,84	x	x	x	x
Formaldehyd	mg	1,17	x	x	x	x	1,17

Den totala kemikalieanvändningen per kg arbetsbyxa är i normalfallet 1,86 kg.

### 3.4 Tunn tröja i viskos

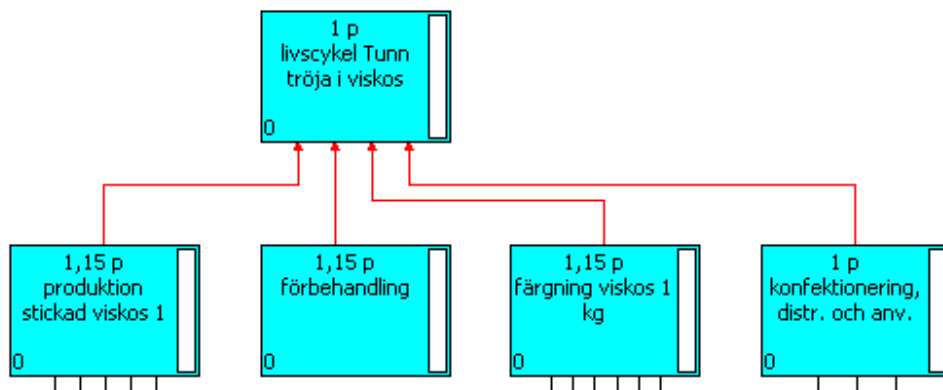


Bild 3.4. De olika stegen i livscykeln för en viskoströja. Spillet på 15 % i konfektioneringen gör att 1,15 av varje föreliggande steg krävs.

Tabell 3.4. Kemikalieanvändning under hela livscykeln för 1 kg viskoströja i normalfallet.

Kemikalieanv. per kg viskoströja	Enhet	Totalt	produktion stickad viskos 1,15 kg	Förbehandli ng 1,15 kg	färgning viskos 1,15 kg	konfektioner ing, distr. och anv. viskoströja 1,15 kg
Natriumhydroxid	g	1509,48	1077,281	92	340	x
Svavelsyra	kg	1,38	1,38	x	x	x
Cellulosa	kg	1,15	1,15	x	x	x
Natriumditionit (Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	g	460	x	x	460	x
Koldisulfid	g	339,25	339,25	x	x	x
Nonjontensid	g	172,825	6,325	x	11,5	155
Anjontensid	g	161,325	6,325	x	x	155
Mineralolja	g	126,5	126,5	x	x	x
Komplexbindare (blandning glukonat, polyakrylat, fosfonat m.m)	g	69	x	x	69	x
Natriumsulfid (Na <sub>2</sub> S)	g	48,07	48,07	x	x	x
Natriumhypoklorit (NaOCl)	g	23	23	x	x	x
Färgämne (antrakinson)	g	17,25	x	x	17,25	x
Zink	g	16,1	16,1	x	x	x
Vätmedel (alkylsulfater)	g	21,85	x	12,65	9,2	x
Koboltklorid (CoCl)	mg	115	115	x	x	x
Formaldehyd	mg	1,17	x	x	x	1,17

Den totala kemikalieanvändningen per kg viskoströja är i normalfallet 5,51 kg.

### 3.5 Fleece-tröja

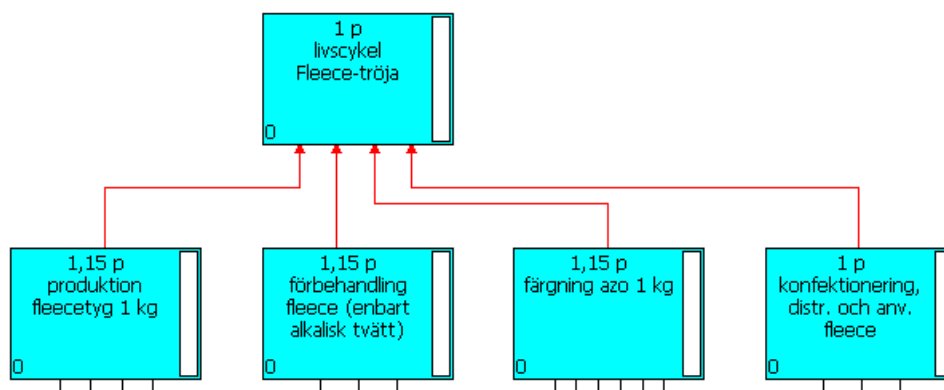


Bild 3.5. De olika stegen i livscykeln för en fleece-tröja. Spillet på 15 % i konfektioneringen gör att 1,15 av varje föreliggande steg krävs.

Tabell 3.5. Kemikalieanvändning under hela livscykeln för 1 kg fleecetröja i normalfallet.

Kemikalieanv. per kg fleecetröja	Enhet	Totalt	produktion fleecetyg 1,15 kg	förbeh. fleece 1,15 kg	färgning azo 1,15 kg	konf., distr. och anv. fleece 1,15 kg
Dimetyltereftalat	kg	1,15	1,15	x	x	x
Etylenglykol	g	805	805	x	x	x
Nonjontensid	g	166,5	x	x	11,5	155
Komplexbindare (blandning glukonat, polyakrylat, fosfonat m.m)	g	155,25	x	86,25	69	x
Anjontensid	g	155	x	x	x	155
Mineralolja	g	138	138	x	x	x
Vätmedel (alkylsulfater)	g	94,875	x	86,25	8,625	x
Färgämne (azo-färgämne)	g	57,5	x	x	57,5	x
Carrier (karboxylsyraestrar)	g	40,25	x	x	40,25	x
Natriumhydroxid	g	1,15	x	1,15	x	x
Ättiksyra	mg	575	x	x	575	x
Katalysatorer (salter av mangan, kobolt, antimon)	mg	230	230	x	x	x
Stabilisator (polyfosforsyra)	mg	115	115	x	x	x
Formaldehyd	mg	1,17	x	x	x	1,17

Den totala kemikalieanvändningen per kg fleecetröja är i normalfallet 2,76 kg.



### 3.6 Gruppering av textilkemikalier efter risker

Följande gruppering av de kemikalier som har använts under livscykeln för de utvalda plaggen har gjorts:

- Humantox akut
- Humantox kronisk
- Miljötox akut
- Miljötox kronisk
- Övergödande (Syreförbrukande)
- Persistenta
- Bioackumulerande
- Allergena

Resultatet visas i tabellen nedan.

Tabell 3.6. Hälsa- och miljöegenskaper för de inventerade kemikalierna i studien.

