

Miljøprojekt Nr. 561 2000

# Brancheanalyse af miljømæssige forhold i træ- og møbelindustrien

Knud Erik Kvist, Marianne Fox og Christian J.Kofoed  
Teknologisk Institut, Træteknik

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

# Indhold

<b>FORORD</b>	<b>7</b>
<b>SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER</b>	<b>9</b>
<b>SUMMARY AND CONCLUSIONS</b>	<b>13</b>
<b>1 INDLEDNING</b>	<b>17</b>
1.1 PROJEKTFORMÅL	17
1.2 AFGRÆNSNING	17
<b>2 BRANCHEPROFILER</b>	<b>19</b>
2.1 INDLEDNING	19
2.2 BRANCHEPROFILERNES FORMÅL	19
2.3 KORTLÆGNINGENS INDHOLD	20
2.3.1 <i>Afgrænsning af brancher</i>	20
2.3.2 <i>Valg af datatyper</i>	21
2.4 PRODUKTIONSDATA	22
2.5 ENERGIDATA, BESKÆFTIGELSE OG FORDELING AF VIRKSOMHEDER	27
2.5.1 <i>Energidata</i>	27
2.5.2 <i>Beskæftigelse og virksomhedsstørrelse</i>	29
2.6 VÆSENTLIGE PRODUKTER OG PROCESSER	31
2.6.1 <i>Væsentlige produkter og processer</i>	31
2.6.2 <i>Udvælgelse af produkter til belysning af træ- og møbelindustriens miljøforhold</i>	33
<b>3 LIVSCYKLUSVURDERING</b>	<b>35</b>
3.1 LIVSCYKLUSTANKEGANGEN	35
3.2 LCA-METODEN	37
3.2.1 <i>Målsætning</i>	37
3.2.2 <i>Afgrænsning</i>	37
3.2.3 <i>Opgørelse</i>	41
3.2.4 <i>Vurdering</i>	42
3.3 UMIP PC-VÆRKTØJET	44
3.3.1 <i>Databasen</i>	44
3.3.2 <i>Indtastningsmodul og beregningsværktøj</i>	45
3.4 KOMMENTARER TIL NYE BRUGERE	45
<b>4 TRÆ, HALVFABRIKATA OG KOMPONENTER AF TRÆ</b>	<b>47</b>
4.1 TRÆ SOM RÅVARE - SKOVPRODUKTION	47
4.1.1 <i>Træ og drivhuseffekt</i>	49
4.1.2 <i>Generelt om miljødata</i>	50
4.1.3 <i>Fordeling af miljødata for skovbrug på træarter</i>	50
4.2 LØVTRÆ	51
4.3 NÅLETRÆ	52
4.4 FINÉRPRODUKTION	53
4.4.1 <i>Knivskåret finér</i>	53
4.4.2 <i>Skrællet finér</i>	54
4.5 TRÆBASEREDE PLADER	54
4.5.1 <i>MDF- plade</i>	55
4.5.2 <i>Spånplader</i>	56
4.5.3 <i>Krydsfinér</i>	56
4.6 TRÆBEARBEJDENDE PROCESSER GENERELT	57
4.7 FORARBEJDNING AF MASSIVT LØVTRÆ	59
4.8 FORARBEJDNING AF MASSIVT NÅLETRÆ	59
4.8.1 <i>Eksempel 1: Møbelprodukt</i>	59

4.8.2	<i>Eksempel 2: Byggeprodukt</i>	60
4.9	PRODUKTION AF FORMSPÆND	61
4.10	FORARBEJDNING AF TRÆBASEREDE PLADER, HERUNDER MDF.	62
<b>5</b>	<b>METAL, GLAS OG PLAST – MATERIALER OG PROCESSER</b>	<b>63</b>
5.1	PLAST	63
5.2	METAL SOM MATERIALE TIL BYGGEVARER OG MØBLER	63
5.2.1	<i>Udvinding af malm. Fremstilling og anvendelse af jern / stål</i>	63
5.2.2	<i>Fremstilling og anvendelse af metallisk aluminium</i>	64
5.3	METALBEARBEJDENDE PROCESSER GENERELT	64
5.3.1	<i>Forarbejdning af stålrør og plader – spåntagende processer til møbeldele</i>	65
5.3.2	<i>Forarbejdning af stålrør og plader – svejsning af stålstel til møbler</i>	65
5.3.3	<i>Overfladebehandling af stålstel til møbler</i>	65
5.3.4	<i>Montage af møbelstel – formspændte sæde/ryg-emner på stålstel</i>	67
<b>6</b>	<b>LIM, OVERFLADEBEHANDLINGS- OG IMPRÆGNERINGSMIDLER</b>	<b>69</b>
6.1	LIM, OVERFLADEBEHANDLINGS- OG IMPRÆGNERINGSMIDLER I TRÆ- OG MØBELINDUSTRIEN	69
6.1.1	<i>Baggrund</i>	69
6.1.2	<i>Lime</i>	69
6.1.3	<i>Overfladebehandlingsmidler, lakker</i>	70
6.1.4	<i>Træimprægneringsmidler</i>	71
6.1.5	<i>Limning og overfladebehandling af træ i indemiljø</i>	71
6.1.6	<i>Imprægnering af træ i udemiljø</i>	72
6.2	TOKSIKOLOGISK VURDERING AF OPLØSNINGSMIDLER I LIME, LAKKER OG IMPRÆGNERINGSVÆSKER	72
6.3	PROCES- OG PRODUKTDATA FOR PRODUKTION OG ANVENDELSE AF LIME, OVERFLADEBEHANDLINGS- OG IMPRÆGNERINGSPRODUKTER	74
6.3.1	<i>Lime og limpåføring</i>	74
6.3.2	<i>Lak og lakpåføring</i>	77
6.3.3	<i>Brug og bortskaffelse</i>	84
6.4	TRÆBESKYTTELSE	84
6.4.1	<i>Konstruktiv træbeskyttelse.</i>	86
6.4.2	<i>Trykimprægnering</i>	87
6.4.3	<i>Vakuuminprægnering</i>	87
6.4.4	<i>Brug og bortskaffelse</i>	88
<b>7</b>	<b>BRUGSFASE OG BORTSKAFFELSE</b>	<b>89</b>
7.1	BRUGSFASEN	89
7.1.1	<i>Indeklima og træprodukters påvirkning af indeklimaet</i>	90
7.1.2	<i>Drift, rengøring og vedligeholdelse</i>	99
7.2	BORTSKAFFELSE	100
<b>8</b>	<b>INDLEDNING TIL VURDERINGERNE</b>	<b>102</b>
8.1	GENERELLE KOMMENTARER TIL VURDERINGERNE	102
8.1.1	<i>Vurderingsparametre</i>	102
8.1.2	<i>Tidsmæssig afgrænsning</i>	103
8.1.3	<i>Teknologisk afgrænsning</i>	103
8.1.4	<i>Allokering</i>	104
<b>9</b>	<b>BORD</b>	<b>105</b>
9.1	FORMÅL	105
9.2	AFGRÆNSNING	105
9.2.1	<i>Vurderingens objekt</i>	105
9.2.2	<i>Afgrænsning af livsforløbet</i>	106
9.3	OPGØRELSE	111
9.3.1	<i>Præsentation af datakilder og deres repræsentativitet</i>	111
9.3.2	<i>Beregnete opgørelser</i>	113
9.4	VURDERING	114
9.4.1	<i>Beregnete energiforbrug</i>	114
9.4.2	<i>Normalisering</i>	115
9.4.3	<i>Vægtning</i>	118

9.4.4	<i>Delkonklusioner</i>	119
9.4.5	<i>Alternative modelleringer</i>	120
<b>10</b>	<b>STOL TIL UNDERVISNINGSBRUG TIL KONTRAKTMARKEDET</b>	<b>124</b>
10.1	FORMÅL	124
10.2	AFGRÆNSNING	124
10.2.1	<i>Vurderingens objekt</i>	124
10.2.2	<i>Afgrænsning af livsforløbet</i>	125
10.3	OPGØRELSE	130
10.3.1	<i>Præsentation af datakilder og deres repræsentativitet</i>	130
10.3.2	<i>Beregnete opgørelser</i>	132
10.4	VURDERING	133
10.4.1	<i>Beregnete energiforbrug</i>	133
10.4.2	<i>Normalisering</i>	134
10.4.3	<i>Vægtning</i>	136
10.4.4	<i>Delkonklusioner</i>	139
10.5	ALTERNATIVE MODELLERINGER	139
10.5.1	<i>Renere teknologiløsninger i produktionsfasen</i>	139
10.5.2	<i>Variierende levetider</i>	140
10.5.3	<i>Alternative bortskaffelsesveje</i>	142
10.5.4	<i>Substitution af bøg med alternativ træart</i>	143
10.5.5	<i>Substitution af syrehærdende lak med vandbaseret lak</i>	143
10.5.6	<i>Delkonklusion</i>	144
<b>11</b>	<b>VINDUE</b>	<b>146</b>
11.1	FORMÅL	146
11.2	AFGRÆNSNING	146
11.2.1	<i>Vurderingens objekt</i>	146
11.2.2	<i>Afgrænsning af livsforløbet</i>	147
11.3	OPGØRELSE	152
11.3.1	<i>Præsentation af datakilder og deres repræsentativitet</i>	152
11.3.2	<i>Beregnete opgørelser</i>	155
11.4	VURDERING	156
11.4.1	<i>Beregnete energiforbrug</i>	156
11.4.2	<i>Normalisering</i>	157
11.4.3	<i>Vægtning</i>	159
11.4.4	<i>Delkonklusioner</i>	162
11.4.5	<i>Alternative modelleringer</i>	163
<b>12</b>	<b>KONKLUSIONER OG ANBEFALINGER</b>	<b>170</b>
12.1	BRANCHEPROFIL - GRUNDLAG FOR BRANCHEANALYSEN	170
12.1.1	<i>Konklusioner, brancheprofil</i>	170
12.1.2	<i>Anbefaling, brancheprofil</i>	171
12.2	RESSOURCER ANVENDT I TRÆ- OG MØBELINDUSTRIEN	171
12.2.1	<i>Træ og træbaserede materialer</i>	171
12.2.2	<i>Metal, glas og plast</i>	172
12.2.3	<i>Lime og overfladebehandlings- og imprægneringsmidler</i>	173
12.2.4	<i>Anbefalinger, lim, overflade- og imprægneringsmidler</i>	174
12.3	BRUGSFASE OG BORTSKAFFELSE	174
12.3.1	<i>Konklusioner, brugsfase</i>	174
12.3.2	<i>Konklusioner, bortskaffelse</i>	175
12.3.3	<i>Anbefalinger, brug og bortskaffelse</i>	175
12.4	DEN PRODUKTORIENTEREDE MILJØINDSATS OG UMIP-METODEN	176
12.4.1	<i>Konklusioner, den produktorienterede miljøindsats og UMIP-metoden</i>	176
12.4.2	<i>Anbefalinger, den produktorienterede miljøindsats og UMIP-metoden</i>	176
12.5	PRODUKTVURDERINGER AF UDVALGTE PRODUKTER	177
12.5.1	<i>Konklusioner, produktvurderinger af udvalgte produkter</i>	177
12.5.2	<i>Anbefalinger, produktvurdering af udvalgte produkter</i>	178
	Bilag A	181
	Bilag B	185

Bilag C	201
Bilag D.....	203
Bilag E	209
Bilag F	213

# Forord

Arbejdet med miljøindsatsen har tidligere været målrettet mod reduktion af forureninger fra både den producerende industri og bortskaffelsesindustrien. Resultatet har for disse indsatsområder på mange måder været positivt.

Samtidigt med dette har den materielle levestandard og derved forbruget af produkter, resourcer og energi i den industrialiserede verden været markant stigende.

Hvor denne miljøindsats har resulteret i reducerede belastninger fra blandt andet industrielle spildevandsudledninger, har forbruget af produkter, energi og dermed også produktionen af affald været stigende.

I erkendelse af dette har man nu flyttet fokus fra processer og enkeltudledninger til en målrettet indsats mod den samlede belastning fra industriprodukters livsforløb.

Denne ændrede fokus kaldes for den "produktorienterede miljøindsats".

Brancheprojekt for træ- og møbelindustrien - miljømæssige forhold i alle faser af træ- og møbelprodukters livscyklus - har til formål at analysere status for miljøindsatsen og forslag til fremtidig indsats på væsentlige områder. Herunder har formålet været at

- give en vurdering af UMIP-metodens (UMIP = Udvikling af Miljøvenlige Industri Produkter) resultater i forhold til træ- og møbelindustrien
- etablere det nødvendige datagrundlag på brancheområdet rettet mod produktudviklingsarbejde
- formidle udviklede værktøjer og videngrundlag til branchen.

Projektets arbejdsmetoder ud over UMIP-metoden er baseret på den model for brancheanalyse, der er udviklet i renere teknologiprojekter for byggevarerindustrien.

Projektets resultater baserer sig på dels en overordnet beskrivelse af branchen og dens miljømæssige forhold, dels på en detaljeret kortlægning af udvalgte, typiske produkters miljøpåvirkninger fra vugge til grav som grundlag for egentlige miljøvurderinger - som del af en produktorienteret miljøindsats.

Projektet henvender sig først og fremmest til produktudviklere, producenter, materiale- og udstyrsleverandører til træ- og møbelbranchen samt myndigheder. Sekundært er datamaterialet rettet mod LCA-praktikere.

Projektet har indledningsvist kortlagt branchen, baseret på tilgængelige data fra Danmarks Statistik og andre kilder. Brancheprofilerne danner grundlag for udpegning af de vigtigste delbrancher og produktområder, som den detaljerede kortlægning har beskæftiget sig med.

Dataindsamlings- og miljøvurderingsdelen af projektet er baseret på UMIP-metoden. Vurdering af branchens miljøforhold er belyst både ved en beskrivelse af de indsamlede data i UMIP-dataformat samt ved miljøvurdering af tre træbaserede produkter: En stol, et bord og et vindue.

Projektets styre- og følgegruppe har bestået af følgende medlemmer:

Mariane Hounum, Miljøstyrelsen (formand)  
Lars Elkjær Nielsen, Byggeriets Arbejdsgivere  
Anette Hastrup, Træets Arbejdsgiverforenings Miljøudvalg  
John Bredvig, Træets Arbejdsgiverforening  
Keld Korsager, Foreningen Dansk Møbelindustri  
Per Nielsen, Institut for Produktudvikling, DTU  
Jakob U. Christiansen, Direktoratet for Arbejdstilsynet

Lennart Sørensen, Forbundet Træ-Industri-Byg  
Joakim Lassen, RAMBØLL  
Lone Møller, Foreningen for Danmarks farve- og lakindustri/Akzo Nobel Industrial  
Coatings A/S  
Jan Søndergaard, Dansk Skovforening  
Chita Christensen, Energistyrelsen  
Jens Eisling, By- og Boligministeriet  
Claus Egeris Nielsen, Forbrugerstyrelsen  
Palle M. Sørensen, Erhvervsfremme Styrelsen  
Marianne Fox, Teknologisk Institut, Træteknik  
Christian Kofod, Teknologisk Institut, Træteknik (intern reviewer)  
Knud Erik Kvist, Teknologisk Institut, Træteknik (projektleder)

Brancheanalysen bygger på arbejdsdokumenter og viden indsamlet fra en lang række virksomheder, institutioner og enkeltpersoner bl.a.:

Niels Frees, Institut for Produktudvikling, DTU  
Rådgiver Kjeld Bülow, Taastrup  
Jørgen Baadsgaard-Jensen, Teknologisk Institut, Træteknik  
Haslev Møbelsnedkeri A/S  
MH Stålmøbler A/S, Junckers Industrier A/S  
Novopan A/S  
Akzo Nobel Casco Products

- samt mange flere, som vi herved retter en stor tak til.

Energihandlingsplaner, energistyring og miljøstyring bliver mere og mere udbredt som løsningsmodeller i branchen. Brancheanalysens resultater, koblet med en produktorienteret miljøpolitik, vil yde et væsentligt bidrag til at nedsætte branchens fremtidige samlede miljøbelastning.



# Sammenfatning og konklusioner

Denne brancheanalyse for træ- og møbelindustrien har følgende formål:

- At kortlægge den samlede industris størrelse og sammensætning med udgangspunkt i de produkter, den producerer
- at identificere og gøre status over branchens miljøpåvirkninger – fra vugge til grav i produkternes livscyklus
- at anbefale handlinger, der kan forbedre branchens samlede miljøindsats gennem udvikling af mere miljøvenlige industriprodukter og samtidig med, at konkurrenceevnen på hjemme- og eksportmarkederne bevares
- at vise mulighederne for konkret at integrere miljøhensyn i produktudviklingsprocessen ved anvendelse af edb-baserede værktøjer til miljøvurdering.

Resultaterne er fremkommet ved dataindsamling, primært hos en række danske leverandører og producenter, sekundært fra relevant viden fra tidligere gennemførte projekter inden for brancheområdet. De indsamlede data er efterfølgende anvendt til en livscyklusvurdering af tre typiske industriprodukter med tilhørende konklusioner og anbefalinger. Ved at vælge disse typiske produkter er det muligt dels at anvende konklusioner og anbefalinger i en bredere sammenhæng, dels at illustrere miljøvurderingsredskabets anvendelighed i produktudviklingen. De tre produkter er:

- En stol med metalstel og sæde og ryg af lamineret træ
- Et bord af massivt løvtræ
- Et vindue af fyrretræ

For hver af produkterne er der desuden simuleret produktvarianter for at vise det miljømæssige potentiale i forbindelse med produktudvikling. Livscyklusvurderingerne er udført ved anvendelse af UMIP-metoden (Udvikling af Miljøvenlige IndustriProdukter) og det dertil hørende PC-baserede beregningsværktøj.

*I projektforløbet har der været afholdt en work- shop samt gennemført koordinerende møder med øvrige igangværende renere teknologiprojekter inden for træ- og møbelbranchen. Udveksling af data og erfaringer med brug af UMIP- metoden er udvekslet med Institut for Produkt Udvikling, IPU, samt med RAMBØLL fra Miljøprojekt nr. 376/1998 "Miljøvurdering og udvikling af et reolsystem". Dette projekt har sammen med brancheanalysen indsamlet relevante data for begge projekter og supplerer brancheanalysen med miljøvurdering af et reolsystem af MDF-plader.*

Indsamlede data bliver tilgængelige i databasen til Miljøstyrelsens UMIP PC-værktøj og vil kunne udnyttes af branchens virksomheder ved produktvurdering af egne produkter - som del af en produktorienteret miljøindsats. Den indledende kortlægning af branchen er baseret på 1995-data fra Danmarks Statistik og er afrapporteret særskilt.

## Branchen i tal

Den danske træ- og møbelindustri inklusive skovbrug omsatte i 1995 samlet for kr. 25 mia. og beskæftigede i alt ca. 50.000 mennesker inkl. virksomhedsejere. Branchen er sammensat af mange små og mellemstore virksomheder med 15-16 ansatte i gennemsnit pr. virksomhed, undtaget skovbrug, hvor den gennemsnitlige beskæftigelse pr. driftsenhed er 1,6 person.

Den samlede produktionsværdi på kr. 25 mia. fordeler sig med kr. 1,4 mia. på skovbrug (6 %), kr. 8,9 mia. på savværk og byggevarer (35 %) og kr. 14,8 mia. på møbler og inventar (59 %).

Møbelindustrien eksporterede i 1995 for kr.11 mia, svarende til 76% af den samlede møbelproduktion (senere tal viser, at eksportandelen af møbelproduktionen er svagt stigende). Værdien af dansk møbelproduktion udgør 1,5% af verdens møbelproduktion. Skovbruget er meget naturligt den største producent, regnet efter produktionsmængde: 1,9 mio. tons i 1995 svarende til 55% af branchens samlede produktion.

Hele branchens (eksklusiv skovbrug) registrerede energiforbrug var 10.322.000 GJ i 1995, fordelt med 62% til savværk og byggevarerindustri og 38% til møbelindustrien. I 1997 er det samlede energiforbrug i branchen registreret som svarende til 8% af Danmarks samlede forbrug.

## Branchens forbrug af materialer og ressourcer

Danske skove leverer ca. 20% af branchens forbrug af træbaserede råvarer, fortrinsvis løvtræ. Den årlige nettotilvækst af vedmasse i danske skove er 5% før det sidste stormfald ultimo 1999. Forbruget af træ fra regnskovsområder er mindre end 3% af det samlede forbrug. Disse træarter er ikke omfattet af brancheanalysen. Resten af forbruget (77%), primært nåletræ, importeres hovedsageligt fra vore nordiske naboer, hvor den årlige nettotilvækst af vedmassen er ca. 25%. Træet kommer i stigende grad fra skovbrug, der lader sig certificere efter regler om bæredygtig drift fastsat enten af FSC, Forest Stewardship Council, eller PEFC, Pan European Forest Certification. En skovgeneration fra vore vigtigste forsyningskilder fornyr sig ca. pr. 80 år.

Træ er en fornybar ressource, der samtidigt er CO<sub>2</sub>-neutral. Det kulstof, der optages under træets vækst lagres efter skovning i det færdige produkt. Den samme mængde CO<sub>2</sub> frigøres først enten ved biologisk nedbrydning eller, hvis produktet efter end levetid bortskaffes ved forbrænding til energiformål. Træaffald fra træ- og møbelindustrien anvendes til at erstatte brændstof fra fossile energikilder (olie, naturgas og kul), der ikke er fornyelige og er væsentlige bidragsydere til den samlede forøgelse af drivhusgasser. Træaffald som energikilde tegner sig således for 40-50% af det samlede energiforbrug i branchen. Potentialt for øget anvendelse af træaffald enten til oparbejdning af nye træbaserede materialer eller som energi til varme og el- produktion er til stede.

Danske byggevarer, møbler og inventar forbruger yderligere en lang række andre råvarer end træ. Stål, aluminium, glas, plast, lime, lakker, malinger og træimprægneringsmidler m.m. indgår i de færdige produkter i forskellig mængde afhængigt af de behov, det færdige produkt skal opfylde i brugsfasen hos kunden/forbrugeren.

Fælles for metallerne gælder det, at de ikke er fornybare, at der er meget varierende forsyningshorisonter og miljøbelastninger. Jernmalm og bauxit (aluminium) har eksempelvis relativt lange forsyningshorisont på henholdsvis ca. 120 og 200 år, zink vurderes kun at have en forsyningshorisont på ca. 20 år.

Et af resultaterne i vurderingerne peger på at stål i stålmøbler udgør en væsentlig miljøbelastning i forhold til de andre materialer i møblet. Den samlede miljøbelastning fra disse møbeltyper vil derfor kunne reduceres væsentligt ved at sikre en korrekt bortskaffelse af stålkomponenterne efter endt brug således, at de kan demonteres og sendes til genbrug. Der er derfor behov for en yderligere dialog mellem branchens producenter og genanvendelsesindustrien for at optimere bortskaffelsesvejene, således at de ikke fornybare ressourcer sikres en længere forsyningshorisont.

Lim, overfladebehandling af træ og metaller samt træimprægnering anvendes for at tilføre de færdige produkter flere egenskaber som holdbarhed, styrke og dekorative effekter i designøjemed samt øget levetid – funktionskrav, som de naturlige materialeegenskaber ikke kan leve op til. Dette uanset om produkterne skal anvendes i udemiljø eller i indemiljø.

Denne nødvendige værditilvækst tilfører produkterne miljøbelastninger fra især påføring af lime, lakker og imprægneringsmidler, der ud over energiforbrug ved deres fremstilling kan afgive flygtige organiske stoffer, VOC'er, fra indholdsstofferne primært til luft. Disse emissioner påvirker på denne måde både arbejdsmiljøet i branchens virksomheder og atmosfæren, men for lime og lakkers vedkommende også indeklimaet i brugsmiljøet.

I dag er kun emission af formaldehyd fra bygningsplader reguleret ved lov, mens øvrige emissioner kun oplyses frivilligt, for eksempel via Dansk Indeklima Mærkning. For produkter med indhold af kemiske stoffer gælder desuden særlige regler for bortskaffelse af farligt affald.

I brancheprojektet har der været særlig fokus på indsamling af data for indholdsstoffer på lim, lak og træimprægneringsmidler. Der er foretaget miljøvurdering af indholdsstoffer, der svarer til ca. 95% af branchens forbrug af disse midler.

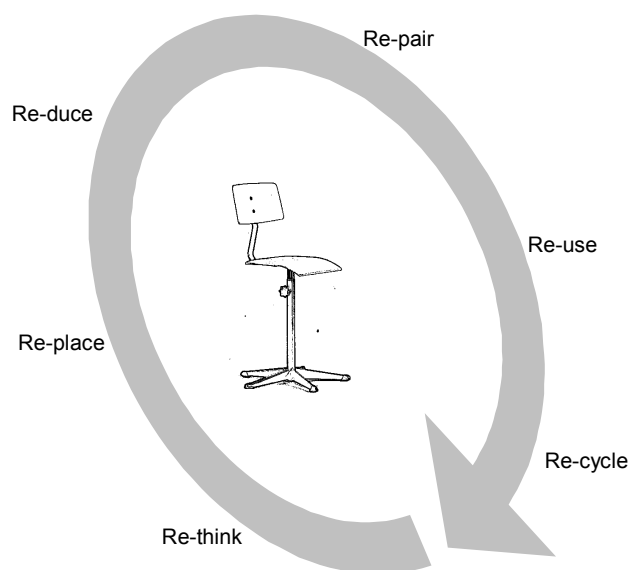
Sammen med myndighederne yder branchens organisationer, materiale- og udstyrsleverandører, producenter og industrielle designere en stor indsats for at reducere de samlede miljøpåvirkninger fra branchens produkter og virksomheder.

