



Miljøvurdering af en arbejdsjakke af 65% polyester og 35% bomuld

ingen giftige carriers og ved at farve i en højtryksmaskine forbedres farveriets miljøprofil væsentligt.

..... at acceptere en reduceret farve- og vaskeægthed ved vask

Reduceret farve- og vaskeægthed vil kunne påvirke både arbejdsjakkens egen levetid, men også levetiden af andre tekstiler der eventuelt misfarves. Scenariet viser, at den enkelte arbejdsjakkes brugsfase, som ellers er dominerende, overskygges af processerne i produktionsfasen. Det kan heraf konkluderes, at farve- og vaskeægtheden af tekstilprodukter af denne type er af stor vigtighed.

..... at rengøre arbejdsjakken ved kemisk rensning i stedet vask

Rensning af arbejdsjakken vil have negativ indflydelse på tekstilens samlede miljøprofil.

Hvordan kan miljøbelastningen nedsættes

På baggrund af de gennemførte scenarier, og som følge af en vurdering af producenternes og forbrugers valg og de konsekvenser valgene har, så kan man drage følgende delkonklusioner:

I hovedscenariet identificeres de væsentligste indsatsområder til at være i forhold til de miljøskadelige effekter og ressourceforbruget. Bidraget til de potentielle miljøskadelige effekter stammer hovedsagelig fra brug af pesticider ved dyrkning og høst af bomuld i fiberfremstillingen. Anvendelse af carrier i farvning af polyester giver også et markant udslag på de miljøskadelige miljøeffekter. Ressourceforbruget og bidragene til de energirelaterede potentielle miljøeffekter stammer hovedsageligt fra produktion af damp til vask og tørring på industrivaskerierne i brugsfasen.

Overordnet indikerer scenarierne, at producenten har de bedste muligheder for at påvirke produktets samlede miljøprofil. Hovedsageligt gennem materiale- og kemikalievalg.

Det kan anbefales at anvende økologisk bomuld fremfor konventionelt dyrket bomuld, især på grund af de potentielle miljøskadelige effekter. Det bør desuden tages med i betragtning, at mange af de midler, der anvendes til bomuldsdyrkning, er sundhedsskadelige for mennesker. Udvaskning af pesticidrester

i diverse forarbejdningsprocesser er endnu en årsag til at undgå konventionel dyrket bomuld.

Herudover er der en række produktionsmæssige forbedringer, som producenten også har indflydelse på. Det kan være brug af slidstærke materialer, valg af miljøvenlige eller fravalg af carrier til farveprocessen eller fravalg af giftige reaktivfarvestoffer.

Forbrugsmønstre og miljøbevidsthed hos den enkelte forbruger er ligeledes afgørende for arbejdsjakkens miljøprofil. Her har kendskabet til miljømærkning af produkter kombineret med gode vaner stor betydning. Det kan fx være i forhold til:

- valg af mest miljøvenlige vaskemetode – fravalg af kemisk rensning
- minimal brug af vaskemiddel
- ingen brug af skyllemiddel
- ingen brug af tørretumbling.

På baggrund af miljøvurderingen af arbejdsjakken af 65% polyester og 35% bomuld er konklusionen, at der skal fokuseres på fiberfremstillings- og brugsfasen.

Denne miljøvurdering er udarbejdet som en del af projektet "Formidling af UMIPTEX" som er støttet af Miljøstyrelsens Program for renere produkter m.v..

For projektet "Formidling af UMIPTEX" er udarbejdet yderligere fem miljøvurderinger som denne:

- En T-shirt af 100% bomuld
- En træningsdragt af nylon mikrofibere med bomuldsfor
- En bluse af viskose, nylon og elasthan
- En dug af bomuld
- Et gulvtæppe af nylon og polypropylen

Endvidere er der udarbejdet en folder "UMIP miljødata for tekstiler – et overblik", der giver et overblik over datagrundlaget samt giver yderligere henvisninger til andet dokumentations- og baggrundsmateriale.

En miljøvurdering følger et produkts livscyklus fra vugge til grav og beregner så vidt muligt miljøeffekterne fra produktets tilblivelse og materialefase til den endelige bortskaffelse.

Denne miljøvurdering bygger på en undersøgelse af en farvet arbejdsjakke af 65% polyester og 35% bomuld.

Som udgangspunkt opfylder den beskrevne arbejdsjakke følgende kriterier:

- garnerne behandles med slettemiddel inden vævning af tekstilet
- det vævede tekstil afslettes inden farvning
- der bruges reaktivfarvestoffer til bomuld og dispersionsfarvestoffer til polyester
- tekstilet farves i atmosfærisk jigger ved anvendelse af carrier, opløsningsmiddel, baseret på dichlorbenzen
- tekstilet efterbehandles efter farvning med et syforbedringsmiddel, kaldet blødgøring
- der er intet tryk på arbejdsjakken
- arbejdsjakken har ti messing knapper, én messinglynslås foran samt en polyester lynlås i en indvendig lomme
- levetid: Tre år - nøgletal fra vaskeribranchen
- antal vask i levetiden: 40 gange - nøgletal fra vaskeribranchen
- vaskes ved 80-95°C og tørres i tørretumbler på industrivaskeri
- strygning unødvendig.

Mange af de identificerede processer i livsforløbet for arbejdsjakken er også gældende for andre produkter af bomuld og polyester. Det kan fx være i forhold til energifremstilling, transportprocesser, råvarefremstilling, visse produktionsprocesser, vask og strygning i brugsfasen og forbrænding under bortskaffelsen.

Livsforløbet for en arbejdsjakke

Livsforløbet for den beskrevne arbejdsjakke kan opdeles i de fem faser, der er beskrevet nedenfor: Materialefase, produktionsfase, brugsfase, bortskaffelsesfase og transportfase. I det følgende beskrives de enkelte faser.

Materialefasen	Dyrkning og høst af bomuld ▼ Fremstilling af polyester ▼ Fremstilling af messing
Produktionsfasen	Messinglynslås og -knapper ▼ Garnfremstilling ▼ Vævning (naturlig slettemiddel) ▼ Afsletning og blegning ▼ Farvning på jigger ▼ Efterbehandling ▼ Konfektion
Brugsfasen	Vask ▼ Tørring ▼
Bortskaffelsesfasen	Bortskaffelse ▼
Transportfasen	Transport

Materialefasen

Bomuld dyrkes i mange lande under forskellige geografiske og klimatiske forhold. Dyrkningen indebærer ofte et stort forbrug af kunstgødning, vand og pesticider. Det sidste til bekæmpelse af insekter, sygdomme og ukrudt. Desuden bruges der kunstgødning sammen med afløvningsmidler, som hjælper til, at plukningen kan foregå maskinelt. Brugen af kemikalier er et væsentligt miljøproblem for både menneskers sundhed og for naturen.

Polyester produceres på basis af råolie og naturgas. Produktionen kan påvirke mennesker og miljø lokalt, regionalt og globalt. Under forarbejdnings til fiber tilsættes som regel smøremidler i form af spindeolie og antistatiske midler.

Messing produceres af kobber og zink malme. Det transporteres fra alle verdensdele til forarbejdning i Europa. I miljøvurderingen af arbejdsjakken er der brugt de eksisterende data på messing i det oprindelige UMIP-PC-værktøj.

Produktionsfasen

Garnfremstilling

Blandingen af bomulds- og polyesterfibre i det ønskede blandingsforhold er normalt det første trin i processen på spinderiet. Derefter kartes, kæmmes og spindes fibrene til garnet.

Før bomulden kan spindes til garn, skal fibrene skilles fra det øvrige plantemateriale. En af de største miljørisici i den proces er indånding af bomuldsstøv. På få år kan personalet udvikle den dødelige sygdom byssinose – også kaldet stenlunge. Derfor er det vigtigt, at maskinerne er indkapslet, så støvudviklingen er minimal. Det gælder også ved selve spindeprocessen, hvor fibre spindes til garnet.

Vævning

Fælles for alle væverier er, at de bruger midler til forstærkning af kædegarnet i selve væveprocessen – også kaldet slettemidler. Slettemidler kan være baseret på naturlig stivelse fra fx majs, ris eller kartofler. Det kan også være baseret på syntetiske stoffer som polyvinylalkohol (PVA) eller carboxymethylcellulose (CMC). Bruges syntetiske sletter kan slettemidlet genbruges. Det kræver dog, at afsletteprocessen foretages i nærheden af et væveri, hvor sletten kan genanvendes.

Ved miljøvurderingen af arbejdsjakken er der taget udgangspunkt i, at der er valgt naturlig slette i vævningen. Det skyldes, at der ikke er nogen virksomheder i Danmark, der kan genanvende sletten. Desuden er der valgt data fra moderne væverier, som anvender lukkede højhastigheds væve med luftdrevne fremføringssystemer.

Forbehandling

I forbindelse med forbehandlingen af vævede produkter foretages der altid en afsletning, hvor slettemidlet vaskes ud af de vævede varer. Bomulden indeholder desuden en del bomulds voks, og polyestergerne indeholder en del smøreljer fra produktionen, der skal fjernes, før det er muligt at farve tekstilet. Eventuelle rester af pesticider fra bomuldsdyrkingen, primært afløvningsmidler, udvaskes også ved denne proces og ender her efter i spildevandet.

Skal slutproduktet have en lys farve, kan fibrenes naturlige farve fjernes ved blegning. Vælger man klorblegning, vil der dannes og efterfølgende udledes de såkaldte AOX-forbindelser ("adsorbérbar organisk halogen"), som er skadelige for miljøet. Man kan også vælge at blege med brintperoxid, hvor der ikke udledes AOX-forbindelser.

Ved miljøvurderingen af arbejdsjakken er der som udgangspunkt valgt afsletning med enzymer samt vask og blegning med brintperoxid, som er normalt i Danmark. Derudover er der taget højde for en begrænset udledning af pesticider (0,005 g afløvningsmiddel per kg bomuld).

Farvning

De forskellige fibertyper farves separat. Bomuld typisk med

reaktiv- eller kypefarvestoffer og polyester med dispersionsfarvestoffer.

For at farve polyesterdelen er det her nødvendigt at anvende opløsningsmidler, såkaldte carriers, for at åbne polyesterfibre for dispersionsfarvestofferne. Farvning med carriers er ikke normalt i Danmark, da det er kræftfremkaldende eller skadeligt for nervesystemet. Carriers anvendes dog stadig flere steder i verden ved farvning af polyester.

Farvestoffer til indfarvning af tekstiler er kemisk set ofte baseret på azo-grupper og kan indeholde tungmetaller. Enkelte af de farvestoffer, der indeholder azo-grupper, kan fraspalte kræftfremkaldende stoffer af typen arylaminer.

I denne miljøvurdering er valgt farvestoffer fra gruppen af reaktivfarvestoffer og dispersionsfarvestoffer uden tungmetaller og uden arylamin-problematikken. Farvningen af polyesterdelen er gennemført med en carrier baseret på dichlorbenzen.

Efterbehandling

Efterbehandlingen af de tekstiler, der skal bruges til en arbejdsjakke, vil af hensyn til den efterfølgende konfektionering normalt bestå i en behandling med et syforbedringsmiddel. Processen kaldes oftest en blødgøring. Mange tekstiler udstyres desuden ved hjælp af kemikalier med specifikke funktionelle egenskaber fx - strygefri, vandskyende og brandhæmmende. Hjælpekemikalier til disse produktioner har ofte mange særdeles uønskede miljøegenskaber både i forhold til det ydre miljø og i forhold til arbejdsmiljøet.

Ved miljøvurderingen af arbejdsjakken er der taget udgangspunkt i, at tekstilerne efterbehandles med et miljøvenligt blødgøringsmiddel.

Konfektionering

I konfektioneringen er der spild ved tilskæring til det endelige produkt. For arbejdsjakken er der regnet med et spild på 10%. En del af spildprodukterne genbruges til produkter af lavere kvalitet. Hovedparten går til affaldsforbrænding med varme- og energigenvinding, der modregnes i energiforbruget i maskinparken.

Brugsfasen

For arbejdsjakken i denne miljøvurdering er hovedscenariet, at den vaskes ved 80°C og tørres på et industrivaskeri.

Bortskaffelsesfasen

Tekstiler må ikke deponeres i Danmark. De skal brændes ved endelig bortskaffelse. På den måde udnyttes energiindholdet og erstatter energikilder som olie og naturgas. Forbrændingen af bomuld er CO₂-neutral, fordi bomulden under sin vækst har optaget den samme mængde CO₂, som frigives ved forbrændingen. Messingknapper og lynlås forlader forbrændingsanlægget med slaggen og har kun en ubetydelig effekt på miljøet.

Transportfasen

Der er inkluderet transportsценарier til og fra de forskellige forarbejdningsled i produktionskæden samt fra systuen til detailhandelen.

Arbejdsjakkens miljøbelastning

Miljøvurderingen er foretaget efter UMIP-metoden - Udvikling af Miljøvenlige Industriprodukter - hvor miljøbelastningen vurderes i forhold til en række internationalt anerkendte miljøeffekttyper.

I de følgende figurer præsenteres resultaterne af de enkelte processer i hovedscenariet. I enkelte af processerne forekommer negative bidrag eller påvirkninger, som skyldes estimerede genbrugspotentialer og dermed reduceret ressourceforbrug og potentielle miljøeffekter. Disse kan overføres til andre produkter og figurerer derfor her som negative bidrag i miljøprofilen.

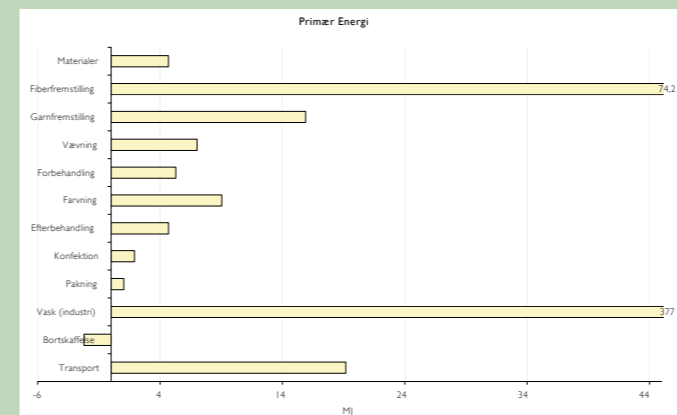
Forbrug af primær energi

Af figur 2 ses, at processerne i brugsfasen tegner sig for hovedparten af forbruget af primær energi. Forbruget afspejler processer, der kræver meget elektrisk energi eller opvarmning af vand og luft i forbindelse med vask og tumbling.

Også fiberfremstillingen omfatter meget energiforbrugende processer. For bomuldens vedkommende skyldes det primært kørsel på markerne og fremstilling af kunstgødning og pesticider. For polyesterens vedkommende forbruges lidt mere end 1 kg olie til procesenergi for hvert kg olie, der omdannes til polyester.

Herefter er det fremstilling af garn, der rangerer som det tredje største energiforbrug.

Ved afbrænding af arbejdsjakken på et forbrændingsanlæg genvindes dog en mængde energi, der godskrives i energiregnskabet.