Kemikalie	Hälsa- och miljöegenskaper
Anjontensid (utgått från vanligaste aryl alkyl sulfonater)	Övergödande (syreförbrukande), miljötox akut
Bindemedel	Övergödande (syreförbrukande), miljötox akut
Dimetyltereftalat	miljötox akut
Dimetylfumarat	Allergen
Carrier (klororganiska)	humantox akut och kronisk, miljötox akut
Etylenglykol	humantox akut
Färgämne (antrakinon)	miljötox akut
Färgämne (azo-färgämne) <sup>20</sup>	miljötox kronisk, humantox kronisk
Färgämne (indigo)	miljötox akut (alger), humantox akut (inandning)
K (kaliuminnehållande gödningsmedel)	Övergödande (syreförbrukande)
Kalciumsulfid	miljötox kronisk (biocida egenskaper)
Katalysatorer (salter av mangan, kobolt, antimon)	humantox kronisk, miljötox kronisk
Klister (naturlig stärkelse, CMC, PVA)	Övergödande (syreförbrukande)
Koldisulfid	humantox akut och kronisk, miljötox akut
Komplexbindare (blandning glukonat, polyakrylat, fosfonat m.m)	Övergödande (syreförbrukande), miljötox akut
Komplexbindare (polyakrylat)	miljötox akut
Lösningsmedel (alifatiska kolväten)	miljötox akut, humantox akut
Mineralolja	miljötox akut, humantox akut
N (kväveinnehållande gödningsmedel)	övergödande (syreförbrukande)
Natriumditionit	humantox akut, miljötox akut
Natriumhydroxid	humantox akut, miljötox akut
Natriumhypoklorit	humantox akut, miljötox akut

<sup>20</sup> Angivna miljöegenskaper gäller inte alla azofärgämnen utan endast de värsta varianterna

Natriumklorid	miljötox akut
Natriumsilikat	humantox akut, miljötox akut
Nonjontensid	miljötox kronisk
P (fosforinnehållande gödningsmedel)	övergödande (syreförbrukande)
Perfluorerade kolväten	humantox kronisk, miljötox kronisk
Pesticider	humantox kronisk, miljötox kronisk
Pigment <sup>21</sup>	humantox kronisk, miljötox kronisk
Stabilisator (glukonat)	Övergödande (syreförbrukande)
Stabilisator (polyfosforsyra)	Övergödande (syreförbrukande), miljötox akut
Svavelsyra	humantox akut, miljötox akut
Tillsatskemikalier	Övergödande (syreförbrukande) humantox akut och kronisk, miljötox akut och kronisk
Urea	övergödande(syreförbrukande), miljötox akut
Väteperoxid	humantox akut, miljötox akut
Vätmedel (alkylsulfater)	Övergödande (syreförbrukande), miljötox akut
Zink	humantox akut, miljötox akut

<sup>21</sup> Avser pigment baserade på tungmetaller.

## 4 Slutsatser och diskussion

I denna rapport har kemikalieåtgången kartlagts för några av de vanligaste plaggen som distribueras på den svenska marknaden. Studien visar att användningen av kemikalier är betydande och viktig att förstå för marknadens och samhällets parter, så att man på olika sätt kan påverka och styra miljöpåverkan vid produktion och användning av vanliga plagg i vår vardag.

De identifierade maximala (för sämsta-fallet) samt minimala (för bästa-fallet) kemikalieåtgången per plagg i denna studie blev sammanfattningsvis enligt tabell 4.1 nedan.

Tabell 4.1. Maximal, normal respektive minimal kemikalieåtgång hos kartlagda vanliga plagg i Sverige per kg tyg.

Plaggtyp	Kemikalieåtgång		
	Max [kg/kg vara]	Normal [kg/kg vara]	Min [kg/kg vara]
<b>T-tröja av trikå av bomull</b> T-tröjan antas bestå av 100 % bomull och väga 250 gram. Den antas vara stickad vidare ha ett tryck som täcker cirka 1 dm <sup>2</sup> av ytan. Antingen kan det vara ett textiltryck eller ett plasttryck. Bomullstyget antas också ha en ytvikt av 250 gram per m <sup>2</sup> .	4,15	3,04	2,02
<b>Jeans (denim) i vävd bomull</b> Byxan antas väga 800 gram och vara vävd.	3,57	2,40	1,49
<b>Arbetsbyxa i vävd bomull</b> Byxan antas väga, 800 gram och vara vävd. Den antas vidare vara behandlad med vatten- och smutsavvisande behandling.	2,47	1,86	1,59
<b>Tunn tröja i trikå av viskos</b> Tröjan antas bestå av 95% viskos och 5% elastan och väga 200 gram. På grund av tidsbrist har endast viskosen studerats i denna studie. Viskoströjan antas vara stickad.	6,92	5,51	5,04
<b>Fleece-tröja</b> Tröjan antas bestå av 100% polyester och väga 300 gram. Fleece materialet består av stickat tyg i väldigt små maskor, fastän det nästan förefaller att vara vävt.	3,19	2,76	2,40

Den största kemikalieåtgången *per kg tyg* i ett livscykelperspektiv har den tunna viskoströjan medan jeansen har den lägsta kartlagda kemikalieåtgången *per kg*

tyg. Jeansen har dock den största kemikalieåtgången *per plagg*, eftersom ett par jeans väger uppskattningsvis 4 ggr mer än en viskoströja, se tabell 4.2 nedan. De varugrupper som analyserats i studien står för 69 % av den totala textila marknaden. Om man antar att totala marknaden använder i genomsnitt samma mängd kemikalier per kg vara, skulle det ge en totalmängd på över 200 000 ton kemikalier årligen.

Tabell 4.2. Jämförelse per plagg.

Grupp	Volym (ton)	Representativt plagg	Mängd kemikalier per plagg (kg)
1	17 871	T-tröja i bomull	0,61
2	29 558	Jeans	1,92
3	10 836	Arbetsbyxor	1,49
5	2 871	Viskoströja	1,10
4	1 271	Fleece-tröja	0,83

Det är viktigt att påpeka att det specifika kemikalieinnehållet varierar från plagg till plagg beroende av vilka material och egenskaper som tillförts plagget.

Det är också viktigt att påpeka att alla kemikalier som ingår i den totala åtgången av kemikalier uppvisar olika former av mer eller mindre allvarliga former av miljö- och hälsopåverkan, vilket innebär att den beräknade åtgången inte representerar mängden särskilt farliga kemikalier per plagg. Bilden är mera komplex än så, vilket framgår av de olika miljö- och hälsoegenskaper som angetts för respektive kemikalietyper i de beräkningar som gjorts i studien. Information om miljöbelastning kan exempelvis hittas i rapporten om miljöpåverkansbedömningsmetoden EDIP för textilier (EDIPTX, 2007).