Udviklingen inden for lim, overfladebehandling- og træimprægneringsmidler har ført til udvikling af lime og lakker med færre emissioner af VOC'er, bl.a. reduceret formaldehydemission, vandbaserede træimprægneringsmidler samt forbud mod og udfasning af bl.a. arsen, chrom. Investering i renere teknologi i produktionsfasen samt stigende interesse for indførelse af miljøledelsessystemer har samlet ført til, at træ- og møbelindustrien nærmer sig de reduktionsmål for emission af VOC, som branchen har aftalt med Miljø- og Energi ministeriet.

Resultatet fra de tre produktvurderinger peger yderligere på, at øget anvendelse af UV- og vandige lakker kan reducere miljøbelastningen fra produkterne væsentligt i produktionsfasen og i særdeleshed i indeklimaet i brugsfasen. Øget anvendelse af nye vandbaserede træimprægneringsmidler samt øget fokus på konstruktiv træbeskyttelse ved anvendelse af træns naturlige egenskaber vil også væsentligt forbedre produkternes miljøprofil.

Design af produkter med anvendelse af hjælpematerialer med mindre miljøbelastning ved samme niveau af brugskrav samt øget mulighed for demontering, sortering og genbrug vil ud over at nedbringe produktets samlede miljøbelastning også bidrage til reduktion af eventuelle affaldsafgifter, der ikke forventes at blive reduceret i den nærmeste fremtid.

Der er behov for på brancheniveau at øge indsatsen for at udbrede både viden og værktøjer til LCA-produktvurderinger og den produktorienterede miljøindsats. Brancheanalysens resultater kan anvendes direkte i produktudviklingen ved hjælp af UMIP-metoden. Konklusionerne kan desuden gøres anvendelige i en bredere sammenhæng ved enklere virkemidler som eksempelvis "6 x R"-filosofien.



6 x R baserer sig på, at der i den miljøorienterede produktudvikling er (mindst) 6 overordnede måder at indarbejde miljøtankegangen i produktudviklingen på. Her anvendes den i

projektets efterfølgende formidlingsfase til at strukturere projektets konklusioner fra de udvalgte produkter således, at de er anvendelige for producenter af andre, tilsvarende produkter.

Dataindsamlingen i dette projekt er meget omfattende, alligevel vil der være materialer og processer, der ikke er inkluderet. Dette kan skyldes at anvendelsen af materialerne er marginal, at datatilgængeligheden har været lav eller økonomiske og tidsmæssige begrænsninger. Se derfor ikke denne rapport som ”de vises sten”, men brug den som inspiration til det videre arbejde med dokumentation og indførelse af produkttankegangen i branchen og i den enkelte virksomheder.

Brugen af UMIP-metoden og det dertil hørende PC-værktøj har været essentiel for at kunne påpege branchens indsatsområder. For at øge tilgængeligheden af værktøjet og tankegangen har Miljøstyrelsen igangsat en lang række initiativer, der skal hjælpe brancherne med at indarbejde den produktorienterede tankegang.

I takt med den udvikling, branchen og dens omverden har været igennem de sidste par år, er der blandt andet på baggrund af den produktorienterede miljøindsats et øget fokus på dokumentation af dette arbejde.

Kravet om lødig dokumentation, hvad enten det er som officielle mærknings- og verificeringsordninger, (FSC, DVC, Svanen, Blomsten, Indeklimamærket, ISO, EMAS) eller ved udarbejdede miljøvaredeklarationer, er stadigt stigende. Dette ses også blandt branchens medlemmer, der i stigende grad bruger miljømæssig dokumentation i deres markedsføringsmateriale. Det er dernæst op til de implicerede at vælge dokumentationsformen således, at den er afpasset formålet.

Livscyklusværktøjer vil ikke altid være optimale eller nødvendige til denne dokumentation, men tankegangen vil altid være en god indgangsvinkel.

# Summary and conclusions

This environmental analysis of the wood and furniture industry has the following purpose:

- To analyse the size and composition of the entire industry
- To identify and assess the environmental impacts of the sector – from cradle to grave
- To recommend actions, which will improve the environmental efforts through development of more environmentally friendly industrial products, thus strengthening the competitiveness on the domestic and the export markets
- To illustrate the possibilities of integrating environmental considerations into the product development process by using computer-based tools for environmental assessment

The results have appeared through data collection, primarily, from a number of Danish suppliers and manufacturers, secondarily, from relevant projects within the sector. The collected data have subsequently been used in life cycle assessments of three typical industrial products along conclusions and recommendations. By choosing these typical products, it is possible partly, to apply conclusions and recommendations in a wider perspective, and partly, by illustrating the applicability of the environmental evaluation tool in the product development. The three products are:

- A chair with a metal frame and seat and back are made of laminated wood
- A table made of solid hardwood
- A window made of pine

For each of the products product alternatives have been simulated to show the potential environmental focus points in connection with the product development. The life cycle assessments have been performed according to the Danish EDIP method (Environmental Design of Industrial Products), which includes a specially developed PC-based calculation tool.

*In the course of the project a workshop has been held and co-ordinating meetings with the other pending cleaner technology projects with the wood and furniture industry.*

The collected data will be accessible in the Danish PC-tool developed under the EDIP method, the database can be used by the wood and furniture industry in connection with product development – as a part of a product oriented environmental effort. The initial survey of the sector is based on 1995-data from Statistics Denmark, which are reported separately.

## The Sector in Numbers

In 1995 the Danish wood and furniture industry including forestry had a total turnover of DKK 25 Mia. and employed approx. 50,000 employees including owners. Many small and medium-sized companies compose the sector with 15-16 employees on average per company except for forestry, in which the employees per management unit is 1.6.

The total production value of DKK 25 Mia is grouped with DKK 1.4 Mia from the forestry branch (6%), DKK 8.9 Mia in the sawmill and building materials industries (35%), and DKK 14.8 Mia in the furniture and interior furnishings industry (59%).

The furniture industry exported in 1995 for DKK 11 Mia corresponding to the total production of furniture (figures received later show that the export share of the furniture production is slightly increasing). The value of manufactured Danish furniture amounts to approx. 1.5% of worlds manufactured furniture. Forestry is naturally the largest manufacturer calculated according to amount of production: 1.9 million tons in 1995 corresponding to 55% of the total production of the sector.

The total registered energy consumption of the sector excluding forestry was 10,322,000 GJ in 1995, distributed with 62% on sawmills and building products and 38% on the furniture industry. In 1997 the total energy consumption in the sector was registered corresponding to 8% of Denmark's total consumption.

## **The Consumption of the Sector of Materials and Resources**

Danish forests deliver approx. 20% of the sector's consumption of wood-based raw materials, primarily, hardwood. The yearly net increase of volume of wood in the Danish forests is 5% before the last windfalls at the end of 1999. The consumption of wood from rain forests is less than 3% of the total consumption. These wood species are not comprised by this analysis. The remainder of the consumption (77%) primary softwood is imported from our Nordic neighbours, where the yearly net increase of the volume of wood is approx. 25%. The wood origins increasingly from forestry, which can be certified according to directives on sustainable working laid down either by FSC, Forest Stewardship Council, or by PEFP, Pan European Forest Council. A wood generation from our most important source of supply renews itself in approx. 80 years.

Wood is a renewable resource, which at the same time is CO<sub>2</sub>-neutral. The carbon absorbed during the growth of the wood is stored in the finished product after felling. The same amount of CO<sub>2</sub> is released at first either by biological deterioration, or if the product after terminated lifetime is disposed of by combustion. Wood refuse from the wood and furniture industry is used to substitute fuel based on fossil energy sources (oil, natural gas and coal), which are non-renewable and viewed as being essential contributors to the total increase of greenhouse gases. Wood refuse, as an energy source constitutes 40-50% of the total energy consumption of the sector. The potential for increased use of wood refuse either for processing of new wood-based materials or as energy for heat or electricity production is present.

Danish building materials, furniture and interior furnishings consume a large number of other raw materials than wood. Steel, aluminium, glass, plastic, adhesives, lacquers, paints and wood preservatives etc. form a large part of the finished products in different amounts depending on the requirements, which the finished product should meet in the use stage with the customer/consumer.

All materials, which are non-renewable, have both varied supply horizons and environmental impacts. Iron ore and bauxite (aluminium) have e.g. relatively long supply horizons of approx. 120 and 200 years respectively; zinc is evaluated to have a horizon of supply of only approx. 20 years.

One of the results of the assessment indicates that steel in steel furniture constitutes an essential environmental impact in relation to the other materials in the furniture. The total environmental impact from these types of furniture could therefore be reduced considerably by of correct disposal of the steel components after use, so that they can be disassembled for further recycling. At present a further dialogue between the manufacturers of the sector and the recycling industry is needed in order to optimise the recycling channels, so that non-renewable resources will get a longer supply horizon.

Adhesives, surface treatment of wood and metals as well as preservative treatment are applied to add the finished products further properties such as durability, strength and decorative effects with respect to design as well as increase the life span – functional requirements, to which natural material properties can not measure up.

This necessary value increment adds to the products environmental impacts. Apart from increased energy consumption, the main impacts can be related to the emission of volatile organic compounds, VOC's, primary to the air department. These emissions of VOC's effect not only the working and the external environment during application, but can also have a considerable impact on human well being in the use stage of the product. Today only emissions of formaldehyde from wood-based boards are regulated statutory, while the remaining emissions are only informed voluntarily, e.g. via the Danish Indoor Climate La-

belling. For products containing chemical substances (e.g. preserved wood), special directives for disposal apply.

In the sector analysis special focus has been on collection of data on adhesives, lacquers and wood preservatives. An environmental assessment has been performed of compounds corresponding to approx. 95% of the sector's consumption of these agents.

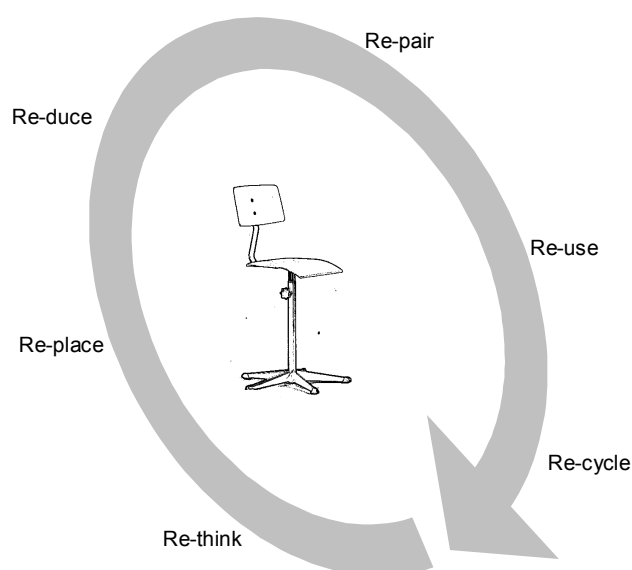
Together with the authorities, the organisations, material and equipment suppliers, manufacturers and industrial designers perform a major effort to reduce the total environmental impacts from the products and companies of the sector. The development within adhesives, surface treatment and wood preservatives has led to development of adhesives and lacquers with lesser emissions of VOC's e.g. reduced formaldehyde emission, water-based wood preservatives and prohibition of and phasing out arsenic and chromium. Investments in cleaner technologies in the production stage as well as increasing interest in the implementation of environmental management systems have resulted in the wood and furniture industry approaching the sectors overall reduction target for the emission of VOC. This reduction target is a result of a voluntary accord between the sector and the Danish Ministry of the Environment and Energy.

The findings of the three product assessments indicate, furthermore, that increased use of UV- and water-based lacquers essentially reduces the environmental impacts from the production stage and in the indoor air in the use stage. Increased use of new water-based wood preservatives and increased focus on wood protection through design by utilisation of woods natural properties will also improve the environmental profile of the sector.

These products might be designed with application of auxiliary materials with reduced environmental impacts as well as increased possibility of disassembling, grading and recycling. This would in excess of reducing the total environmental impact also contribute to reduction of potential waste charges (of which no reductions are expected in the near future).

There is a need at sector level to increase the efforts of disseminating both knowledge and tools for life cycle assessments and the product oriented environmental effort. The findings of the sector analysis can be utilised directly in the product development by means of the EDIP-method. The conclusions can, furthermore, be made applicable in a broader relation via simple means e.g. "6 x R" philosophy.

The basis of the 6 R's is that the environmental focus points in the product development can be summarised under 6 general headlines:



In addition to time-consuming LCA methods the 6 R's represent a guideline, which can be used in order to incorporate environmental reasoning in e.g. the design phase of a product.

In this context it is subsequently used to impose a structure on the conclusions of the project from selected products, so that they are applicable for manufacturers of other, similar products.

The data collection of this project has been very comprehensive; nevertheless, there are still many materials and processes, which have not been included. The reason for this exclusion of products, materials and processes are many. Where some of the materials or products are regarded as marginal other more important ones are not included due to limited data accessibility or economical or time limitations. Therefore this report does not represent a complete picture of the sector. The main goal has been to compile a report, which can be used as an inspiration for further work with documentation and implementation of the product oriented environmental strategies within the sector.

The use of the EDIP-method has been essential to pointing out the projects focus areas. To increase the accessibility of the tool and the reasoning of the LCA method the Danish Environmental Protection Agency has initiated a number of initiatives to further the implementation of the product oriented environmental strategies within the Danish industries.

Concurrently with the environmental development of the sector and its surrounding over the last few years, there has been an increased focus on the documentation of the various products environmental impacts.

The requirement to valid documentation - whether it is official labelling and verification schemes (FSC, DVC, The Nordic Swan, The European Flower, The Danish Indoor Label, ISO, EMAS) or "home made" environmental declarations - is steadily increasing. This is also seen among the members of the sector, who to a higher extent use environmental documentation in their marketing efforts. It is subsequently up to the parties involved to choose the level of documentation suited for the purpose.

Extensive life cycle assessment methods will not always be optimal for this documentation, but the reasoning will always be a sound approach.



# 1 Indledning

## 1.1 Projektformål

Nærværende projekt har haft til formål at analysere de miljømæssige forhold i alle faser af træ- og møbelprodukters livscyklus herunder:

- Beskrive den samlede branche og dens produkter.
- Foretage miljøvurdering, der belyser forskelle i miljøbelastning for en række udvalgte produkter, der skal repræsentere hele træ- og møbelbranchen.
- Etablere et nødvendigt datagrundlag på møbelområdet for inddragelse af miljøforhold i produktudviklingen og udarbejdelse af miljømæssig produktinformation til offentlige og private forbrugere.
- Formidle udviklede værktøjer herunder videngrundlag til branchen - UMIP-metoden og resultater fra tidligere projekter i træ- og møbelindustrien.
- Sikre, at projektets resultater bliver rettet mod anvendelse i UMIP- projektets værktøjer, samt at disse kan bidrage til branchekonklusioner om indsatsen vedrørende renere teknologi og prioritering af den miljømæssige indsats på virksomhedsniveau.
- Gennemføre en workshop til koordinering af renere teknologiprojekter på området.

Projektet er udarbejdet med støtte fra Rådet for genanvendelse og mindre forurenende teknologi.

## 1.2 Afgrænsning

Projektet har taget udgangspunkt i den model for brancheanalyse, der er udviklet i renere teknologiprojekter inden for byggeindustrien (Miljøstyrelsen, 1995). Projektet fik ved bevilling af projektmidler en drejning mod indsamling af data til brug af UMIP-metoden med tilhørende database og PC-værktøj. Dette bliver demonstreret i projektets praktiske produktteksempler (afsnit 9, 10 og 11) og forventes at bidrage til større anvendelighed i branchen.

Dataindsamlingen har taget udgangspunkt i danske forhold, dvs. dansk industri og danske leverandører af råvarer og hjælpematerialer. Desuden er tidligere udførte projekter med relevans til træ- og møbelindustrien inddraget - med enkelte undtagelser, afstemt efter tilgængelighed og væsentlighed for branchens miljømæssige betydning.

Træ fra tropiske skove udgør som råvare kun mindre end 3% af det træ og de træbaserede produkter, der bruges i Danmark. Import af denne råvare er derfor ikke omfattet af dette projekt. Derimod er import af nordisk nåletræ omfattet, da stort set alt nåletræ anvendt i den danske træ- og møbelindustri stammer fra de øvrige nordiske lande. Data fra dansk løvtræ indgår.

Arbejdsmiljø indgår ikke i projektet, da projektets drejning over mod UMIP-metoden vil give en skæv fremstilling af arbejdsmiljøproblemerne i denne branche, mens projektets oprindelige udgangspunkt ("brancheanalysemetoden") vil give en løsrevet og overfladisk beskrivelse. Væsentlige arbejdsmiljøaspekter, som anbefales inddraget i LCA-arbejdet, samt henvisninger til relevante udgivelser på området, er beskrevet i bilag D.

Miljøvurderingerne i denne rapport baseres på UMIP-metoden, (Wenzel et al. 1996), som generelt er i overensstemmelse med internationale principper for livscyklusvurderinger (SETAC og ISO). Livscyklusvurderinger dækker bl.a. forbrug af ressourcer og energi samt emissioner gennem produktets samlede livsforløb.

Til belysning af branchens miljøpåvirkninger og brugen af indsamlede data er udvalgt en række typiske produkter, som materiale- og procesmæssigt dækker branchen som helhed:

- En stol med sæde og ryg af faconspændt finér og stel af metal
- Et bord af massivt træ
- Et vindue af nåletræ.

Miljøpåvirkning fra opbevaringsmøbler såsom reoler er dokumenteret i det parallelle projekt "Miljøvurdering og udvikling af et reolsystem" (Miljøstyrelsen, 1998). Projektet har været gennemført i tæt samarbejde med dette projekt.

Produktion af tekstiler og polsterproduktion indgår ikke i projektet. Miljødata til brug for miljøvurderinger for tekstilmaterialer indsamles i et igangværende projekt (Miljøstyrelsen, 2000).

# 2 Brancheprofiler

## 2.1 Indledning

Træ- og møbelindustrien hører til de ældste industrier i Danmark. Udviklingen har bevæget sig fra lokalt håndværk til international, specialiseret industri, fra håndarbejde over mekanisering til automatisering, og fra individuel produktion til standardiseret serieproduktion.

Træ- og møbelindustri som begreb dækker over såvel byggevarer som møbler, i hele trækæden fra skovbrug til færdigforarbejdede produkter, og involverer foruden træ også en lang række andre materialer, fx stål, aluminium, plast, glas, isolering, polster, tekstil og læder. Udgangspunktet for at betragte brancherne under ét er anvendelsen af træ som det primære grundmateriale. Fælles for dem er den forholdsvis lange levetid, sammenlignet med fx andre konsumprodukter (i størrelsesordenen 20 – 100 år), mens de adskiller sig fra hinanden på andre punkter, fx ved eksportens andel af den samlede produktion: Møbelindustrien eksporterer årligt 80% af produktionen – svarende til ca. 1,5% af verdens samlede møbelproduktion – mens byggevarerområdet fortrinsvis er orienteret mod hjemmemarkedet. Især i møbelindustrien er eksporten ud over i håndværkstraditionen også dybt forankret i den danske designtradition, som danner grundlag for ca. 40% af møbeleksporten.

Trækædens første led kan i grove træk illustreres af figur 2.1. Kæden deler sig efter savværksindustri i byggevarer- og møbelindustri. Produkttyper er angivet som eksempler. Til produktion af de angivne produkttyper hører som nævnt også andre materialer og ressourcer. De øvrige led er de øvrige faser ud over materiale- og produktionsfasen i produkternes livsforløb, brugs- og driftsfasen, nedrivning/fjernelse, bortskaffelse samt transportfasen.

*Figur 2.1 Træ- og møbelindustrien og dens produkter*

<b>Skovbrug</b> Nåletræ Løvtræ		
<b>Savværksindustri</b> Konstruktionstræ Træplader (Cellulose)		<b>(Papirindustri)</b>
<b>Byggevarerindustri</b> Døre Vinduer Spær Gulve Trapper Gulve Hegn Carporte Inventar	<b>Møbelindustri</b> Opbevaringsmøbler Stole og borde Senge og madrasser Kontormøbler Skolemøbler Køkkener Polstrede møbler Gaveartikler / inventar	<b>Papirindustri</b> Papirmasse Papir og pap Husholdningsartikler Kontorartikler Tapet

*Oversigt over produktionsledene i trækæden samt produkttyper. Papirindustri er medtaget på figuren på grund af dens rolle som aftager af cellulose fra savværker, men er i øvrigt ikke medtaget i rapporten.*

## 2.2 Brancheprofilernes formål

Med udgangspunkt i, at en stor del af produktionen hører under byggevarerområdet, blev træ- og møbelindustrien i 1995 inkluderet i en generel kortlægning af byggevarerindustrien. Her blev identificeret de industriprodukter, som anvendes inden for byggeriet, fastsat mængder og værdier af disse produkter samt de ressourcer, som medgår til deres produktion – råvarer, energi og vand.

Formålet med kortlægningen var tvedelt: Dels at få et overblik over et produktområde, afgrænset ud fra dets anvendelse – byggeriet – og ikke den materiale- og procesmæssige oprindelse, som man typisk opdeler brancher efter. Dels at kunne pege på de brancher, som set fra en miljømæssig synsvinkel var mest interessante, det vil sige, hvor en miljøindsats vil have størst effekt. Interessen samlede sig om de brancher, hvor der enten bliver produceret meget store mængder, eller hvor materiale- og ressourceforbrug eller processer i sig selv er meget miljøbelastende.

Kortlægningen af byggevareområdet førte til udpegning af 13 brancheområder, som vurderedes at være interessante at undersøge nærmere ud fra en miljømæssig synsvinkel. Træ- og møbelindustrien var en af dem. Møbler var inkluderet i den oprindelige undersøgelse på grund af den i indledningen anførte historiske sammenhæng.

Brancheprofilerne i det indledende kortlægningsprojekt viste sig at være et nyttigt prioriteringsredskab, og indledningsvist i nærværende projekt er en tilsvarende, men mere detaljeret kortlægning blevet gennemført. Formålet var i princippet det samme som i de først gennemførte brancheanalyser – en kortlægning af:

- Hvad branchen producerer og i hvilke mængder
- Materiale- og ressourceforbrug
- Anvendelse af miljøbelastende stoffer
- Fællestræk i produktionsprocesser på tværs af produkttyper som baggrund for at pege på typiske produktionsprocesser

Kortlægningen har dannet baggrund for en udpegning af typiske produkttyper, materiale- og ressourceforbrug samt produktionsprocesser, som skal danne baggrund for den videre dataindsamling. Formålet med disse dataindsamlinger er beskrevet i indledningen til dette projekt.

## 2.3 Kortlægningens indhold

Kortlægningen baserer sig på data fra Danmarks Statistik. Derved bliver data struktureret efter de internationale branche- og produktnomenklaturer, branchenomenklaturen NACE og produktnomenklaturen CPA (se ordliste i bilag B). Danmarks Statistik har foretaget de nødvendige koblinger mellem de to.

### 2.3.1 Afgrænsning af brancher

Den egentlige kortlægning, som projektet har anvendt i det videre forløb, omhandler:

- Savværksindustri
- Byggevareindustri
- Møbelindustri

For at sikre data omfattende hele trækæden – og fordi materialeflowet fra råvarer til affaldsprodukter også breder sig over disse brancher – er skovbrug og papirindustri medtaget i statistikbearbejdningen. Papirindustrien er dog ikke medtaget i rapporten men findes bearbejdet på samme niveau som de øvrige data i bilagsrapporten Branche profiler (Fox, 1997).

Ud fra den indledende brancheoversigt i figur 2.1 er følgende NACE-brancher udvalgt:

0201	Skovbrug
1930	Læderindustri
2010	Udsavning og høvling af træ; imprægnering
2020	Krydsfinér, spånplader mv.
2030	Bygningstømmer, snedkeriartikler
2040	Træemballage
2051	Andre træprodukter, strå, kork og flet
2052	Gulve af strå, kork eller flet, kurvemagervarer

21xx <sup>1</sup>	Papirindustri
3512	Bådebyggerier
3611	Stole og andre siddemøbler; møbelpolstrere
3612	Kontor- og butiksinventar, undtagen stole
3613	Køkkeninventar mv.
3614	Andre møbler til boliger; lakerier
3615	Madrasfabrikker
3640	Sportsrekvisitter
3662	Børstefabrikker

I en del tilfælde har det været nødvendigt at gå et skridt videre i detaljeringsgrad for at udskille de produkter, der reelt har med træindustri at gøre, fx 191320 Træskofabrikker under 1930 Sko- og træskofabrikker.