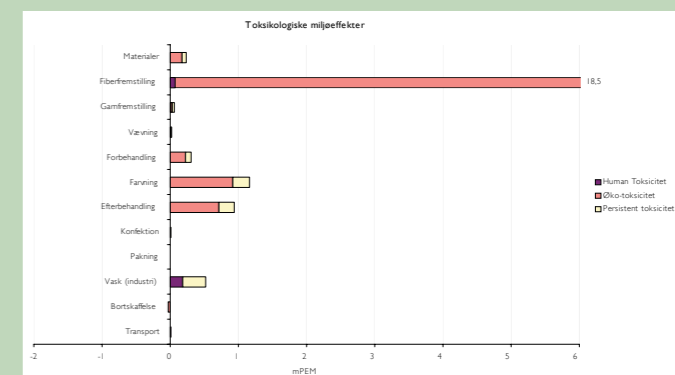
Figur 2 Forbrug af primær energi per funktionel enhed

Mulige miljøeffekter

Det er specielt de sværtnedbrydelige giftstoffer og pesticider, der er dominerede, jvf. figur 3. De bidrager til potentielle negative miljøeffekter, når de spredes på bomuldsmarkerne i dyrkningsprocessen. De data, der bruges til bestemmelse af pesticidmængden per hektar, er baseret på en "worst case" antagelse. Fokus i denne fase er derfor rettet mod en reduktion af pesticidforbruget ved dyrkning af bomuld.

I produktionsfasen viser miljøprofilen, at det primært er indfarvningsprocessen og efterbehandlingsprocessen, der har den største negative effekt på miljøet. Årsagen er, at der anvendes carrier til farvning, og at der i blødgøringsprocessen efter farvningen tilsættes efterbehandlingskemikalier. Fokus i denne fase er derfor at nedbringe brugen af eventuelt miljøbelastende carriers, farvestoffer og efterbehandlingskemikalier.

I brugsfasen er det primært de forskellige kemikalier i vaskemidlerne, der er potentielt sværtnedbrydelige stoffer.



Figur 3 Toksikologiske miljøeffektspotentialer per funktionel enhed

Hvad nu hvis vi valgte...

De miljøeffekter en arbejdsjakke - eller et hvilket som helst andet tekstilprodukt - har i sin levetid, påvirkes både af producentens og af forbrugers valg. For at synliggøre konsekvenserne af en række andre mulige valg, end dem der er beskrevet ovenfor, er der udarbejdet en række scenarier både for producent og forbruger. I det følgende vil konsekvenserne ved af nogle af disse valg blive skitseret.

... et andet blandingsforhold mellem bomuld og polyester

Bomuld og polyester er de to mest anvendte fibertyper til tekstilprodukter, dog med vidt forskellige egenskaber. Bomuld kan ånde og er fugtabsorberende. Så længe den er tør, er den isolerende og behagelig i både varme og kulde. Polyester er slidstærk, let at vaske og tørre. Det skal ikke stryges og holder faconen.

Idéen i at blande de to fibertyper er at udnytte tekstilernes forskellige egenskaber. De forskellige blandingsforhold af polyester og bomuld giver imidlertid produkter med meget forskellige funktionaliteter. Hvis fx kvaliteter som slidstyrke og vaskbarhed af arbejdsjakken vægtes højt – eventuel ud fra et miljøsynspunkt - og der dermed accepteres et højt indhold af polyester, er der risiko for, at jakken suppleres med ekstra sweatshirts og T-shirts af bomuld. I de tilfælde er gevinsten ved at vælge denne kvalitet af jakke gået tabt. Når man miljøvurderer et produkt, fx en arbejdsjakke, er det derfor vigtigt at sikre sig, at jakken også har de ønskede brugsegenskaber, så det ikke er nødvendigt at supplere med andre klædningsstykker for at opnå den ønskede komfort.

... at bomulden var økologisk dyrket

Ved at vælge økologisk dyrket bomuld har producenten stor mulighed for at påvirke tekstilens samlede miljøprofil i forhold til de potentielle miljøskadelige effekter. Derudover skal det tages med i betragtning, at mange af de midler, der bruges til bomuldsdyrkning, er sundhedsskadelige for mennesker. Ved forkert eller uforsigtig anvendelse kan underleverandøren udsætte sig selv og sine ansatte for sundhedsfare.

..... at farve polyesterdelen uden brug af opløsningsmidler - carriers

Valg af carrier har begrænset betydning, når man ser på hele arbejdsjakkens livscyklus. Derimod har det stor indflydelse på produktets miljøprofil, hvis produktionsfasen betragtes separat. Det betyder, at producenten har direkte mulighed for at forbedre produktets miljøprofil. Ved at anvende mindst muligt eller slet



Miljøvurdering af en bluse af viskose, nylon og elasthan



En miljøvurdering følger et produkts livscyklus fra vugge til grav og beregner så vidt muligt miljøeffekterne fra produktets tilblivelse og materialefase til den endelige bortskaffelse.

Denne miljøvurdering bygger på en undersøgelse af en farvet bluse af 70% viskose, 25% nylon og 5% elasthan.

I miljøvurderingen er det forudsat, at blusen opfylder følgende kriterier:

- blusen er stikket af 70% viskose, 25 % nylon og 5% elasthan
- viskose farves med reaktivfarvestoffer
- nylon farves med syrefarvestoffer
- elasthan farves som nylon
- vaskes ved 40°C
- tørres på tørresnor
- stryging er unødvendigt
- levetid: 25 gange vask
- blusen vejer 200 g, svarende til et tekstil der vejer 125 g per m².

Miljøvurderingen er gennemført, selvom det ikke har været muligt at skaffe data for en række af de specifikke produktionsprocesser for materialerne i blusen. Det er imidlertid ikke usædvanligt, at der forekommer såkaldte datahuller, når man arbejder med livscyklusanalyser - LCA.

Men da data fra denne miljøvurdering indgår i en større sammenhæng, som har frembragt data for mange forskellige tekstilprocesser, er det muligt at sammenligne med data fra andre lignende materialer og processer. Det betyder, at selvom der ikke er tale om en fuldstændig dokumenteret miljøvurdering, kan man alligevel ved at sammenligne data danne sig et billede af blusens miljøpåvirkning.

Mange af de processer, der er gældende i livsforløbet for blusen, er også gældende for andre produkter af viskose og nylon. Det kan fx være i forhold til energifremstilling, transportprocesserne, råvarefremstilling, visse produktionsprocesser, vask i brugsfasen og forbrænding under bortskaffelsen.

Derudover har producenten indflydelse på en række produktionsmæssige forbedringer. Det kan fx være i forbindelse med valg af slidstærke materialer og ikke giftige farvestoffer.

Forbrugsmønstre og miljøbevidsthed hos den enkelte forbruger har også indflydelse på blusens miljøprofil. Her har kendskabet til miljømærkning af produkter i kombination med gode vaner stor betydning. Det kan fx være i forhold til:

- valg af mest miljøvenlige vaskemetode
- minimalt brug af vaskemiddel
- ingen brug af skyllemiddel
- ingen brug af tørretumbling.

Konklusionen på miljøvurderingen er således, at der skal fokuseres på genbrug af viskosefibre og på brugsfasen.

Denne miljøvurdering er udarbejdet som en del af projekt "Formidling af UMIPTEx" som er støttet af Miljøstyrelsens Program for renere produkter m.v..

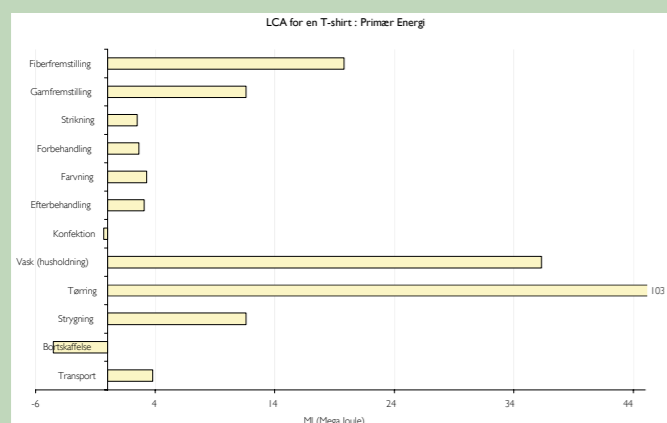
For projektet "Formidling af UMIPTEx" er udarbejdet yderligere fem miljøvurderinger som denne:

- En T-shirt af 100% bomuld
- En træningsdragt af nylon mikrofibre med bomuldsfor
- En arbejdsjakke af 65% polyester og 35% bomuld
- En dug af bomuld
- Et gulvtæppe af nylon og polypropylen

Endvidere er der udarbejdet en folder "UMIP miljødata for tekstiler – et overblik", der giver et overblik over datagrundlaget samt giver yderligere henvisninger til andet dokumentations- og baggrundsmateriale.

Miljøvurderingen er udarbejdet af:

Hans Henrik Knudsen, Institutet for Produktudvikling, Danmarks Tekniske Universitet, Søren Ellebæk Laursen, Teknologisk Institut, Tekstil, og Inge Fisker, Valør & Tinge.



Figur 4 Forbrug af primær energi per funktionel enhed for en T-shirt

Energiforbruget til fiberfremstillingen for blusen af viskose, nylon og elasthan i figur 2 er altdominerende. Sammenlignes med T-shirten i figur 4 ses, at nok er fiberfremstillingen også meget væsentlig her, men brugsfasen (vask, tørring og stryging) har endnu større betydning.

For en producent, der ønsker at forbedre blusens miljøprofil, er budskabet derfor klart: Der skal arbejdes med genbrug af fiberet materialet – primært viskose.

Hvordan kan blusens miljøbelastning nedsættes

I forlængelse af miljøvurderingen af blusen og på baggrund af de gennemførte scenarier for andre tekstilprodukter, kan man drage følgende konklusioner:

Overordnet ser det ud til, at det er producenten, der har de bedste muligheder for at påvirke produktets samlede miljøprofil. Hovedsageligt gennem valg af materiale og kemikalier og ved at anvende viskose, der er produceret under kontrollerede forhold.

beregne den skadelige effekt, som en vedvarende påvirkning fra stoffet har på mennesker og miljø.

Nylon og elasthan tilhører gruppen af syntetiske fibre. Disse produceres ud fra råolie og naturgas, der gennem en række kemiske processer omdannes til plast. Produktionen kan have en skadelig effekt på mennesker og miljø både lokalt, regionalt og globalt. Under forarbejdningen til fiber tilsættes som regel smøremidler i form af spindeolie og antistatiske midler. I visse tilfælde tilsættes desuden bakterie- og svampedræbende midler.

Det har ikke været muligt at indhente specifikke data for fremstilling af elasthan. Men da elasthan består af 85% polyurethan, er de manglende data i stedet estimeret ved at tage udgangspunkt i de eksisterende data for polyurethan i det oprindelige UMIP-PC-værktøj.

Produktionsfasen

Produktionen er delt op i flere processer: Garnfremstilling, strikning, forbehandling, farvning, efterbehandling og konfektionering.

Garnfremstilling

Da blusen udelukkende består af kunstigt fremstillede fibre, er der ikke altid, som fx i forbindelse med fremstilling af tekstiler af bomuld, behov for en egentlig garnfremstillingsproces. Viskose, nylon og elasthan leveres ofte som garner direkte fra producenten af materialet. I denne vurdering forudsættes det, at garnerne kommer fra fiberproducenten og går direkte til strikkeprocessen.

Strikning

Viskose-, nylon- og elasthangarnerne strikkes på en rundstrikkemaskine, så det bliver til et rørformet tekstil, der senere opskæres til en metervare. I forbindelse med strikningen bruges ofte minerale strikkeolier, som er svært biologisk nedbrydelige. Olierne udvaskes ved senere processer, hvor varen gennemgår flere behandlinger med vand og kemikalier for til slut at ende i spildevandet fra vådbehandlerne/farverne.

Forbehandling

Viskosen indeholder en del snavs, strikkeolier og urenheder fra produktionen, mens nylon og elasthan indeholder forskellige glide midler tilsat under produktionen. For at få et jævnt og ensartet produkt at farve på fjernes disse rester ved vask.

Farvning

De forskellige fibertyper farves hver for sig. Viskose farves typisk med reaktivfarvestoffer, nylon og elasthan med syrefarvestoffer.

Farvestoffer til indfarvning af tekstiler er kemisk set ofte baseret på azo-grupper og kan derfor indeholde tungmetaller. Enkelte af disse farvestoffer kan fraspalte kræftfremkaldende stoffer af typen arylaminer. I tekstilbranchen og hos producenter af farvestoffer har man dog været opmærksom på arylamin-problematikken i mange år. Farvestofferne er derfor helt udfaset hos de store farvestofproducenter og på moderne europæiske farverier, men stofferne kan stadig identificeres i importvarer til Europa. Antallet af farvestoffer, der indeholder tungmetaller reduceres hvert år. Dog må de farverier, der helt fravælger at bruge farvestoffer, der indeholder tungmetaller, afstå fra at indfarve i enkelte specifikke nuancer.

I denne miljøvurdering er der valgt farvestoffer fra gruppen af reaktivfarvestoffer og syrefarvestoffer uden tungmetaller og uden arylamin-problematikken.

Efterbehandling

Den farvede metervare slutfikseres. Det vil sige, at kvadratmeter vægten indstilles. Herefter tørres stoffet og rulles op på paprør, inden det transporteres til videre behandling.

Konfektionering

I konfektioneringen vil der være et spild i forbindelse med tilskæring af stoffet. For blusen regnes med et spild på 10%. En del af spildprodukterne genbruges til produkter af lavere kvalitet. Hovedparten går til affaldsforbrænding med varme- og energigenvinding, som modregnes i energiforbruget i maskinparken.

Brugsfasen

I denne miljøvurdering er hovedscenariet, at blusen i brugsfasen vaskes ved 40°C og tørres på tørresnor.

Bortskaffelsesfasen

Tekstiler må ikke deponeres i Danmark. De skal brændes ved endelig bortskaffelse. På den måde udnyttes energiindholdet og erstatter energikilder som olie og naturgas. Forbrændingen af viskose er CO₂-neutral, fordi cellulosen under sin vækst har optaget den samme mængde CO₂, som frigives ved forbrændingen.

Transportfasen

I miljøvurderingen af blusen er inkluderet transports scenarier til og fra de forskellige forarbejdningsled i produktionskæden: Fiberproduktion i Tyskland, strikning og farvning i Danmark og konfektionering i Polen. Til slut transporteres blusen fra systuen til detailhandelen i Danmark og videre fra den enkelte butik til forbrugeren.

Blusens miljøbelastning

Miljøvurderingen er foretaget efter UMIP-metoden - Udvikling af Miljøvenlige Industriprodukter - hvor miljøbelastningen vurderes i forhold til en række internationalt anerkendte miljøeffekttyper.

I de følgende figurer præsenteres resultaterne af de enkelte processer i hovedscenariet. I enkelte af processerne forekommer negative bidrag eller påvirkninger, som skyldes estimerede genbrugspotentialer og dermed reduceret ressourceforbrug og potentielle miljøeffekter. Bidragene og de potentielle ressourcebesparelser kan overføres til andre produkter og figurerer derfor her som negative bidrag i opgørelsen af blusens miljøprofil.