## 5 Referenser

Bergwerff F., "The Use of Controlled Atmosphere and Heat for the Disinfestation of Commodities, Artefacts and Structures", Fifth European Conference on Alternatives to Methyl Bromide, Lisbon, Portugal, 2006

Donahaye et. Al., "Fumigation of oaten hay for export – alternatives to methyl bromide", Proc. Int. Conf. Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, Fresno, CA. 29 Oct. - 3 Nov. 2000, Executive Printing Services, Clovis, CA, U.S.A. pp. 241-247, 2001

EDU, Cellulosa och cellulosaframställning, Yrkeskolan OPTIMA, 24-11-2006, läst 2009-12-17 på <http://www.edu.fi/svenska/page.asp?path=499,12989,555,6259,54789,56377>

European IPPC Bureau, "Reference Document on Best Available Techniques for the Textiles Industry", July 2003

European IPPC Bureau, "Reference Document on Best Available Techniques in the Production of Polymers", August 2007

Fimreite, Blomstrand, "Beräkning av textila produkters CO<sub>2</sub>-avtryck", Examensarbete i samarbete med Klättermusen AB, Textilhögskolan, Högskolan i Borås, 2009

Frischknecht et al., "Öko-inventare von Energiesystemen", 3rd edition, (German language only), 1996  
(Datamängden "PET ETH U" från Ecoinvent-databasen)

Goodridge M, "Printing Plastisol Transfers", <http://www.unionink.com/articles/transfer.html>, 2009

Goyal P, <http://mytextilenotes.blogspot.com/2009/05/manufacturing-process-of-viscose-rayon.html>, läst 2009-12-08.

Hebi Health Care AB, Årsredovisning 2001, nedladdad från [http://www.hebi.se/docs/arsredovisningar/arsredovisning\\_2001.pdf](http://www.hebi.se/docs/arsredovisningar/arsredovisning_2001.pdf)

INERIS, "Supplement to the methodology for risk evaluation of biocides. Emission scenario document for biocides used as preservatives in the textile processing industry", Maj 2001

Kemisk-Tekniska Leverantörförbundet, Fakta om tvättmedel, [http://www.ktf.se/Broschyror/Tvattmedel\\_info\\_050818.pdf](http://www.ktf.se/Broschyror/Tvattmedel_info_050818.pdf), 2005

Kooistra K.J., Pyburn R., Termorshuizen A.J., "The sustainability of cotton. Consequences for man and environment", Science Shop Wageningen University & Research Centre. Report 223. ISBN: 90-6754-90-8585-000-2, <http://library.wur.nl/way/bestanden/clc/1798712.pdf>, 2006

Laursen et.al., "EDIPTEx – Environmental assessment of textiles", Danish Ministry of the Environment, Danish EPA, Working Report No. 24 2007

Leander et. al., "Livscykelanalys av en ekologisk bomullsskjorta", Examensarbete Miljövetarprogrammet, Högskolan I Halmstad, 2009

Perepelkin K E, Ways of developing chemical fibres made of cellulose: Viscose fibres and their prospects. Part 2. Recycling and treating viscose production emissions. Current solutions, St.Petersburg State University of Technology and Design, Fibre Chemistry , 2008, 40 (2) : 94-102

Posner, S, Herzke D, Poulsen P, "Survey of perfluorooctanic acid (PFOA) from consumer products and industrial sources in Norway", Statens Forurensningstilsyn (SFT)<sup>22</sup>, Norway, 2007.

Provito, [http://www.provito.se/info/press\\_html](http://www.provito.se/info/press_html), läst 2009-12-14

RAPEX, "The Rapid Alert System for Non-Food Products (RAPEX)", Year 2009 - Week 46, No.Ref. 22 1546/09, [http://ec.europa.eu/consumers/dyna/rapex/create\\_rapex\\_search.cfm](http://ec.europa.eu/consumers/dyna/rapex/create_rapex_search.cfm), läst 2009-12-17

Rydberg, K Contact allergy to Textile Dye -Clinical and chemical studies on Disperse dyes, 2009

SEI (Stockholm Environment Institute), "Ecological Footprint and Water Analysis of Cotton, Hemp and Polyester", ISBN 91 975238 2 8, 2005

SNF 1, "Tyg eller otyg?", Varunummer 79617, Naturskyddsföreningen, 2007

SNF 2, "Handdukar med ett smutsigt förflutet", Varunummer: 89628, Naturskyddsföreningen 2007

Springer Verlag, Lacasse. K, Baumann B. "Textile chemicals – environmental data and facts", 2004

Sustainable solution design association, "Guidelines, A handbook on the environment for the textile and fashion industry", ISBN 87-988309-0-2, Denmark 2002

SVT, "Plus testar: Otillåtna gifter i jeans", 10 september 2009 [http://svt.se/2.109801/1.1684084/otillatna\\_gifter\\_i\\_jeans](http://svt.se/2.109801/1.1684084/otillatna_gifter_i_jeans) läst 2009-12-17

USDA, "Cotton and Wool Situation and Outlook Yearbook" (CWS-2008). Market and Trade Economics Division, Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture, <http://www.cottonusa.org/files/economicData/CWS-yearbook-12-15-20081.pdf>, November 2008

WHO, "Pentachlorophenol health and safety guide", World Health Organization for the International Programme on Chemical Safety, 1989

Wikipedia, <http://sv.wikipedia.org/wiki/Fleece>, läst 2009-12-14

WWF, "Bomull, en ren naturprodukt?", Världsnaturfonden WWF, <http://www.wwf.se/source.php/1120565/Bomullsrapport.pdf>, Oktober 2005

---

<sup>22</sup> Norwegian EPA

Zijun, Li, "Soil Quality Deteriorating in China, Threatening Public Health and Ecosystems", <http://www.worldwatch.org/node/4419>, 2006

Åsnes, Willers, Cele, "Textilmiljöhandboken", TEKOindustrierna 1997

## Bilaga 1. De största kategorierna av textil

De största kategorierna av textil på den svenska marknaden 2007 var 6109, 6110, 6203, 6204 samt 6205. Dessa svarade tillsammans för 10 118 550 tkr, vilket var 67 % av den svenska marknaden totalt år 2007 (SCB, 2008). De gråmarkerade kategorierna har valts ut för den här studien.