Sideløbende med brancheopdelingen er identificeret de relevante produktgrupper i CPA, således af produkter, som hører ind under en branche, men som ikke har med træindustrien at gøre, er blevet sorteret fra i datakørslerne.

I (Fox, 1997) findes en samlet oversigt over de udvalgte brancher og produkter, som Danmarks Statistik har lagt til grund for datakørslerne.

### 2.3.2 Valg af datatyper

*Produktionstal* er valgt til den grundlæggende størrelse i dataindsamlingen. De kan fås på et meget detaljeret niveau (ca. 10.000 varenumre, hvorimod CPA arbejder med 3900 varekategorier). Produktionstallene angives i såvel værdi som mængde, hvor mængdeangivelsen kan variere fra produkt til produkt, fx kilo, meter, kubikmeter eller styk. Så vidt muligt er mængderne omregnet til kilo, så summation er mulig.

Produktionstal fås fra Forsyningsstatistikken og udenrigshandelsopgørelser.

*Virksomhedsopgørelser* er et andet sæt grunddata, som er anvendt til gennemsnitsbetragtninger over virksomhedsstørrelser og –struktur. Strukturen i en delbranche kan være afgørende for teknologianvendelsen og mulighederne for at implementere renere teknologi løsninger i den enkelte virksomhed.

Virksomhedsopgørelser fås via momsstatistikken, som i tilgift oplyser kvartalsomsætning.

*Beskæftigelsen* i brancherne kan ved kobling med virksomhedsopgørelserne dels bruges som et mål for virksomhedsstørrelsen, ved kobling med produktionsdata som mål for mekaniseringsgrad og selvstændige data som mål for størrelsesorden af arbejdsulykker og arbejdsmiljø (arbejds miljø er i øvrigt omtalt selvstændigt i bilag D).

Beskæftigelsen oplyses via ATP-indberetninger.

*Energidata* er traditionelt en vigtig miljøparameter samtidig med, at energiforbrug er en vigtig omkostning for virksomhederne, som derfor ofte er stærkt motiverede til at reducere energiforbrug.

Energidata fås via Industrietællingen samt som bearbejdede data fra Energistyrelsen.

*Råvaredata*, dvs. forbrug af råvarer og halvfabrikata til produktion af færdige produkter har der som nævnt også været ønske om at medtage som prioriteringsfaktor. Af tekniske grunde

---

<sup>1</sup> De valgte brancher i papirindustrien er:

2111	Papirmasse
2112	Papir og pap
2121	Bølgepap, emballage af papir og pap
2122	Husholdnings- og toiletartikler af papir og pap
2123	Kontorartikler af papir og pap
2124	Tapet
2125	Andre papir- og papvarer

kan dette ikke lade sig gøre, da denne type oplysninger ikke er en del af de traditionelle forespørgsler til Danmarks Statistik, som derfor ikke gennemfører råvaremålinger jævnligt. Dette afspejler meget godt den status miljørelevante informationer har haft indtil nu: Forbrug af råvarer er i sig selv ikke anset som værende interessant ud over, at det kommer til udtryk i prisen for det færdige produkt. Men i miljø sammenhæng er bl.a. typen og mængden af råvarer interessant og måske derfor en kommende standardoplysning fra Danmarks Statistik.

Alle indhentede data er fra 1995.

## 2.4 Produktionsdata

Der er stor forskel på branchernes størrelse, om man betragter værdien af de producerede varer eller mængden af dem. Groft sagt: Jo tidligere i trækæden, jo mindre værdi er der lagt i produktet via forarbejdning – omvendt er produkterne i de tidlige led i kæden store i volumen og små i værdi. De store mængder af relativt uforarbejdede produkter kan give anledning til nogle typer miljøproblemer, fx af volumen karakter, mens et mindre produktionsvolumen af mere forarbejdede produkter ofte kan være årsag til store energiforbrug.

Da begge faktorer kan være afgørende for miljøbelastningerne, er nedenfor angivet både opgørelser i værdi og mængde. Statistikoplysningerne giver informationer om såvel den danske produktion samt eksportandelen heraf og import af de samme varer til det danske marked. Import og eksport kan have betydning for overvejelser om en eventuel renere teknologiindsats.

Tabel 2.1 og 2.2 angiver produktionsdata i henholdsvis værdi og mængder.

**Tabel 2.1 Produktionsdata, værdi**

	Værdi, mio. kroner				
	Produktion	Prod. i%	Import	Eksport	Forsyning
0201 Skovbrug	1.409	6	380	283	243
1930 Læderindustri	23	0	19	10	32
2010 Udsavning og høvling samt inpregning af træ	1.057	4	3.476	623	3.910
2020 Krydsfinér, spånplader m.v.	1.334	5	1.544	570	2.307
2030 Bygningstømmer og snedkerartikler	5.371	21	443	3.015	2.799
2040 Træemballagefabrikker	374	1	118	69	423
2051 Andre træprodukter, varer af stål, kork og flet	704	3	292	620	376
2052 Gulve af kork, stål eller flet, kurvemøbler m.v.	0	0	29	2	27
3512 Bådebyggerier	63	0	66	172	-42
3611 Stole og andre sidde møbler, møbelstole	3.086	12	859	1.786	2.159
3612 Kontor- og butiksmøbler undtagen stole	1.352	5	149	868	634
3613 Køkkeninventar m.v.	1.302	5	38	319	1.021
3614 Andre møbler til boliger, møbelkabinetter	8.696	35	934	8.245	1.385
3615 Madrasfabrikker	305	1	84	67	322
3640 Sportsrekvisitter	22	0	70	16	76
3662 Børstefabrikker	65	0	41	8	98
Samlet produktion træ- og møbelindustrien	25.164	100	8.543	16.674	15.769

Tabel over værdi af produktion i træ- og møbelindustrien 1995 samt import, eksport og forsyning af det danske marked. Sammenhængen mellem data er følgende: Produktion + import - eksport = forsyning.

Kilde: Danmarks Statistik, 1995

Tabel 2.1 viser værdi af produktion i træ- og møbelindustrien 1995 samt import, eksport og forsyning af det danske marked. Tre områder skiller sig ud: ”Bygningstømmer og snedkerartikler” (herunder vinduer og døre), ”Stole/sidde møbler” samt ”Andre møbler til boliger”.

I alle tre tilfælde er eksportandelen desuden stor. På nogle områder ses det, at importen væsentligt overstiger den danske produktion, fx på savværksområdet, hvor en stor del af det træ som anvendes på det danske marked som råvare til andre træprodukter, er importeret fra det øvrige Norden.

**Tabel 2.2 Produktionsdata, mængder**

	Produktmængder, 1000 tons				
	Produktion	Prod. i%	Import	Eksport	Forsyning
0201 Skovbrug	1.897	55	640	243	2.294
1930 Læderindustri	0	0	0	0	0
2010 Udsavning og høvling samt imprægnering af træ	431	13	1.244	195	1.480
2020 Krydsfinér, spånplader mv.	209	6	398	97	510
2030 Bygningstømmer og snedkerartikler	261	8	28	142	147
2040 Træemballagefabrikker	77	2	57	18	117
2051 Andre træprodukter, varer af stå, kob og fløt	13	0	23	29	7
2052 Gulve af kob, stå eller fløt, kurvemagervarer	0	0	1	0	1
3512 Bådebyggerier	1	0	1	1	0
3611 Stole og andre sidde møbler; møbelpolstre	50	1	27	28	48
3612 Kontor- og butiksinventar, undtagen stole	58	2	6	38	27
3613 Køkkeninventar mv.	50	1	3	12	40
3614 Andre møbler til boliger; møbelakerier	366	11	58	360	64
3615 Madrasfabrikker	15	0	5	4	16
3640 Sportsrekvisitter	0	0	2	0	2
3662 Børstefabrikker	1	0	1	0	2
Samlet produktion træ- og møbelindustrien	3.429	100	2.495	1.168	4.756

Tabel over mængde af produktion i træ- og møbelindustrien 1995 samt import, eksport og forsyning af det danske marked. Sammenhængen mellem data er følgende: Produktion + import - eksport = forsyning.

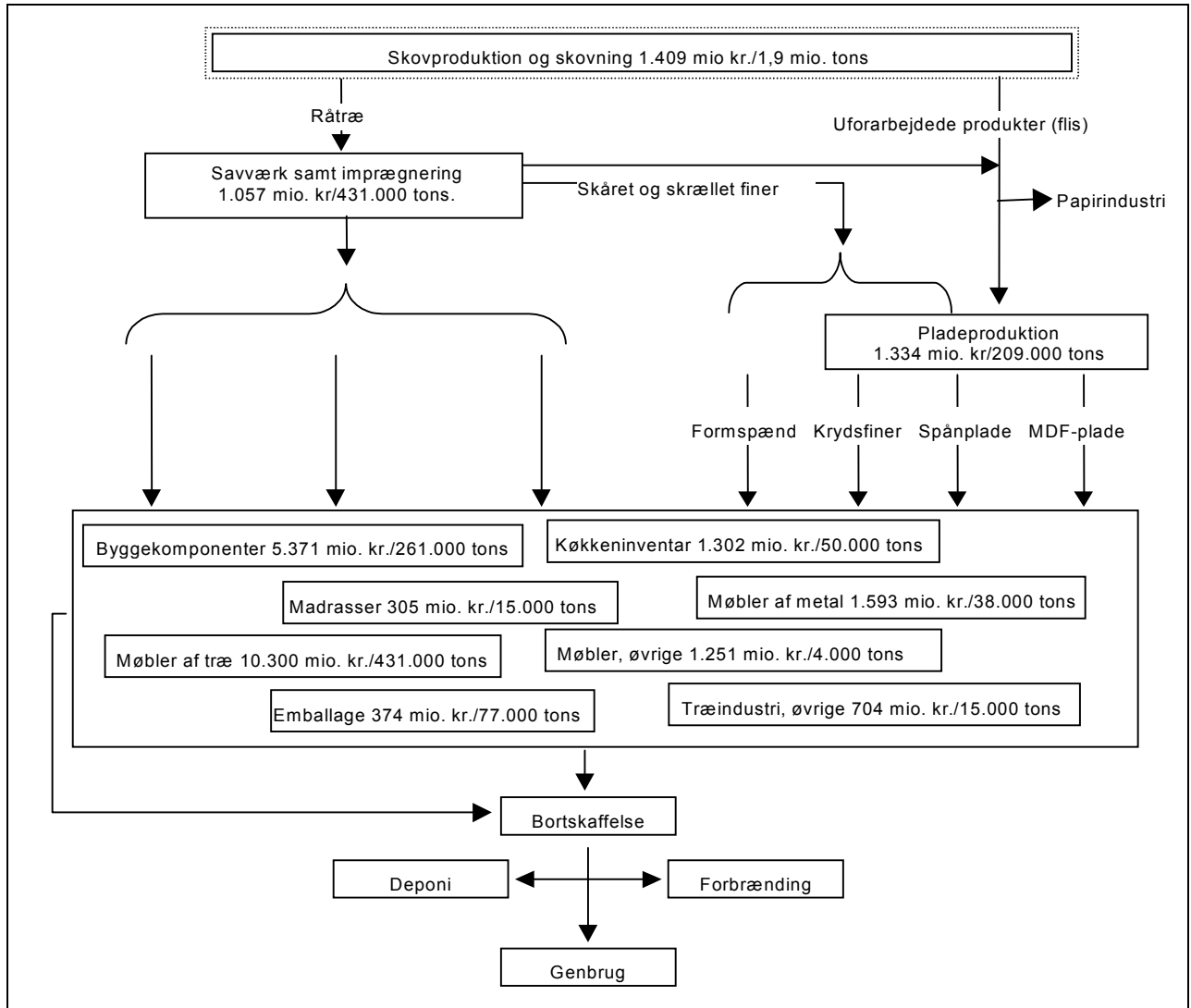
Kilde: Danmarks Statistik, 1995

Tabel 2.2 viser mængder af produktion i træ- og møbelindustrien 1995 samt import, eksport og forsyning af det danske marked. Skovbruget er her den altdominerende branche. Den store andel af skovbrugets produkter, som ikke går igen i de øvrige brancher, er det træ, som anvendes til papir. Bortset fra skovbruget er det savværker, bygningstømmer og andre møbler til boliger, som er de dominerende brancher.

Sammenholder man de to tabellers produktionskolonner, kan man alene på baggrund af disse data pege på de vigtigste delbrancher i træ- og møbelindustrien. Figur 2.2 gengiver produktionsværdi og -mængder i diagramform. Her er billedet domineret af følgende brancher:

- 2010 Udsavning og høvling af træ; imprægnering (mængde)
- 2020 Krydsfinér og spånplader mv (mængde og værdi)
- 2030 Bygningstømmer og snedkerartikler (mængde og værdi)
- 3811 Stole og andre sidde møbler; møbelpolstre (værdi)
- 3812 Kontor- og butiksinventar, undtagen stole (værdi)
- 3813 Køkkeninventar mv. (værdi)
- 3814 Andre møbler til boliger; lakerier (værdi)

Figur 2.2 Sammenstilling af tabel 2.1, produktionsværdi og 2.2, produktionsmængde i trækæden i 1995.



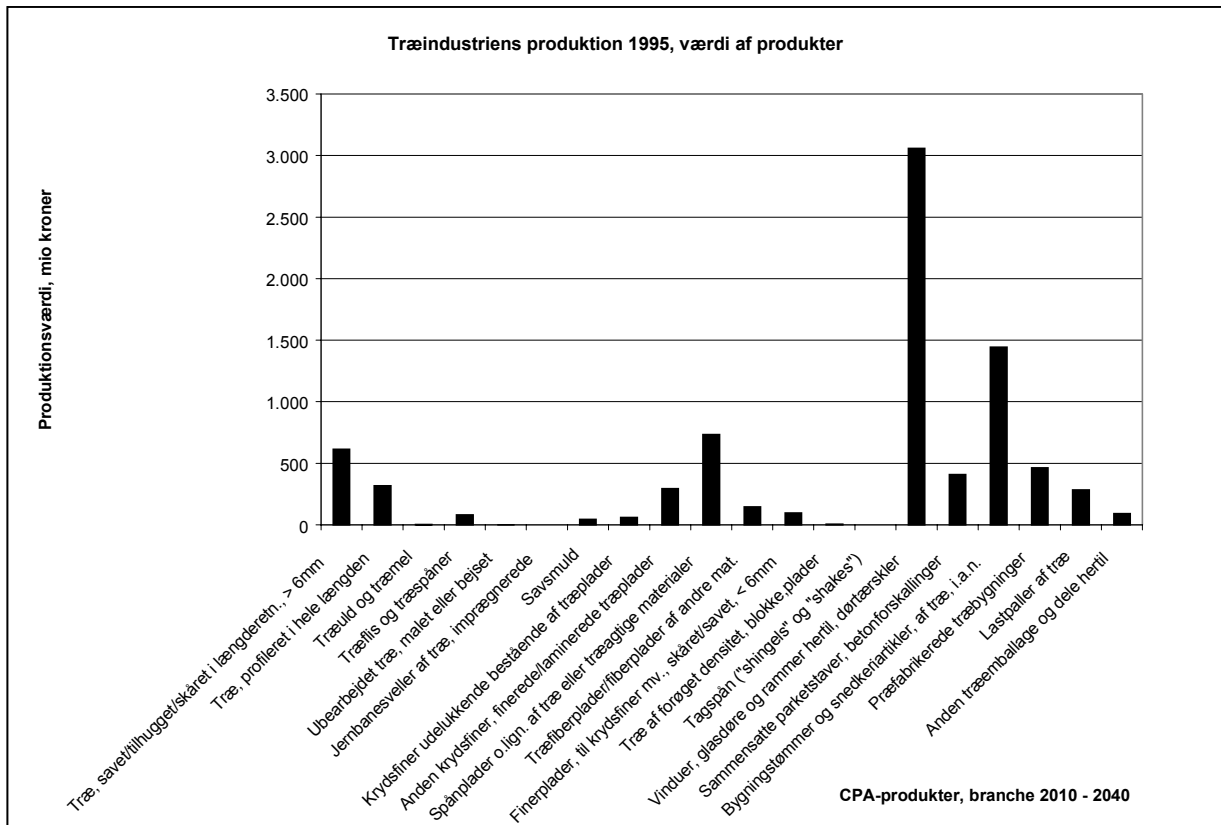
Tallene i parentes angiver en branches andel af den samlede produktion i henholdsvis værdi og mængde. Bemærk den relative værdistigning ned gennem trækæden – forholdet mellem værdi og mængde.  
Kilde: Danmarks Statistik og Træteknik

Møbler er den dominerende delbranche målt på værdi i kroner. Skovproduktion og skovning er den dominerende delbranche målt på produktionsmængde i tons. For yderligere at pege på typiske produkter og produktionsprocesser må man enten støtte sig til de detaljerede opgørelser på produktniveau eller til branchekendskab. De underliggende produktdata, som er summeret til branchedata i ovenstående figurer, kan give en indikation af disse typiske produkter.

I figur 2.3 og 2.4 er gengivet træindustriens (dvs. savværker samt byggevareindustri) produkter og deres størrelse i henholdsvis værdi og mængder. Målt i værdi er det vinduer og døre, som er den altdominerende produktgruppe, svarende til tidligere antagelser om, at de mest forarbejdede produkter vejer relativt tungt i værdiopgørelserne. Dette bekræftes af mængdeopgørelserne, hvor de let forarbejdede produkter savet træ, flis og spåner samt pladematerialer dominerer. Dog har bygningsartiklerne stadig en pæn størrelse. Det skal erindres, at pladematerialerne videreføres i såvel byggevare- som møbelindustri.

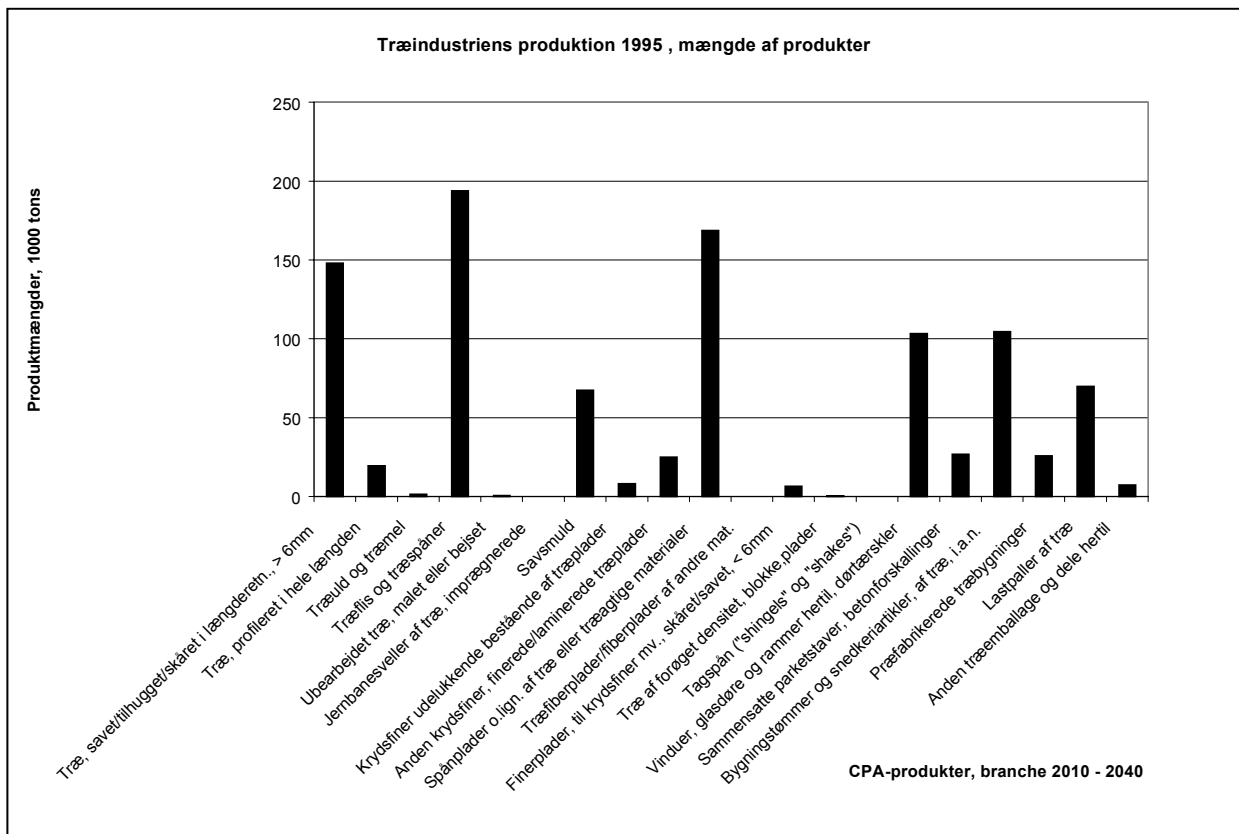


Figur 2.3 Træindustriens produkter, produktionsværdi 1995



Kilde: Danmarks Statistik, 1995

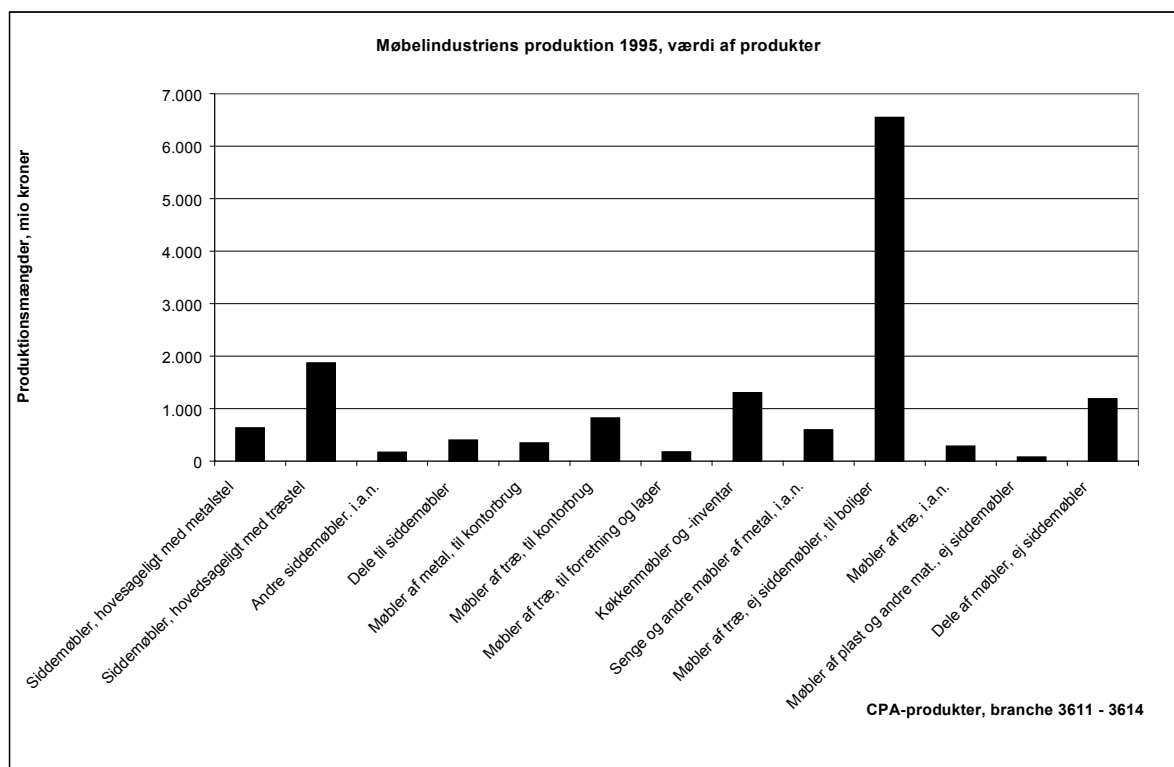
Figur 2.4 Træindustriens produkter, produktionsmængder 1995



Kilde: Danmarks Statistik, 1995

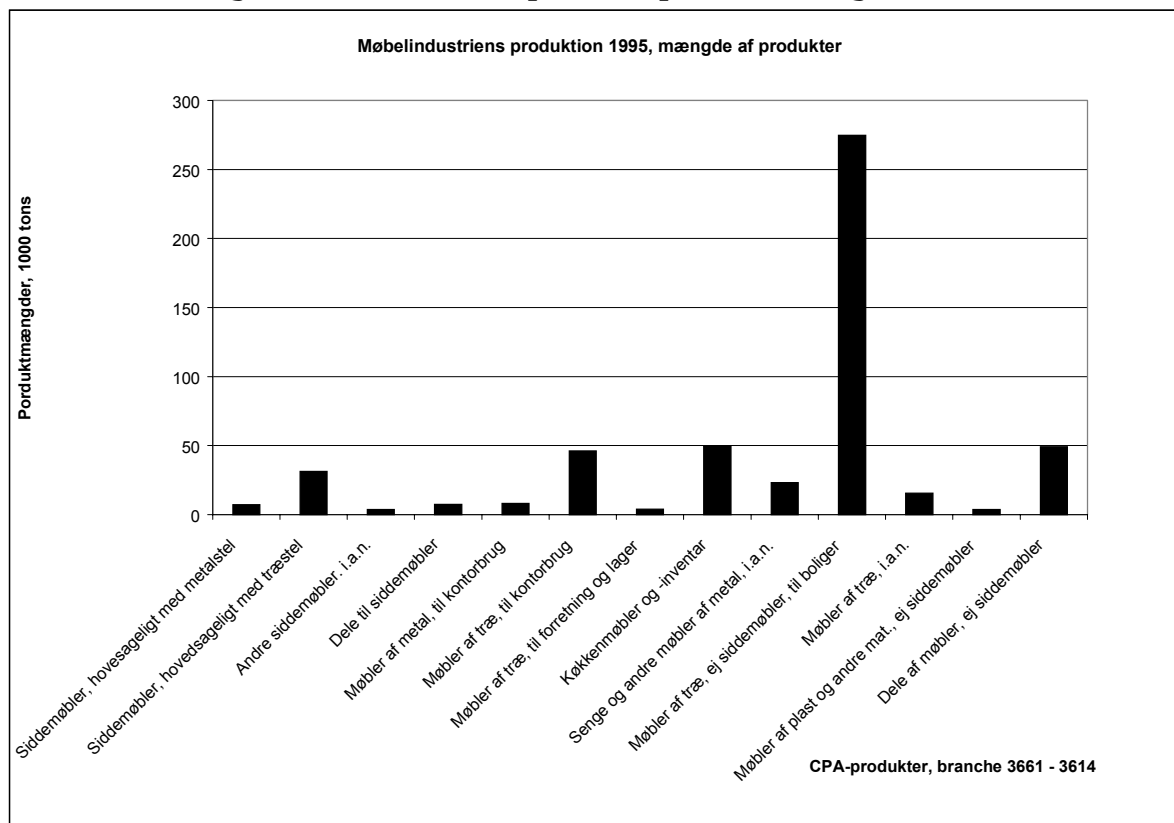
I figur 2.4 og 2.5 er de tilsvarende data gengivet for møbelindustrien. Anvendelse af CPA-koder giver et detaljeret billede af industrien, herunder opsplitning af produkttyper efter primær materialeanvendelse. ”i.a.n.” betyder ”ikke andetsteds nævnt” og er en restgruppe.