Det er ikke muligt at sammenligne de enkelte figurer, da der ikke er brugt de samme enheder. Forbruget af primær energi i figur 2 er fx opgjort i mega joule, MJ, mens ressourceforbruget i figur 3 er opgjort i enheden "personreserve". Personreserven tager højde for forsyningshorisonten af de enkelte ressourcer opgjort på baggrund af verdensreserverne i 1990.

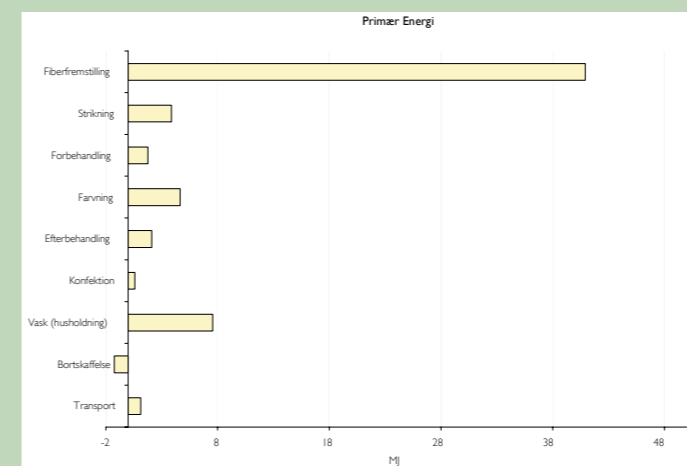
Forbrug af primær energi

Forbruget af primær energi afspejler, hvor meget de enkelte faser i livsforløbet trækker på energirelaterede ressourcer, enten direkte som materiale eller som brændstof til fx produktion af elektrisk energi, til opvarmning af luft eller procesvand eller til transport. Begrebet primær energi henviser til, at alle forbrug

er regnet tilbage til de oprindelige mængder, der er trukket. Fx er forbruget af elektricitet til en strikkemaskine regnet tilbage til den mængde brændsel, der er brugt for at producere elektriciteten - inklusiv diverse tab i kraftværk og ledningsnet.

I figur 2 kan man se, at det primært er fiberfremstillingen, der tegner sig for et stort forbrug af energi. Det skyldes energiforbruget til industriel fremstilling af de kunstige fibre. Det er primært fremstilling af viskosefibre, der vejer tungt. Det skyldes, dels at viskose udgør 70% af den totale vægt af blusen, dels at der skal bruges 196 MJ primært energi per kg viskosefibre, der skal produceres. Det er cirka dobbelt så meget som ved produktion af fx polyesterfibre.

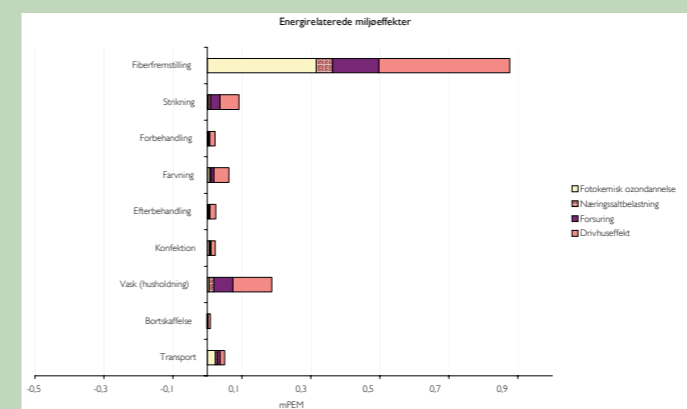
I brugsfasen er det forbruget af elektricitet til vask, der er årsag til belastningen. Ved afbrænding af blusen på et forbrændingsanlæg genvindes en mængde energi, der godskrives i energiregnskabet.



Figur 2 Forbrug af primær energi per funktionel enhed

Mulige miljøeffekter

De potentielle energirelaterede miljøeffekter – fotokemisk ozondannelse, næringssaltbelastning, forurening og drivhuseffekt, som er opgjort i figur 3, kommer primært fra afbrændingen af fossile brændsler.



Figur 3 Energirelaterede miljøeffekter per funktionel enhed

I figur 3 kan man se, at bidragene til de potentielle miljøeffekter fortrinsvist stammer fra processerne i forbindelse med fiberfremstilling og vask.

Datamangler i vurderingen

Der er datamangler i to meget grundlæggende processer i livsforløbet for blusen. Det drejer sig om energi- og toksicitetsrelaterede data.

Manglende energirelaterede data

Det har ikke været muligt at finde data for fremstilling af elasthan. Men da elasthan kun udgør 5% af blusens total vægt, og da der ikke er kendskab til, at der i fremstillingen af elasthan - i forhold til produktionen af andre kunstige fibre - udledes særligt betænkelige kemikalier, så er det vurderingen, at de manglende data ikke har væsentlig betydning for den samlede miljøvurdering.

Som erstatning for de manglende data for fremstilling af elasthan fibre er der taget udgangspunkt i, at elasthan for 85% vedkommende består af polyurethan. Der er herefter modelleret et elasthan lignende materiale ud fra data i det oprindelige UMIP-PC-værktøj for processen "Fremstilling af polyurethan (fleksibelt skum)".

Da alle andre relevante energidata er med i den beregnede model, er vurderingen, at de manglende data ikke har betydning for udseendet af figur 2. Det samme er gældende for figur 3, der primært vedrører miljøeffekter som følge af forbrug af energi.

Manglende toksicitetsrelaterede data

Manglen på kvantitative data på skadeligheden af specifikke kemikalier er ofte udtalt. Da UMIP beregningsværktøjet er afhængig af kvantitative data for at kunne beregne miljøeffekterne fra kemikalierne, opstår der ofte datahuller.

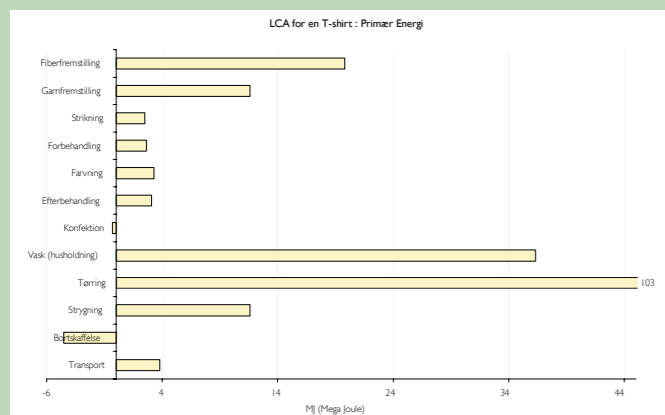
I denne miljøvurdering har det som tidligere nævnt ikke været muligt at identificere kvantitative data på miljøeffekten af stoffet carbondisulfid. Heller ikke selvom en række sulfider anvendes og udledes i store mængder ved fremstilling af viskose. Først og fremmest som carbondisulfid, hvor der bruges 20-30 g per kg produceret viskose. De lokale miljøproblemer kan være meget store, hvis udledningen af sulfider i forbindelse med produktionen ikke reduceres.

Miljøvurdering trods datamangler

Datamangler i forhold til energiforbruget kan som beskrevet ovenfor ofte erstattes ved at tage udgangspunkt i eksisterende data i det oprindelige UMIP-PC-værktøj. Derimod efterlader datamangler på den potentielt skadelige effekt af specifikke kemikalier oftest huller i vurderingen.

En forholdsvis sikker sammenligning kan være at sammenligne forbruget af primær energi i figur 2 med en tilsvarende figur fra andre miljøvurderinger. Sammenligner man profilen i figur 2 med den tilsvarende for fx en T-shirt af bomuld, som ses i figur 4, så er forskellene bemærkelsesværdige. Figur 4 er taget fra Miljøvurderingen af en T-shirt af 100% bomuld, som følger samme principper som denne.

gur 2, og sammenligner den med den tilsvarende for fx en T-shirt af bomuld, som ses i figur 4, så er forskellene bemærkelsesværdige. Figur 4 er taget fra Miljøvurderingen af en T-shirt af 100% bomuld, som følger samme principper som denne vurdering.



Figur 4. Forbrug af primær energi pr. funktionel enhed for en T-shirt.

I brugsfasen for T-shirten er energiforbruget i forbindelse med vask cirka dobbelt så stort som energiforbruget til fiberfremstillingen - figur 4. Mens det omvendte er tilfældet for dugen - figur 2. Forskellen skyldes anvendelsen af ScotchGuard behandlingen på dugen og det dermed reducerede behov for vask. Anvendelsen af ScotchGuard behandlingen har altså en direkte indflydelse på dugens miljøprofil – uden denne behandling skulle dugen formentlig have været vasket efter hver gang, den havde været brugt. Det havde resulteret i et energiforbrug til vask, der havde været op til seks gange større, end det er vist i figur 2.

For T-shirten er tørring altdominerende. Det ville også have været tilfældet for dugen, hvis tørring i tumbler var en del af vurderingen for dugen.

Hot Spots

De primære kilder for miljøbelastningen i dugens livscyklus er følgende:

Energiforbrug i brugsfasen

Uden ScotchGuard behandlingen ville energiforbruget i brugsfasen udgøre hovedparten af det totale primære energiforbrug – også selvom dugen blev tørret på tørresnor og ikke i tumbler. ScotchGuard behandlingen har altså en direkte og betydningsfuld indflydelse på energiforbruget i brugsfasen.

Toksikologiske miljøeffekter

Hovedparten af den potentielle miljøeffekt ved forgiftning af plante- og dyrelivet og hovedparten af de svært nedbrydelige stoffer i dugens livsforløb stammer fra dyrkning og høst af bomuld. Miljøpåvirkningen skyldes brugen af pesticiderne: Herbicid, insekticid, fungicid, vækstregulator og afløvningsmiddel.

Hvordan kan miljøbelastningen nedsættes

Den enkelte producent har store muligheder for at påvirke dugens miljøprofil. Det kan først og fremmest ske gennem materialevalg og gennem efterbehandlingen på trykkeriet. Effekten af at vælge økologisk bomuld kan illustreres ved at betragte miljøprofilen i figur 3 og forestille sig de toksikologiske effekter i fiberfremstillingen fjernet, og effekten af ScotchGuard behandlingen er illustreret ovenfor. Desuden er der en række produktionsmæssige forbedringer, som producenten har direkte indflydelse på. Det kan fx være i forbindelse med valg af miljøvenlige pigmenter og hjælpekemikalier.

Som forbruger har man også mulighed for at påvirke produktets samlede miljøprofil. For det første er det vigtigt at vælge duge, der er behandlet med ScotchGuard eller ligende produkter. For det andet er det vigtigt, at forbrugeren ved, at det ikke er nødvendigt at vaske så ofte, hvis man vælger sådan et produkt. Derfor er forbrugsmønstre og miljøbevidsthed hos den enkelte forbruger er afgørende. I den forbindelse har kendskabet til miljømærkning af produkter kombineret med gode vaner stor betydning. Det kan fx være i forhold til:

- at undlade at bruge tørretumbler
- at vaske ved så lav temperatur som muligt
- minimal brug af vaskemiddel
- ingen brug af skyllemiddel
- bortskaffelse til forbrændingsanlæg.

Denne miljøvurdering er udarbejdet som en del af projekt "Formidling af UMIPTEX" som er støttet af Miljøstyrelsens Program for renere produkter m.v..

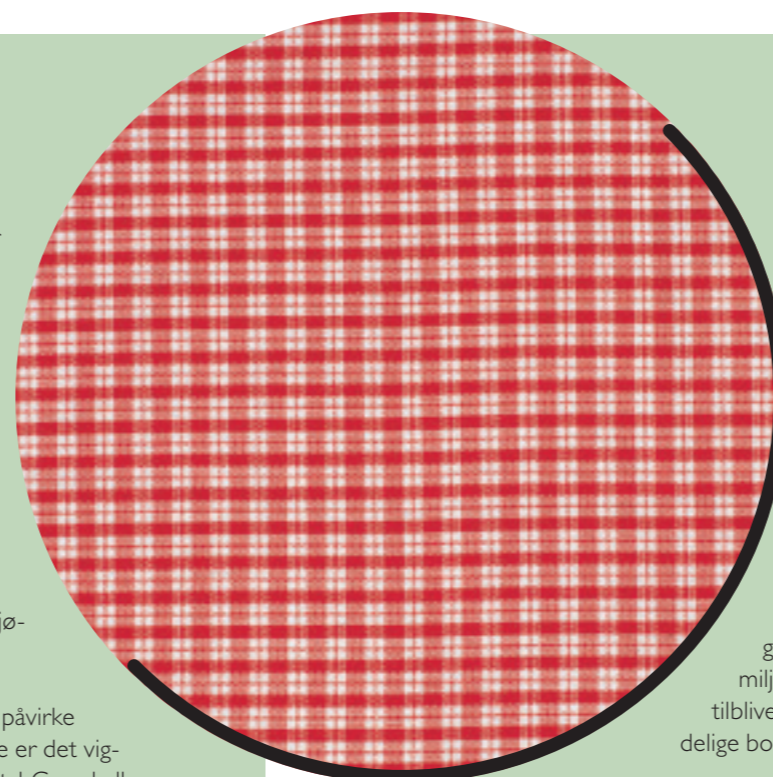
For projektet "Formidling af UMIPTEX" er udarbejdet yderligere fem miljøvurderinger som denne:

- En T-shirt af 100% bomuld
- En træningsdragt af nylon mikrofibere med bomuldsfor
- En arbejdsjakke af 65% polyester og 35% bomuld
- En bluse af viskose, nylon og elasthan
- Et gulvtæppe af nylon og polypropylen

Endvidere er der udarbejdet en folder "UMIP miljødata for tekstiler – et overblik", der giver et overblik over datagrundlaget samt giver yderligere henvisninger til andet dokumentations- og baggrundsmateriale.

Miljøvurderingen er udarbejdet af:

Hans Henrik Knudsen, Institutet for Produktudvikling, Danmarks Tekniske Universitet, Søren Ellebæk Laursen, Teknologisk Institut, Tekstil, og Inge Fisker, Valør & Tinge.



Miljøvurdering af en borddug af bomuld

En miljøvurdering følger et produkts livscyklus fra vugge til grav og beregner så vidt muligt miljøeffekterne fra produktets tilblivelse og materialefase til den endelige bortskaffelse.

Denne miljøvurdering bygger på en undersøgelse af en vævet og trykt borddug af 100% bomuld. Udgangspunktet er, at dugen bruges 150 gange fordelt over to år.

Som udgangspunkt opfylder den beskrevne dug følgende kriterier:

- 100% vævet bomuld
- trykning med pigmenter
- vask 60°C
- tørres på tørresnor
- stryges efter hver vask, hvor det tager cirka 10 minutter at stryge dugen
- levetid: 25 gange vask
- dugen måler 2,65 m² og vejer 145 g per m². Dugen vejer i alt cirka 384 g.