2007	Import, tkr	Export, tkr	Tillverkning, tkr	Sverige marknad (imp+tillv-exp) tkr	
<b>61091000</b>	<b>2043740</b>	<b>645599</b>		<b>1 398 141</b>	<b>T-tröjor, undertröjor och liknande tröjor, av trikå av bomull</b>
62034211	1728680	538037	14965	1 205 608	Långbyxor och knäbyxor: arbets- och skyddsbenkläder, av bomull, för män eller pojkar (exkl. varor av trikå)
<b>62034231</b>	<b>1595355</b>	<b>425405</b>	<b>1200</b>	<b>1 171 150</b>	<b>Långbyxor och knäbyxor, av denim, för män eller pojkar (exkl. arbets- och skyddsbenkläder samt kalsonger)</b>
62034233	1548426	434340		1 114 086	Långbyxor och knäbyxor, av manchestersammet, för män eller pojkar (exkl. arbets- och skyddsbenkläder samt kalsonger)
62034235	817366	314363		503 003	Långbyxor och knäbyxor, av bomull, för män eller pojkar (exkl. av manchestersammet, denim eller av trikå samt arbets- och skyddsbenkläder samt och kalsonger)
62034251	696219	229815		466 404	Arbets- och skyddsbyxor med bröstslapp, av bomull, för män eller pojkar (exkl. varor av trikå)
62034259	656904	248610	4584	412 878	Byxor med bröstslapp av bomull, för män eller pojkar (exkl. varor av trikå samt arbets- och skyddsbyxor)
62034290	469089	170554	61776	360 311	Kortbyxor av bomull, för män eller pojkar (exkl. varor av trikå samt badbyxor och kalsonger)
61102010	496142	180564		315 578	Lätta tröjor och lätta jumprar med rull-, polo- eller turtleneckkrage, av trikå av bomull
61102091	404382	95409		308 973	Tröjor, pullovrar, koftor, västar o.d., av trikå av bomull, för män eller pojkar (exkl. lätta tröjor och jumprar med rull-, polo- eller turtleneckkrage och T-tröjor, undertröjor och liknande tröjor samt vadderade västar)
61102099	575489	381916	101301	294 874	Tröjor, pullovrar, koftor, västar o.d., av trikå av bomull, för kvinnor eller flickor (exkl. lätta tröjor och jumprar med rull-, polo- eller turtleneckkrage och T-tröjor, undertröjor och liknande tröjor samt vadderade västar)
<b>62046211</b>	<b>496555</b>	<b>245723</b>		<b>250 832</b>	<b>Långbyxor och knäbyxor: arbets- och skyddsbenkläder, av bomull, för kvinnor eller flickor (exkl. varor av trikå)</b>
62046231	367152	141183		225 969	Långbyxor och knäbyxor, av denim, för kvinnor eller flickor (exkl. arbets- och skyddsbenkläder samt trosor)
62046233	273788	56164		217 624	Långbyxor och knäbyxor, av manchestersammet, för kvinnor eller flickor (exkl. arbets- och skyddsbenkläder samt trosor)
62046239	274717	64118		210 599	Långbyxor och knäbyxor, av bomull, för kvinnor eller flickor (exkl. av manchestersammet, denim eller av trikå samt arbets- och skyddsbenkläder, trosor och underdelar av träningsoveraller)
62046251	334232	126030	1500	209 702	Arbets- och skyddsbyxor med bröstslapp, av bomull, för kvinnor eller flickor (exkl. varor av trikå)
62046259	276135	68168		207 967	Byxor med bröstslapp av bomull, för kvinnor eller flickor (exkl. varor av trikå samt arbets- och skyddsbyxor)
62046290	310605	103894	751	207 462	Kortbyxor av bomull, för kvinnor eller flickor (exkl. varor av trikå samt trosor och baddräkter)
62052000	488261	289657		198 604	Skjortor av bomull, för män eller pojkar (exkl. varor av trikå samt nattskjortor)
<b>61103010</b>	<b>253873</b>	<b>66043</b>	<b>504</b>	<b>188 334</b>	<b>Lätta tröjor och jumprar med rull-, polo- eller turtleneckkrage, av trikå av konstfibrer</b>
61103091	223690	51036		172 654	Tröjor, pullovrar, koftor, västar o.d., av trikå av konstfibrer, för män eller pojkar (exkl. lätta tröjor och jumprar med rull-, polo- eller turtleneckkrage och T-tröjor, undertröjor och liknande tröjor samt vadderade västar)
61103099	251455	80028		171 427	Tröjor, pullovrar, koftor, västar o.d., av trikå av konstfibrer, för kvinnor eller flickor (exkl. lätta tröjor och jumprar med rull-, polo- eller turtleneckkrage och T-tröjor, undertröjor och



					liknande tröjor samt vadderade västar)
<b>61099020</b>	<b>296696</b>	<b>138798</b>	<b>347</b>	<b>158 245</b>	<b>T-tröjor, undertröjor och liknande tröjor, av trikå av ull eller fina djurhår eller av trikå av konstfibrer</b>
61099090	227678	79553		148 125	T-tröjor, undertröjor och liknande tröjor, av trikå av textilmaterial (exkl. av bomull, ull eller fina djurhår eller konstfibrer)

## Bilaga 2. Varuimport från avsändningsland

Varuimport från avsändningsland i tusentals kronor efter varugrupp, de 10 största länderna per plagg.

Plagg	Importland	Tkr (kSEK)
<b>61099090 Fleecetröja</b>	<b>totalt</b>	<b>47072</b>
	Danmark	9935
	Kina	7003
	Portugal	5630
	Turkiet	4815
	Grekland	3665
	Norge	3336
	Estland	2623
	Storbritannien och Nordirland	2381
	Italien	1492
	Tyskland	1315
<b>61103010 Viscotröja</b>	<b>totalt</b>	<b>47827</b>
	Kina	9127
	Polen	7823
	Italien	6079
	Finland	2973
	Danmark	2612
	Litauen	2548
	Hongkong	2026
	Turkiet	1803
	Indonesien	1752
	Nederländerna	1535
<b>62046211 Arbetsbyxor</b>	<b>totalt</b>	<b>14685</b>
	Lettland	2511
	Italien	1823
	Hongkong	1533
	Litauen	1064
	Estland	1059
	Kina	969
	Ukraina	730
	Bulgarien	630
	Vietnam	630
	Portugal	500
<b>62034231 Jeans</b>	<b>totalt</b>	<b>938095</b>
	Italien	230240
	Tjeckien	137011
	Danmark	132572
	Belgien	121538
	Turkiet	62191
	Nederländerna	46085
	Tyskland	38545
	Pakistan	33138
	Hongkong	30527
	Bangladesh	25271
<b>61091000 T-tröja</b>	<b>totalt</b>	<b>1970330</b>
	Bangladesh	379160
	Turkiet	319165
	Danmark	235198
	Kina	167674
	Tyskland	125532
	Hongkong	120715
	Indien	88648
	Portugal	52209
	Belgien	51073
	Litauen	50086

Värt att notera här är att importstatistiken baseras på import från avsändningsland och inte ursprungsland. Det innebär att en sändning från t.ex. Kina som införtullas i Belgien och sedan skickas vidare till slutdestination Sverige får avsändningsland Belgien, eftersom det då avser utförsel från ett annat EU-land.

Värden redovisas i tusentals svenska kronor (tkr) i löpande priser om inte annat anges. Vikter redovisas i ton, för vissa varor redovisas även annan kvantitet t.ex. kubikmeter eller styck. Sekretess i databasen utmärks med ... För en utförligare redovisning av hur statistiken produceras: se Beskrivning av statistiken ([www.scb.se/HA0201](http://www.scb.se/HA0201)). För utrikeshandel med tjänster: se Betalningsbalansen (BoP) under ämnesområdet Finansmarknad ([www.scb.se/FM0001](http://www.scb.se/FM0001)).

För statistiken om EU-handeln uppskattas en viss del av handeln, s.k. bortfallsjustering. Företag som exporterar och importerar under ett visst värde är ej skyldiga att lämna uppgifter till SCB. Dessa värden samt värden för som företag som ej har lämnat uppgifter i tid (svarsbortfall) uppskattas av SCB till så kallade bortfallsjusterade värden. Även uppgiften vikt bortfallsjusteras. För uppgifter som ej är bortfallsjusterade används endast insamlade värden. Dessa uppgifter är för vissa varor och länder alltså underskattade.