**Figur 2.5 Møbelindustriens produkter, produktionsværdi 1995**



Kilde: Danmarks Statistik, 1995

**Figur 2.6 Møbelindustriens produkter, produktionsmængder 1995**



Kilde: Danmarks Statistik, 1995

Møbelindustriens produktion er primært domineret af produkter hovedsageligt eller fuldstændigt af træ. Dette indikerer et stort behov for at kortlægge de træbearbejdende processer samt overfladebehandling af træ. Produktionsprocesserne i træbearbejdningen adskiller sig ikke væsentligt, om der er tale om siddemøbler eller andre møbler af træ, og det er i høj grad det samme produktionsapparat, der står rundt omkring i virksomhederne.

Siddemøblerne adskiller sig først og fremmest ved ofte at omfatte polstring. Dette område er svært at skaffe data på, da det – sammen med imprægnering på bygningsiden og overfladebehandling – ikke regnes som producerende virksomheder men som servicevirksomheder på linie med håndværksvirksomheder. Der er således ikke data for, hvor stor en del af siddemøblerne, der polstres.

I modsætning til byggevarerne er de to diagrammer for møbler meget ens i forløb. De store produktgrupper er derfor de samme, uanset om man betragter værdien eller mængden af produkterne. Det statistiske materiale giver dog ikke mulighed for at sige noget om spredningen inden for den enkelte produktgruppe.

## 2.5 Energidata, beskæftigelse og fordeling af virksomheder

Energiforbrug, beskæftigelse og fordeling af virksomheder vil blive anvendt som supplerende faktorer, når væsentlige brancher og produkttyper skal udpeges. Data skal derfor kobles med de eksisterende produktionsdata for at give en uddybende information.

### 2.5.1 Energidata

Forskellige energikilder giver anledning til forskellige miljøeffekter og i forskelligt omfang. Fx regnes træ som en CO<sub>2</sub>-neutral energikilde, da den mængde CO<sub>2</sub>, som frigives ved afbrænding, svarer til den mængde, som er blevet bundet i træet under dets vækst ved omdannelse til O<sub>2</sub>. Vand- og vindkraft har tilsvarende mindre miljøeffekter end fossile energikilder.

I bilagsrapport Brancheprofiler er gengivet de rå data fra Danmarks Statistik, Industritællingen 1995. Data er opgivet på 6-cifret brancheniveau (Dansk Branchekode 1993 = DB93), som er et niveau mere detaljeret end NACE, men ikke så detaljeret som produktopdelingen CPA.

Alle data i bilagsrapporten (samme som ovenfor) for energiforbrug er fra Danmarks Statistiks side angivet i volumenenheder (tons, m<sup>3</sup> etc.) og er af Energistyrelsen omregnet til Gigajoule (GJ = 10<sup>9</sup> J). Omregningsfaktoren er angivet øverst i diagrammet. For træaffaldets vedkommende er der i dette projekt regnet med forskellige brændværdier alt efter branchen, idet træet har forskellig fugtindhold og dermed forskellig brændværdi, hvilket skulle give et mere reelt billede af energiforbruget/energiproduktionen i brancherne.

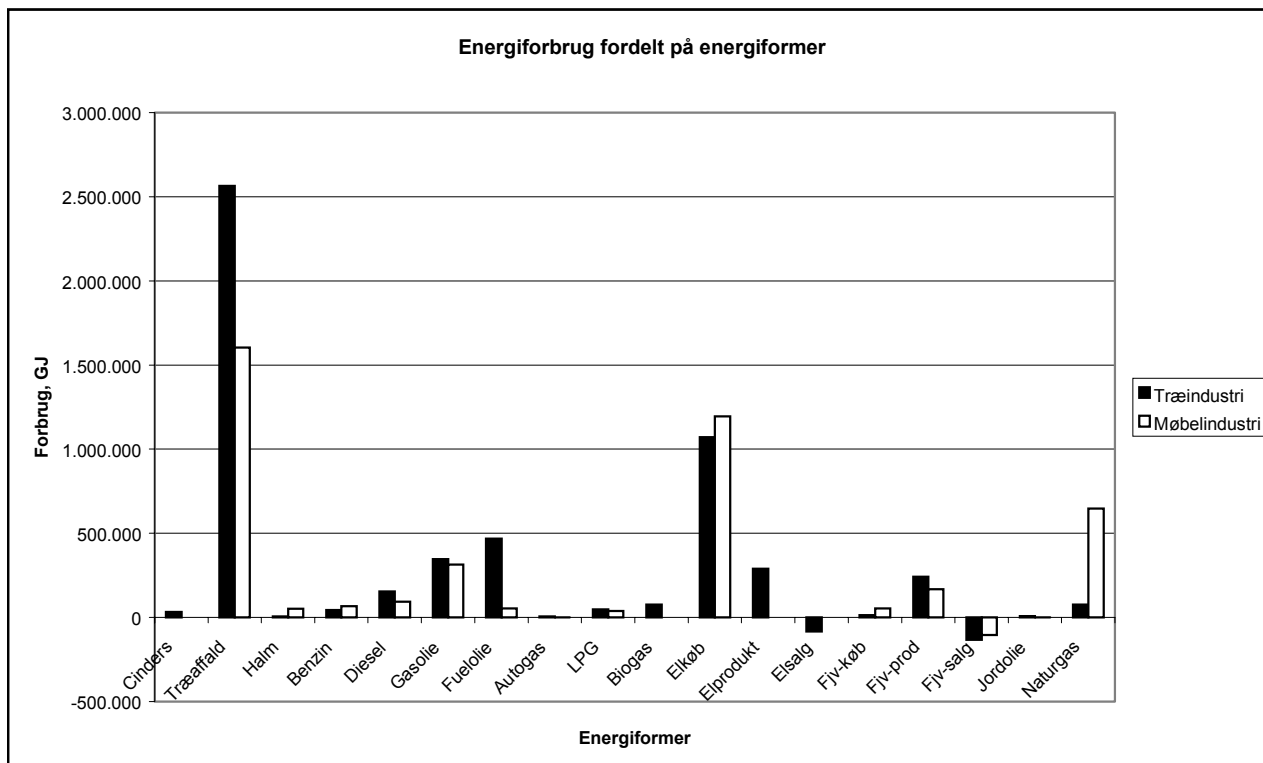
Det fremgår af bilagsrapporten, at der anvendes et meget stort antal forskellige energiformer, samt at der fra visse brancher også sker et salg af energi (spildvarme mv.). Desuden sælger en del virksomheder affaldstrø enten til videreforarbejdning (spånplader) eller til energifremstilling. Dette findes der ikke statistiske data for.

Fra branchens side fremhæves det ofte, at forbruget af fossile brændsler (enten direkte eller i form af købt elektricitet) er minimeret ved at udnytte affaldstrø til energiproduktion. De mindre virksomheder udnytter det fortrinsvis til varmeproduktion, mens enkelte større virksomheder er i stand til at producere elektricitet og fjernvarme – ikke blot til eget forbrug men til salg til nettet.

Dette bekræftes af figur 2.7, hvor træindustriens henholdsvis møbelindustriens samlede energiforbrug fordelt på energiformer er angivet. Det ses, at træaffald i begge tilfælde er langt den dominerende energikilde, suppleret med købt elektricitet. I træindustrien tegner træaffaldet sig for 49% af det samlede energiforbrug, mens det tilsvarende tal i møbelindustrien er 38%.

Omregning til energiforbrug i GJ giver mulighed for, at energiforbrugene kan summeres branchevis. Derved går man som ovenfor nævnt glip af indikationen af miljøeffekten af de anvendte energiformer, men får mulighed for at koble energi og produktionsmængder.

Figur 2.7 Energiforbrug i træ- og møbelindustrien



De samlede energiforbrug på de to brancher: Træindustri inklusiv byggevareindustri samt møbelindustri. Figuren angiver de energiforbrug, der er i branchens egen produktion, ikke det samlede energiforbrug til produktion af produkterne.

Kilde: Danmarks Statistik, 1995

Tabel 2.3 viser en tabel over energiforbrugene for de enkelte brancher. Disse er sammenholdt med produktionsmængder henholdsvis –værdi. Træaffald ses at være klart den største enkeltkilde til energiforbrug i begge brancher.

Set ud fra en marginalbetragtning (dvs. betragtet fra den enkelte energiforbrugers side) er det mindre problematisk at anvende en CO<sub>2</sub>-neutral energiressource. Set fra en samfundsmæssig synsvinkel er det imidlertid vigtigt at minimere samtlige energiforbrug, således at en større andel af det samlede energiforbrug kan leveres fra miljørigtige energikilder. Hvis en producent reducerer sit forbrug af flis til opvarmning og dampproduktion, vil denne flis kunne anvendes i et kraftvarmeværk i stedet og erstatte fossile brændsler.

En anden illustration af samme problematik er, at det fra en miljømæssig synsvinkel er lige godt, om en producent selv anvender sit affaldstræ eller sælger det som energikilde til anvendelse et andet sted. Men det kan skabe et incitament til at tænke miljøvenligt, at synliggøre den enkelte producents eller branches anvendelse af energikilder.

**Tabel 2.3 Samlede energiforbrug i træ- og møbelindustrien**

DB93	Branche	Samlet Energiforbrug GJ	Energipr. prod.ton GJ/ton	Energipr. prod.værdi GJ/1000 kr.
201010	Savværker	733.336	1,70	0,69
201020	Træ imprægnering	77.558	0,54	
202000	Træplader	1.288.479	6,17	0,97
203010	Ramme- og møbellister	2.617		
203020	Dele af træ tilbygn.	3.762.853	16,03	0,77
203030	Præfab. bygn + dele	54.949	2,12	0,12
204000	Træemballage	178.265	2,31	0,48
205110	Trædrejere	37.632	12,08	0,39
205120	Ligkistefabrikker	16.685	1,22	0,04
205190	Andre træprodukter	244.927	25,61	1,21
<b>Ialt</b>	<b>Træindustri</b>	<b>6.397.302</b>	<b>5,57</b>	<b>0,72</b>
361110	Stole, sidemøbler	947.121	19,11	0,31
361120	Møbelpolstre	4.390		
361200	Kontor- og butiksmøbler	352.988	6,06	0,26
361300	Køkkeninventar	337.563	6,76	0,26
361410	Andre møbler til bolig	2.239.841	6,12	0,26
361490	Møbellakerer	11.261		
361500	Madrassfabrikker	31.167	2,06	0,10
<b>Ialt</b>	<b>Møbelindustri</b>	<b>3.924.331</b>	<b>7,28</b>	<b>0,27</b>

Første kolonnedata er direkte genereret fra Danmarks Statistik, mens anden og tredje er beregnet ved at sammenholde produktionsdata med energidata. Angivelsen af gennemsnitligt forbrug pr. mængde hhv. værdi for hele brancher bør tages med forbehold for den store spredning, de øvrige data angiver.

Kilde: Danmarks Statistik, 1995

Overordnet er energiforbruget størst pr. mængdeenhed i møbelindustrien. Det skal erindres, at tallene repræsenterer branchens energiforbrug og ikke produkternes. I det omfang, at dele af produkterne eller råvarer tildannes i andre brancher (fx fremstilling af stålrør, tekstiler, plast), er dette energiforbrug ikke indregnet i tabel 2.3.

I træindustrien er der stor spredning i energiforbruget. Det største ligger i gruppen "Dele af træ til bygninger", som inkluderer døre og vinduer - når der ses bort fra "Andre træprodukter", som er den lille gruppe produkter af strå, flet og kork. Her er der dels tale om en del træforarbejdning, dels imprægnering og overfladebehandling. Gruppen omfatter desuden vinduer af plast og metal.

Forarbejdningsgraden er generelt større i møbelindustrien, og overfladebehandling af relativt store arealer i forhold til volumen er typisk. Inden for møbelindustrien er energiforbruget størst til stole, selv om dette ikke kommer til udtryk i energiforbruget pr. værdienhed, dvs. energiforbrugets andel i produktets salgsværdi. Enkeltdeler til stole kan være fx formpreset finér og bukning af metaldele, som begge er energikrævende at producere/bearbejde. Tilsvarende gælder også for pulverlakering af metaldel.

De øvrige produkttyper – brancherne 3612 – 3614 – er næsten ens i deres energiforbrug, energi pr. produceret ton, hvilket de også er i deres overordnede materialeanvendelse (massivt træ, plader mv.).

## 2.5.2 Beskæftigelse og virksomhedsstørrelse

Et andet udtryk for branchens størrelse og sammensætning er antallet og størrelsen af virksomhederne, målt i antal beskæftigede og omsætning. Denne viden kan ikke umiddelbart anvendes til miljømæssige tolkninger, men kan sige noget om branchens evne til at implementere ny teknologi, fx af miljøhensyn. Små virksomheder har typisk sværere end store virksomheder ved at foretage investeringer eller gå ind i udviklingsprojekter.

Oplysningerne om beskæftigelse og virksomhedsstørrelse/-antal stammer fra moms- og ATP-indberetningerne. Disse kan desværre ikke kobles til Forsyningsstatistikken, da da-

tagrundlaget er forskelligt: Hvor moms- og ATP-indberetninger er lovpligtige for alle virksomheder uanset størrelse, er indberetninger til Forsyningsstatistikken kun pligtig for virksomheder med mere end 10 beskæftigede.

Derfor er anvendt momsstatistikens egne tal for værdi af produktion, som i modsætning til Forsyningsstatistikken også indregner videresalg (salg af indkøbte produkter fremstillet af anden producent), altså samlet omsætning i virksomheden. Der kan dermed heller ikke af denne grund foretages sammenligninger mellem nedenstående økonomiske tal og Forsyningsstatistikens. Forskellen kan selv i brancher med store virksomheder være 50%.

Indberetningsgrundlaget giver til gengæld mulighed for at medtage handel og service samt bygge- og anlægsvirksomheder.

Tabel 2.4 viser indberetninger om antal beskæftigede inklusive ejer af virksomheden, antal virksomheder i branchen samt den samlede omsætning samkøringer af disse data.

**Tabel 2.4 Beskæftigelse og virksomhedsstørrelse**

Kode DB93/ NACE	Branche	Beskæft. incl. ejer	Antal virksomh.	Beskæft. pr. virksomh.	Samlet omsætning (m i kroner)	Omsætning pr. virksomhed 1000 kr./virks.	Omsætning pr. beskæft. 1000 kr./besk.
02	Skovbrug incl. service	5.940	3.749	1,6	1.472	393	248
193020	Træskofabrikker	70	37	1,9	64	1.731	918
2010	Savværker & inpræg.	2.049	260	7,9	1.616	6.215	789
2020	Krydsfiner, spånplader m.v.	1.344	78	17,3	1.987	25.635	1.479
2030	Bygningstømmer & snedkeriart.	9.331	365	25,6	7.307	20.019	783
2040	Træemballage	898	114	7,9	701	6.151	781
3611	Stole m.v., møbelpolstrere	6.141	688	8,9	3.818	5.548	622
3612	Kontor- og butiksmøbler	3.326	204	16,3	2.142	10.512	644
3613	Køkkeninventar m.v.	2.334	70	33,6	1.766	25.406	757
3614	Andre møbler til boliger	13.289	982	13,5	10.193	10.380	767
3615	Madrassfabrikker	322	18	17,9	557	30.924	1.729
3640-62	Anden fremstilling end møbler	5.318	376	14,1	5.902	15.697	1.110
4542+ 43	Bygge- og anlægsvirksomhed	28.629	8.091	3,5	16.789	2.075	586
5113-64	Engros- og agenturhandel	18.048	3.050	5,9	45.178	14.812	2.503
5244-46	Detailhandel	6.561	986	6,7	10.387	10.532	1.583

Beskæftigelse fordelt på brancher. Bemærk de forskellige niveauer på branchebetegnelserne

Kilde: Danmarks Statistik, 1995

Målt på beskæftigede pr. virksomhed ses hele træ- og møbelindustrien tydeligt at være en branche med gennemsnitligt meget små virksomheder - i mange tilfælde enkeltmandsvirksomheder uden ansatte. Størst er gennemsnittet inden for køkkeninventar og bygningstømmer/snedkeriartikler. Begge steder dækker gennemsnittet over en meget stor spredning - altså meget blandede brancher.

En "tommelfingerregel" i 1995 var, at indtjeningen pr. beskæftiget i træ- og møbelindustrien skulle ligge omkring kr. 800.000, hvilket knapt holder stik ifølge tallene.

Den sidste kolonne kan tages som udtryk for mekaniseringsgraden i branchen: Stor omsætning pr. beskæftiget betyder stor mekaniseringsgrad, omvendt betyder lille omsætning pr. beskæftiget en udpræget håndværksmæssig produktion. Fremstilling af pladematerialer er en stærkt mekaniseret/automatiseret produktion, hvilket bekræfter dette.

## 2.6 Væsentlige produkter og processer

### 2.6.1 Væsentlige produkter og processer

Branchekortlægningen kombineret med Trætekniks kendskab til materialer og processer anvendes i det følgende til at udpege et antal produkter, som er mest typiske for industrien som helhed. Indsamling og analyse af miljørelevante data for disse produkter vil kunne give et generelt indtryk af lønsomheden – set fra en miljømæssig synsvinkel – ved miljømæssige forbedringer. Der, hvor produktionsmængden er stor, hvor forarbejdningen af produkterne er intensiv, eller beskæftigelsen er koncentreret, må det forventes, at effekten ved at indføre en renere teknologiindsats vil være størst.

De indsamlede data belyser træ- og møbelindustriens miljøforhold og muligheder på tre måder:

- Direkte ved, at de typiske produkters miljøprofil kan give indikationer om andre tilsvarende produkters miljøprofiler
- Ved, at modellering af produktvarianter af de typiske produkter generelt kan bruges til at foreslå miljøforbedringer ved fremstilling af tilsvarende produkter
- Ved, at data stilles til rådighed for en offentlig tilgængelig database baseret på UMIP-metoden (se kap. 3), således at andre produkters miljøprofil kan opstilles, og miljøindsatsen prioriteres.

#### 2.6.1.1 Typiske produktionsprocesser og materialer i træ- og møbelindustrien

De produktområder, som branchekortlægningen dækker, repræsenterer en række produktionsprocesser og forbrug af materialer/råstoffer.

Ved at kortlægge miljøeffekter for disse processer og materialer med udgangspunkt i få produkter vil data også kunne anvendes for andre produkter, som fremstilles ved de samme processer og af de samme materialer.

Produktionsprocesserne falder i 4 kategorier:

- Skovbrug og træørring (træ som råvare), se kap. 4
- Træbearbejdende processer + metalbearbejdende i dele af møbelindustrien, se kap. 4
- Limning, imprægnering/overfladebehandling, se kap. 6
- Bearbejdning og overfladebehandling af metalstel, se kap. 5

Typiske materialer er tilsvarende:

- Nåle- og løvtræ i forskellig grad af bearbejdning
- Træplader og finér
- Metalkomponenter (fx beslag og møbeldele) og glas
- Plast og polstring
- Lim, lak, overfladebehandling og imprægnering

Inden for kategorierne er der forskellige enkeltprocesser, som enten kan erstatte hinanden eller ligger i forlængelse af hinanden. For at sikre en stor grad af dækning af ovennævnte proces- og materialekategorier, er der set på følgende produkttyper:

- Byggevarer af nåletræ med forholdsvis stor forarbejdning samt imprægnering og overfladebehandling
- Møbler af metal og træ / massivt træ / pladematerialer

### 2.6.1.2 Største produktgrupper, målt på mængde og værdi

Både mængden og værdien af produkter er af betydning for såvel de potentielle miljøeffekter som for branchens motivation til at arbejde med at reducere dem. Tabel 2.5 viser derfor en sammenstilling af tidligere tabeller af produktionsmængder i henholdsvis værdi og mængder. Det er antaget, at de produktgrupper, som er størst målt på begge parametre eller har særlig stor værdi på én af parametrene, er mest relevante at bruge som grundlag for dataindsamlingen – forudsat de samtidigt dækker ovennævnte produkttyper.

I tabel 2.5 er ikke medtaget skovbrugsprodukter. Der er dog fremskaffet data for skovbrugsprodukter, idet disse indgår som råvarer for industriprodukter. På samme måde vil der under alle omstændigheder blive samlet data for træ profileret i længderetningen, træfiberplader og finér. Disse er medtaget i tabel 2.5.

**Tabel 2.5 Produktion af bygge- og møbelprodukter. Produktion af byggevarer og møbler, træ- og møbelindustrien**

Produkt-kode	Produktgruppe	Værdi mio kr.	Mængde 1000 tons	Prioritering
CPA 201010	Træ , savet/tilhugget/skåret i længderetn., > 6m m	613 *	148 *	**
CPA 201021	Træ , profileret i hele længden	316 *	19	**
CPA 201022	Træ ud og træ mel	3	2	
CPA 201023	Træ flis og træ spåner	80	194 *	
CPA 201031	Ubearbejdet træ , m alt eller bejset	2	1	
CPA 201032	Jernbanesveller af træ , in præ gnerede	0	0	
CPA 201040	Savsm ud	43	67 *	
CPA 202011	Krydsfiner udelukkende bestående af træ plader	61	8	
CPA 202012	Anden krydsfiner, finerede/åbnerede træ plader	293	25	
CPA 202013	Spånplader o.lign. af træ eller træ agtige materialer	732 *	169 *	**
CPA 202014	Træ fiberplader/fiberplader af andre mat.	147 *	0	**
CPA 202021	Finerplader, tilkrydsfiner m.v., skåret/savet, < 6m m	97 *	7	**
CPA 202022	Træ af forøget densitet, bølge plader	5	0	
CPA 203012	Tagspån ("shingels" og "shakes")	0	0	
CPA 203011	Vinduer, glasdøre og rammer hertil, dørte raskler	3.058 *	103 *	**
CPA 203012	Sammen satte parketstaver, betonforskallinger	408	27	
CPA 203013	Bygningstømmer og snedkerarkter, af træ , ia n.	1.442 *	105 *	**
CPA 203020	Præfabrikerede træ bygninger	462	26	
CPA 204011	Lastpaller af træ	282	70 *	
CPA 204012	Anden træ emballage og dele hertil	92	7	
CPA 361111	Siddemøbler, hovedsageligt med metalstel	637 *	7	**
CPA 361112	Siddemøbler, hovedsageligt med træ stel	1.872 *	31	
CPA 361113	Andre siddemøbler, ia n.	174	4	
CPA 361114	Dele til siddemøbler	404	7	
CPA 361211	Møbler af metal, til kontorbrug	348	8	
CPA 361212	Møbler af træ , til kontorbrug	823 *	46 *	**
CPA 361213	Møbler af træ , til forretning og lager	181	4	
CPA 361310	Køkkenmøbler og -inventar	1.302 *	50 *	**
CPA 361411	Senge og andre møbler af metal, ia n.	599 *	23	
CPA 361412	Møbler af træ , ejsiddemøbler, tilboliger	6.549 *	275	
CPA 361413	Møbler af træ , ia n.	283	16	
CPA 361414	Møbler af plast og andre mat., ejsiddemøbler	78	4	
xxx	Møbler med metalstel, sammenlagt	1.584 (*)	39 (*)	(**)
CPA 361415	Dele af møbler, ejsiddemøbler	1.187	49	

Produktion 1995 af byggevarer og møbler, træ- og møbelindustrien. I tabellen er angivet 10 af de største produktgrupper, målt på henholdsvis værdi og mængde. Nederst er genereret et samlet tal for produktion af møbler indeholdende metaldele eller helt af metal.