I miljøvurderingen antages det, at rengøringen af dugen består af en aftørring, hver gang den har været brugt. Kun hver sjette gang vaskes den ved 60°C. Dugen er behandlet med et overflademodificerende kemikalie, som er med til at reducere antallet af nødvendige vask i forhold til en normal dug. På den baggrund vurderes 150 ganges brug svarende til 25 ganges vask at være en realistisk levetid. Der er ikke taget højde for, at dugen presses eller rulles.

Datahuller

Miljøvurderingen er gennemført, selvom det ikke har været muligt at skaffe data for en række specifikke kemikalier. Det er imidlertid ikke usædvanligt, at der forekommer såkaldte datahuller, når man arbejder med livscyklusanalyser – LCA.

Da data fra denne miljøvurdering indgår i en større sammenhæng med data for mange forskellige tekstilprocesser, er det muligt at sammenligne med data fra andre lignende materialer og processer. Det betyder, at selvom der ikke er tale om en fuldstændig dokumenteret miljøvurdering, kan man alligevel ved at sammenligne data danne sig et billede af dugens miljøpåvirkning.

Produktets familie

Livsforløbet for en dug i 100% bomuld kan opdeles i de fem faser, der er beskrevet i figuren nedenfor: Materialefase, produktionsfase, brugsfase, bortskaffelsesfase og transportfase. De enkelte faser består af følgende processer:

Materialefasen	Dyrkning og høst af bomuld
Produktionsfasen	Garnfremstilling
	▼
	Vævning
	▼
	Forbehandling
	▼
	Trykning
	▼
	Efterbehandling
	▼
	Konfektion
Brugsfasen	Vask
	▼
	Hænge tørring
	▼
	Strygning
Bortskaffelsesfasen	Bortskaffelse
Transportfasen	Transport

Materialefasen

Bomuld dyrkes i mange lande under forskellige geografiske og klimatiske forhold. Dyrkning indebærer ofte et stort forbrug af kunstgødning, vand og pesticider, det sidste mod angreb af insekter, sygdomme og ukrudt. Selvom mængden af pesticider afhænger af de lokale forhold, er det under alle omstændigheder et væsentligt miljøproblem for både menneskers sundhed og for naturen.

Kunstvanding og anvendelse af kunstgødning belaster både grundvandet og overfladevandet. Ligesom afløvningsmidler, der bruges, så plukningen kan foregå maskinelt, påvirker miljøet i negativ retning. Forhold, der gælder for alle bomuldsprodukter - uanset om der er tale om beklædnings- eller tekstildele.

Produktionsfasen

Produktionen er delt op i flere processer: Garnfremstilling, vævning, forbehandling, trykning, efterbehandling og konfektionering.

Garnfremstilling

Fra bomulden er høstet, til fremstillingen af garnet kan begynde, skal fibre skilles fra det øvrige plantemateriale. Et af de største miljørisici i den sammenhæng er indånding af bomuldsstøv. På få år kan personalet udvikle den dødelige sygdom byssinosis – også kaldet stenlunge. Derfor er det vigtigt, at maskinerne er indkapslet, så støvudviklingen er minimal. Det gælder også ved selve spindeprocessen, hvor fibre spindes til garner. I forbindelse med spinding af 100% bomuldsgarn anvendes som regel ikke spindeolier, idet råbomuld indeholder voks, der virker som et naturligt smøremiddel.

Vævning

Fælles for alle væverier er, at de bruger midler til forstærkning af kædegarnet i selve væveprocessen – også kaldet slettemidler. Slettemidler kan være baseret på naturlig stivelse fra fx majs, ris eller kartofler. Det kan også være baseret på syntetiske stoffer som polyvinylalkohol (PVA) eller carboxymethylcellulose (CMC). Bruges syntetiske sletter kan slettemidlet genbruges. Det kræver dog, at afsletteprocessen foretages i nærheden af et væveri, hvor sletten kan genanvendes.

Ved miljøvurderingen af dugen er der som udgangspunkt valgt anvendelse af naturlig slette, da der ikke er nogen virksomheder i Danmark, der kan genanvende sletten. Desuden er valgt data fra moderne væverier, der anvender lukkede højhastigheds væve med luftdrevne fremføringssystemer.

Forbehandling

I forbindelse med forbehandlingen af vævede varer foretages der altid en afsletning, hvor slettemidlet vaskes ud. Bomulden indeholder desuden en del bomulds voks, der skal fjernes, før det er muligt at farve tekstilet. Eventuelle rester af pesticider fra bomuldsdyrkingen, primært afløvningsmidler, udvaskes ved denne proces og ender i spildevandet.

Skal dugen have en lys nuance, kan fibre naturlige farve fjernes ved blegning. Det gælder også, hvis der i dugens mønster indgår områder uden farvepåtryk. Vælger man klorblegning, dannes og udledes de såkaldte AOX-forbindelser (adsorbébar organisk halogen), som er skadelige for miljøet. Man kan vælge at blege med brintperoxid, hvor der ikke udledes AOX-forbindelser.

Ved miljøvurderingen af dugen er der som udgangspunkt valgt afsletning med persulfat samt vask og blegning med brintperoxid, som er normalt i Danmark. Derudover er der taget højde for en begrænset udledning af pesticider (0,005 g afløvningsmiddel pr. kg bomuld).

Trykning af tekstil metervarer med pigmenter

Skal dugen trykkes med såkaldt pigment tryk, foregår det ved, at trykpastaen påføres overfladen af tekstilet. Det sker gennem forskellige typer af skabeloner, hvor mønstre og figurer er standset ud. På en rotationstrykkemaskine er skabelonerne udformet som roterende valser. Her bruges en skabelonvalse for hver farve – mellem 2 og 12 valser med hver deres farve. I denne miljøvurdering er der anvendt 9 skabelonvalser – altså et mønster

med 9 farver. I vandforbruget er indregnet vand til rengøring af skabeloner samt omgivende blandings- og fremføringsudstyr til trykfarvepastaen.

Farvestoffer og pigmenter til farvning og trykning af tekstiler er kemisk set ofte baseret på azo-grupper og kan indeholde tungmetaller. Enkelte af den type farvestoffer kan fraspalte kræftfremkaldende stoffer af typen arylaminer. I tekstilbranchen og hos producenter af farvestoffer og pigmenter har man længe været opmærksom på arylamin-problematikken. Derfor er den type farvestoffer og pigmenter helt udfaset hos de store farvestofproducenter og på moderne europæiske farverier og trykkerier, men de kan stadig identificeres i importvarer til Europa. Antallet af farvestoffer og pigmenter, der indeholder tungmetaller bliver reduceret hvert år. Dog må de farverier, der helt fravælger farvestoffer med tungmetaller, afstå fra at indfarve i enkelte specifikke nuancer.

I denne miljøvurdering er valgt et pigment uden tungmetaller og uden arylamin-problematikken.

Det er ikke nødvendigt at vaske pigmenttrykte varer efter trykkeprocessen. De tørres og fixeres på en spændramme. Det trykte tekstil behandles desuden på en såkaldt kalender, for at det kan blive blødere og mere behageligt at røre ved. For kalenderingen er der tale om en fysisk påvirkning uden kemikalier.

Efterbehandling

For bomuldsdugen i denne miljøvurdering består efterbehandlingen i en imprægnering med et overflademodificerende stof.

Mange tekstiler udstyres ved hjælp af kemikalier med specifikke funktionelle egenskaber - fx strygefri og brandhæmmende. Kemikalier til disse produktioner kan have særdeles uønskede miljøegenskaber både i forhold til det ydre miljø og i forhold til arbejdsmiljøet.

I denne miljøvurderingen er der som udgangspunkt valgt efterbehandlingsmidlet ScotchGuard, da det mindsker behovet for vask af dugen i brugsfasen.

Konfektionering

I konfektioneringen er der et spild ved tilskæring til det endelige produkt. For dugen er spildet minimalt - omkring 1,5%.

En del af spildprodukterne genbruges til produkter af lavere kvalitet, men hovedparten går til affaldsforbrænding med varme- og energigenvinding, der modregnes energiforbruget i maskinparken.

Brugsfasen

For dugen i denne miljøvurdering er hovedscenariet, at den vaskes i vaskemaskine ved 60°C, tørres på tørresnor og stryges efterfølgende i 10 minutter – udgangspunktet er i alt 25 gange i dugens levetid.

Bortskaffelsesfasen

Textiler må ikke deponeres i Danmark. De skal brændes ved endelig bortskaffelse. På den måde udnyttes energiindholdet og erstatter energikilder som olie og naturgas.

Transportfasen

I miljøvurderingen af dugen er inkluderet transportscenarier

til og fra de forskellige forarbejdningsled i produktionskæden: Bomulden er fra Kina, garnproduktionen foregår i Polen, forbehandling og trykning i Danmark på to forskellige virksomheder, konfektionering i Polen inden dugen igen transporteres til Danmark til detailhandelen.

Desuden er der taget højde for transporten fra butikken til hjemmet – dog som en del af et større indkøb, så miljøbelastningen fra kørslen ikke kun kommer fra dugen.

Dugens miljøbelastning

Miljøvurderingen er foretaget efter UMIP-metoden - Udvikling af Miljøvenlige Industriprodukter - hvor miljøbelastningen vurderes i forhold til en række internationalt anerkendte miljøeffekttyper.

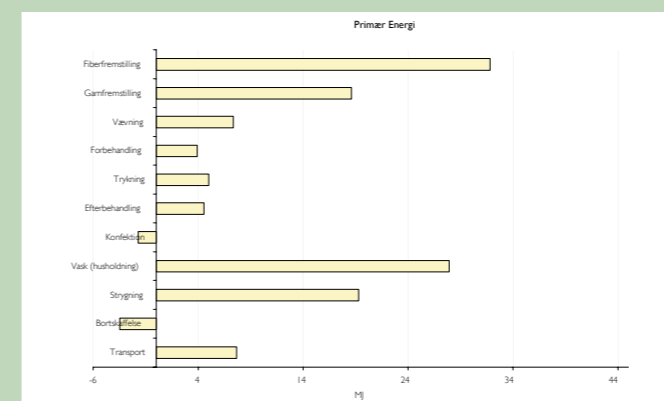
I de følgende figurer præsenteres resultaterne af de enkelte processer i hovedscenariet – de såkaldte miljøprofiler. I enkelte af profilerne forekommer negative bidrag eller påvirkninger, som skyldes estimerede genbrugspotentialer, reducerede ressourceforbrug og potentielle miljøeffekter. Disse kan overføres til andre produkter og figurerer derfor her som negative bidrag i miljøprofilen.

Da der ikke er brugt de samme enheder, er det ikke muligt at sammenligne figur 2 med de øvrige figurer. Forbruget af primær energi i figur 2 er opgjort i mega joule, MJ, mens miljøeffektpotentialerne i figur 3 og 4 er opgjort som "milli-person ækvivalenter". Milli person ækvivalenter er beregnet som den målsatte belastning for år 2000. Ved vægtning baseres vægtningsfaktorerne på globale (w) eller danske (DK) udledninger i år 2000.

Forbrug af primær energi

Forbruget af primær energi viser, hvor meget de enkelte faser i livsforløbet trækker på energirelaterede ressourcer, enten direkte som materiale eller som brændstof til fx produktion af elektrisk energi, til opvarmning af luft eller procesvand eller til transport. Begrebet primær energi henviser til, at alle forbrug er regnet tilbage til de oprindelige mængder. Fx er forbruget af elektricitet til en trykkerimaskine eller en spændramme regnet tilbage til den mængde brændsel, der er brugt for at producere elektriciteten - inklusiv diverse tab i kraftværk og ledningsnet.

I figur 2 kan man se, at det primært er i brugsfasen - vask og strykning - der tegner sig for en stor del af forbruget af primær energi. Det skyldes afbrændingen af fossile brændsler i forbindelse med produktion af elektricitet. Fremstillingen af bomuldsfibre udgør dog det største enkeltbidrag, mens garnfremstillingen har det tredje største forbrug.



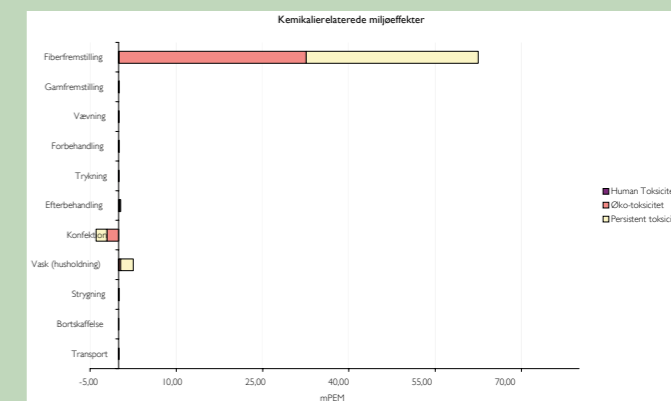
Figur 2 Forbrug af primær energi pr. funktionel enhed

Ved afbrænding af dugen på et forbrændingsanlæg genvindes en mængde energi, der godskrives i energiregnskabet.

Mulige miljøeffekter

I figur 3 kan man se, at bidragene til de potentielle miljøskeadelige effekter er dominerende. Især er den skadelige påvirkning af økosystemerne fra de svært nedbrydelige stoffer meget høje. Det skyldes primært de pesticider, der spredes på bomuldsmarkerne i dyrkningsprocessen.

I brugsfasen er det primært de vaskeaktive stoffer i vaskemidlerne, der er potentielle svært nedbrydelige stoffer.



Figur 3 Toksikologiske miljøeffektpotentialer pr. funktionel enhed

Manglende energirelaterede data

Miljøvurderingen er gennemført, selvom der er mangler i dele af datagrundlaget.

Da alle relevante energidata er med i den beregnede model, er vurderingen, at de manglende data ikke har betydning for udseendet af figur 2.

Manglende toksicitetsrelaterede data

Manglen på kvantitative data på giftigheden af specifikke kemikalier er ofte udtalt. Og da UMIP beregningsværktøjet er afhængig af kvantitative data for at kunne beregne miljøeffekterne ved kemikalierne, opstår der ofte et datahul.