Varuimport från avsändningsland: Avsändningsland är det vid importtillfället senaste kända land varan sändes från (endast omlastning ändrar ej avsändningsland).

Varugrupp enligt KN:

KN (Kombinerade nomenklaturen) används av samtliga EU-länder för en detaljerad indelning av produkter. Den summeras hierarkiskt från 8-siffernivå till 6-, 4- och 2-siffernivå, där KN8 är den mest detaljerade nivån. Varutexter för amtliga KN-koder finns inlagda i Klassifikationsdatabasen som nås via Mer om undersökningen ([www.scb.se/HA0201](http://www.scb.se/HA0201)) under länken Varukoder och texter till KN, SITC och SPIN. KN omklassificeras något varje årsskifte, vilket kan leda till att tidsserier för enskilda koder kan vara brutna. I ett mindre antal fall på KN6-, KN4- och KN2-nivå har innehållet i en viss kod ändrat omfattning trots att koden ej ändrats. Mer information om dessa ändringar finns under Mer om undersökningen ([www.scb.se/HA0201](http://www.scb.se/HA0201)) via länken Ändringar över åren i KN.

### Bilaga 3. Bästa-fall och sämsta-fall, samt normalfall för delstegen.

Nedan visas för varje plagg kemikalieåtgången för bästa-fall (minst mängd kemikalier) och sämsta-fall (mest mängd kemikalier) under livscykeln, samt normalfall för varje delsteg. Extremmängderna av kemikalier är valda för processer där mängderna angivits inom ett spann, från lägsta till högsta värde. Likaså spänner konfektioneringen från ett sämsta-fall, där spillet kan variera från 7,5 % till 30 %. Ekologisk bomullsodling ger ett positivt bidrag till bästa-fallen.

Delstegen ger information om kemikalienfördelningen i de ingående processtegen. De delsteg där ingen högre upplösning är nödvändig hänvisas till respektive fall i kapitel 3.

## T-tröja

### B1. Bästa fallet - kemikalieanvändning under livscykeln för 1 kg T-tröja

Kemikalieanv. per kg T-tröja	Enhet	Totalt	prod. stickad bomull 1,075 kg	förbeh. stickad bomull 1,075 kg	färgning ljus 1,075 kg	slutber. T-tröja 1,075 kg	konf., distr. och anv. T-tröja 1 kg
Urea	g	967,5	x	x	967,5	x	x
Natriumklorid	g	322,5	x	x	322,5	x	x
Natriumsilikat	g	165,6	x	4,3	161,25	x	x
Nonjontensid	g	164,5	2,58	1,6125	5,375	x	155
Anjontensid	g	155,5	x	0,5375	x	x	155
Natriumhydroxid	g	154,8	x	47,3	107,5	x	x
Mineralolja	g	66,2	66,22	x	x	x	x
Färgämne (antrakinon)	g	16,1	x	x	16,125	x	x
Komplexbindare (blandning glukonat, polyakrylat, fosfonat m.m)	g	6,4	x	1,075	5,375	x	x
Väteperoxid	g	5,4	x	5,375	x	x	x
Stabilisator (glukonat)	g	1,1	x	1,075	x	x	x
Lösningsmedel (alifatiska kolväten)	mg	215	x	x	x	215	x
Bindemedel	mg	215	x	x	x	215	x
Pigment	mg	107,5	x	x	x	107,5	x
Tillsatskemikalier	mg	21,5	x	x	x	21,5	x
<b>Totalt</b>	<b>kg</b>	<b>2,02</b>					

**B2. Sämsta fallet - kemikalieanvändning under livscykeln för 1 kg T-tröja**

Kemikalieanv. per kg T-tröja	Enhet	Totalt	prod. stickad bomull 1,3 kg	förbeh. stickad bomull 1,3 kg	färgning ljus 1,3 kg	slutber. T-tröja 1,3kg	konf., distr. och anv. T-tröja 1 kg
Urea	kg	1,2	x	x	1,17	x	x
Natriumklorid	g	780	x	x	780	x	x
Natriumhydroxid	g	351	x	91	260	x	x
Natriumsilikat	g	338	x	13	325	x	x
N (kväveinnehållande gödningsmedel)	g	302,1	302,12	x	x	x	x
Nonjontensid	g	296,1	7,8	22,75	13	x	252,5
Anjontensid	g	255,8	x	3,25	x	x	252,5
K (kaliuminnehållande gödningsmedel)	g	181,3	181,272	x	x	x	x
Nonylfenoletoxilat (NPEO)	g	130	x	x	x	130	x
P (fosforinnehållande gödningsmedel)	g	120,8	120,848	x	x	x	x
Mineralolja	g	109,2	109,2	x	x	x	x
Komplexbindare (blandning glukonat, polyakrylat, fosfonat m.m)	g	39	x	19,5	19,5	x	x
Pesticider	g	21,1	21,1484	x	x	x	x
Väteperoxid	g	19,5	x	19,5	x	x	x
Färgämne (antrakinon)	g	19,5	x	x	19,5	x	x
Stabilisator (glukonat)	g	13	x	13	x	x	x
Lösningsmedel (alifatiska kolväten)	g	2,2	x	x	x	2,21	x
Komplexbindare (polyakrylat)	g	1,3	x	1,3	x	x	x
Bindemedel	g	1,3	x	x	x	1,3	x
Pigment	mg	780	x	x	x	780	x
Tillsatskemikalier	mg	260	x	x	x	260	x
Formaldehyd	mg	8,6	x	x	x	x	8,6
Pentaklorfenol (PCP)	µg	1000	x	x	x	x	1000
<b>Totalt</b>	kg	4,15					

**B3. Produktion av stickad bomull till 1 kg T-tröja**

Kemikalieanv.	Enhet	Total	odling av bomull 1.15 kg	sorterin gklippni ng rensning bomullsf iber 1,15 kg	garnspinn ing bomull 1,15 kg	sticknin g 1,15 kg
N (kväveinnehållan de gödningsmedel)	g	267,3	267,3	x	x	x
K (kaliuminnehållan de gödningsmedel)	g	160,4	160,4	x	x	x
P (fosforinnehållan de gödningsmedel)	g	106,9	106,9	x	x	x
Mineralolja	g	70,8	x	x	1,8	69
Pesticider	g	18,7	18,7	x	x	x
Nonjontensid	g	2,8	x	x	2,8	x
<b>Totalt</b>	<b>g</b>	<b>626,8</b>				

**B4. Förbehandlingen av stickad bomull till 1 kg T-tröja.**

Kemikalieanv.	Unit	Total	urkokning 1.15 kg bomull	blekning 1,15 kg bomull
Natriumhydroxid	g	55,2	46	9,2
Väteperoxid	g	11,5	x	11,5
Nonjontensid	g	10,4	8,7	1,7
Natriumsilikat	g	9,2	x	9,2
Komplexbindare (blandning glukonat, polyakrylat, fosfonat m.m)	g	8,6	8,6	x
Stabilisator (glukonat)	g	5,8	x	5,8
Anjontensid	g	1,7	x	1,7
Komplexbindare (polyakrylat)	mg	575,0	x	575,0
<b>Totalt</b>	<b>g</b>	<b>102,9</b>		

**B5. Färgning av stickad bomull till 1 kg T-tröja**

Vid färgning av stickad bomull åtgår det 2 kg kemikalier fördelade enligt tabell 3.1 kolumn 6.