Kilde: Danmarks Statistik, 1995



I tabellens højre kolonne er angivet fællesnævnerne for de største produktgrupper inklusiv de produkter, som er "råvarer" for de efterfølgende, fx "Træ profileret i hele længden". Af prioriteringslisten fremgår følgende produktgrupper:



## 2.6.2 Udvælgelse af produkter til belysning af træ- og møbelindustriens miljøforhold

På baggrund af opgørelserne over produktionsmængder sammenholdt med kendskabet til produktionsprocesser og indgående materialer i de enkelte produkttyper besluttede projektets styregruppe at udvælge følgende produkter til nærmere dataindsamling:

1. Et vindue af fyrretræ med imprægnering og overfladebehandling
2. En stol med sæde og ryg af formspændt finér samt metalstel
3. Et bord af massivt bøgetræ
4. En reol af MDF-plade, inklusiv overfladebehandling

Reolen af MDF-plade er behandlet indgående i et parallelt projekt (Miljøstyrelsen, 1998), hvorfra der er udvekslet data og samarbejdet om indsamling af fælles data, specielt vedrørende overfladebehandling.

Ved at vælge disse produkter er følgende processer og materialer blevet belyst:

### *Ad. 1 Vindue:*

Materialedata for nåletræ (fyr og gran) fra nordiske skovbrug og savværker, trætørring af nåletræ, træbearbejdende processer for nåletræ hos vinduesproducent, imprægnering og overfladebehandling, materialedata for lim, træimprægnering og overfladebehandling, samling og montage. Data for beslag, rude, fugebånd etc. eksisterer ikke, men ligger uden for projektets regi at indsamle og bearbejde. For en fuldstændig miljøvurdering vil disse data selvfølgelig være påkrævede.

### *Ad. 2 Stol med metalstel:*

Materialedata for løvtræ (bøg og andre træarter) fra danske skove og savværker, trætørring af løvtræ, skrælning af finér, faconspænding af laminerede møbeldele, metalbearbejdende processer, overfladebehandling af træ og metal til indendørs brug, materialedata for lim og overfladebehandling, montage, brug og bortskaffelse.

### *Ad. 3 Bord af massivt træ*

Materialedata for løvtræ, trætørring af løvtræ, træbearbejdende processer for løvtræ hos møbelproducent, overfladebehandling, materialedata for overfladebehandling, montage, brug og bortskaffelse.

### *Ad. 4 Reol af MDF-plade*

Materialedata for MDF-plade, træbearbejdende processer for pladematerialer, overfladebehandling, montage, brug og bortskaffelse.

Det sammenfald, der umiddelbart ser ud til at være i data for visse af produkterne, er ikke reelt, idet der er tale om væsentlige variationer af de samme proces- eller materialetyper. Fx betyder forskelle i overfladebehandling (syrehærdende lak, u/v-lak eller vandbaseret lak) tilsvarende forskelle i påføringsmetode (håndsprøjteanlæg eller fladbaneanlæg), som nødvendiggør dataindsamling for begge processtyper.

Ved at foretage miljøvurderinger af produktvarianter af produkterne vil yderligere processer blive belyst, herunder produktion og anvendelse af træbaserede plader som spånplader og krydsfinér. Desuden er bortskaffelse af træ belyst med data for miljøpåvirkninger fra træ anvendt til energiformål.

De indsamlede data dækker ikke branchens forhold fuldstændigt, men kan finde anvendelse på væsentlige områder, hvor en miljøindsats kan vise sig lønsom. I afsnittene med miljøvurdering af produkter samt produktvarianter er der desuden inddraget de erfaringer udsprunget af et indgående branchekendskab, som kan bruges til at drage paralleller mellem indsamlede data for processer og materialer til andre processer og materialer, hvor data er mangelfulde eller ikke eksisterer. På denne måde er det søgt på en kvalitativ måde at dække hele branchen, hvor kvantitative data ikke er tilgængelige.

# 3 Livscyklusvurdering

I det følgende vil livscyklustankegangen blive præsenteret. Efterfølgende følger en introduktion til selve den benyttede metode og andre relevante begreber.

## 3.1 Livscyklustankegangen

I arbejdet med miljø har der i lang tid været ført et målrettet arbejde mod reduktion af forureninger fra både den producerende industri og bortskaffelsesindustrien. Resultatet inden for disse indsatsområder har på mange måder været positivt med reduktioner i miljøbelastningen fra en lang række industrielle processer.

Samtidigt med dette har den materielle levestandard og dermed forbruget af produkter, ressourcer og energi i den industrialiserede verden været markant stigende. Hvor politikken har resulteret i reducerede belastninger fra blandt andet industrielle spildevandsudledninger, har forbruget af produkter, energi og dermed også produktionen af affald været stigende.

I erkendelse af dette har man de seneste par år arbejdet målrettet på at flytte det miljømæssige fokus fra processer og enkeltudledninger over til en decideret indsats mod den samlede belastning fra produkterne. Denne ændring i indsatsområde kaldes også for den "*produktorienterede miljøpolitik*" og er blandt andet præsenteret i debatoplægget fra Miljøstyrelsen: "En styrket produktorienteret miljøindsats" (Miljøstyrelsen, 1996).

Inddragelse af livscykluskonceptet er en alternativ måde at tænke på, når en virksomhed fokuserer på miljøforbedringer. Der er i de senere år stigende erkendelse af, at det ikke kun er produktionsprocesserne, der giver anledning til miljøproblemer, men også råvareudvinding, brug, bortskaffelse og transport. Endvidere at sidstnævnte faser i et produkts livsforløb ikke er tilstrækkeligt styret af den hidtidige miljøadministration. Man må for at få klarhed over, hvilke miljømæssige konsekvenser et produkt giver, foretage en vurdering gennem hele dets livscyklus. Et centralt værktøj til at foretage denne vurdering er cyklusvurderinger, kaldet: LCA.

Hovedtanken i en LCA omfatter en systematisk opgørelse og en efterfølgende vurdering af miljømæssige belastninger, som et produkt forårsager lige fra råvarefremstilling til bortskaffelse.

Begrebet LCA dækker over den engelske forkortelse "Life-Cycle Assessment", som oversat til dansk benævnes livscyklusvurdering. En LCA er en systematisk analyse og en omfattende vurdering af de miljømæssige belastninger, som et produkt forårsager i hele dets livsforløb fra råvarefremstilling til bortskaffelse. Med et populært udtryk siges det, at produktet følges fra vugge-til-grav.

De første undersøgelser, som vi i dag kalder livscyklusvurderinger, blev udført i slutningen af 60'erne og i starten af 70'erne. Livscyklusvurderinger var i starten energianalyser, som blev udvidet til også at omfatte ressourcebehov, emissioner og affaldsproduktion. De fleste af disse undersøgelser omhandlede produkter, som var eksponenter for "køb og smid væk samfundet", bl.a. engangsemballage af for eksempel plast.

Den første danske LCA blev iværksat i 1988 og afsluttet i 1990 og omhandlede PVC i samfundet som helhed.

I slutningen af 1980'erne og i starten af 1990'erne begyndte et internationalt samarbejde, organiseret gennem Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC). Efterhånden blev SETAC den overordnede koordinator i Europa og USA, og den organisation, der fastsatte og udviklede rammerne for, hvad en LCA bør indeholde. SETAC har bl.a. udgivet *Guidelines for Life-Cycle Assessment*, 1993.

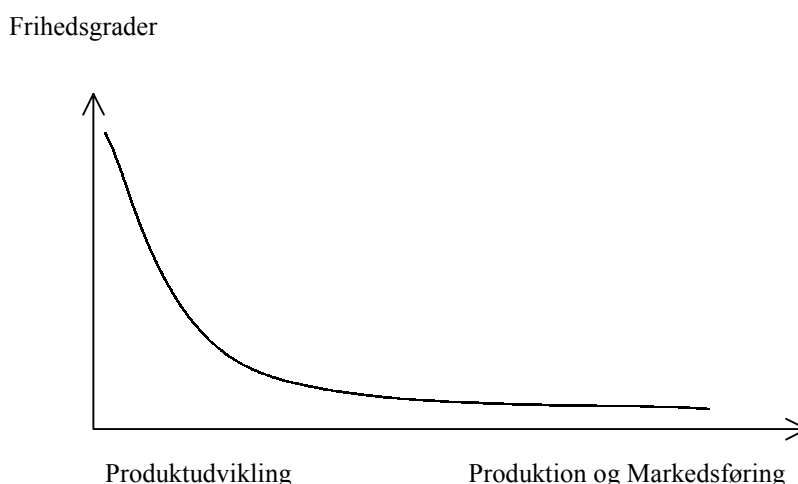
Selv om SETAC stadig har en toneangivende rolle inden for udviklingen af den internationale konsensus, har LCA-feltet opnået langt større gennemslagskraft efter udgivelsen af ISO 14040 serien, der fastsætter standarder for de forskellige områder inden for LCA. Arbejdet med ISO 14040 serien er dog ikke færdig på nuværende tidspunkt.

I 1996 blev den danske LCA-metode UMIP (Udvikling af Miljøvenlige Industriprodukter) publiceret. Da UMIP-metoden er udviklet med henblik på produktudvikling indeholder den intet krav om ekstern kvalitetssikring, som er et krav til LCA'er udført med henblik på ekstern markedsføring ifølge ISO. Ud over dette følges retningslinierne udstedt af ISO.

UMIP-projektet har resulteret i udgivelsen af 5 bøger rettet mod forskellige brugere – lige fra LCA-udøveren over konstruktører til ledelsen. Yderligere er der i forbindelse med projektet udfærdiget et PC-værktøj (Miljøstyrelsens LCV-system/UMIP PC-værktøj) til beregning af produkternes miljøbelastninger.

I erkendelse af at produktudviklingen fastlægger hovedparten af et produkts miljømæssige egenskaber, var UMIP projektet rettet mod netop produktudvikleren. På nuværende tidspunkt bruges LCA og UMIP bredt i Danmark, men brugen af livscyklusværktøjer inden for produktudviklingen er stadigt begrænset. Dette skyldes hovedsageligt det relativt store arbejde, der er involveret i anvendelsen af såvel UMIP som andre metoder. Derfor har Miljøstyrelsen i en del projekter inkluderet en afrapportering af data, således at disse data kan bruges til at lette udførelsen af LCA'er og dermed udbredelsen af den produktorienterede miljøstrategi.

**Figur 3.1 Frihedsgrader til ændring af produkter i produktudviklingen**



Miljøbelastninger fra et produkt disponeres i vid udstrækning under produktudviklingen, hvor produktets sammensætning og egenskaber fastlægges. Jo tidligere i produktets udviklingsforløb miljøbetragtninger foretages, desto flere frihedsgrader har man til at påvirke og ændre produktet.

Selv om frihedsgraderne i produktionen er mindre end i produktudviklingen, kan små ændringer bidrage til en mindre miljøbelastning. Hvilke ændringer, der skal foretages, kan muligvis afdækkes i en LCA.

Sådanne miljøvurderinger kan blandt andet bruges som dokumentation af produktets miljøperformance i forhold til:

- Interessenter
  - kunder
  - myndigheder
  - bankforbindelser
  - forsikringsselskaber

- Andre produkter
- Interne parter
- Ledelsen – som strategisk beslutningsværktøj
- Indkøbere – valg af materialer og leverandører
- Produktion – valg af processer
- Produktudviklere – design af fremtidige produkter
- Distribution – valg af transportformer
- Marketing – markedsføring af miljømæssige egenskaber

En LCA kan også anvendes som et middel for virksomheden til bl.a. at dokumentere renere teknologitiltag, herunder grundlag for miljømærkning, løbende miljøforbedringer i miljøstyringssammenhæng etc.

## 3.2 LCA-metoden

Da resultaterne af projektets dataindsamling skal rettes mod anvendelse i UMIP-projektets værktøjer, vil der i dette afsnit blive gennemgået byggestenene i en LCA udført efter UMIP-metoden. Gennemgangen vil være summarisk. For en grundigere indførelse i såvel UMIP-metoden som LCA-begreberne henvises der til faglitteraturen.

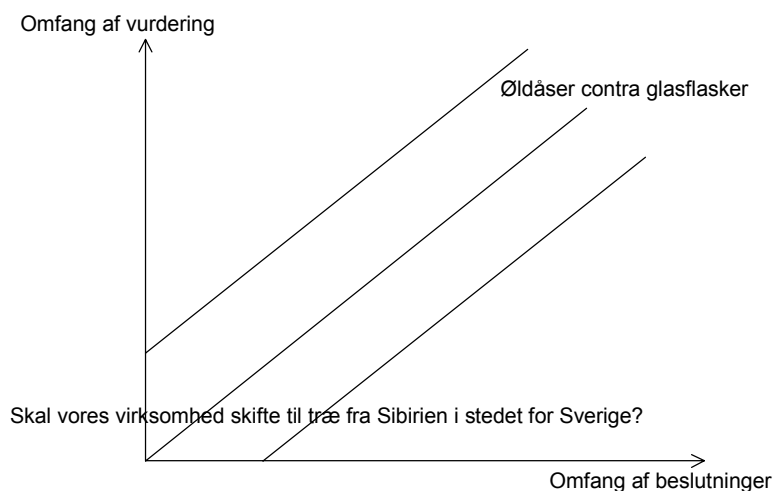
Umip-metoden består af fire byggestene:

1. Målsætning
2. Afgrænsning
3. Opgørelse
4. Vurdering

### 3.2.1 Målsætning

Beskriver, hvad vurderingen skal bruges til, hvilke beslutninger den skal understøtte samt omfanget af disse beslutninger. Formålet med at inkludere omfanget er, at denne vil være styrende for, hvor grundig vurderingen skal være. Et eksempel på forskellige omfang er vist i figur 3.2

*Figur 3.2 Omfang af vurdering i forhold til omfang af beslutning*



### 3.2.2 Afgrænsning

Afgrænsningen bruges til at konkretisere og fastsætte produktsystemet, der skal vurderes. Med et produktsystem forstås hele det forløb, et produkt gennemgår fra udvinding af råvarer til endelig bortskaffelse efter brug.

### 3.2.2.1 Vurderingens objekt

Når man skal sammenligne to produkter, er det meget vigtigt, at man er opmærksom på, at der sammenlignes på samme grundlag. For eksempel kan man ikke sammenligne en dyr kvalitetsstol med en ditto kopi udført i inferiøre materialer i en dårlig udførelseskvalitet. Den dårlige kvalitet kan være den mindst miljøbelastende, men levetiden vil også være væsentligt forringet. Hvis den ene stol dermed har en levetid, der er dobbelt så lang som den anden, er det nødvendigt af sammenligne 2 stole af dårlig kvalitet med 1 stol af god kvalitet. Hermed sammenligner vi *ydelsen* at sidde i et givent antal år.

Ved at sammenligne stolens ydelse får man dermed et mere korrekt billede af stolens miljøprofil.

Oftesammenskrives produktets forskellige ydelser til den *funktionelle enhed*, der sammenfatter de funktioner, der karakteriserer produktet. Disse funktioner vil ofte bestå af en kvantitet, en varighed og nogle kvaliteter.

Nedenstående tabel viser nogle eksempler på funktioner, der tilsammen kunne udgøre en funktionel enhed.

**Tabel 3.1 Funktionel enhed (Wenzel et al, 1996a)**

Produkt	Kvantitet	Varighed	Kvaliteter
Æggebakke	Emballering af æg til et gennemsnitligt forbrug for en dansker	1 år	Højest n% knuste æg...
Fjernsyn	Modtagelse af TV-programmer i farver på en 28" skærm	6 timer pr. dag i 10 år	Skarphed, lyd, antal kanaler, fjernbetjening...
Pumpe	Levering af 5 m <sup>3</sup> vand pr. time ved et afgangstryk på 1,5 bar	500 driftstimer i 10 år	Tørløbssikring...
Køleskab	200 L volumen afkølet til 5° C placeret i et rum ved 25° C	13 år	Temperaturstyring, hylde, bokse...
Maling	Beskyttelse af 1 m <sup>2</sup> overflade	10 år	Drypfrihed, farve, holdbarhed...

### 3.2.2.2 Udvælgelse og beskrivelse af produkt

Heri beskrives produktet, der skal vurderes. Ofte vil dette produkt kaldes *referenceproduktet*, da dette efterfølgende vil blive holdt op mod nye scenarier, hvor der er foretaget ændringer. Disse ændringer kan for eksempel være et - set i forhold til levetiden, bortskaffelsesveje (genbrug contra deponi), materialer o.a.

### 3.2.2.3 Udvælgelse af vurderingsparametre

Formålet med en miljøvurdering efter LCA-princippet er at kunne vurdere produktet på baggrund af udvalgte miljøindikatorer – i UMIP terminologi kaldes disse for *effektkategorier*. Effektkategorierne er opdelt i tre grupper:

- Miljøeffektpotentialer (potentielle miljøeffekter)
- Ressourceforbrug
- Arbejdsmiljøeffekter

### *Miljøeffektpotentialer*

Miljøeffekterne er defineret som effekter på det ydre miljø samt menneskers sundhed. I UMIP er følgende effekter inkluderet:

<i>Miljøeffektpotentiale</i>	<i>Effekt</i>
Drivhuseffekt	Global opvarmning, regionale klimaskift, nedsmeltning af polerne...
Nedbrydning af ozonlaget	Forøgelse af den skadelige UV-stråling med dertil hørende hudkræft og skader på planter og dyreliv.
Forsuring	syreregn med medfølgende ødelæggelse af bygninger, skove og vandløb.
Fotokemisk ozondannelse	Skader på mennesker planter og materialer
Næringssaltbelastning	Algeopblomstring og iltsvind
Persistent toksicitet	Kroniske skader som reduceret reproduktionsevne og kræft
Økotoxicitet	Skader på dyr og planter
Humantoksicitet	Skader på mennesker
Affald til deponi	
Volumenaffald	Arealforringelse...
Farligt affald	Grundvandsforurening...
Slagge og aske	Vandforurening...
Radioaktivt affald	Skader på mennesker og miljø....

### *Ressourcer*

Valget af ressourceforbrug vil variere fra vurdering til vurdering. Af forskellige ressourcer kan nævnes:

Fossile brændsler (også kaldet energiressourcer<sup>2</sup>):

- Olie
- Stenkul
- Brunkul
- Naturgas

...

Metaller

- Jern
- Aluminium
- Kobber

...

Mineraler

- Natriumchlorid
- Kalk

...

Biomasse

- Træ
- Majs

...

Vand

### *Arbejds miljøeffekter*

Effekter på arbejdsmiljøet kan stamme fra påvirkninger fra støj, vibrationer, ulykker, kemiske stoffer o.a. Resultatet af disse påvirkninger kan være: Reproduktionsskader, kræft, allergi, nervesystemsskader, bevægeapparatskader, høreskader eller arbejdsulykker.

---

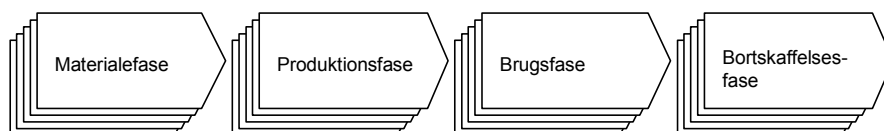
<sup>2</sup> Vind, vand, biobrændsler og andre er også energiressourcer. Der dog betragtes som værende fornyelige og ikke fossile.

### 3.2.2.4 Afgrænsning af produktsystemet

Heri beskrives det til referenceproduktet tilhørende produktsystem. Dette afsnit vil som regel både indeholde kvalitative beskrivelser samt kvantitative data. Forudsætninger og antagelser såsom hvilke dele af livsforløbet der ikke er medtaget i vurderingen, hvor produktet bruges henne, eller hvordan det bortskaffes, vil også blive beskrevet her.

De fleste produktsystemer vil som regel bestå af fire *faser*. Disse er illustreret i figur 3.3

**Figur 3.3 Illustration af faser i et produkts livsforløb**



Faserne kan for eksempel indeholde følgende processer:

- Materialefase
  - Udvinning og raffinering af udvinding af kul, udvinding og produktion af stål, produktion af plasttyper, skovning af træ, produktion af halvfabrikata...
- Produktionsfase
  - Forarbejdning af emner, produktion af halvfabrikata, slutmontage af produkter, bortskaffelse af produktionsaffald....
- Brugsfase
  - Montage af produkt hos brugervenlig vedligehold af produkt, brug af produkt...
- Bortskaffelsesfase
  - Demontage af produkt, depolimering, genbrug....

Enhver af de beskrevne processer vil som regel bestå af en lang række underprocesser eller enhedsprocesser, som de også kaldes.

Et eksempel er spåntagning af træ. Denne forarbejdningsproces kunne bestå af følgende enhedsprocesser:

- Produktion af elektricitet
- Produktion af smøreolier
- Bortskaffelse af brugte smøreolier
- Bortskaffelse af træspåner
- Vedligehold af maskineri
- Udsugning.....

I og imellem alle faserne vil der altid være tilknyttet en eller anden form for transport. Intern transport i en virksomhed vil som regel altid blive tilknyttet den enkelte fase. For transport mellem faserne vil det ofte være tilfældet, at LCA-udøveren vælger at slå de enkelte transportled sammen i en enkelt transportfase. Dette gøres for at kunne vurdere transportleddet separat.

### 3.2.2.5 Tidsmæssig afgrænsning

Definerer det tidsrum, som de beslutninger, der træffes på baggrund af LCA'en, bør være gyldige indenfor. Definerer endvidere det tidsrum, inden for hvilken vi betragter de miljømæssige påvirkninger fra produktet.



### 3.2.2.6 Teknologisk afgrænsning

Definerer det teknologiniveau, der bør lægges til grund for den information, der indgår i LCA'en. Dette vil bl.a. være en funktion af den tidsmæssige afgrænsning.

### 3.2.2.7 Allokeringsmodeller

Fastlægger fordelingsnøgler for processer med flere inputs eller outputs af produkter for herigennem at kunne tilskrive miljøbelastningerne til det enkelte produkt. Fastlægger tilsvarende fordelingsnøgler for genvindingsprocesser.

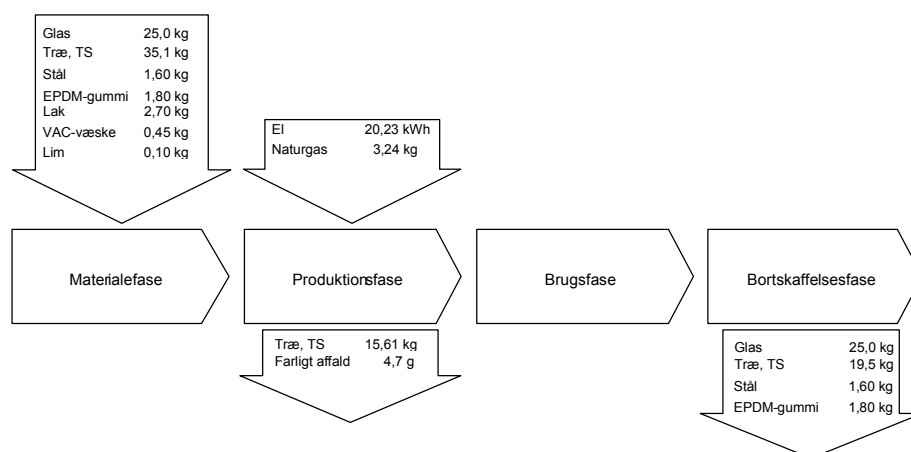
## 3.2.3 Opgørelse

På baggrund af afgrænsningen er det nu muligt at foretage selve opgørelsen. Dette trin består af flere dele.

### 3.2.3.1 Præsentation af data

Her præsenteres det samlede livsforløb for produktet. I de efterfølgende cases er det valgt at vise denne illustrativt. Et eksempel på dette er vist i nedenstående figur 3.4

**Figur 3.4** Eksempel på præsentation af kvantificeret livsforløb



Når livsforløbet er kvantificeret i forhold til den funktionelle enhed, er det dernæst muligt at foretage modelleringen af produktsystemet i UMIPs PC-værktøj, som er et beregningsværktøj til udregning af produkters miljøbelastning (se afsnit 3 om UMIP PC-værktøjet).

### 3.2.3.2 Præsentation af datakilder og deres repræsentativitet

Målet med dette afsnit er at vise, hvordan data er sammensat, og hvor eventuelle usikkerheder i datamaterialet måtte være placeret. Efter modelleringen er det i dette projekt valgt at præsentere de benyttede datakilder og beskrive deres repræsentativitet.