Det er et generelt problem for miljøvurderingerne af tekstiler, hvor der typisk anvendes en række specialkemikalier. Specifikt i miljøvurderingen af dugen handler det om:

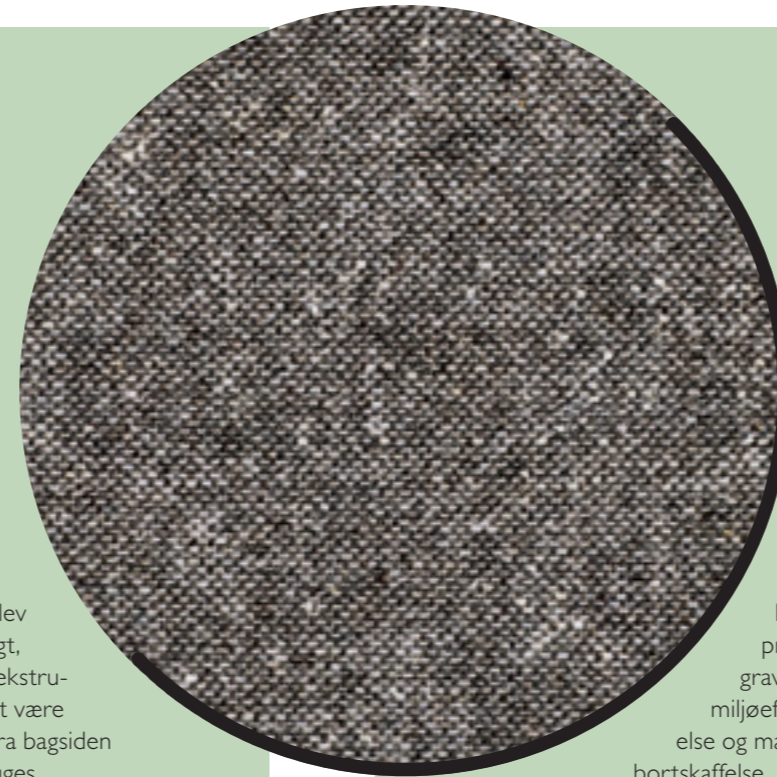
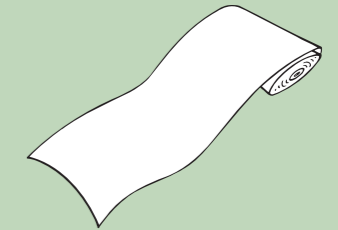
- Udledning af kemikalier i luft i forbindelse med tørring efter pigmenttryk har vist sig at være vanskelig at håndtere. Kun udledninger af formaldehyd er taget med i modellen.
- Tilsvarende gælder for udledning af kemikalier i spildevand i forbindelse med vask af trykkeriudstyr.
- Endelig har det ikke været muligt at skaffe data, der kunne beregne effekten for det centrale efterbehandlings-kemikalie.

Derfor er der stor usikkerhed med hensyn til udseendet af profilen i figur 3. Vurderingen er dog, at fiberfremstilling under alle omstændigheder vil være meget dominerende.

Miljøvurdering trods datamangler

Da der ikke har været datamangler på energiforbrug i forbindelse med vurderingen af dugen, kan der laves forholdsvis sikre sammenligninger med miljøprofiler for andre tekstilprodukter udarbejdet efter samme principper. Hvis man ser på dugens profil i fi-

Miljøvurdering af et gulvtæppe af nylon og polypropylen



En miljøvurdering følger et produkts livscyklus fra vugge til grav og beregner så vidt muligt miljøeffekterne fra produktets tilblivelse og materialefase til den endelige bortskaffelse.

Denne miljøvurdering bygger på en undersøgelse af et gulvtæppe med luv og nylon, grundvæv af polypropylen og bagsidebelægning af syntetisk latex skum.

Som udgangspunkt opfylder det beskrevne gulvtæppet følgende kriterier:

- gulvtæppets luv er af 100% nylon og grundvævet af 100% polypropylen
- luven farves med syrefarvestoffer
- bagsiden består af syntetisk latex-skum
- vedligeholdelse består af støvsugning
- levetiden er 10 år – svarende til garanteret levetid
- produktets samlede vægt er 2.633 g/m² – heraf 1.100 g/m² luv, 133 g/m² grundvæv og 1.400 g/m² bagside.

Miljøvurderingen er gennemført, selvom det ikke har været muligt at skaffe data for en række af de specifikke produktionsprocesser for materialerne i gulvtæppet. Det er imidlertid ikke usædvanligt, at der forekommer såkaldte datahuller, når man arbejder med livscyklusanalyser - LCA.

Mange af de identificerede processer i livsforløbet for gulvtæppet kan imidlertid identificeres i livsforløbet fra andre produkter, hvor nylon og/eller polypropylen indgår. Det kan være i forhold til energifremstilling, transportprocesser, råvarefremstilling, visse produktionsprocesser, rengøringsprocesser i brugsfasen og forbrænding under bortskaffelsen. Det betyder, at selvom der i det konkrete tilfælde ikke er tale om en fuldstændig dokumenteret miljøvurdering, er det alligevel muligt at danne sig et billede af gulvtæppets miljøpåvirkning.

Livsforløbet for et gulvtæppe

Livsforløbet for det beskrevne gulvtæppe kan opdeles i de fem faser, der er beskrevet i figuren nedenfor: Materialefase, produktionsfase, brugsfase, bortskaffelsesfase og transportfase. De enkelte faser består af følgende processer:

Materialefasen	Fremstilling af nylon garner ▼ Fremstilling af polypropylen garner ▼
Produktionsfasen	Fremstilling af polypropylen grundvæv ▼ Tuftning ▼ Farvning af luv ▼ Dampfiksering, vask og tørring ▼ Påføring af efterbehandlingsmidler ▼ Påføring af skumbagside ▼ Vulkanisering, kantskæring, oprulning og pakning ▼
Brugsfasen	Støvsugning ▼
Bortskaffelsesfasen	Bortskaffelse ▼
Transportfasen	Transport

Materialefasen

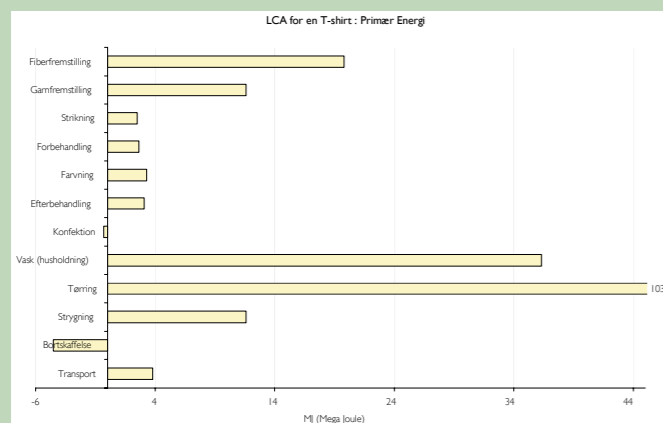
Nylon og polypropylen tilhører gruppen af syntetiske fibre og produceres på basis af råolie og naturgas, der gennem en række kemiske processer omdannes til granulater. Produktionen kan påvirke mennesker og miljø i negativ retning både lokalt, regionalt og globalt.

Garner produceres ved at ekstrudere det opvarmede nylon eller polypropylen til garner. Under forarbejdningen til garn tilsættes som regel smøremidler i form af spindeolie og antistatiske midler.

Produktionsfasen

Vævning af polypropylenbacking

Polypropylenbackingen – eller det såkaldte råvæv – væves af polypropylen garner.



Figur 4 Forbrug af primær energi pr. funktionel enhed for en T-shirt

For gulvtæppet er energiforbruget til fiberfremstillingen, som det ses i figur 2, altdominerende. Sammenlignes med den tilsvarende for T-shirten i figur 4 ses, at nok er fiberfremstillingen også meget væsentlig her, men brugsfasen (vask, tørring og strykning) har endnu større betydning.

For en producent, der ønsker at forbedre gulvtæppets miljøprofil, er budskabet derfor ganske klart: Der skal arbejdes med genbrug af fibermaterialet.

Hvordan kan gulvtæppets miljøbelastning nedsættes

Hvis gulvtæppets miljøprofil skal forbedres væsentligt, er det alfa og omega at kunne genbruge fibermaterialet. Genbrug af materialerne fra gulvtæppet er dog vanskeligt, fordi der bruges flere forskellige materialer. Jo færre materialer der indgår i et produkt, jo lettere er det at genbruge. Det ville derfor være en klar miljø-

forbedring, hvis både grundvævet og luven blev produceret i polypropylen. Det er også muligt, at sammenklæbe tæppe og bagside med en ekstruderet polypropylen-film. Gør man det, vil det være muligt at skille tæppedelen af polypropylen fra bagsiden af latex. På den måde kan begge dele genbruges.

Tæppets egenskaber vil være fuldt på højde med traditionelle gulvtæpper. Desværre er processen dyrere, bl.a. fordi bagsideprisen bliver cirka 20% højere.

Denne miljøvurdering er udarbejdet som en del af projekt "Formidling af UMIPTEX" som er støttet af Miljøstyrelsens Program for renere produkter m.v..

For projektet "Formidling af UMIPTEX" er udarbejdet yderligere fem miljøvurderinger som denne:

- En T-shirt af 100% bomuld
- En træningsdragt af nylon mikrofibre med bomuldsfor
- En arbejdsjakke af 65% polyester og 35% bomuld
- En bluse af viskose, nylon og elasthan
- En dug af bomuld

Endvidere er der udarbejdet en folder "UMIP miljødata for tekstiler – et overblik", der giver et overblik over datagrundlaget samt giver yderligere henvisninger til andet dokumentations- og baggrundsmateriale.

Miljøvurderingen er udarbejdet af:

Hans Henrik Knudsen, Institutet for Produktudvikling, Danmarks Tekniske Universitet,
Søren Ellebæk Laursen, Teknologisk Institut, Tekstil, og Inge Fisker, Valør & Tinge.

Tuftning

Nylongarnerne fæstnes i råvæven på en tuftmaskine – en slags manganålet symaskine.

Forbehandling

Formålet med forbehandlingen er at fjerne spindeolier fra tæppe-luven. Det giver tæppet bedre smudsafvisende egenskaber og forbedrer de efterfølgende behandlinger. Behandlingen kan sammenlignes med en vask.

Farvning

Nylon-luven på tæppet farves med syrefarvestoffer. Farvemaskinen fungerer oftest efter kontinuerprincippet, og er udstyret med mulighed for hurtigt farveskift. Det gør kontinueranlægget velegnet til produktion af mindre seriestørrelser.

Mønster i tæppet kan opnås ved at bruge fleraffinitets garn.

Det vil sige garn, hvor stofferne kan gå i forbindelse med hinanden. Farveflotten, det vil sige den flydende farve, kan bestå af både syre og basiske farvestoffer, som optages på de forskellige fibre i garnet.

Farvestoffer til indfarvning af tekstiler er kemisk set ofte baseret på azo-grupper og kan indeholde tungmetaller. Enkelte farvestoffer, der indeholder azo-grupper, kan fraspalte kræftfremkaldende stoffer af typen arylaminer. I denne miljøvurdering er der valgt farvestoffer fra gruppen af syrefarvestoffer uden tungmetaller og uden arylamin-problematikken.

Dampfiksering, vask og tørring

Efter farvningen dampfikses farvestofferne i nylonfibre ved cirka 120°C. Endelig vaskes og tørres tæppet.

Påføring af efterbehandlingsmidler

Et af de meget brugte efterbehandlingsmidler er Scotchgard-behandling, som afviser snavs. Antistatbehandling modvirker statisk elektricitet. Det lægges på som en vandholdig skum, der gør det muligt at lægge et ensartet lag på hele tæppet.

Fiksering og tørring

Gulvtæppet tørres og fikses i en ovn ved 110°C.

Påføring af skumbagside

Skumbagsiden lægges på ved hjælp af endnu en specialmaskine. Der er tale om en to-trins behandling: Først limes luven til råvæven, dernæst lægges den egentlige bagside på i den ønskede tykkelse.

Materialerne til de to processer blandes i en maskinen, hvor hovedingrediensen er en styren-butadien latex. I selve skum-materialet til bagsiden blandes en del mineraler, først og fremmest kalk, samt vulkaniseringskemikalier.

Vulkanisering

Vulkanisering er en varmebehandling af latexen med svovl, som ændrer latexsvovlblandingens plastiske egenskaber, så det får gummiens velkendte elastiske egenskaber. Derudover opnås forbedret modstandsdygtighed over for mange kemikalier, temperatursvingninger og påvirkning fra luften. Endelig bliver bagsiden vandtæt og til dels lufttæt, ligesom den får en isole-rende effekt.

Kantafskæring, oprulning og pakning

Der opstår et spild i forbindelse med kantafskæringen. For gulvtæppet er der regnet med et spild på 20%. Spildet går til affalds-forbrænding med varme- og energigenvinding, der modregnes i energiforbruget i maskinparken.

Distribution

Inden tæpperne distribueres til detailhandelen, pakkes de i poly-ethylen plastfolie.

Brugsfasen

For gulvtæppet i denne miljøvurdering er hovedscenariet, at det støvsuges cirka hver anden uge. Alternative muligheder kan være shampooering med en ekstraktionsrensemaskine, det vil sige vakuumsug.

Bortskaffelsesfasen

Tekstiler må ikke deponeres i Danmark. De skal brændes ved endelig bortskaffelse. På den måde udnyttes energiindholdet og erstatter energikilder som olie og naturgas.

Transportfasen

I miljøvurderingen af gulvtæppet er der inkluderet transport-scenarier til og fra de forskellige forarbejdningsled i produktions-kæden: Fiberproduktion i Tyskland, tuftning, farvning og til-skæring i Danmark. Og transport til forbrændingsanlæg med dagrenovation.

Gulvtæpets miljøbelastning

Miljøvurderingen er foretaget efter UMIP-metoden - Udvikling af Miljøvenlige Industriprodukter - hvor miljøbelastningen vurderes i forhold til en række internationalt anerkendte miljøeffekttyper.

I de følgende figurer præsenteres resultaterne af de enkelte processer i hovedscenariet – de såkaldte miljøprofiler. Der kan forekomme negative bidrag eller påvirkninger i miljøprofilerne. Det skyldes estimerede genbrugspotentialer og dermed reduceret ressourceforbrug og potentielle miljøeffekter. Disse kan overføres til andre produkter og figurerer derfor her som negative bidrag i miljøprofilen.

Produktionsprocesserne i figurerne er samlet i to hovedgruppe: Egenproduktion og anden DK-produktion. Egenproduktionen omfatter alle produktionsprocesser på nær fremstilling af polypropylenbacking, som betegnes anden DK-produktion.

Det er ikke muligt at sammenligne de enkelte figurer, da der ikke er brugt den samme enheder. Forbruget af primær energi i figur 2 er opgjort i mega joule, MJ, mens miljøeffektpotentialerne i figur 3 er præsenteret som "milli-person ækvivalenter". Milli person ækvivalenter er beregnet som den målsatte belastning for år 2000. Ved vægtning baseres vægtningsfaktorerne på globale (w) eller danske (DK) udledninger i år 2000.

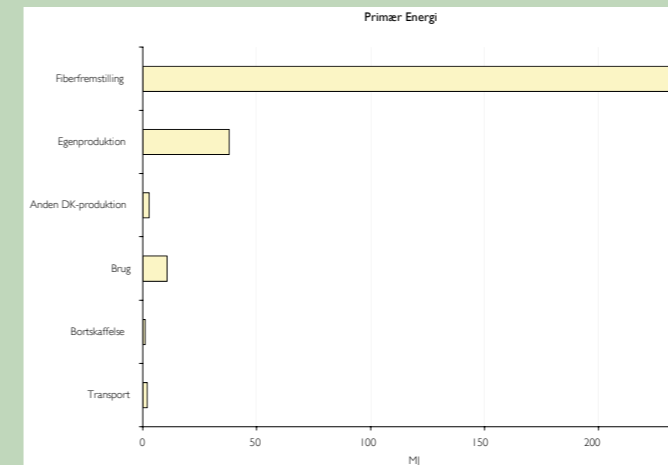
Forbrug af primær energi

Forbruget af primær energi afspejler hvor meget de enkelte faser i livsforløbet trækker på energirelaterede ressourcer, enten direkte som materiale eller som brændstof til fx produktion af elektrisk energi, til opvarmning af luft eller procesvand eller til transport. Begrebet primær energi henviser til, at alle forbrug er regnet tilbage til de oprindelige mængder, fx regnes elektricitets-

forbruget tilbage til forbruget af den mængde brændsel, der er brugt for at producere elektriciteten, inklusiv diverse tab i kraftværk og ledningsnet.