**B6. Slutberedning av bomullstyg till 1 kg T-tröja.**

Kemikalieanv.	Enhet	Total	tvätt tillverkaren 1,15 kg	tryck 1 dm2
Nonylfenoletoxilat (NPEO)	g	8,05	8,05	x
Lösningsmedel (alifatiska kolväten)	mg	977,5	x	977,5
Bindemedel	mg	690	x	690
Pigment	mg	402,5	x	402,5
Tillsatskemikalier	mg	126,5	x	126,5
<b>Totalt</b>	<b>g</b>	<b>10,2</b>		

**B7. Konfektionering, distribution och användning av 1 kg T-tröja**

Kemikalieanv.	Enhet	Total	konfektionering	distribution	användning
Nonjontensid	g	155	x	x	155
Anjontensid	g	155	x	x	155
Formaldehyd	mg	1,17	x	1,17	x
<b>Totalt</b>	<b>g</b>	<b>310,0</b>			

**Jeans****B8. Bästa fallet – kemikalieanvändning under livscykeln för 1 kg jeans**

Kemikalieanv. per kg jeans	Enhet	Totalt	Prod. vävd bomull 1,075 kg	Förbeh. vävd bomull 1,075 kg	färgning denim 1,075 kg	konfektionering, distr. och anv. jeans
Natriumhydroxid	g	584,8	x	262,3	322,5	x
Natriumditionit (Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	g	322,5	x	x	322,5	x
Nonjontensid	g	162,7	0,645	1,68775	5,375	155
Klister (naturlig stärkelse, CMC, PVA)	g	161,3	161,25	x	x	x
Anjontensid	g	155,6	x	0,56975	x	155
Komplexbindare (blandning glukonat, polyakrylat, fosfonat m.m)	g	55,9	x	2,15	53,75	x
Färgämne (indigo)	g	26,9	x	x	26,875	x
Vätmedel (alkylsulfater)	g	6,45	x	x	6,45	x
Väteperoxid	g	5,4	x	5,375	x	x

Natriumsilikat	g	4,3	x		4,3	x	x
Stabilisator (glukonat)	g	1,1	x		1,075	x	x
Komplexbindare (polyakrylat)	g	1,1	x		1,075	x	x
Mineralolja	mg	430		430	x	x	x
<b>total</b>	<b>kg</b>	<b>1,49</b>					

### B9. Sämsta fallet – kemikalieanvändning under livscykeln för 1 kg jeans

Kemikalieanv. per kg jeans	Enhet	Totalt	Prod. vävd bomull 1,3 kg	Förbeh. vävd bomull 1,3 kg	färgning denim 1,3 kg	konfektionering, distr. och anv. jeans
Natriumhydroxid	g	1263	x	484	780	x
Natriumditionit (Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	g	650	x	x	650	x
Nonjontensid	g	311,6 5	7,8	31,85	19,5	252,5
N (kväveinnehållande gödningsmedel)	g	302,1 2	302,12	x	x	x
Klister (naturlig stärkelse, CMC, PVA)	g	260	260	x	x	x
Anjontensid	g	259,6 5	x	7,15	x	252,5
K (kaliuminnehållande gödningsmedel)	g	181,2 72	181,272	x	x	x
P (fosforinnehållande gödningsmedel)	g	120,8 48	120,848	x	x	x
Komplexbindare (blandning glukonat, polyakrylat, fosfonat m.m)	g	118,3	x	20,8	97,5	x
Färgämne (indigo)	g	32,5	x	x	32,5	x
Pesticider	g	21,14 84	21,1484	x	x	x
Vätmedel (alkylsulfater)	g	20,8	x	6,5	14,3	x
Väteperoxid	g	19,5	x	19,5	x	x
Stabilisator (glukonat)	g	13	x	13	x	x
Natriumsilikat	g	13	x	13	x	x
Komplexbindare (polyakrylat)	g	11,05	x	11,05	x	x
Mineralolja	g	5,2	5,2	x	x	x
Formaldehyd	g	0,008 6	x	x	x	8,6
Pentaklorfenol (PCP)	g	1	x	x	x	1000



<b>totalt</b>	<b>kg</b>	<b>3,60</b>				
---------------	-----------	-------------	--	--	--	--

**B10. Produktion av vävd bomull till 1 kg jeans**

Kemikalieanv.	Enhet	Total	odling av bomull 1,15 kg	sortering, klippning, rensning bomullsfibrer 1,15 kg	garnspinning bomull 1,15 kg	vävning 1,15 kg
N (kväveinnehållande gödningsmedel)	g	267,3	267,26	x	x	x
Klister (naturlig stärkelse, CMC, PVA)	g	201,3	x	x	x	201,25
K (kaliuminnehållande gödningsmedel)	g	160,4	160,356	x	x	x
P (fosforinnehållande gödningsmedel)	g	106,9	106,904	x	x	x
Pesticider	g	18,7	18,7082	x	x	x
Nonjontensid	g	2,8	x	x	2,76	x
Mineralolja	g	1,8	x	x	1,84	x
<b>Totalt</b>	<b>kg</b>	<b>0,76</b>				

**B11. Förbehandling av vävd bomull till 1 kg jeans**

Process	Unit	Total	avklistring 1,15 kg bomull	blekning 1,15 kg bomull	mercerisering 1,15 kg bomull	urkokning 1,15 kg bomull
Natriumhydroxid	g	344,4	1,725	9,2	287,5	46
Nonjontensid	g	14,4	4,025	1,725	x	8,625
Väteperoxid	g	11,5	x	11,5	x	x
Natriumsilikat	g	9,2	x	9,2	x	x
Komplexbindare (blandning glukonat, polyakrylat, fosfonat m.m)	g	8,6	x	x	x	8,625
Stabilisator (glukonat)	g	5,8	x	5,75	x	x
Komplexbindare (polyakrylat)	g	5,2	4	0,575	x	x
Anjontensid	g	3,5	1,725	1,725	x	x

Vätmedel (alkylsulfater)	g	2,9	x	x	2,875	x
<b>Totalt</b>	<b>g</b>	<b>405,4</b>				

### B12. Färgning av denim till 1 kg jeans

Vid färgning av stickad bomull åtgår det 923 g kemikalier fördelade enligt tabell 3.2 kolumn 6.

### B13. Konfektionering, distribution och användning av 1 kg jeans

Se tabell B7.