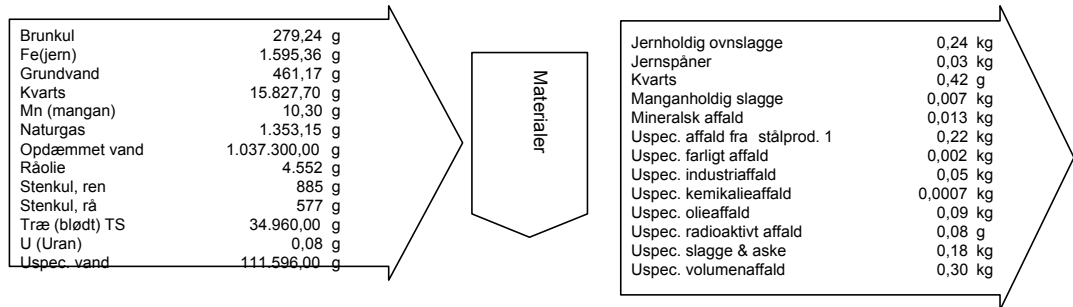
### 3.2.3.3 Termineret opgørelse

Modelleringen af produktets livsforløb i beregningsværktøjet tillader, at man nu kan terminere de enkle processer. Ved terminering af for eksempel 1 kWh elektricitet kvantificeres denne helt tilbage til udgravning af de enkelte energiresourcer og frem til den endelige forbrænding af kul i et kraftværk med dertil hørende produktion af affald og udledninger af forbrændingsgasser.

Da den terminerede opgørelse for dansk elektricitet indeholder op mod 92 udvekslinger (forbrug af ressourcer, produktion af affald samt emissioner til jord, luft og vand), er det valgt at præsentere udvalgte ressourceforbrug samt produktionen af affald.

Et eksempel på en termineret opgørelse for materialefasen for et givent produkt er vist i figur 3.5

**Figur 3.5 Eksempel på termineret opgørelse for materialefasen**



### 3.2.4 Vurdering

Vurderingen består af tre trin:

- Beregning af miljøeffektpotentialer
- Normalisering
- Vægtning

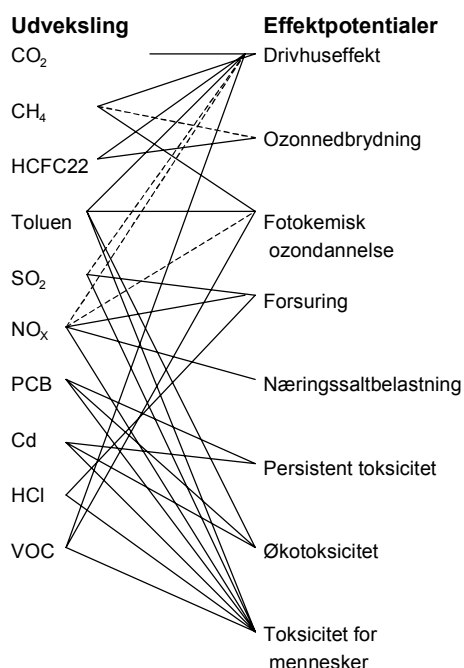
Til disse knyttes der kommentarer i form af konklusioner, vurdering af usikkerheder samt opstilling af eventuelle alternative scenarier, hvor man undersøger betydningen af udvalgte materialer, processer eller faser.

#### 3.2.4.1 Beregning af miljøeffektpotentialer (standardisering)

Her grupperes de forskellige udvekslinger alt efter, hvilke effekttyper, de kan forventes at bidrage til, og den potentielle miljøeffekt beregnes. For en beskrivelse af effekttyperne henvises til det ovenstående.

Figur 3.6 viser, hvordan udvekslinger kan bidrage til flere forskellige effekter. Da man ikke kan forudsige, hvilken effekt udledningerne vil bidrage til, defineres udledningerne at bidrage ligeligt til alle effekter. Altså kan udledningerne resultere i potentielle miljøeffekter, hvorfor de endelige effekter på miljøet benævnes ”miljøeffektpotentialer” (potentielle miljøeffekter).

Figur 3.6 Eksempler på udvekslingers potentielle bidrag til forskellige effekter (Wenzel et al, 1996a)



Når man har bestemt, hvilke miljøeffekter de enkelte udvekslinger bidrager til, er det muligt at kvantificere dette bidrag ved hjælp af miljøeffekt faktorer.

I det følgende er det valgt at vise, hvorledes bidrag til drivhuseffekten udregnes i henhold til UMIP-metoden (Wenzel et al, 1996). For en grundigere indføring henvises til litteraturen.

For at kunne sammenligne effekten fra de forskellige gasser er det nødvendigt at omregne effekten fra disse i henhold til en reference. Som reference for drivhuseffekten er det valgt at bruge kuldioxid (CO<sub>2</sub>), da dette er langt den vigtigste drivhusgas, udledt af mennesket til dato.

Ved denne definition fås det altså, at 1 g CO<sub>2</sub> udledt svarer til 1 g CO<sub>2</sub>-ækvivalent. Ved udledning af for eksempel 1 g methan (CH<sub>4</sub>), der er en potent drivhusgas, vil dette svare til 25 g CO<sub>2</sub>-ækvivalenter. Altså har 1 g methan udledt til atmosfæren en potentiel effekt på drivhuseffekten, der er 25 gange større end udledningen af 1 g CO<sub>2</sub>.

Dette gøres på samme vis for alle stoffer, der bidrager til drivhuseffekten (for eksempel: Lattergas, CFC'ere, HFC'ere, kulmonoxid o.a.) og gentages for alle i vurderingen inkluderede miljøeffekter.

Ud over bidrag til drivhuseffekten kunne de inkluderede miljøeffekter være:

- Nedbrydning af ozonlaget
- Forsuring
- Næringsaltbelastning
- Fotokemisk ozondannelse
- Humantoksicitet
- Økotoksicitet
- Farligt affald
- Radioaktivt affald
- Slagge og aske
- Volumenaffald

#### 3.2.4.2 Normalisering

Efter standardiseringen kan der yderligere for at sammenligne de forskellige effekttyper udføres en normalisering, dvs. de potentielle bidrag til miljøeffekterne relateres til en baggrundsbelastning. For miljøeffekterne vil denne baggrundsbelastning svare til, hvad en gennemsnitsborger belaster det ydre miljø med over et år. Ved at dele denne baggrundsbelastning op i det aktuelle produkts belastning pr. år fås et tal, der beskriver produktets belastning i forhold til en gennemsnitsborger. Enheden for denne størrelse er en personækvivalent (PE).

Hvis et produkt bidrager til forurening med 0,01 PE, svarer dette til, at et produkt bidrager med 1% af, hvad en gennemsnitsborger totalt belaster miljøet med.

Denne beregning er analog for samtlige miljøeffektpotentialer.

For ressourceforbrugene sættes forbruget af ressourcer i produktet ligeledes i forhold til det gennemsnitlige forbrug pr. borger. Enheden for normaliserede ressourceforbrug er ligeledes PE.

#### 3.2.4.3 Vurdering

Ved vurderingen vægtes de enkelte effekttyper i forhold til den miljømæssige væsentlighed, således at man bliver i stand til at sammenligne bidragene eller forbrugene og dermed foretage prioriteringer.

Vægtningen af væsentligheden af ressourceforbrugene foretages på baggrund af forsyningshorisonten, hvor ressourcer, der har en relativt kort forsyningshorisont (nikkel, zink...) vægtes tungere end ressourcer med lange forsyningshorisonter (aluminium, kul, vand ...).

Effekter på miljøet kan ikke vægtes på samme måde. Derfor er det i UMIP-metoden valgt at bruge en miljøpolitisk vægtning baseret på lovkraft, reduktionsmålsætninger o.a.

Denne type af vægtning vil ikke altid afspejle en korrekt miljøprofil for et givent produkt, men da metoden er rettet mod virksomheder, vurderes brugen af miljøpolitiske vægtningsfaktorer at være fornuftig, da det gennem disse vil være muligt at forudse fremtidige afgifter og skatter.

### 3.3 UMIP PC-værktøjet

I de efterfølgende cases er modelleringen af produktsystemerne og de efterfølgende beregninger udført i UMIP PC-værktøj version 2.12 beta.

UMIP PC-værktøjet blev udgivet i 1998 og er den foreløbigt sidste del af UMIP-serien, der således består af 5 bøger, en enhedsprocesdatabase (der udelukkende fungerer som et opslagsværk) samt LCV-systemet.

LCV-systemet består af to dele:

1. Databasen
2. Indtastningsmodul og beregningsværktøj

#### 3.3.1 Databasen

Databasen er langt hen af vejen identisk med enhedsprocesdatabasen, der blev udgivet 1996. Dog er en del af processerne blevet rettet for fejl og opdateret.

I modsætning til den tidligere udgivelse, der var en statisk database og udelukkende fungerede som et opslagsværk, bevirker indtastningsmodulet, at nye enhedsprocesser kan tilføjes, og de eksisterende processer kan opdateres.

Databasen består af ca. 400 enhedsprocesser, hvoraf det kun er de 300, der indeholder reelle data. De resterende ca. 100 processer indeholder ingen data, men er blot oprettet med navn.

Data, indsamlet og bearbejdet i brancheanalysen, forventes at indgå i databasen som vejledende branchedata.

Enhedsprocesserne er grupperet i følgende mapper:

- Affaldstyper
- Bortskaffelsesprocesser
- Energisystemer (elektricitet og termisk energi)
- Hjælpe materialer
- Materialer
- Produktionsprocesser
- Ressourcer
- Udvekslinger
- Transportprocesser

Ud over navn, input og output vil de processer, der indeholder data, inkludere en lang række reviewfelter, der kvalitativt beskriver datas repræsentativitet, kvalitet o.a. Dette giver senere LCA-udøvere mulighed for at tage stilling til usikkerheder og repræsentativitet.

For en uddybet forklaring af enhedsprocessernes opbygning henvises til den udarbejdede manual, der leveres sammen med programmet.

### **3.3.2 Indtastningsmodul og beregningsværktøj**

Til databasen hører et indtastnings- og beregningsmodul, hvor beregningsfaktorer og nye enhedsprocesser indtastes, og produkter modelleres.

Grundet opbygningen af værktøjet er det ikke muligt at printe samlede oversigter af beregningsfaktorerne, men det er muligt at læse og rette i tabellerne.

Ud over at modellere og beregne giver beregningsværktøjet også en lang række muligheder for at se på stedfaktorer (i skrivende stund ikke operationaliseret), sammenligne profiler og eksportere data. Den sidste funktion er nødvendig for at præsentere data i en overskuelig form.

## **3.4 Kommentarer til nye brugere**

Nye brugere skal være opmærksom på, at der er visse beregningsfaktorer, der er behæftet med fejl, og som skal rettes manuelt. Disse rettelser forefindes på Miljøstyrelsens hjemmeside under faggrupper. Derudover har Miljøstyrelsen også udgivet en opdateringsfil, der selv går ind og retter andre indbyggede uhensigtsmæssigheder og fejl i programmet.

Da man har valgt at udgive LCV-systemet som en betaversion, d.v.s at den ikke er fuldt gennemtestet, er der uundgåeligt en langt række uhensigtsmæssigheder og fejl, der ikke alle er blevet rettet, og som nye brugere derfor ikke vil blive gjort opmærksom på. Disse kan gå fra ubetydelige fejl i enheder til mere graverende beregningsfejl. Siden udgivelsen af programmet er der blevet udgivet 2 opdateringer. En tredje planlægges at udkomme i år 2000.

Derfor anbefales nye brugere at arbejde sammen med en mere erfaren sparringspartner ved de første par modelleringer.



# 4 Træ, halvfabrikata og komponenter af træ

## 4.1 Træ som råvare - skovproduktion

Råvaren træ af nordisk oprindelse er voksende i volumen både med hensyn til mængde og areal.

Træet kommer i stigende grad fra bæredygtige skovbrug, hvor skovbrugene lader råtræet certificere efter rammer fastlagt af enten FSC, Forest Stewardship Council, eller PEFC, Pan European Forest Certification, se ordliste.

Begrebet bæredygtig skovdrift er formuleret i Skoverklæringen om udnyttelsen af jordens skove fra Rio- konferencen i 1992. Uddrag af Skoverklæringens § 2b (citater):

*"Skovressourcer og skovområder bør forvaltes på en bæredygtig måde for at imødekomme de nuværende og fremtidige generationers sociale, økonomiske, økologiske, kulturelle og åndelige behov. Disse behov omfatter skovprodukter og skovfunktioner såsom træ, træprodukter, vand, føde, foder, medicin, brændsel, læ, beskæftigelse, rekreation, levested for dyreliv, landskabsvariationer, kulstofdræn og -reservoir og andre skovprodukter".*

Driften af de nordiske skove efterlever på mange områder denne erklæring. Samtidigt er forbruget af træ af nordisk oprindelse lavere end tilvæksten af nyt træ. Bæredygtigheden kan bl.a. dokumenteres af certificering. Flere og flere skovbrug lader deres skovproduktion certificere efter regler fastsat af trediepart. Disse kan være FSC eller PEFC, se ordliste.

Træ fra nordiske skovbrug og savværker domineres af nåletræ og anvendes primært til papirfremstilling samt som materiale i byggevarer og møbler.

Danske skove leverer ca. 20% af Danmarks træforbrug, (Træ og Miljø, 1999). Det danske skovareal udgjorde 445.000 ha i 1990. Det svarer til 10,3% af Danmarks areal. I 1989 vedtog Folketinget at fordoble det danske skovareal i løbet af en trægeneration, ca. 80 år.

Den stående vedmasse, træ på rod, på 55 mio. m<sup>3</sup> fordeler sig på 43% løvtræ og 57% nåletræ. Den dominerende løvtræart er bøg med mere end 72% af løvtræmassen. Det dominerende nåletræ er rødgran med 61% af nåletræmassen, (Referencedokument til faktablad for dansk skovbrug, marts 1999).

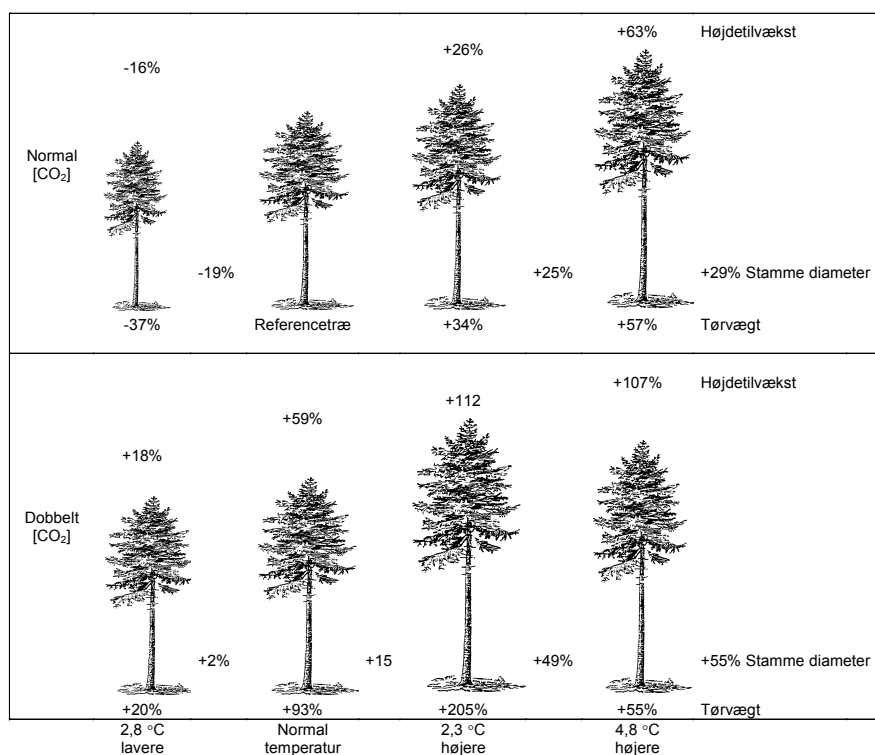
Den samlede tilvækst af vedmasse, træ på rod, er i hele Norden større end den årlige hugst. Den årlige nettotilvækst over de seneste 10 år har i Danmark været 3,2 mio. m<sup>3</sup>, ca. 6%.

Skovene fungerer som reservoirer for CO<sub>2</sub> og er en betydelig faktor til at bremse udviklingen af drivhuseffekten. Derfor er det vigtigt at sikre, at træ bliver ved med at være en ressource, der fornyes.

Den årlige nettobinding af kulstof i Danmark vurderes at være i størrelsesordenen 800.000 tons kulstof, C, (3 mio. tons CO<sub>2</sub>) ved den nuværende skovrejsningstakt, hvilket svarer til den årlige CO<sub>2</sub> udledning af 586.000 verdensborgere i 1990, ifølge (Wenzel et al., 1996a).

Denne skovrejsning er ikke kun interessant fra et ressourcensynspunkt om forsyningssikkerhed. CO<sub>2</sub>-effekten ved skovrejsningen er også interessant i sammenhæng med danske, vedtagne reduktionsmål om udledning ved kilderne til CO<sub>2</sub>-produktion.

Figur 4.1 Trævækstens afhængighed af temperatur og CO<sub>2</sub>-niveau.



Det er ved træets vækst, at der bindes CO<sub>2</sub>. Figuren viser sammenhængen mellem trævæksten (og dermed CO<sub>2</sub>-forbrug) og lufttemperatur henholdsvis luftens CO<sub>2</sub>-indhold. I denne sammenhæng er sidstnævnte interessant: Jo større CO<sub>2</sub>-indhold, jo stærkere vækst og dermed CO<sub>2</sub>-forbrug. Skovvækst er derfor et vigtigt redskab til bekæmpelse af drivhuseffekten (Skoven 6-7/1999).

Rammerne for skovdrift i Danmark er fastlagt i Skovloven af 1996. Skovloven reguleres af Miljø- og Energiministeriet og administreres af Skov- og Naturstyrelsen. Overvågning af skovenes sundhedstilstand udføres af Forskningscentret for Skov & Landskab. Danmark har i dansk lovgivning implementeret flere internationale aftaler og konventioner med betydning for skovene bl.a.:

- Skoverklæringen, bæredygtig udnyttelse af skove (UNCED)
- Agenda 21, bæredygtig udvikling (UNCED)
- Biodiversitetskonventionen, retningslinier vedr. bevarelse af artsrigdomme, dyre- og planteliv (UNCED)
- Klimakonventionen, internationale forpligtelser om stabilisering af drivhusgasser, herunder CO<sub>2</sub> på 1990 niveauet inden år 2000 (UNCED)
- Helsinki-deklarationerne og Lissabon-resolutionerne, resolutioner og aftaler i regi af ministerkonferencerne om beskyttelse af skove i Europa.
- Bern-konventionen, den europæiske Naturbeskyttelseskonvention (CMS)
- Kyoto-protokollen, kvoter for udslip af CO<sub>2</sub>.

Mindre end 3% af Danmarks forbrug af træ til træbaserede produkter kommer fra tropetræ.

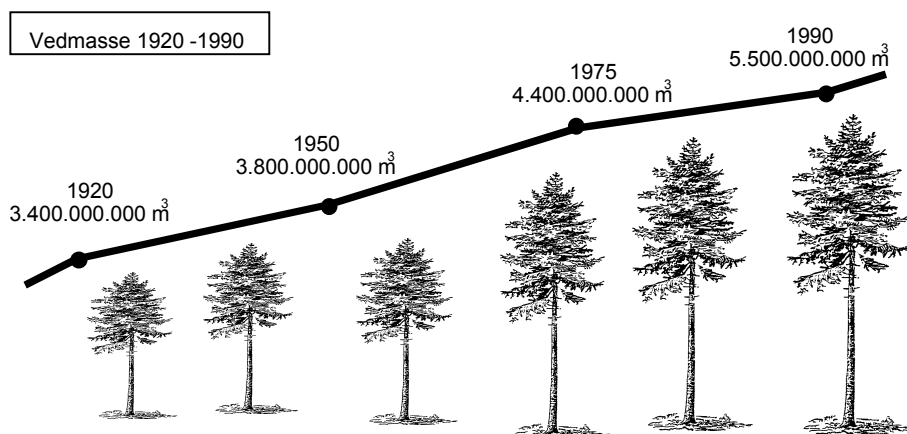
78% af det importerede træ kommer fra vore naboer - primært nåletræ i andre nordiske lande. Den største træmængde er opskåret tømmer eller høvlede emner fra savværk med en træfugtighed på ca. 18%.



Skovbruget i de nordiske lande reguleres efter nationale love, som er under indflydelse af de enkelte landes tiltrædelse af internationale aftaler og konventioner som førnævnt.

Ca. 66% af Sverige og Finland er dækket af skov, hvor Norge er dækket af 37% skov. I perioden 1920 til 1990 er den stående vedmasse i skovene i Norge, Sverige og Finland vokset med 1.600 mio. m<sup>3</sup>. Der fælles årligt 70% af tilvæksten af vedmassen. Dvs. at netto-tilvæksten er på 30% p.a. eller 81,38 mio. m<sup>3</sup>, (Nordic Wood, 1995). Udviklingen af vedmassens tilvækst er illustreret i figur 4.2.

Figur 4.2 vækst i vedmasse NTC, Nordic Timber Council (Nordic Wood, 1997)



De nordiske skove vokser samlet i forhold til nuværende forbrug.

#### 4.1.1 Træ og drivhuseffekt

Kortbølget sollys, som rammer jorden, reflekteres til verdensrummet som langbølget varmestråling. En del varmestråling opfanges af drivhusgasserne eksempelvis kuldioxid (CO<sub>2</sub>), kulmonoxid (CO), metan (CH<sub>4</sub>) og lattergas (N<sub>2</sub>O). Denne drivhuseffekt er nyttig for jordens klima.

En forøgelse af den naturlige drivhuseffekt kan forringe jordens klima ved, at for lidt langbølget varmestråling ”slipper ud” gennem laget af drivhusgasser. Øget drivhuseffekt skyldes især udslip af CO<sub>2</sub> som følge af forbrænding af fossile brændstoffer olie, kul og gas.

Træ er et materiale, som genskabel af naturen ved bæredygtig skovdrift - det er dermed en fornyelig ressource. Træ i vækst er som nævnt en faktor, der kan begrænse ophobningen af drivhusgassen CO<sub>2</sub> i atmosfæren.

Ved træets vækst bruges solenergi, kuldioxid, vand og næringsstoffer (minerale).

Træ består hovedsageligt af ca. 51% C (Carbon/kulstof), ca. 43% O<sub>2</sub> (Oxygen/ilt),

Ca. 6% H (Hydrogen/brint) og ca. 1% N (Nitrogen/kvælstof).

Når træer fældes og anvendes som materiale i industrielle produkter, er CO<sub>2</sub>-indholdet lagret i træet bl.a. som cellulose. Dette lager frigøres først, hvis træmaterialerne bortskaffes fx til energiformål, eller hvis det nedbrydes biologisk.

Energi fra træ udnyttes ved forbrænding af træ eller træaffald (biomasseaffald). Biomasseaffald kan komme fra produktion af træbaserede produkter og ved bortskaffelse af produkterne efter endt levetid. CO<sub>2</sub>-mængden, der frigøres ved forbrænding eller biologisk nedbrydning, svarer til den mængde CO<sub>2</sub>, der blev optaget i træet under væksten.

Træ er således en CO<sub>2</sub>-neutral ressource, jf. fig. 4.3.

Figur 4.3 CO<sub>2</sub> -kredsløb



Figuren viser træets kredsløb: Vækstperioden i skoven, hvor det ved hjælp af solenergi vokser –skovnings- og bearbejdningsprocesser, hvor det bliver til produkter – brugsperioden – bortskaffelse, hvor det ender som affald, hvor den bundne energi kan udnyttes.

Kilde: Træteknik

"Uendelighedstegnet" symboliserer træets vekselvirkning med omgivelserne og CO<sub>2</sub> kredsløbet gennem dets livsforløb: Væksten i skoven, fældning, opskæring og forarbejdning, brug af produkterne samt bortskaffelse. Energien og den CO<sub>2</sub>, der forbruges i væksten, frigives ved bortskaffelse

Hvis træprodukter lægges på deponi eller komposteres, vil den bundne energi ikke blive udnyttet. Der vil under nedbrydning i iltfattige omgivelser udvikles methan, der som gasart vil bidrage til forøgelse af drivhuseffekten. 1 kg methan forøger drivhuseffekten 24 gange mere end 1 kg CO<sub>2</sub>.

#### 4.1.2 Generelt om miljødata

Som alle typer af informationer skal miljødata altid behandles med varsomhed. Data er ikke altid let sammenlignelige og kan være baseret på mere eller mindre kvalificerede skøn. Fx kan sammensætningen af den energi, der er til rådighed for en given produktion, variere fra industri til industri. Nogle er afhængige af fossile brændstoffer som olie, kul og gas, andre af vandkraft og andre igen af bioenergi, som fx træaffald.

Tilgængelighed af data varierer også meget fra kilde til kilde. Derfor kan data i de efterfølgende tabeller ikke altid sammenlignes, da disse er indsamlet fra andre relevante projekter samt leverandører og producenter i træ- og møbelindustrien.