Af figur 2 ses, at det primært er fiberfremstillingen, der tegner sig for et stort forbrug af energi. Det skyldes det store energiforbrug til industriel fremstilling af syntetiske garn.

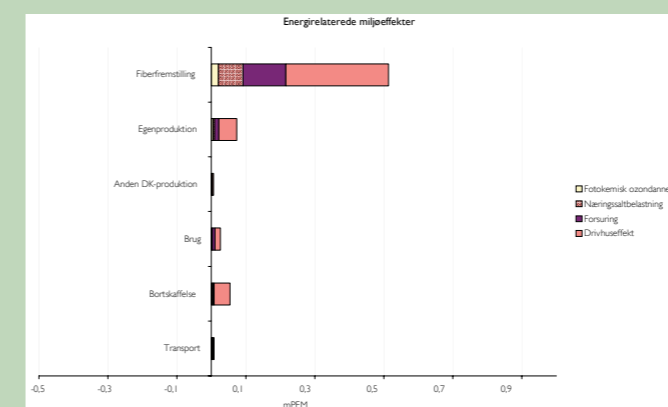
I brugsfasen er det elektricitetsforbruget til støvsugning, der er årsag til belastningen. Forskellen mellem forbruget i fremstillings- og i brugsfasen svarer til, at forbrugeren skal støvsuge gulvtæppet cirka 20 gange om måneden i 10 år, for at brugsfasen kan opveje fiberfremstillingen.



Figur 2 Forbrug af primær energi pr. funktionel enhed

Mulige miljøeffekter

De energirelaterede miljøeffektpotentialer – fotokemisk ozondannelse, næringssaltbelastning, forurening og drivhuseffekt – der er opgjort i figur 3, skyldes primært afbrændingen af fossile brændsler.



Figur 3 Energirelaterede miljøeffekter pr. funktionel enhed

Af figur 3 ses, at bidragene fortrinsvist stammer fra processerne omkring fiberfremstilling.

Datamangler i vurderingen

Miljøvurdering af gulvtæppet er som nævnt gennemført trods mangler i datagrundlaget.

Det har for det første ikke været muligt at fremskaffe eksakte data for fremstilling af råvæven ud fra polypropylengarn. I mangel af bedre er der derfor taget udgangspunkt i processen

"vævning af bomuldstekstil", som der er fremskaffet data for. Det anses for en rimelig antagelse, at de to processer ikke afviger betydeligt fra hinanden.

For det andet har det ikke været muligt at kvantificere udledningerne af kemikalier til luften ved produktion af gulvtæppet. Derfor er den type udledninger ikke med i modellen. Udledninger til luften, der stammer fra energiforbrug ved processerne, er dog taget med.

For det tredje er der set bort fra udledning af kemikalier fra farvning af oversiden af tæppet (luven) til spildevand. Det skyldes, at tæppeindustrien oftest er tilkøbet et kemisk fældningsanlæg til behandling af det producerede procesvand, men også fordi de farvemaskiner, der anvendes i Danmark, kun giver et minimalt spild af farvestoffer i produktionen.

Energirelaterede data

Da alle relevante energidata er med i modellen har manglende data ingen betydning for udseendet af figur 2. Det samme gør sig gældende for figur 3, der vedrører energirelaterede miljøeffekter.

Manglende toksicitetsrelaterede data

Manglen på kvantitative data på skadeligheden af specifikke kemikalier er udtalt, og da kvantitative data er nødvendige, for at UMIP beregningsværktøjet kan udregne kemikaliernes miljøeffekt, så opstår der ofte et datahul.

I miljøvurderingen af tæppet er der derfor usikkerhed om, hvilken betydning de manglende data for mængder og dermed for human- og økotoxicitet af kemikalieudledningerne fra produktionen af tæppet har. Det er imidlertid et helt generelt problem i miljøvurderingerne af tekstiler. Specifikt i miljøvurderingen af tæppet er det dog væsentligt at bemærke, at levetiden af tæppet er 10 år. Det vil sige, at eventuelle effekter målt som mPEM (Milli person ækvivalenter målsat) skal fordeles over forholdsvis lang tid.

Der er til gengæld kun ringe tvivl om, at de manglende data for kemikalieudledningerne i spildevand fra farvning og vask af tæppet ikke har den store betydning. Ud over de allerede nævnte specielle forhold i tæppeindustriens farvemaskiner og den efterfølgende håndtering af spildevand viser miljøvurderingen af et andet produkt – en træningsdragt der indholder nylon – at miljøeffekten fra farvning af nylon med syrefarvestoffer er begrænset. Der henvises til miljøvurderingen "Miljøvurdering af en træningsdragt af nylon mikrofibre med bomuldsfor".

Miljøvurdering trods datamangler

Datamangler på energiforbrug kan, som det er skitseret ovenfor ofte erstattes af eksisterende materiale, produktions- eller transportdata i det oprindelige UMIP-PC-værktøj, hvorimod datamangler på skadeligheden af specifikke kemikalier oftest efterlader huller i vurderingen.

En forholdsvis sikker sammenligning kan derfor gøres på udseendet af figur 2, som beskriver forbruget af primær energi. Sammenligner man profilen i figur 2 med den tilsvarende for fx en T-shirt af bomuld, som ses i figur 4, så er forskellene bemærkelsesværdige. Figur 4 er taget fra Miljøvurderingen af en T-shirt af 100% bomuld, der er lavet efter samme principper som denne.



Miljøvurdering af en T-shirt i 100% bomuld

Ressourceforbrug i brugsfasen

Brugsfasen er desuden den mest ressourcekrævende fase i T-shirtens livscyklus, hvor el tegner sig for hovedparten af forbruget. Vask i vaskemaskine kræver energi til opvarmning af vaskevand. Tørring i tørretumbler kræver en stor mængde elenergi.

Toksikologiske miljøeffekter

Omkring 90% af den potentielle miljøeffekt ved forgiftning af plante- og dyrelivet og over 80% af de svært nedbrydelige stoffer i hele T-shirtens livsforløb stammer fra dyrkning og høst af bomuld. Miljøpåvirkningen skyldes brugen af pesticider: Herbicid, insekticid, fungicid, vækstregulator og afløvningsmiddel.

Hvordan kan miljøbelastningen nedsættes

På baggrund af de ni producent- og de ti forbrugerscenarier, og som følge af en vurdering af producenternes og forbrugers valg og de konsekvenser valgene har, så kan man drage følgende delkonklusionerne:

Ifølge hovedscenariet viste det sig, at de væsentligste bidrag til de potentielle kemikalierelaterede miljøeffekter stammer fra dyrkningen og høst af bomuld. Ressourceforbrug og bidragene til de potentielle energirelaterede miljøeffekter og affaldskategorier stammer hovedsageligt fra produktion af el til brugsfasens store forbrug af elektrisk energi.

Overordnet indikerer scenarierne, at det er forbrugeren, der har de bedste muligheder for at påvirke produktets samlede miljøprofil. Det skyldes den dominerende brugsfase. Forbrugsmønstre og miljøbevidsthed hos den enkelte forbruger er derfor afgørende. Det vil blandt andet sige kendskab til miljømærkning af produkter i kombination med gode vaner som:

- ingen brug af tørretumbler
- ingen stryging
- vask ved så lav temperatur som muligt
- minimal brug af vaskemiddel
- ingen brug af skyllemiddel
- bortskaffelse til forbrændingsanlæg.

Producenten har hovedsageligt mulighed for at påvirke T-shirtens miljøprofil gennem materialevalg. Det ses tydeligt i de scenarierne, hvor materialevalget er økologisk bomuld. Ved at opfylde europæiske og skandinaviske miljømærkekriterier og opnå mærkningsgodkendelse kan producenten signalere til den bevidste forbruger, at det pågældende produkt er produceret miljømæssigt forsvarligt. Desuden er der en række produktionsmæssige forbedringer, som alene producenten har indflydelse på. Det kan være valg forbundet med:

- økologiske materialer
- valg af blødgøringsproces
- ingen tilsætning af ægthedsforbedrer
- ikke giftige reaktivfarvestoffer

For projektet "Formidling af UMIPTEX" er udarbejdet yderligere fem miljøvurderinger som denne:

- Et gulvtæppe af nylon og polypropylen
- En træningsdragt af nylon mikrofiber med bomuldsfor
- En arbejdsjakke af 65% polyester og 35% bomuld
- En bluse af viskose, nylon og elasthan
- En dug af bomuld

Endvidere er der udarbejdet en folder "UMIP miljødata for tekstiler – et overblik", der giver et overblik over datagrundlaget samt giver yderligere henvisninger til andet dokumentations- og baggrundsmateriale.

Miljøvurderingen er udarbejdet af:

Søren Ellebæk Laursen, Teknologisk Institut, Tekstil
Hans Henrik Knudsen, Institutet for Produktudvikling, Danmarks Tekniske Universitet
og Inge Fisker, Valør & Tinge.

Anvendelse af bomuld til beklædning dateres helt tilbage til år 5.800 f.kr. Inden for kategorien af naturlige fibre er det i dag verdens mest anvendte fibertype. Bomuld konkurrerer med syntetifibren polyester om at være den mest anvendte fibertype overhovedet – og har stadig føretrøjen på.

Det anslås at bomuld står for 25% af verdens forbrug af pesticider, det meste bruges i forbindelse med produktionen af råbomuld. Udover at mange pesticider har meget uheldige miljø- og sundhedsmæssige konsekvenser, så anslår WHO, at mindst 20.000 mennesker hvert år dør som følge af uheldsmæssig brug af pesticider.

Det undersøgte produkt

En miljøvurdering følger et produkts livscyklus fra vugge til grav og beregner så vidt muligt de miljøeffekter, der måtte være fra produktets tilblivelse og materialefase til den endelige bortskaffelse.

Denne miljøvurdering bygger på en undersøgelse af en farvet T-shirt af 100% bomuld. En T-shirt hører til den kategori af beklædnings tekstiler, der bæres tæt på kroppen og derfor ofte vaskes. I vurderingen er det forudsat at T-shirten:

- er farvet med et reaktivt farvestof
- vaskes ved 60°C
- tørres i tørretumbler
- ikke stryges, det antages dog, at mange gør det
- har en levetid på 50 gange vask over et år
- vejer 250 gram.

Miljøprofilen af en T-shirt eller et hvilket som helst andet produkt kan dels påvirkes af producentens, dels af forbrugers valg. For at synliggøre konsekvenserne af mulige ændringer i produktets livsforløb er der udarbejdet en række scenarier både for producent og forbruger.

Baggrunden for denne miljøvurdering er ni forskellige scenarier for producenten af T-shirt og ti scenarier for forbrugeren. Et scenarie for producenten kan fx være »Råvarevalg – Økologisk bomuld«. For forbrugeren kan det være »Reduceret vasketemperatur fra 60°C til 40°C«.

For at kunne gennemføre en miljøvurdering er det nødvendigt at tage udgangspunkt i et specifikt produkt. Alligevel vil konklusionerne i vidt omfang også gælde andre tekstilprodukter.

Livsforløbet for en T-shirt

Livsforløbet for en T-shirt i 100% bomuld kan opdeles i de fem faser, der er beskrevet nedenfor. Materialefase, produktionsfase, brugs-fase, bortskaffelsesfase og transportfase - i det følgende beskrives de enkelte faser.

Materialefasen	Dyrkning og høst af bomuld ▼
Produktionsfasen	Garnfremstilling ▼ Strikning ▼ Forbehandling ▼ Farvning ▼ Efterbehandling ▼ Konfektion ▼
Brugsfasen	Vask ▼ Tørring ▼ Strygning ▼
Bortskaffelsesfasen	Bortskaffelse ▼
Transportfasen	Transport

Materialefasen

Bomuld dyrkes i mange lande under forskellige geografiske og klimatiske forhold. Dyrkning indebærer ofte et stort forbrug af kunstgødning, vand og pesticider. Det sidste mod angreb af insekter, sygdomme og ukrudt. Selvom omfanget afhænger stærkt af lokale forhold, så er brugen af pesticider under alle omstændigheder et væsentligt miljøproblem for både menneskers sundhed og for naturen.

Kunstvanding og anvendelse af kunstgødning belaster både grundvandet og overfladevandet. Ligesom afløvningsmidler, der bruges, så plukningen kan foregå maskinelt, påvirker miljøet i negativ retning. Disse forhold gør sig gældende for alle bomuldsprodukter - uanset om der er tale om en T-shirt, andre beklædnings- eller tekstildele.

Ved dyrkning af økologisk bomuld må der normalt ikke anvendes sprøjtemidler og kunstgødning. Det er kun tilladt at anvende et meget begrænset udvalg af plantebeskyttelsesmidler, hvis der er akut fare for afgrøden. Produktionen af økologisk bomuld udgør omkring 1% af den samlede bomuldsproduktion, men det tal er stigende.

Produktionsfasen

Produktionen er delt op i flere processer: Garnfremstilling, strikning, forbehandling, farvning, efterbehandling og konfektionering.

Garnfremstilling

Fra bomulden er høstet, til fremstillingen af garnet kan begynde, skal fibrene skilles fra det øvrige plantemateriale. En af de største miljørisici i denne arbejdsfase er indånding af bomuldsstøv. På få år kan personalet udvikle den dødelige sygdom byssinosis – også kaldet stenlunge. Her er det vigtigt, at maskinerne er indkapslet, så støvudviklingen er minimal. Dette gælder også ved selve spindeprocessen, hvor fibrene spindes til garner. I forbindelse med spinding af 100% bomuldsgarner anvendes som regel ikke spindeolier, idet råbomuld indeholder voks, der fungerer som et naturligt smøremiddel.

Strikning

Støvudviklingen ved strikning – både generelt og af bomuld – er minimal i forhold til ved garnfremstillingen. Til gengæld bruger man i forbindelse med strikningen ofte mineralske strikkeolier, som er svært biologisk nedbrydelige. Olierne udvaskes ved senere processer, hvor bomuldsgarnerne eller bomuldsprodukterne gennemgår flere behandlinger med vand og kemikalier for til slut at ende i spildevandet fra vådbehandlerne/farveren.

Forbehandling

Råbomuld indeholder en del bomulds voks, som skal fjernes, før det er muligt at farve bomulden. Det gøres ved en såkaldt udkogning ved høj pH og høj temperatur. Eventuelle rester af pesticider fra bomuldsdyrkingen, primært afløvningsmidler brugt i forbindelse med høsten, udvaskes ved denne proces og ender i spildevandet.

Hvis slutproduktet skal have en lys farve, bleges bomulden. Vælger forbehandleren/farveren chlor-forbindelser vil der dannes og efterfølgende udledes de såkaldte AOX-forbindelser (»adsorbérbar organisk halogen«), som er skadelige for miljøet. Man kan vælge at blege med brintperoxid, som ikke giver anledning til udledning af AOX.