## Arbetsbyxa

### B14. Bästa fallet – kemikalieanvändning under livscykeln för 1 kg arbetsbyxa

Kemikalieanv. per kg arbetsbyxa	Enhet	Totalt	Prod. vävd bomull 1,075 kg	Förbeh. vävd bomull 1,075 kg	färgning svavel 1,075 kg	Slutbered n. 1,075 kg	konfektion, distr. och anv. arbetsbyxor
Natriumhydroxid	g	369,8	x	262,3	107,5	x	x
N (kväveinnehållande gödningsmedel)	g	249,8	249,83	x	x	x	x
Klister (naturlig stärkelse, CMC, PVA)	g	188,1	188,125	x	x	x	x
Nonjontensid	g	164,6	2,58	1,68775	5,375	x	155
Anjontensid	g	155,6	x	0,56975	x	x	155
K (kaliuminnehållande gödningsmedel)	g	149,9	149,898	x	x	x	x
Natriumsulfid (Na <sub>2</sub> S)	g	107,5	x	x	107,5	x	x
P (fosforinnehållande gödningsmedel)	g	99,9	99,932	x	x	x	x
Perfluorerade kolväten	g	37,6	x	x	x	37,625	x
Färgämne (svavelfärgämne)	g	26,9	x	x	26,875	x	x
Pesticider	g	17,5	17,4881	x	x	x	x
Vätmedel (alkylsulfater)	g	8,1	x	x	8,0625	x	x
Nonylphenoletoxilat (NPEO)	g	7,5	x	x	x	7,525	x
Väteperoxid	g	5,4	x	5,375	x	x	x
Natriumsilikat	g	4,3	x	4,3	x	x	x
Komplexbindare (blandning)	g	2,2	x	2,15	x	x	x

glukonat, polyakrylat, fosfonat m.m)							
Mineralolja	g	1,7	1,72	x	x	x	x
Stabilisator (glukonat)	g	1,1	x	1,075	x	x	x
Komplexbindare (polyakrylat)	g	1,1	x	1,075	x	x	x
<b>totalt</b>	<b>kg</b>	<b>1,60</b>					

### B15. Sämsta fallet – kemikalieanvändning under livscykeln för 1 kg arbetsbyxa

Kemikalieanv. per kg arbetsbyxa	Enhet	Totalt	Prod. vävd bomull 1,3 kg	Förbeh. vävd bomull 1,3 kg	färgning svavel 1,3 kg	Slutbered n. 1,3kg	konfektion, distr. och anv. arbetsbyxor
Natriumhydroxid	g	678,6	x	483,6	195	x	x
N (kväveinnehållande gödningsmedel)	g	302,1	302,12	x	x	x	x
Nonjontensid	g	300,5	3,12	31,85	13	x	252,5
Anjontensid	g	259,6	x	7,15	x	x	252,5
Klister (naturlig stärkelse, CMC, PVA)	g	227,5	227,5	x	x	x	x
Natriumsulfid (Na <sub>2</sub> S)	g	195	x	x	195	x	x
K (kaliuminnehållande gödningsmedel)	g	181,2	181,272	x	x	x	x
P (fosforinnehållande gödningsmedel)	g	120,8	120,848	x	x	x	x
Perfluorerade kolväten	g	45,5	x	x	x	45,5	x
Färgämne (svavelfärgämne)	g	32,5	x	x	32,5	x	x
Vätmedel (alkylsulfater)	g	26	x	6,5	19,5	x	x
Pesticider	g	21,1	21,1484	x	x	x	x
Komplexbindare (blandning glukonat, polyakrylat, fosfonat m.m)	g	20,8	x	20,8	x	x	x
Väteperoxid	g	19,5	x	19,5	x	x	x
Nonylfenoletoxilat (NPEO)	g	9,1	x	x	x	9,1	x
Stabilisator (glukonat)	g	13	x	13	x	x	x
Natriumsilikat	g	13	x	13	x	x	x
Komplexbindare	g	11,0	x	11,05	x	x	x

(polyakrylat)							
Mineralolja	g	2,1	2,08	x	x	x	x
Formaldehyd	mg	8,6	x	x	x	x	8,6
Pentaklorfenol (PCP)	µg	1000	x	x	x	x	1000
<b>totalt</b>	<b>kg</b>	<b>2,48</b>					

**B16. Produktion av vävd bomull till 1 kg arbetsbyxa**

Se tabell B10.

**B17. Förbehandling av vävd bomull till 1 kg arbetsbyxa**

Se tabell B11.

**B18. Färgning av bomullstyg till 1 kg arbetsbyxa**

Vid färgning av stickad bomull åtgår det 336 g kemikalier fördelade enligt tabell 3.3 kolumn 6.

**B19. Slutberedning av 1 kg arbetsbyxa**

Kemikalieanv.	Enhet	Total	tvätt tillverkaren 1 kg	impregnering 1 kg
Perfluorerade kolväten	g	40,25	x	40,25
Nonylfenoletoxilat (NPEO)	g	8,05	8,05	x
<b>Total</b>	<b>g</b>	<b>48,3</b>		

**B20. Konfektionering, distribution och användning av 1 kg arbetsbyxa**

Se tabell B7.

## Viskoströja

**B21. Bästa fallet – kemikalieanvändning under livscykeln för 1 kg viskoströja**

Kemikalieanv. per kg viskoströja	Enhet	Totalt	Prod. stickad viskos 1,075 kg	Förbeh. viskos 1,075 kg	färgning viskos 1,075 kg	konfektionering, distr. och anv. viskoströja
Natriumhydroxid	g	1 406,31516	1 008,56511	75,25001	322,5	x
Svavelsyra	kg	1,29	1,29	x	x	x
Cellulosa	kg	1,075	1,075	x	x	x
Natriumditionit (Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	g	322,5	x	x	322,5	x
Koldisulfid	g	317,1	317,125	x	x	x
Nonjontensid	g	166,3	5,9125	x	5,375	155
Anjontensid	g	160,9	5,9125	x	x	155
Mineralolja	g	118,3	118,25	x	x	x
Komplexbindare (blandning glukonat, polyakrylat, fosfonat m.m)	g	53,8	x	x	53,75	x

Natriumsulfid (Na <sub>2</sub> S)	g	44,9	44,935	x	x	x
Natriumhypoklorit (NaOCl)	g	21,5	21,5	x	x	x
Färgämne (antrakinon)	g	16,1	x	x	16,125	x
Zink	g	15,1	15,05	x	x	x
Vätmedel (alkylsulfater)	g	9,7	x	3,225	6,45	x
Koboltklorid (CoCl)	mg	107,5	107,5	x	x	x
<b>totalt</b>	<b>kg</b>	<b>3,61</b>				