#### 4.1.3 Fordeling af miljødata for skovbrug på træarter

Skovbrug kan betragtes som en enhedsproces<sup>3</sup>, hvor rundt træ i form af hele stammer eller afkortede stykker træ udgør et produkt, der produceres i enhedsprocessen "Skovbrug". I denne enhedsproces er ikke medtaget dyrkning af småplanter på planteskoler samt udplantning og etablering af plantearealer i skoven. I denne rapport inkluderer "Skovbrug" udelukkende selve skovningen af træ.

Enhedsprocessen skovbrug er karakteriseret ved først og fremmest at være en biologisk proces, hvor råmaterialerne er CO<sub>2</sub>, vand og næringssalte. De mennesketilførte input består således alene af energi og hjælpepestoffer. Reelt er den menneskelige tilførte energi og hjælpepestoffer, bortset fra eventuelt gødningsstoffer og pesticider, kun beregnet på intern håndtering og transport og ikke på selve produktionen af træmassen.

Det er i miljøvurderingen kun de mennesketilførte input og deraf følgende output, der registreres og tages med som udvekslinger.

<sup>3</sup> Alle delprocesser betragtes som én samlet produktionsproces.

Størrelsen af menneskelige bidrag til frembringelse af 1 m<sup>3</sup> rundt træ som input til næste enhedsproces vil principielt variere fra træart til træart på basis af to variable: træets overordnede anatomiske struktur og træets densitet. Træets overordnede anatomiske struktur er bestemmende for, hvilke maskiner og metoder der kan vælges til intern håndtering i skoven i form af deloperationer som skovning og transport. Træ kan her opdeles i løvtræ og nåletræ, som er væsentligt forskellige i vækst og anatomi.

Nåletræ er karakteriseret ved en vækst, der giver en relativt lige stamme med relativt tynde små sidegrene med relativ hurtig vækst og lavere densitet end løvtræ. Nåletræet er velegnet til mekanisering af skovnings- og transportoperationer. Dette lettes af, at det enkelte træ, på grund af forskellige arts- og vækstbetingelser, kun opnår begrænset størrelse i Europa.

Løvtræ er karakteriseret ved, at stammerne kan krumme og dele sig i meget større udstrækning end nåletræ. Grenene kan være af betydelig størrelse. Selve træerne kan være meget store og dermed tunge at håndtere.

Denne forskel i træerne gør, at mekaniseringsgraden i de to typer træer er forskellige, og at der reelt kan tales om to forskellige systemer - to enhedsprocesser. Derimod er der ikke nogle principielle systemforskelle ved behandling af forskellige løvtræarter, eller mellem forskellige nåletræarter. Den samme ensartethed genfindes i den del af enhedsprocessen, der benævnes kulturetablering og -pleje, dvs. foryngelse af skoven, hvor der er betydelig lighed inden for løvtræ henholdsvis nåletræ, men forskelle mellem foryngelse af løv- og nåletræ.

Specielt inden for nåletræ skal det tages i betragtning, at en meget betydelig del af det nåletræ, der indgår i dansk træ- og møbelindustri, kommer fra boreale nåleskove (nåleskove i den nordlige del af tempereret klima) i resten af Norden. Disse skove består af blandet nåletræ, som gør det meget vanskeligt reelt at skille input og output på de enkelte træarter.

Det anses derfor for rimeligt at arbejde med to grundlæggende enhedsprocesser for skovbrug i de nordiske lande. En for løvtræ og én for nåletræ.

Den anden variationsparameter, densitet, vil være bestemmende for størrelsen af energirelaterede input og dermed også tilhørende output. Dette skyldes, at energiforbruget til bearbejdning af træ alt andet lige er ligefrem proportional med træets densitet (Koch, P., 1985). Desuden vil energi til håndtering og transport også være proportionalt med forholdet mellem vægt og volumen.

Der skal derfor for de to grundlæggende enhedsprocesser løvtræsskovbrug og nåletræsskovbrug foretages en korrektion på energirelaterede input i relation til de enkelte træarters densitet. Ved energirelaterede forstås input som smøreolie, kædeolie og brændstof til maskiner. Disse vil have en størrelse, der er direkte afhængig af energiforbruget af brændsel.

Korrektionen er foretaget på basis af de enkelte træarters gennemsnitlige densitet (Træ og Træmaterialer 1995).

## 4.2 Løvtræ

Data for løvtræ er baseret på dyrkningsmodel for dansk bøgetræ, hvor der er taget udgangspunkt i almindelig god landmandspraksis (Mortensen, B. et al. 1997) og (Træteknik, 1995). Skoven betragtes som produktionssystem eksklusiv planteskoleproduktion. Data bygger på produktion i statsskovene i 1995 i alt 17.040 ha bøg.

De væsentligste miljøpåvirkninger kommer fra emissioner til luft fra benzin forbrændt i motorsav og bilmotor samt diesel forbrændt i en traktormotor. Til produktion af 1 m<sup>3</sup> bøg transporteret til bilvej er forbruget som angivet i tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Dyrkningsmodel, bøg**

Materialer	Enhed	pr. ha	pr. m <sup>3</sup> bøg
Benzin (bil)	l	156	0,23
Benzin (motorsav)	l	176	0,26
Diesel (traktor)	l	1144	1,68
Kædeolie	l	88	0,13

Disse data er med baggrund i førnævnte forudsætninger om sammenhænge mellem energiforbrug og trædensitet anvendt for beregning af tilsvarende data for materialer og emissioner fra træarterne ask, birk, eg, elm, kirsebær, løn, rød-el og ær/ahorn. Tabel 4.2 viser densiteter og omregningsfaktorer for løvtræ i Danmark.

**Tabel 4.2 Densiteter for løvtræ samt indeksering i forhold til bøg**

Træart	Densitet (kg/m <sup>3</sup> ) middel	Indeks
Bøg	680	100
Rødeg	660	97
Eg	650	96
Ask	650	96
Elm	640	94
Løn	620	91
Birk	610	90
Ær / ahorn	590	87
Rød-El	490	72
Kirsebær	570	84
Nåletræ	400	59

Tabel 4.3 viser emissioner fra produktion af bøg fra dansk skovproduktion, beregnet ud fra energiforbrugene angivet i tabel 4.1:

**Tabel 4.3 Emissionsdata for 1 m<sup>3</sup> bøg, dansk skovproduktion**

Emissioner	Enhed	Bøg, Dansk skovproduktion
CO <sub>2</sub>	g	5840
CO	g	136
HC	g	5,2
NO <sub>x</sub>	g	68,3
SO <sub>2</sub>	g	5,7
Partikler	g	5,8
CH	g	0,6

### 4.3 Nåletræ

Data for nåletræ er baseret på dyrkningsmodeller fra svenske og norske skovbrug eksklusiv planteskoleproduktion. I modsætning til løvtræ har nåletræ stort set samme densitet uanset art. Der er derfor regnet med én referencedensitet for alt nåletræ – primært gran og fyr.

Der er arbejdet med to nøgletal.:

1. Alle nåletræsarter i Sverige inklusive træfældning, afkortning i salgsvare effekter og udtransport til vej eksklusive savværksproduktion. (Träteck 1996)
2. Svensk og norsk skovproduktion som for svensk nåletræ men inklusive savværksproduktion af tømmer og høvlede emner nedtørret til en gennemsnitslig træfugtighed på 18% (Nordic Wood, 1996)

Tabel 4.4 viser emissioner fra nåletræ, det vil sige svensk skovproduktion af alle træarter primært fyr og gran.

*Tabel 4.4 Emissionsdata for 1 m<sup>3</sup> nåletræ, svensk skovproduktion*

Emissioner	Enhed	Nåletræ. Svensk skovproduktion
CO <sub>2</sub>	G	5958
CO	G	89
HC	G	5,2
NO <sub>x</sub>	G	69,0
SO <sub>2</sub>	G	5,7
Partikler	G	6,5
CH	G	0,5

Øvrige data er specificeret i UMIP-databasen.

## 4.4 Finérproduktion

Finér er tynde blade af træ –mellem 0,05 mm og 10 mm tykke (ofte mellem 0,06 og 1,35 mm) og op til flere meter lange – som skæres eller skrælles af træstammen eller dele deraf. Finér anvendes til krydsfinér, møbelplade, formspændte laminerede stole- og møbelkomponenter samt ikke mindst som dekorativ overflade på fx møbler, døre, og paneler.

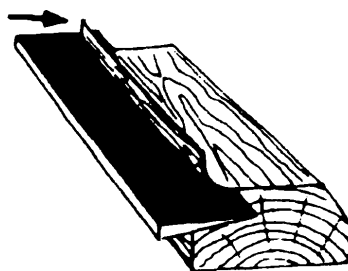
Fremstilling af finér foregår i princippet efter to forskellige metoder: Knivskæring og skrælning (Træ og Træmaterialer 1995).

### 4.4.1 Knivskåret finér

Knivskåret finér anvendes hovedsageligt til dækfinér på møbler, paneler og døre eller lignende.

De tildannede finérblokke dampes eller koges inden finérskæringen for at blødgøre træet, hvorved risikoen for revnedannelse nedsættes og for at lette selve skæringen. Finérskæringen udføres i specialmaskiner, hvor en kniv føres på tværs over den fastspændte bloks snitflade, eller hvor blokken føres på tværs af en fastspændt kniv således, at der skæres en finér med den på maskinen indstillede tykkelse. Den mest anvendte tykkelse på dækfinér er 0,6 til 0,8 mm.

*Figur 4.4 Knivskåret finér*



Knivskåret finér produceres ikke i store mængder i Danmark, men må oftest importeres fra udenlandske producenter.

Selve produktionsprocesserne for knivskåret finér og skrællet finér har de fleste processer tilfælles. Det er alene selve skæringen henholdsvis skrælningen, der adskiller dem. Data dækkende skrællet finér er indsamlet hos dansk producent, der leverer begge finértyper, dog primært skrællet finér. Disse data er beskrevet i efterfølgende afsnit. Data for skrællet finér er ifølge producenten dækkende for knivskåret finér.

#### 4.4.2 Skrællet finér

Produktion af skrællet bøgefinér starter med levering af bøgekævler med en træfugtighed på 50% fra dansk skovbrug til råvarelager på finérværk.

*Figur 4.5 Skrællet finér*



Fra råvarelageret transporteres hele træstammer/kævler til kogekasser med efterfølgende afkortning og afbarkning. Herfra transporteres kævlerne til skrælning og automatisk sortering, våd- og tørklipper, rulle- og båndtørreovn, sortering samt stabling til mellemvarelager. Efterfølgende processer omfatter fugning, fræsning, limning, finérsammensætning, tørring til 8% træfugtighed, klipping, sortering, stabling og pakning.

Alt resttræ fra produktionen såsom flis anvendes både til energi i eget fyringsanlæg og til brændesalg. Denne træmængde omfatter ca. 70% af den oprindelige råvaremængde regnet efter tørstof.

Hjælpe materialer omfatter små mængder urea-formaldehyd lim, smørelie og vand.

Energiforbrug og emissioner til fremstilling af lim er opgjort i kapitel 6.

Materialer, energiforbrug og emission fra fremstilling af skrællet bøgefinér, tabel 4.5.

*Tabel 4.5 Materiale- og energiforbrug samt emissioner ved fremstilling af skrællet bøgefinér*

	Enhed	Pr. m <sup>3</sup> finér
<b>Materialer</b>		
Bøgetræ	kg	1457,0
Lim	l	0,041
Uspec. Smørelie	l	0,082
Uspec. Vand		
Nn		
<b>Ei-energi</b>		
Elektricitet	kWh	362,1
Termisk energi		
Træ til energi	kg	838,0
Fuelolie	kg	24,5
Emissioner til vand		
Slam, vådt	m <sup>3</sup>	0,374
<b>Affald</b>		
Slagge og aske	kg	8,38
Træ materiale	kg	-777,0

#### 4.5 Træbaserede plader

Fremstilling af træbaserede plader til træ- og møbelindustrien omfatter en lang række af forskellige produkter. Langt den største del af produktionsværdien af dansk produktion i

1995 består af træfiberplader (MDF), spånplader og krydsfinér med tykkelser på mindre end 6 mm (se kapitel 2 Branche profiler).

Dataindsamlingen omfatter miljødata for disse pladetyper.

#### 4.5.1 MDF- plade

MDF- plade (Medium Density Fibreboard) er en mellemhård træfiberplade med en densitet på mellem 500 – 1000 kg/m<sup>3</sup>, der hovedsageligt finder anvendelse inden for byggevarer og møbler.

MDF-plader kan produceres af to typer af råvarer:

- Træ fra skoven, her bøgetræ, transporteres til fabrik, hvor det afbarkes og neddeles i en flishugger og læsses i en flisgrube på MDF-fabrikken (Mortensen, B. et al., 1997)
- Resttræ fra savværksproduktion flishugges og anvendes ligeledes til MDF-pladeproduktion.

Produktion af MDF-plader starter med forarbejdning af træflis. Flisen koges i damp, defibreres, tilsættes lim og voks og tørres. Den tørre masse lægges på et bånd, der føres gennem en presse under påvirkning af varme og tryk.

Resttræ som bark, pudsestøv, kasserede MDF- plader, savsmuld m.m. udnyttes til energi inden for samme produktion under forudsætning af, at producenten har et godkendt forbrændingsanlæg. 50% af den energi, der anvendes til produktion af dansk producerede MDF- plade, kommer fra forbrænding af resttræ fra egenproduktion.

Hjælpestoffer til produktion omfatter bl.a. ureaformaldehydlim og vokstørstof. For produktion af urea er der kun data for energi til produktion. For ureaformaldehydlim omfatter data bl.a. energi og emissioner. Energiforbrug og emissioner til fremstilling af urea og ureaformaldehydlim er opgjort i særskilt projekt (Mortensen, B. et al., 1997).

Materialer, energiforbrug og emission fra fremstilling af MDF- plade er angivet i tabel 4.6.

**Tabel 4.6 Materiale- og energiforbrug samt emissioner, MDF-plade**

	Enhed	pr. m <sup>3</sup> MDF- plade
<b>Materialer</b>		
Bøgetræ (resttræ 25%)	ton	1,42
Melamin-ureaformaldehydlim	kg	150
Urea	kg	8,47
Ammoniumsulfat	kg	1,71
Vokstørstof	kg	11,55
Vand (i MDF- plade)	Vægt-%	55
Vand (proces)	kg	310
<b>Termisk energi</b>		
Fuelolie	l	11,9
<b>El-energi</b>		
Elektricitet	kWh	271,8
Overskudstræ (el-prod.)	kg	193,1
<b>Emissioner til luft</b>		
Formaldehyd	kg	0,011
Støv	kg	0,079
SO <sub>2</sub>	kg	0,04

#### 4.5.2 Spånplader

Spånplader er fremstillet af sammenpresning af træspåner og træpartikler af varierende størrelse og form, primært af nåletræ. Spånpladen udføres i mange forskellige pladetyper eksempelvis fra 10 – 38 mm i pladetykkelse. Spånplader anvendes hovedsageligt som byggevare og materiale til møbelindustrien (Novopan produktinformation 1999 og Spånplader i møbelindustrien, 1999).

Udtyndningstræ fra skoven, træaffald fra industriel produktion eller træ fra genbrugsmateriale transporteres til fabrik, hvor træspånerne tørres. Efterfølgende belimning af træspånerne foretages i særlige belimningsanlæg, hvorefter de overføres til en kontinuerlig produktionslinies strøstationer. Herefter foretages varmpresning, afkortning på længde, køling, pudsnings, kvalitetssortering. Til slut opskæres pladerne i færdigmål.

En mindre del af produktionen får i en separat proces en belægning med melaminpapir eller folier i gennemløb inden opskæring på færdigmål. Energiforbrug, angivet nedenfor, inkluderer denne proces, men vurderes at udgøre en forsvindende del af det samlede forbrug, mængden af melaminbelagte plader taget i betragtning. Data skal derfor regnes for at gælde ubelagte plader.

Resttræ fra save, pudsestøv, fejlplader m.m. udnyttes til energi til samme produktion under forudsætning af, at producenten har et godkendt forbrændingsanlæg. 38% af den energi, der anvendes til produktion af dansk produceret spånplade, kommer fra forbrænding af resttræ fra egenproduktion.

Materialer, energiforbrug og emissioner fra fremstilling af spånplade er vist i tabel 4.7.

**Tabel 4.7 Materiale- og energiforbrug samt emissioner, spånplade**

	Enhed	pr. m <sup>3</sup> spånplade
<b>Materiale</b>		
Nåletræ (inkl. træ til energi)	M <sup>3</sup>	1,46
Urea-formaldehyd-lim	Kg	96,78
Vand	Kg	8,04
Hærder	Kg	0,95
Emulsion	Kg	4,07
Ammoniak	Kg	0,58
Urea	Kg	2,49
<b>Termisk energi</b>		
Fuelolie	Kg	17,1
Diesel lastbil	L	0,52
Gas truck	Kg	0,23
Træ til energi	Kg	173,6
<b>EI-energi</b>		
Elektricitet	KWh	103,5
<b>Emissioner til luft</b>		
Formaldehyd	G	50,6
Træstøv	G	65,8
Partikler	G	28,3

#### 4.5.3 Krydsfinér

Krydsfinérplader består af et varierende – men altid ulige – antal skrællede og sammenlignede finérer, som oftest er orienteret med fiberretningen vinkelret på hinanden. Denne opbygning af krydslagte finérslag udligner forskelle i de enkelte finérers svind og udvidelse, hvorved krydsfinérens længde- og breddevariation stort set svarer til den anvendte træsorts lændgesvind.

De hyppigst anvendte krydsfinértyper i Danmark og i Norden er fremstillet af træsorterne birk, bøg eller fyr.



Krydsfinérplader finder anvendelse både til brug som byggemateriale og til møbler:

- Fenollimede krydsfinérplader anvendes til udendørsbrug og i fugtige rum. Limdata for enkle af indholdsstofferne fra fenollimede krydsfinérplader indgår i projektet.
- Urealimede krydsfinérplader har fugtmodstandsdygtige limfuger og anvendes derfor til indendørsbrug i blandt andet møbelproduktion.

#### 4.5.3.1 Produktion af krydsfinér af birk

Træ fra skoven, her birk, transporteres til finérfabrikken, hvor trækævlerne koges, skrælles og tørres. Efterfølgende processer er sortering, limpåføring, finérpresning, kantskæring, afsluttende pudsning og kvalitetskontrol.

Resttræ og produktionsspild anvendes til fremstilling af energi til produktion af krydsfinér.

Hjælpestof som bindemiddel anvendes primært urea og lime som urea-formaldehyd. Ureaformaldehydlim fremstilles af urea og formalin, der hver især bliver produceret på basis af ammoniak og methanol, der igen er fremstillet på basis af naturgas.

Materialer, energiforbrug og emission fra fremstilling af krydsfinérplade af birk til møbelbrug er omtalt i tabel 4.8.

**Tabel 4.8 Materiale- og energiforbrug samt emissioner, krydsfinér af birk**

	Enhed	Pr. kg X- finérplade
<b>Materialer</b>		
Birketræ	m <sup>3</sup>	2,0
Ureaformaldehyd	kg	0,07
<b>Affald</b>		
Uspec. Affald	kg	0,04
Uspec. Farligt affald	kg	0,001
<b>EI-energi</b>		
Elektricitet	kWh	0,373
<b>Emissioner til luft</b>		
Formaldehyd	g	0,13
Uspec. Partikler	g	0,25

## 4.6 Træbearbejdende processer generelt

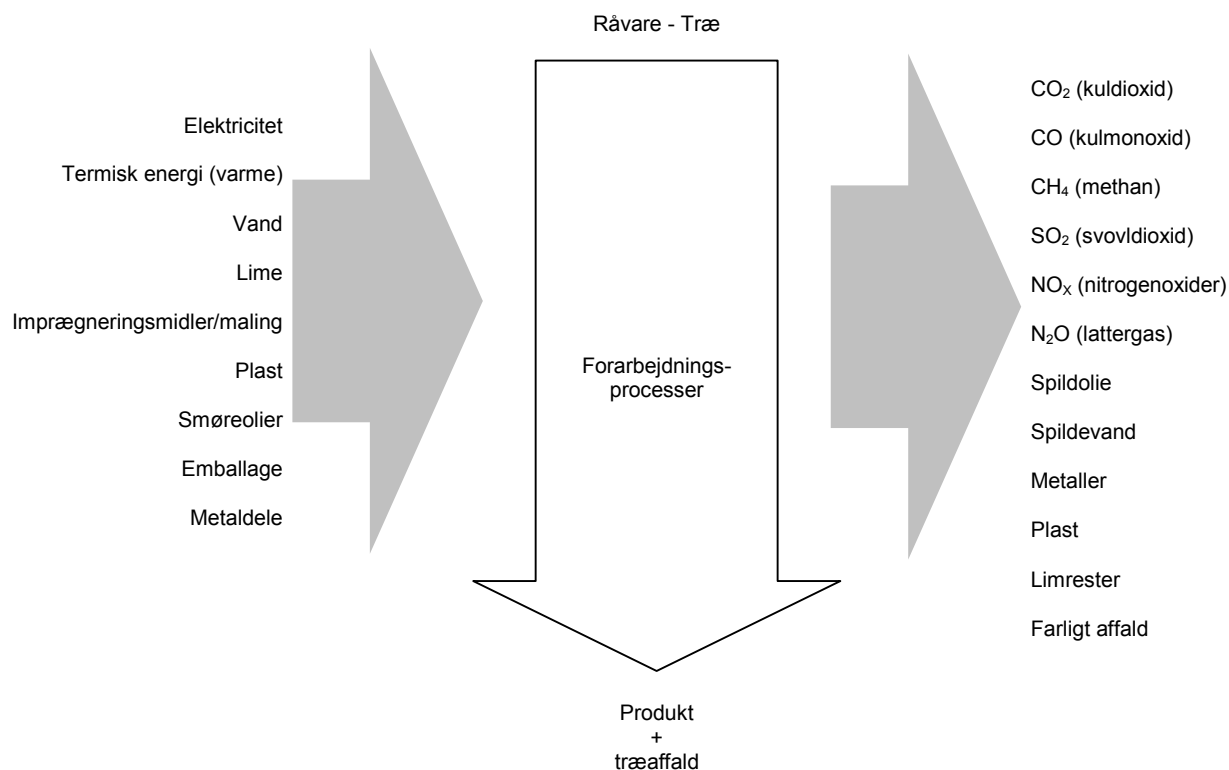
I træ- og møbelindustrien er der en lang række processer, der er afgørende for miljøpåvirkningen fra bearbejdning af træ. Dette, uanset om der er tale om bearbejdning af selve råtræet eller dets forarbejdning til halvfabrikata såsom finér, pladematerialer eller komponenter.

Som tidligere nævnt i afsnit 4.1, ”Træ som råvare – skovproduktion”, er energiforbruget til bearbejdning af træ alt andet lige proportionalt med træets densitet. Det vil sige, at jo hårdere træet er, desto mere energi skal der bruges til bearbejdning af træet samtidigt med, at der slides mere på de skærende værktøjer. Energi til håndtering og transport vil også være proportionalt med forholdet mellem vægt og volumen.

Andre vigtige forhold, der bidrager til de samlede miljøpåvirkninger, er eksempelvis ventilation/udsugning, trykluft, tørring, spåntagende bearbejdning, finérproduktion, finérpåspænding, formspænding, intern transport, pudsning og overfladebehandling af bearbejdede emner med efterfølgende hærkning, lys og varme samt emissioner (spild, farligt affald, støj, støv m.m.) til jord, vand og luft.

Ekstern transport påvirker den samlede miljøbelastning, hvor råvarer eller hjælpematerialer importeres fra andre lande eller distribution af færdige produkter foretages over lange afstande til forbruger.

**Figur 4.6 Træbearbejdende processer – eksemplificeret ved et vindue**



Figurens angivelser af input og output vil være stort set de samme, uanset slutproduktet.

Det er værd at bemærke, at flere og flere producenter anvender spildtræ, fx træspåner, fra egenproduktion til energiformål. Spildtræet anvendes fortrinsvist til produktion af varmeenergi og tjener flere formål på én gang:

- Der spares indkøb af olie eller naturgas
- En vare, der er betalt for én gang, udnyttes i stedet for at blive et affaldsproblem
- Der bidrages til en mindre CO<sub>2</sub>-belastning af det ydre miljø og spares derved en miljøafgift

Affaldstræ til fremstilling af elektricitet har stigende udbredelse hos den procesorienterede industri, eksempelvis produktion af MDF- eller spånplade.

Energihandlingsplaner, energistyring og miljøstyring bliver derfor mere og mere udbredt som løsningsmodeller i branchen, der – koblet med en produktorienteret miljøpolitik – bidrager til at nedsætte branchens samlede miljøbelastning fra produktionsfasen.

I de efterfølgende afsnit gennemgås forarbejdning af massivt træ samt træbaserede produkter mere detaljeret. De nævnte processer er der samlet data for i projektet – se i øvrigt bilag F.