Ved miljøvurderingen af T-shirten er der som udgangspunkt valgt vask og blegning med brintperoxid, som er normalt i Danmark. Derudover er der i miljøvurderingen taget højde for en begrænset udledning af pesticider (0,005 g afløvningsmiddel pr. kg bomuld).

Farvning

Farvestoffer til indfarvning af tekstiler er kemisk set ofte baseret på azo-grupper og kan indeholde tungmetaller. Enkelte farvestoffer indeholdende azo-grupper kan fraspalte kræftfremkaldende stoffer af typen arylaminer. I tekstilbranchen og hos producenter af farvestoffer har man dog været opmærksom på arylamin-problematikken i mange år. Disse farvestoffer er derfor helt udfaset hos de store farvestofproducenter og på moderne europæiske farverier, men kan stadig identificeres i importvarer til Europa. Antallet af farvestoffer indeholdende tungmetaller reduceres for hvert år der går – men endnu er det sådan, at farverier, der helt fravælger farvestoffer indeholdende tungmetaller, må afstå fra at kunne indfarve i enkelte specifikke nuancer.

I denne miljøvurdering er valgt et farvestof fra gruppen af reaktivfarvestoffer uden tungmetaller og uden arylamin-problematikken.

Efterbehandling

For en bomulds T-shirt vil efterbehandlingen normalt bestå i en påføring af et syforbedringsmiddel af hensyn til den efterfølgende konfektionsindustri – processen kaldes oftest en blødgøring. Mange bomuldstekstiler udstyres dog med specifikke funktionelle egenskaber i efterbehandlingen ved hjælp af kemikalier. Almindelig kendt er for eksempel strygefri og brandhæmmende. Hjælpekemikalier til disse produktioner har ofte mange særdeles uønskede miljøegenskaber i såvel ydre miljø som i arbejdsmiljøet.

Ved miljøvurderingen af T-shirten er her som udgangspunkt valgt et ikke betænkeligt blødgøringsmiddel.

Konfektionering

I selve konfektioneringen kan der være store forskelle i miljøpåvirkningerne for de forskellige tekstilprodukter. Det skyldes, at der opstår et spild ved tilskæring til det endelige produkt, som kan variere meget fra produkt til produkt. Spildet er dog ikke nødvendigvis det samme som et egentlig tab af ressourcer, da en del af spildprodukterne genbruges – ofte til produkter af lavere kvalitet. Spildet kan også gå til affaldsforbrænding med energigenvinding, hvorfra energiindholdet reelt gen-udnyttes i produktionen som elektricitet og må modregnes energiforbruget i maskinparken. For en T-shirt er der et »spild« ved konfektioneringen på ca. 6%.

Brugsfasen

Processen i brugsfasen vil være den samme for mange forskellige tekstilprodukter til beklædning. For T-shirten i denne miljøvurdering er hovedscenariet, at den vaskes ved 60°C, tørres i tørretumbler og stryges.

Bortskaffelsesfasen

Textiler må ikke deponeres i Danmark, men skal i stedet brændes ved endelig bortskaffelse. På den måde udnyttes energiindholdet og erstatter de ikke-fornyelige energikilder som olie og naturgas. I nogle tilfælde vil den brugte T-shirt imidlertid blive genbrugt i et tredje verdens land.

Transportfasen

I miljøvurderingen af T-shirten er inkluderet transportsценарier til og fra de forskellige forarbejdningsled i produktionskæden

Desuden er transportformen, når T-shirten transporteres fra butikken til hjemmet, vigtig i forbindelse med den samlede miljøprofil af produktet. Om T-shirten fx er transporteret i bil, i bus eller på cykel gør en væsentlig forskel i denne del af produktets livsforløb.

T-shirtens miljøbelastning

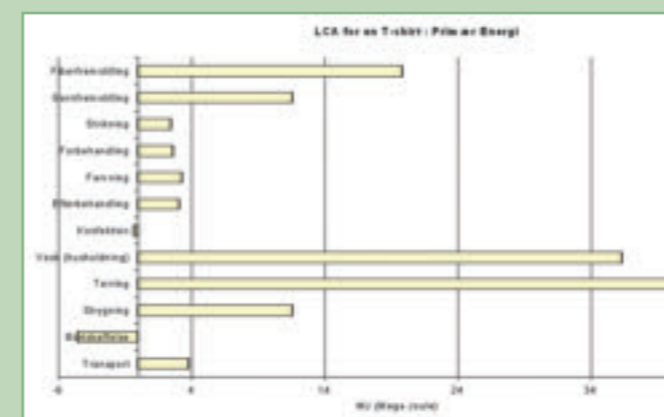
Miljøvurderingen er foretaget efter den såkaldte UMIP-metoden – Udvikling af Miljøvenlige Industriprodukter – hvor miljøbelastningen vurderes i forhold til en række forskellige miljøeffekttyper.

I de følgende figurer præsenteres resultaterne af de enkelte processer i hovedscenariet. I enkelte af processerne forekommer negative bidrag eller påvirkninger, som skyldes estimerede genbrugspotentialer, mindre ressourceforbrug og potentielle miljøeffekter. Bidragene og de potentielle ressourcebesparelser kan overføres til andre produkter og figurerer derfor her som negative bidrag i opgørelsen af T-shirtens miljøprofil.

Det er ikke muligt at sammenligne de enkelte figurer, da der ikke er brugt de samme enheder. Forbruget af primær energi i figur 2 er fx opgjort i mega joule, MJ, mens ressourceforbruget i figur 3 er opgjort i enheden »personreserver«. Personreserver tager højde for forsyningshorisonten af de enkelte ressourcer opgjort på baggrund af verdensreserverne i 1990.

Forbrug af primær energi

Det er, som vist i figur 2, processerne i brugsfasen – vask, tørring i tørretumbler og stryging, der tegner sig for hovedparten af forbruget af primær energi. Forbruget afspejler hvilke processer, der kræver meget elektrisk energi eller opvarmning af luft eller vand. I produktionsfasen er det i første omgang fremstilling af fibre, der udgør det største energiforbrug. Det skyldes bl.a. kørsel på markerne og fremstilling af kunstgødning og pesticider. Herefter er det fremstilling af garn, der har det næststørste energiforbrug. Ved afbrænding af T-shirten på et forbrændingsanlæg genvindes en mængde energi, der godskrives i energiregnskabet.



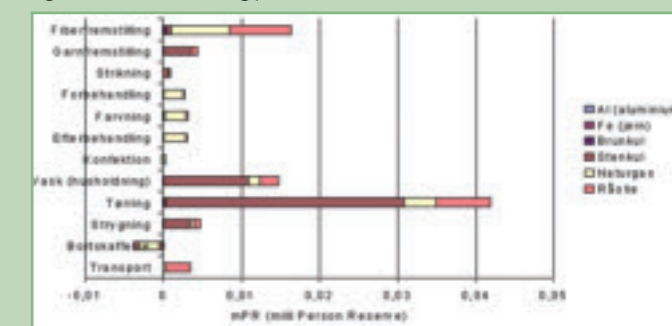
Figur 2 Forbrug af primær energi pr. funktionel enhed

Ressourceforbrug

På grund af de energikrævende processer i livsforløbet har T-shirten et relativt stort forbrug af fossile brændstoffer, især stenkul, naturgas og aluminium, figur 3. Brændstofferne bruges primært til produktion af el og varme. I de processer, der anvender dansk el, som det er tilfældet i brugsfasen, er det forbruget af

stenkul, der er det væsentligste. I bortskaffelsesfasen godskrives en mængde ressourcer, da der udvindes energi, som ellers ville stamme primært fra afbrænding af fossile brændsler.

Figur 3 Ressourceforbrug pr. funktionel enhed



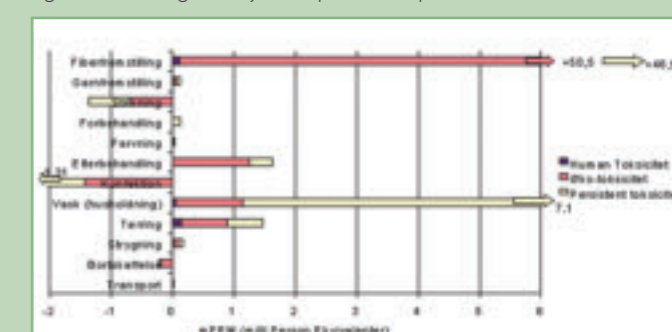
Mulige miljøeffekter

Det er specielt de svært nedbrydelige pesticider, der er dominerede og bidrager til potentielle negative miljøeffekter, når de spredes på bomuldsmarkerne i dyrkningsprocessen, figur 4. De data, der bruges til bestemmelse af pesticidmængden per hektar, er baseret på en »worst case« antagelse. Fokus i denne fase er derfor rettet mod en reduktion af pesticidforbruget ved dyrkning af bomuld.

I produktionsfasen indikerer miljøprofilen, at det primært er i efterbehandlingsprocessen, der er den største negative effekt på miljøet. Årsagen er, at der i denne fase tilsættes kemikalier i forbindelse med blødgøringsprocessen efter farvningen. Fokus i denne fase er derfor at nedbringe brugen af blødgøringsmidler.

I brugsfasen er det primært de forskellige stoffer i vaskemidlerne, der er potentielt svært nedbrydelige stoffer.

Figur 4 Toksikologiske miljøeffektpotentialer pr. funktionel enhed

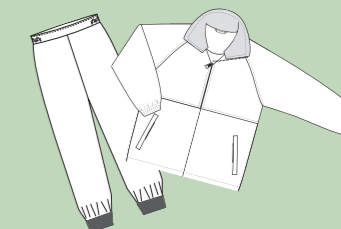


Hot spots

Den gennemførte miljøvurdering har tydeligt identificeret de primære kilder for miljøbelastningen i T-shirtens livscyklus.

Energiforbrug i brugsfasen

Energiforbruget i brugsfasen udgør 78% af det totale primære energiforbrug. Forbruget af el til tørring af T-shirten i tørretumbler udgør den væsentligste del af det samlede forbrug, hvilket naturligvis gør denne del af brugsfasen til et vigtigt fokusområde. Det samme gør sig gældende for forbruget af primær energi til vaskemaskinen, som også udgør en væsentlig del af det samlede forbrug.



Miljøvurdering af en træningsdragt af nylon mikrofiber og bomuldsfor



En miljøvurdering følger et produkts livscyklus fra vugge til grav og beregner så vidt muligt miljøeffekterne fra produktets tilblivelse og materialefase til den endelige bortskaffelse.

Miljøvurderingen i dette produktblad bygger på en undersøgelse af en todelt træningsdragt - bukser og jakke - med yderlag af farvet nylon og for af ufarvet bomuld. Der er ikke taget højde for elastik i bukselinningen eller ved fod- og ærme.

Som udgangspunkt opfylder den beskrevne træningsdragt følgende kriterier:

- yderstof af vævet nylon
- farvning af nylon: Syrefarvestoffer
- for af striknet bomuld
- bomuldsfor, der bliver forvasket, blødgjort og bleget efter strikning
- todelt med jakke og bukser
- jakke er med lynlås af polyester
- intet tryk på træningsdragten
- vaskes ved 40°C
- tørres i tørretumbler
- strygning unødvendig
- vægt jakke: 406 g, heraf 6 g lynlås, 200 g bomuld og 200 g nylon
- vægt bukser: 300 g, heraf 150 g bomuld og 150 g nylon.
- totalvægt: 350 g nylon, 350 g bomuld og 6 g lynlås
Totalvægt 706 g.

Mange af de identificerede processer i livsforløbet for arbejdsjakken er også gældende for andre produkter af bomuld og nylon. Det kan fx være i forhold til energifremstilling, transportprocesser, råvarefremstilling, visse produktionsprocesser, vask og tørring i brugsfasen og forbrænding under bortskaffelsen.

Livsforløbet for en træningsdragt

Livsforløbet for den beskrevne træningsdragt kan opdeles i de fem faser, der er beskrevet nedenfor: Materialefase, produktionsfase, brugsfase, bortskaffelsesfase og transportfase. I det følgende beskrives de enkelte faser.

Materialefasen	Dyrkning og høst af bomuld ▼ Fremstilling af nylon ▼ Fremstilling af polyester
Produktionsfasen	Lynlås af polyester ▼ Garnfremstilling ▼ Vævning / Strikning ▼ Vask og blegning ▼ Farvning af nylon ▼ Efterbehandling ▼ Konfektion
Brugsfasen	Vask ▼ Tørring
Bortskaffelsesfasen	Bortskaffelse ▼
Transportfasen	Transport

Figur 1 Livsforløbet for træningsdragt

Materialefasen

Bomuld dyrkes i mange lande under forskellige geografiske og klimatiske forhold. Dyrkningen indebærer ofte et stort forbrug af kunstgødning, vand og pesticider. Det sidste til bekæmpelse af insekter, sygdomme og ukrudt. Desuden bruges der kunstgødning sammen med afløvningsmidler, som hjælper til, at plukningen kan foregå maskinelt. Brugen af kemikalier er et væsentligt miljøproblem for både menneskers sundhed og for naturen.

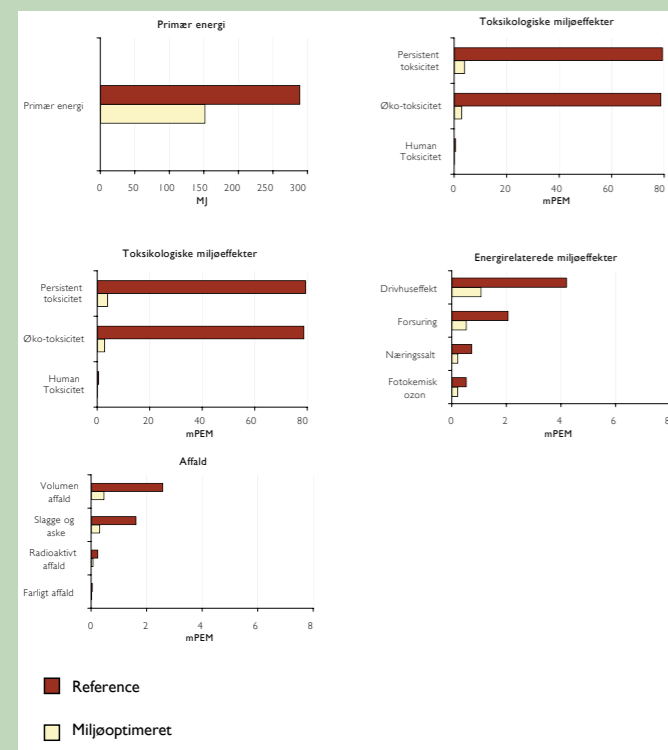
Nylon og polyester produceres ud fra råolie og naturgas. Produktionen kan påvirke mennesker og miljø negativt både lokalt, regionalt og globalt.