### B22. Sämsta fallet – kemikalieanvändning under livscykeln för 1 kg viskoströja

Kemikalieanv. per kg viskoströja	Enhet	Totalt	Prod. stickad viskos 1,3 kg	Förbeh. viskos 1,3 kg	färgning viskos 1,3 kg	konfektionering, distr. och anv. viskoströja
Natriumhydroxid	kg	5,0	1,22	0,117	0,78	x
Svavelsyra	kg	1,6	1,56	x	x	x
Cellulosa	kg	1,3	1,3	x	x	x
Natriumditionit (Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	g	650,0	x	x	650	x
Koldisulfid	g	383,5	383,5	x	x	x
Nonjontensid	g	279,2	7,15	x	19,5	252,5
Anjontensid	g	259,7	7,15	x	x	252,5
Mineralolja	g	143,0	143	x	x	x
Komplexbindare (blandning glukonat, polyakrylat, fosfonat m.m)	g	97,5	x	x	97,5	x
Natriumsulfid (Na <sub>2</sub> S)	g	54,3	54,34	x	x	x
Vätmedel (alkylsulfater)	g	40,3	x	26	14,3	x
Natriumhypoklorit (NaOCl)	g	26,0	26	x	x	x
Färgämne (antrakinon)	g	19,5	x	x	19,5	x
Zink	g	18,2	18,2	x	x	x
Koboltklorid (CoCl)	mg	130,0	130	x	x	x
Formaldehyd	mg	8,6	x	x	x	8,6
Pentaklorfenol (PCP)	mg	1	x	x	x	1
<b>totalt</b>	<b>kg</b>	<b>6,9</b>				

### B23. Produktion av stickad viskos till 1 kg viskoströja

Kemikalieanv.	Enhet	Totalt	framställning av cellulosa från trämassa	framställning av viskos från cellulosa 1,15 kg	våtspinning 1,15 kg	garnspinning syntetfiber 1,15 kg	stickning 1,15 kg

			<b>1,15 kg</b>				
Svavelsyra	kg	1,4	x	x	1,38	x	x
Cellulosa	kg	1,2	x		1,15	x	x
Natriumhydroxid	g	1078,9	101,43		977,5	x	x
Koldisulfid	g	339,3	x		339,25	x	x
Mineralolja	g	126,5	x	x			57,5 69
Natriumsulfid (Na <sub>2</sub> S)	g	48,1	48,07	x		x	x
Natriumhypoklorit (NaOCl)	g	23,0	23	x		x	x
Zink	g	16,1	x	x	16,1	x	x
Nonjontensid	g	6,3	x	x	6,325	x	x
Anjontensid	g	6,3	x	x	6,325	x	x
Koboltklorid (CoCl)	mg	115,0	x		115	x	x
<b>Totalt</b>	<b>kg</b>	<b>4,17</b>					

#### B24. Förbehandling av stickad viskos till 1 kg viskoströja

Vid förbehandling av viskos åtgår det 105 g kemikalier fördelade enligt tabell 3.4 kolumn 5.

#### B25. Färgning av stickad viskos till 1 kg viskoströja

Vid färgning av viskos åtgår det 843 g kemikalier fördelade enligt tabell 3.3 kolumn 6.

#### B26. Konfektionering, distribution och användning av 1 kg viskoströja

Se tabell B7.

## Fleecetröja

#### B27. Bästa fallet – kemikalieanvändning under livscykeln för 1 kg fleecetröja

Kemikalieanv. per kg fleecetröja	Enhet	Totalt	Prod. fleecetyg 1,075 kg	Förbeh. fleece 1,075 kg	färgning azo 1,075 kg	konfektionering, distr. och anv. fleece
Dimetyltareftalat	kg	1,1	1,075	x	x	x
Etylenglykol	g	752,5	752,5	x	x	x
Nonjontensid	g	160,4	x	x	5,375	155
Anjontensid	g	155,0	x	x	x	155
Mineralolja	g	129,0	129	x	x	x
Komplexbindare (blandning glukonat, polyakrylat, fosfonat m.m)	g	54,0	x	0,26875	53,75	x
Färgämne (azo-	g	53,8	x	x	53,75	x

färgämne)						
Carrier (karboxylsyraestrar )	g	10,8	x	x	10,75	x
Vätmedel (alkylsulfater)	g	5,6	x	0,26875	5,375	x
Ättiksyra	mg	322,5	x	x	322,5	x
Katalysatorer (salter av mangan, kobolt, antimon)	mg	215,0	215	x	x	x
Stabilisator (polyfosforsyra)	mg	107,5	107,5	x	x	x
<b>totalt</b>	<b>kg</b>	<b>2,40</b>				

### B28. Sämsta fallet – kemikalieanvändning under livscykeln för 1 kg fleecetröja

Kemikalieanv. per kg fleecetröja	Enhet	Totalt	Prod. fleecetyg 1,3 kg	Förbeh. fleece 1,3 kg	färgning azo 1,3 kg	konfektionering, distr. och anv. fleece
Dimetyltereftalat	kg	1,3	1,3	x	x	x
Etylenglykol	g	910	910	x	x	x
Nonjontensid	g	272	x	x	19,5	252,5
Anjontensid	g	252,5	x	x	x	252,5
Mineralolja	g	156	156	x	x	x
Komplexbindare (blandning glukonat, polyakrylat, fosfonat m.m)	g	117	x	19,5	97,5	x
Carrier (klororganiska)	g	78	x	x	78	x
Färgämne (azo- färgämne)	g	65	x	x	65	x
Vätmedel (alkylsulfater)	g	32,5	x	19,5	13	x
Natriumhydroxid	g	2,6	x	2,6	x	x
Ättiksyra	mg	780	x	x	780	x
Katalysatorer (salter av mangan, kobolt, antimon)	mg	260	260	x	x	x
Stabilisator (polyfosforsyra)	mg	130	130	x	x	x
Formaldehyd	mg	8,6	x	x	x	8,6
Pentaklorfenol (PCP)	mg	1	x	x	x	1
<b>totalt</b>	<b>kg</b>	<b>3,19</b>				

### B29. Produktion av fleecetyg till 1 kg fleecetröja

Kemikalieanv.	Enhet	Total	framställning	smältspinni	garnspinning	stickning
---------------	-------	-------	---------------	-------------	--------------	-----------

			av PET-fiber	ng 1,15 kg	syntetfiber 1,15kg	1,15 kg
Dimetyltereftalat	kg	1,2	1,15	x	x	x
Etylenglykol	g	805	805	x	x	x
Mineralolja	g	138	x	11,5	57,5	69
Katalysatorer (salter av mangan, kobolt, antimon)	mg	230	230	x	x	x
Stabilisator (polyfosforsyra)	mg	115	115	x	x	x
<b>Totalt</b>	<b>kg</b>	<b>2,1</b>				

### B30. Förbehandling av fleecetyg till 1 kg fleecetröja

Vid förbehandling av fleece åtgår det 174 g kemikalier fördelade enligt tabell 3.5 kolumn 5.

### B31. Färgning av fleecetyg till 1 kg fleecetröja

Vid färgning av fleece åtgår det 187 g kemikalier fördelade enligt tabell 3.3 kolumn 6.

### B32. Konfektionering, distribution och användning av 1 kg fleecetröja

Se tabell B7.