Konklusionen for denne miljøvurdering er, at valget af et mere miljøvenligt efterbehandlingsmiddel totalt set har en effekt på 1-4%, højest for økotoksicitet. At effekten ikke syner større skyldes de meget høje bidrag til disse kategorier fra bomuldsdyrkingen. Ses alene på produktionsfasen reduceres de potentielle miljøpåvirkninger fra kemikalierne med over 90%, højest for økotoksicitet. Producenten har derfor direkte mulighed for at forbedre produktets miljøprofil i forbindelse med efterbehandlingen.

..... at tørre træningsdragten på tørresnor i stedet for i tumbler Tørring i tumbler bruger meget el energi og er derfor meget ressourcekrævende og miljøbelastende. Ved at tørre på tørresnor er energibesparelsen helt op til 40% - de øvrige faktorer reduceres med 10 – 40%. Ved at undgå tørretumbling kan man desuden forlænge en træningsdragts levetid. Forbrugeren har således stor indflydelse på miljøbelastningen i livsforløbet ved valg af tørremetode.

Miljøoptimeret træningsdragt

I tabellerne nedenfor er konsekvenserne af en optimeret produkt- og brugsfase illustreret. Her indgår økologisk bomuld i materialefasen, en god produktkvalitet, der forlænger levetiden til 2 år og en brugsfase med mindre vask og ingen tørring i tørretumbler. Scenariet skal vise kombinerede muligheder for at præge den samlede miljøprofil, ved materialevalg og optimalt forbrugsmønster.



Figur 4 Resultat af scenario med miljøoptimeret træningsdragt

Som figur 4 viser, har valgene store konsekvenser for den samlede miljøprofil. Reduktion af primær energi på næsten 50% skyldes, at træningsdragten lufttørres, og at den kun vaskes det halve antal gange. Yderligere spiller levetiden en samlet rolle, da træningsdragten holder to år og ikke et år, som den funktionelle enhed udgør. På grund af et reduceret energiforbrug er der tilsvarende reduktioner i ressourcer og energirelaterede miljøeffekter. Reduktionen i de miljøskadelige effekter skyldes, at der anvendes økologisk bomuld frem for konventionel dyrket bomuld, som belaster miljøprofilen med et stort forbrug af pesticider. Reduktionen svare til omkring 98% af træningsdragtens samlede bidrag til de miljøskadelige effekter. Endeligt er der på grund af det reducerede energiforbrug en nedsat produktion af affald.

Scenariet viser, hvor langt man kan nå ved at kombinere flere forskellige miljøvenlige valg. Ved at producent og forbruger tænker miljørigtigt, er der opnået besparelser på alle væsentlige effekter på mellem 45 og 98%.

Denne miljøvurdering er udarbejdet som en del af projekt "Formidling af UMIPTEX" som er støttet af Miljøstyrelsens Program for renere produkter m.v..

For projektet "Formidling af UMIPTEX" er udarbejdet yderligere fem miljøvurderinger som denne:

- En T-shirt af 100% bomuld
- En arbejdsjakke af 65% polyester og 35% bomuld
- En bluse af viskose, nylon og elasthan
- En dug af bomuld
- Et gulvtæppe af nylon og polypropylen

Endvidere er der udarbejdet en folder "UMIP miljødata for tekstiler – et overblik", der giver et overblik over datagrundlaget samt giver yderligere henvisninger til andet dokumentations- og baggrundsmateriale.

Miljøvurderingen er udarbejdet af:

Hans Henrik Knudsen, Institut for Produktudvikling, Danmarks Tekniske Universitet, Søren Ellebæk Laursen, Teknologisk Institut, Tekstil, og Inge Fisker, Valør & Tinge.

Produktionsfasen

Garnfremstilling

Bomuldsfibrene kartes, kæmmes og spindes til garner på et spinderi. Før bomulden kan spindes til garn, skal fibrene skilles fra det øvrige plantemateriale. En af de største miljørisici i den proces er indånding af bomuldsstøv. På få år kan personalet udvikle den dødelige sygdom byssinose – også kaldet stenlunge. Derfor er det vigtigt, at maskinerne er indkapslet, så støvudviklingen er minimal. Det gælder også ved selve spindeprocessen, hvor fibrene spindes til garner.

Nylongarner produceres ved at ekstrudere det opvarmede nylon til garner. Herefter splittes garnerne i meget tynde fibre kaldet mikrofibere. Under forarbejdningen til garn og mikrofibere tilsættes som regel smøremidler i form af spindeolie og antistatiske midler.

Metervare fremstilling

Bomuldsgarnerne strikkes på en rundstrikkemaskine til metervarer.

Støvudviklingen ved strikning – både generelt og af bomuld – er minimal i forhold til ved garnfremstillingen. Til gengæld bruger man i forbindelse med strikningen ofte mineralske strikkeolier, som er svært biologisk nedbrydelige. Olierne udvaskes ved senere processer, hvor bomuldsprodukterne gennemgår flere behandlinger med vand og kemikalier for til slut at ende i spildevandet fra vådbehandlerne/farverer.

Nylon mikrofibrene væves til metervarer – uden brug af slette-midler. Det vil sige midler, der forstærker garnet. Mikrofibere giver et let og stærkt tekstil med et silkeagtigt blødt greb.

Forbehandling

Bomulden indeholder en del snavs, strikkeolier og bomuldsvoks, som skal vaskes væk for at få et pænt og ensartet produkt. Resten af pesticider fra bomuldsdyrkingen, primært afløvningsmidler, udvaskes også ved denne proces og ender i spildevandet.

Bomuldsfibrener naturlige farve fjernes ved blegning. Vælges klorblegning dannes og udledes efterfølgende de såkaldte AOX-forbindelser ("adsorbérbar organisk halogen"). De er skadelige for miljøet. Man kan også blege med brintperoxid, hvor der ikke udledes AOX-forbindelser.

Ved miljøvurderingen af træningsdragten er der som udgangspunkt valgt vask og blegning med brintperoxid, som er normalt i Danmark. Derudover er der i miljøvurderingen taget højde for en begrænset udledning af pesticider (0,005 g afløvningsmiddel per kg bomuld).

Farvning

Bomuldsforet farves ikke. Nylon mikrofiber tekstilet farves med syrefarvestoffer. Efter farvningen behandles nylon metervaren ofte med en såkaldt "ægthedsforbedrer". Det sikrer en god og langvarig farveægthed og reducerer farveafsmitning ved vask.

Farvestoffer til indfarvning af tekstiler er kemisk set ofte baseret på azo-grupper og kan indeholde tungmetaller. Enkelte af disse farvestoffer kan fraspalte kræftfremkaldende stoffer af typen arylaminer.

I denne miljøvurdering er valgt farvestoffer fra gruppen af syrefarvestoffer uden tungmetaller og uden arylamin-problematikken. Farvningen af nylon mikrofiber tekstilet gennemføres på en jigger (farvning ved atmosfærisk tryk). Det har ikke været muligt at indsamle nok data til, at ægthedsforbedringsmidlet kan miljøvurderes. Dette kemikalies miljøegenskaber kan derfor ikke tæles med i denne miljøvurdering.

Efterbehandling

For bomuldstekstiler vil efterbehandlingen af hensyn til den efterfølgende konfektionering normalt bestå i en behandling med et syforbedringsmiddel – processen kaldes oftest en blødgøring.

Den farvede nylon metervare slutbehandles med to slags kemikalier. Formålet er, at overfladen af stoffet bliver vindtæt samt vand- og smudsafvisende. Ligesom kemikalierne er med til at forbedre syegenskaberne ved den efterfølgende konfektionering.

Mange tekstiler udstyres ved hjælp af kemikalier med specifikke funktionelle egenskaber i efterbehandlingen fx - strygefri, vand-skyende og brandhæmmende. Hjælpekemikalier til disse produktioner kan have særdeles uheldige miljøegenskaber i forhold til det ydre miljø og i forhold til arbejdsmiljøet. I miljøvurderingen af træningsdragten er der som udgangspunkt valgt efterbehandling med et blødgøringsmiddel.

Konfektionering

I konfektioneringen er der et spild ved tilskæring til det endelige produkt. For træningsdragten regnes med et spild på 10%.

En del af spildprodukterne genbruges til produkter af lavere kvalitet, men hovedparten går til affaldsforbrænding med varme- og energigenvinding, der modregnes i energiforbruget i maskinparken.

Brugsfasen

Hovedscenariet er, at træningsdragten vaskes ved 40°C uden forvask og tørres i tørretumbler.

Bortskaffelsesfasen

Tekstiler må ikke deponeres i Danmark. De skal brændes ved endelig bortskaffelse. På den måde udnyttes energiindholdet og erstatter energikilder som olie og naturgas. Forbrændingen af bomuld er CO₂-neutral, fordi bomulden under sin vækst har optaget den samme mængde CO₂, som frigives ved forbrændingen.

Transportfasen

I miljøvurderingen af træningsdragten er inkluderet transportsce-narier til og fra de forskellige forarbejdningsled i produktionskæden samt endeligt fra systuen til detailhandelen i Danmark.

Træningsdragstens miljøbelastning

Miljøvurderingen er foretaget efter UMIP-metoden - Udvikling af Miljøvenlige Industriprodukter - hvor miljøbelastningen vurderes i forhold til en række internationalt anerkendte miljøeffekttyper.

I de følgende figurer præsenteres resultaterne af de enkelte processer i hovedscenariet. I enkelte af processerne forekommer negative bidrag eller påvirkninger, som skyldes estimerede genbrugspotentialer og dermed reduceret ressourceforbrug og

potentielle miljøeffekter. Disse kan overføres til andre produkter og figurerer derfor her som negative bidrag i miljøprofilen.

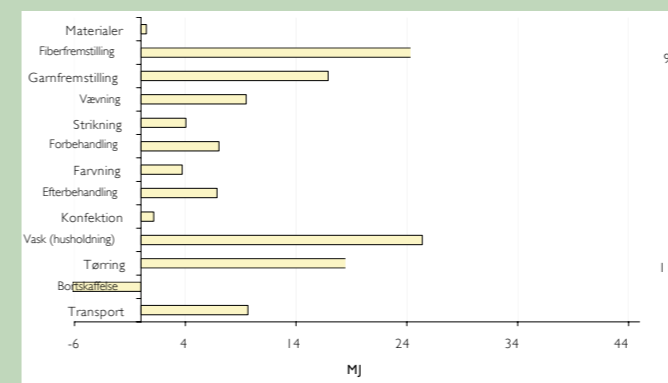
Forbrug af primær energi

Af figur 2 ses, at processerne i brugsfasen tegner sig for hovedparten af forbruget af primær energi. Forbruget afspejler processer, der kræver meget elektrisk energi eller opvarmning af vand og luft i forbindelse med vask og tumbling.

Fiberfremstillingen omfatter ligeledes stærkt energiforbrugende processer. Det skyldes bl.a. kørsel på markerne og fremstilling af kunstgødning og pesticider. For nylon og polyesterens vedkommende forbruges lidt mere end 1 kg olie til procesenergi for hvert kg olie, der omdannes til nylon eller polyester.

Herefter er det fremstilling af garn, der rangerer som det tredje største energiforbrug.

Ved afbrænding af træningsdragten på et forbrændingsanlæg genvindes dog en mængde energi, der godskrives i energiregnskabet.



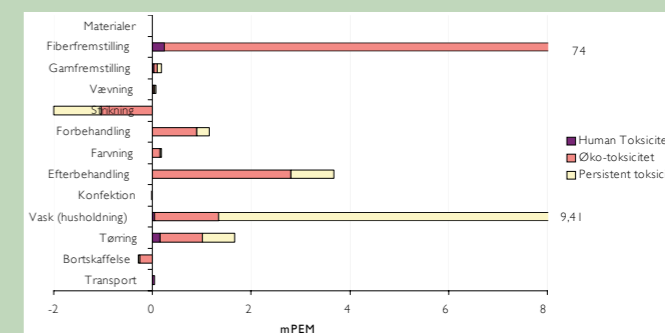
Figur 2 Forbrug af primær energi per funktionel enhed

Mulige miljøeffekter

Det er specielt de giftige og sværtnedbrydelige pesticider, der er dominerede, jvf. figur 3. De bidrager til potentielle negative miljøeffekter, når de spredes på bomuldsmarkerne i dyrkningsprocessen. Fokus i denne fase er derfor rettet mod en reduktion af pesticidforbruget ved dyrkning af bomuld.

I produktionsfasen indikerer miljøprofilen, at det primært er efterbehandlings-processen, der har den største negative effekt på miljøet. Årsagen er, at der i denne fase tilsættes kemikalier i forbindelse med blødgøringsprocessen samt imprægnering af nylon mikrofiber tekstilet efter farvningen. Fokus i denne fase er derfor at nedbringe brugen af eventuelt miljøskadelige efterbehandlingsmidler.

I brugsfasen er det primært forskellige kemikalier i vaskemidlerne, der er potentielt sværtnedbrydelige stoffer.



Figur 3 Toksikologiske miljøeffektspotentialer per funktionel enhed

Hvad nu hvis vi valgte ...

De miljøeffekter en træningsdragt - eller et hvilket som helst andet tekstilprodukt - har i sin levetid, påvirkes både af producentens og af forbrugers valg. For at synliggøre konsekvenserne af en række andre mulige valg, end dem der er beskrevet ovenfor, er der i vurderingen udarbejdet en række scenarier både for producent og forbruger. I det følgende vil konsekvenserne ved nogle af disse valg blive skitseret.

... at bomulden var økologisk dyrket

Brugen af miljøskadelige giftstoffer udgør den største potentielle, negative miljøpåvirkning i træningsdragstens livsforløb. Det skyldes primært brugen af pesticider ved bomulds dyrkning.

Ved at vælge økologisk dyrket bomuld har producenten stor mulighed for at påvirke tekstilens samlede miljøprofil, når det gælder de potentielle miljøskadelige effekter. Desuden er mange af de midler, der anvendes til bomuldsdyrkning, sundhedsskadelige for mennesker.

... at farve bomuldsforet

Miljøeffekterne ved at farve bomuldsforet med reaktivfarvestoffer er totalt set begrænset. Forbruget af primær energi stiger i den forbindelse med 2%. Det samme er tilfældet for de energi-relaterede miljøeffekter. Ressourcemæssigt er den største stigning i forbruget af naturgas, som stiger med cirka 6%. Naturgas bruges til opvarmning af bl.a. vand i farveprocessen. Totalt set stiger bidragene til den skadelige effekt på mennesker med fem promille, mens de sværtnedbrydelige stoffer, der udledes i naturen, øges med under en promille, hvis foret farves.

Ser man isoleret på bidragene til kemikalierens miljøpåvirkning fra farveprocessen er der en stigning på 130% i human toksicitet, 11% i økotoksicitet og 50% i persistent toksicitet, det vil sige i forhold til de sværtnedbrydelige stoffer. Det er en væsentlig mængde, når man tager i betragtning, at der er tale om en enkelt proces i produktionsfasen. Derfor er konklusionen, at man bør undgå at farve foret.

..... at vælge miljøvenlige efterbehandlingskemikalier

Producenten har mulighed for at anvende efterbehandlingskemikalier af mere eller mindre giftig karakter. Producenten har desuden flere muligheder for at ændre påførselsprocessen, der kan foretages ved forskellige teknikker med meget forskellig udledning af kemikalier.