## 4.7 Forarbejdning af massivt løvtræ.

Produktion af borde fx med stavlimede plader og stel af løvtræ fremstilles af indkøbt massivt træ fra savværk og tørres i egen tørrestue ned til en fugtighedsprocent i træet på 6 – 8 %. Indkøbt tørret træ til møbelbrug direkte fra savværk er ofte forekommende som alternativ til egen tørrestue.

Efterfølgende processer er opskæring, kehlung (profilhøvling), limning, pudsning, fræsning (CNC), boring og pudsning samt transport til mellemvarelager. Herefter følger overfladebehandling med efterfølgende montage og emballering.

Alt resttræ som bark, støv, savsmuld, spåner m.m. kan omdannes til energi (damp) i godkendt fyringsanlæg på selve produktionsstedet til trætørring, laminering af plader, opvarmning af fabrik og administration. Alternativt indkøbes olie, el. eller naturgas.

Hjælpestoffer til produktionen omfatter almindeligvis lim, syrehærdende eller vandbaseret lak samt hærder. Emissioner fra lim, lak og hærder er opgjort i kapitel 6.

Materialer, energiforbrug og emission fra fremstilling af borde af massivt bøgetræ - løvtræ, er angivet i tabel 4.9.

*Tabel 4.9 Materiale- og energiforbrug, massivt bøgetræsbord*

	Enhed	Pr. kg bord
<b>Materialer</b>		
Bøgetræ, 8%TS	m <sup>3</sup>	0,086
Stål	Kg	0,8
Lak, inkl. Hærder og fortynder	G	838
Lim	G	400
Plast (PS – slagfast)	Kg	0,2
<b>Energi</b>		
Elektricitet	KWh	41,43
Varme	m <sup>3</sup>	0,03
<b>Affald</b>		
Ingen opgjort		

## 4.8 Forarbejdning af massivt nåletræ

Nåletræ fortrinsvis fyr og gran finder anvendelse både til møbler og byggevarer. De træforarbejdende processer omfatter eksempelvis følgende processer:

### 4.8.1 Eksempel 1: Møbelprodukt

Opbevaringsmøbler med hylder, låger af massivt snedkerlimtræ og skuffer af massivt fyrretræ fremstilles i store mængder af råvarer leveret direkte fra nordisk savværk- og skovleverandør. Råvarerne oparbejdes af dansk underleverandør til snedkerlimtræ (laminerede træemner til møbelbrug) på mål, som opgives af producenten af møbelproduktet. Træet leveres tørret med en træfugtighedsprocent på 6 – 8 %.

Selve produktionen til færdigt møbel omfatter grovpudsning, dobbelttapning (afkortning), boring, skuffemaskine, isætning af dyvler, fræsning, rundsavning, profilpudsning, formatsavning, børstepudsning, reparering af eventuelle fejl samt samling/montage.

Resttræ og træspild fra produktionen sælges som fastbrændsel. Opvarmning af lokaler foregår med fjernvarme.

Hjælpestoffer til produktionen er bl.a. natronlud, lim, ureaformaldehydlim og hærder. Lim og hærder er beskrevet i kapitel 6.

Materialer, energiforbrug og emission fra fremstilling af opbevaringsmøbel af massivt fyrretræ, snedkerlimtræ er angivet i tabel 4.10.

**Tabel 4.10 Materiale- og energiforbrug samt emissioner, massivt nåletræs møbel**

	Enhed	Pr. opbevaringsmøbel	Pr. kg opbevaringsmøbel
<b>Materialer</b>			
Fyrretræ	Kg	53,73	0,94
Pap	Kg	3,6	0,063
Finer	Kg	3,1	0,054
Stål	Kg	0,29	0,0051
Lim	Kg	0,1	0,0017
Bøgetræ	Kg	0,1	0,0017
Vand	Kg	0,04	0,0007
PE	Kg	0,03	0,0005
<b>Hjælpestoffer</b>			
Vand	m <sup>3</sup>	0,02	0,0003
<b>El-energi</b>			
Elektricitet	KWh	27,07	0,47
<b>Termisk energi</b>			
Fjernvarme	KWh	0,02	0,0003

#### 4.8.2 Eksempel 2: Byggeprodukt

Produktion af vindue af fyrretræ fremstilles af indkøbt tørret massivt træ fra nordisk savværk med en træfugtighed på ca. 12%

Efterfølgende processer er afkortning, afretning, kehlung (firkantehøvling), tapning, stemning, boring, profilering, imprægnering, samling, klargøring til overfladebehandling (maling), beslåning, isætning af indkøbt isoleringsglasrude og forsendelse.

Alt resttræ fra produktionen sælges til energiformål. Træaffald udgør ca. 44% af det samlede træforbrug.

Hjælpestoffer til produktionen omfatter PVAc dispersionlim, topcoat og flowcoat (vandbaseret overfladebehandling) samt VAC-væske til imprægnering af træramme og karm. Imprægneringsanlæg med tilhørende imprægneringsvæske skal være godkendt i henhold til NTR-standard med en optagelse på 30 kg/m<sup>3</sup> i splintved, se kapitel 6.

Emissioner fra lim, lak og hærder er opgjort i kapitel 6.

Materialer, energiforbrug og emissioner fra fremstilling af vindue af nåletræ – fyrretræ – er angivet i tabel 4.11.

**Tabel 4.11 Materiale- og energiforbrug samt emissioner ved fremstilling af et vindue af fyrretræ**

	Enhed	Pr. stk vindue
<b>Materiale</b>		
Stål	kg	1,6
Lak til træ	kg	2,7
Lim til træ	kg	0,1
EPDM-gummi	kg	1,8
VAC-væske	kg	0,45
Træ, TS råvare	kg	35,1
Glas	kg	25
Vand	kg	14,59
<b>Termisk energi</b>		
Træ, TS, brændsel	kg	-15,61
Naturgas ved fyring < 1MW	kg	3,24
<b>Affald</b>		
Farligt affald	kg	0,0047

## 4.9 Produktion af formspænd

Formspænding anvendes til at forme komponenter af træ i buede/bukkede former, som ikke er naturlige for træet. Det kan ske på principielt forskellige måder i enten massivt træ eller laminerede produkter. Nedenfor er beskrevet metoder til formspænding med udgangspunkt i møbelproduktion, men formspænding foretages også i byggevareproduktion – dog på emner i andre dimensioner, typisk limtræskonstruktioner.

Formspænding (laminering) af finérer kan foretages ved hjælp af forskellige teknikker alt afhængigt af ønsket om design og funktion.

Bøjning i flere planer kan foretages ved hjælp af HF-teknik (højfrekvensteknik) eller damp. Anvendes fortrinsvis til møbler. Enkelte bygningsdele kan også fremstilles efter disse teknikker.

*Ved HF-teknik* lægges de enkelte finérer efter limpåføring op i en presse udformet efter det færdige emnes form. Ved højt tryk og varmeudvikling foretages selve faconspændingen. Der anvendes højfrekvensgeneratorer fx på 5 kWh eller større.

*Stukning* foretages på massive friske eller lufttørrede træemner, der plastificeres ved dampning. Under stukkeprocessen komprimeres emnet i længderetningen. Efter stukkeprocessen er træets cellevægge blevet tværfoldede. Stukkede emner kan i kold tilstand bøjes til betydeligt mindre kurveradier end traditionelt dampbøjet bøg.

*Dampbøjning* anvendes på massive emner. Det er karakteristisk for de dampbøjede emner, at bøjningen foretages i ét plan – eventuelt med en svag bøjning i et andet plan.

På grund af træets fysiske egenskaber kræves, at bøjningen og placeringen af emnet skal foretages hurtigt efter dampning, mens træet endnu er varmt og plastisk. Der skal som regel anvendes et spændebånd på emnets træside. Dampbøjning anvendes især til bøjning af bøgetræ til for eksempel sæde og ryg til wienerstole (caféstol).

Data er indsamlet på formspænding ved hjælp af dampbøjning, der i lighed med anvendelse af HF-teknik og stukningsteknik har et relativt stort energiforbrug til bøjningsprocessen. Stukningsteknik udføres kun i mindre skala i Danmark.

Produktion af formspændte emner til brug til sæde og ryg til stole fremstilles som oftest af skrællet bøgfinér med en top og bundfinér alt efter krav til det færdige møbel. For eksempel vil emner til sæde og ryg have en ringere (billigere) skrællet finér som yderste lag, hvis emnerne efterfølgende skal polstres. Skal sæde og ryg fremstå som lakeret emne med klar lak, hvor træstruktur og farver er synlige, benyttes finér af god kvalitet og er derfor dyrere pr. m<sup>2</sup>.

Produktion af sæde og ryg til stole til klar lak og uden polstring omfatter processer som modtagning af skrællet finér fra finérværk med en træfugtighed på 8%. Fra lager fremtages finéren, den pudses, limes og formspændes i særlige presser, hvor formgivningen af sæde og ryg udføres efter specifikke kundeønsker. Herefter udtages de formspændte emner til efterfølgende afhærdning (træfugtighed her ca. 4%), kantfræsning, hulboring, kantpudsning, kvalitetskontrol, emballering og forsendelse.

Træaffald fra produktionen kan sælges som brænde eller anvendes til energifremstilling i godkendte forbrændingsanlæg til fremstilling af varme eller damp til formspændingsprocessen.

I tabel 4.12 indgår træaffald som energi med 5% af det samlede træforbrug til de færdige produkter samt hjælpematerialer omfattende lim, ureaformaldehyd og hærder, resorcinol og myresyreopløsning, papir, vand og stålbeslag.

**Tabel 4.12 Formspændte emner – bøg**

	Enhed	Pr. m3 formspænd
<b>Materialer</b>		
Finér, skrællet bøg	kg	1,09
Lim til træ	kg	0,105
Hælder	kg	0,02
Pap	kg	0,3
Lærred	kg	0,2
Stålblade	kg	0,003
Vand	kg	0,6
<b>El- energi</b>		
Elektricitet	kWh	0,3
<b>Affald</b>		
Forbrænding af træ	kg	0,05
Uspec. Farligt affald	kg	0,61

#### 4.10 Forarbejdning af træbaserede plader, herunder MDF.

Træbaserede plader har stor anvendelse inden for møbelproduktion. Det er især til bordplader og opbevaringsmøbler som reoler og skabe samt låger både til møbler, køkken og badeinventar.

Inden for byggeriet anvendes pladematerialer i stor skala både til konstruktionsformål og til beklædning af vægge og som indfatninger til for eksempel vinduer.

Produktion af reoler, fremstillet af MDF- plade, er belyst i projekt om Miljøvurdering og udvikling af et reolsystem (Miljøprojekt nr. 376 1998).

Der henvises i øvrigt til ovennævnte projekts gennemgang af miljøvurdering af forskellige materiale- og produktionsalternativer.

Produktionsprocesserne omfatter maskinbearbejdning, slibe, pudning og overfladebehandling samt efterfølgende emballering og forsendelse. Belastningen er opgjort pr. produceret referencereol (standardprodukt), dvs. fremstilling af 1/8 m<sup>3</sup> reolopbevaring.

Forbrug af energi og vand pr. referencereol er angivet i tabel 4.13, mens processpild er angivet i tabel 4.14

**Tabel 4.13 Forbrug af energi og vand ved produktion af referencereol**

Afdeling	Benzin, g	Diesel, g	Vand, l	El, kWh	Naturgas, kg
Maskinværksted		24,3	2,49	6,05	0,29
Slibe-lak afdeling			7,76	21,21	1,80
Montage			0,00	2,36	0,38
Emballage og fors.			0,00	0,47	0,04
Administration	231,9	110,7	17,46	0,93	0,13

Truck simuleres med lastbil, dansk el, naturgas 0,81 kg/Nm<sup>3</sup> (kg pr. normal m<sup>3</sup>)

Kilde: Miljøprojekt nr.376 1998

**Tabel 4.14 Processpild pr. referencereol**

Afdeling	Træ- affald <sup>a)</sup> kg	Andet affald <sup>a)</sup> kg	Kemisk affald <sup>b)</sup> kg	Spilde- vand l	Vand- damp l	Lak- støv g	VOC g
Maskinværksted	3,98	0,84			2,41		
Slibe-lak afdeling		0,40	0,1	0,076 <sup>c)</sup>	7,64	5,70 <sup>e)</sup>	1346 <sup>f)</sup>
Montage		0,11					
Emballage og fors.		0,04					
Administration		0,00		17,58 <sup>d)</sup>			

Noter til tabellen: a) Simuleret afbrændt som pap til energifremstilling. b) Simuleret afbrændt som olie. c) Lakstøv fjernes fra spildevand ved offentlig rensning. d) Sanitært spildevand. f) Reference til projektdokumentation.

Kilde: Miljøprojekt nr. 376 1998

# 5 Metal, glas og plast – materialer og processer

Data for produktion af metaller, glas og plast er udelukkende hentet fra Miljøstyrelsens UMIP PC-værktøj. For en vurdering af disse data henvises derfor til dette (Miljøstyrelsen, 1996a). Det skal bemærkes, at data kan være op til 10 år gamle.

Da databasen ikke indeholder data for produktion af nogen standardkomponenter såsom skruer og lignende er det kun selve udvindingen og produktion af materialerne, der er inkluderet i de efterfølgende miljøvurderinger af 3 industriprodukter, afsnit 9, 10 og 11.

I nogle af produktseksemplerne har det været muligt at indsamle produktspecifikke data for visse bearbejdningsprocesser af metal bl.a. produktion af stålstel til møbler.

## 5.1 Plast

Plast indgår i mange afskygninger i branchen eksempelvis til løbelister til skuffer, indsats i skuffeelementer og som bendubber. Nye data for plast er ikke indhentet til dette projekt. I de udvalgte produkter indgår følgende typer:

- Polyamid 6
- Polystyren – slagfast

Derudover bruges polyethylen og ekspanderet polystyren til emballageformål.

For alle ovenstående materialer er udvinding af ressourcer og produktionen af materialer inkluderet i miljøvurderingerne i afsnit 8, 9 og 10. Forarbejdning af materialer er derimod ikke inkluderet i de tre produktseksempler. Dette vil erfaringsvis ikke have nogen effekt på det endelige resultat.

Vedrørende bortskaffelse regnes alle materialer at blive bortskaffet ved forbrænding på almindelige affaldsforbrændingsanlæg.

I henhold til PVC-aftalen (Miljøstyrelsen, 1999) skal 77% af alt PVC i byggekomponenter genbruges i år 2000. Meget af PVC-affaldet bliver på nuværende tidspunkt ikke indsamlet og ender derfor til forbrænding.

For mere information om plast henvises til Miljøstyrelsens UMIP PC-værktøj (Miljøstyrelsen, 1997a) og Association of Plastic Manufactures in Europe ([www.apme.org](http://www.apme.org)).

## 5.2 Metal som materiale til byggevarer og møbler

### 5.2.1 Udvinning af malm. Fremstilling og anvendelse af jern / stål

Miljøbelastning fra udvinding af malm og den efterfølgende oparbejdning og videreforarbejdning af malmen til stål (anvendt som plader eller rør) indgår på lige fod med råvaren træ som en del af produkternes samlede miljøbelastning i hele produktets livscyklus.

Ved udvinding og produktion af jern og stål sker udledning af gasserne SO<sub>2</sub> (svovldioxid) og NO<sub>x</sub> (kvælstofilter) samt udledning af tungmetaller via røggas og slagge. Udvinning af jernmalm og fremstilling af jern og stål er energikrævende processer, som bidrager med udledning af CO<sub>2</sub> (kuldioxid), CH<sub>4</sub> (methan) og ozonnedbrydende stoffer til atmosfæren.

Mangan og zink findes i begrænsede mængder. Jo vanskeligere tilgængeligheden er til et metal, desto større er miljøomkostningerne ved malmbrydningen.

Jern (jernmalm) og aluminium (bauxit) betragtes sjældent som begrænsede ressourcer med forsyningshorisonter på henholdsvis 110 og 190 år (ved konstant forbrug pr. person på 1990 niveau). Genanvendelsesmulighederne er som regel begrænset af produktets design, konstruktion og tilgængelige indsamlingsordninger og virksomheder, der kan oparbejde nyt metal af genbrugsmetal.

Det Danske Stålvalseværk A/S er et eksempel på dansk produktion af stålplader til bygningsbrug baseret på genbrugsstål. Der eksisterer ikke tilsvarende virksomheder i Danmark, der fremstiller stålrør af genbrugsstål/jernskrot i Danmark.

Tilgængeligheden af genbrugsstål til produktion af rør ifølge Det Danske Stålvalseværk, (svejste præcisionsrør efter DIN 2394 eller DIN 2395) til den danske møbelindustri er ikke umiddelbart muligt i dag.

Danske erfaringer med oparbejdning af metal fra skrot viser, at energiforbruget hertil udgør som tommelfingerregel 25-50% af energiforbruget ved fremstilling af råjern. I USA går udviklingen i retning af fremstilling af coils af tyndpladestål, der vil kunne anvendes til præcisionsrør fx til møbel- eller bygningsbrug.

### 5.2.2 Fremstilling og anvendelse af metallisk aluminium

Forbruget af metallisk aluminium i møbler udgjorde ifølge Miljøstyrelsen (Miljøstyrelsen, 1999b) i 1994 mellem 2.700 og 4.100 tons. Til sammenligning udgjorde forbruget af metallisk aluminium i byggematerialer mellem 19.100 og 25.800 tons i samme år. I dette tilfælde består gruppen af byggevarer af:

- lister, beklædnings-, facade- og gulvplader
- vinduer, døre og dørtærskler
- beslag
- drivhuse
- andre aluminiumskonstruktioner (brosektioner, gittermaster, el- og radiomaster, overbygninger på skibe, trapper, stilladser, rækværker og skydedøre)
- trådvæv, trådgitter og lignende af aluminium

Udvidningen af primært aluminium består af en lang række processer, hvoraf nogle er meget energitunge. Derfor produceres primært metallisk aluminium ofte i lande, hvor elektricitet kan produceres for en billig penge f.eks. Norge, hvor hovedparten af elektriciteten produceres på baggrund af vandkraft.

Til sammenligning er energiforbruget ved produktion af sekundært aluminium (genbrugsaluminium) ca. 95% lavere end for produktionen af primært aluminium. Derfor er det af stor betydning for et givent produkts miljøprofil, at:

- produktet indeholder genbrugsaluminium
- aluminiumsfraktionen kan udskilles ved bortskaffelse og genanvendes.

### 5.3 Metalbearbejdende processer generelt

Dataindsamlingen i denne brancherapport har taget udgangspunkt i bearbejdning af stålrør til møbler fra møbelproducent, der fremstiller møbler, hvor metalstel påmonteres formspændte stoledele af træ samt finerede bordplader af træbaserede plader. Den anvendte teknologi spænder fra traditionelle spåntagende maskiner/processer og CO<sub>2</sub> –svejsning til anvendelse af svejseroboter og CNC-fræsere.



### 5.3.1 Forarbejdning af stålrør og plader – spåntagende processer til møbeldele

Produktion af stel til møbler af stålrør inkluderer fremtagning af rør og fladjern til automatiske save. Efter savning transporteres rørene til bukning, boring og standsning. Enhedsprocessen er vist i tabel 5.1.

**Tabel 5.1 Materiale- og energiforbrug samt emissioner, metalforarbejdning af møbeldele af stål**

	Enhed	Pr. kg stel
<b>Energi</b>		
Elektricitet	kWh	0,1
<b>Materialer</b>		
Stålrør	kg	1,22
<b>Affald</b>		
Stål	g	0,22

### 5.3.2 Forarbejdning af stålrør og plader – svejsning af stålstel til møbler

Produktionsprocesserne omfatter svejsning af stel ved anvendelse af svejserobot og CO<sub>2</sub>-svejsning. Materialer og energiforbrug er vist i tabel 5.2.

**Tabel 5.2 Materiale- og energiforbrug, svejsning af møbelstel af stål**

	Enhed	Pr. kg stel
<b>Energi</b>		
Elektricitet	kWh	0,18
<b>Materialer</b>		
Stålrør	kg	1

### 5.3.3 Overfladebehandling af stålstel til møbler

Overfladebehandling af metalstel til møbler har to funktioner:

1. Beskyttelse af metaldele mod slag og korrosion
2. Dekorativ effekt

I det følgende vil processerne inklusive overfladebehandling af metalstel til møbler blive gennemgået.

#### 5.3.3.1 Affedtning af metaller

Lakering og forkromning af metaloverflader kræver forudgående affedtning og rengøring. De mest almindelige urenheder er olie, fedt, salt, fastsiddende oxider og slagger, kemiske overfladeændringer samt løstsiddende urenheder som støv og spåner.

Affedtning af metaldele kan ske ved hjælp af organisk chlorerede opløsningsmidler eller ved hjælp af alkalisk affedtning, som indeholder tensider.

Der anvendes fire metoder til affedtning af metal i industrien generelt:

- Dypning i organiske opløsningsmidler
- Dypning i dampzone for kondenserede chlorerede opløsningsmidler
- Dypning i vandige midler
- Spuling med vandige midler

Trianelæg er baseret på affedtning med trichlorethylen (tribehandling). Industrielle vaskemaskiner er baseret på vandige sæbeopløsninger, og (spule-) phosphateringsanlæg er ligeledes baseret på vandige opløsninger af affedtningsmidlerne.

For at opnå en mindre miljøbelastning har mange virksomheder bl.a. i møbelindustrien i halvfemsere erstattet affedtning baseret på chlorerede opløsningsmidler med vandbaseret affedtning (Bender et al., 1994).

Dataindsamlingen har derfor taget udgangspunkt i vandbaseret affedtningsmetode.

#### 5.3.3.2 Vandbaseret affedtning generelt

Affedtning med vandige affedtningsmidler (fx i vandbaserede systemer som jern- og zinkphosphatering) kan foretages ved emulsionsaffedtning, ved sur affedtning eller ved alkalisk affedtning. Sidstnævnte er mest udbredt. Affedtningen sker ved påsprøjtning af eller neddykning i det vandige medium, der indeholder de funktionelle kemikalier efterfulgt af skylletrin. Den afsluttende skylning sker med demineraliseret vand, hvorefter emnerne tørres (Bauer og Bagh, 1998).

Ved alkalisk affedtning kan der være tale om étkammer vaskemaskiner med spuledyser anbragt på en roterende sprøjte. Der vaskes med varm sæbeopløsning i ét trin uden efterfølgende skylning med vand eller med skylning i to eller tre hold vand, (Bender et al. 1994). Efterfølgende tørring kan ske i en konvektionsovn.

Anden type er gennemløbsanlæg for behandling af emner på transportbånd. Spuling kan f.eks. ske i fire trin, hvilket vil sige vask med varm sæbeopløsning og skylning med tre hold vand. Efterfølgende tørring finder sted i en konvektionsovn, hvor elektronisk temperaturstyring sørger for en ensartet tørring.

I kombineret affedtning og jernphosphateringsanlæg er der en spuletunnel for jernphosphatering i 3-5 trin. Er der tale om 3 trin, sker der en kombineret affedtning og jernphosphatering i to trin og vandbesparende tretrins modstrømskylning med demineraliseret vand. For begge typer anlæg kan tørring ske i konvektionsovn. Renhedsgraden af jernphosphaterede emner ligger på alle punkter i toppen af kvalitetsskalaen (Bender et al., 1994).

#### 5.3.3.3 Lakering af metaldele generelt

Ved lakering af metaldele kan der anvendes lak, som oftest indeholder 50-55% organiske opløsningsmidler. En anden mulighed er vandbaseret lak, der typisk indeholder op til 10% organiske opløsningsmidler. Pulverlak er den mest udbredte metode til lakering af møbeldele (Andersen, 1995). Denne laktype indeholder ikke organiske opløsningsmidler, men alle tre laktyper kan indeholde tungmetalholdige pigmenter.

Pulveret bliver påført elektrostatisk og kan påføres både ved manuel sprøjtning, ved automatisk sprøjteføring eller ved robotsprøjtning. Spild kan opsamles og genanvendes (Andersen, 1995). Efter påføring af pulveret i sprøjteboks føres emnerne til tørring i en konvektionsovn, hvor den høje ensartede temperatur sikrer en høj ensartet kvalitet.

Materialer, energiforbrug og emissioner ved fremstilling af ét kg pulverlak (pulverepoxy) er vist i tabel 5.3.

**Tabel 5.3 Materiale-, energiforbrug samt emissioner, produktion af pulverepoxy**

	Enhed	Pr. kg pulver
<b>Energi</b>		
Elektricitet	kWh	0,6
<b>Materialer</b>		
Vand	kg	1,5
<b>Affald</b>		
Uspec. Industriaffald	kg	0,045

#### 5.3.3.4 Forkromning af metaldele

Forkromning benyttes ofte som efterbehandling på forzinkede eller forniklede emner. Formålet er at give metaldelene hårdhed, styrke og glans.

Metalemnerne påføres en tynd metaloverflade for at undgå oxidation af rengjorte/affedtede emner. Forkromning og i en vis grad fornikling anvendes især til møbler, som bliver udsat for en hård behandling fx ved stabling og/eller af designmæssige grunde. Væsentlige miljøbelastninger i forbindelse med forkromning er relateret til udvinding af metal og spredning af tungmetaller i forbindelse med produktion, brug og bortskaffelse.

Data for disse miljøbelastninger er ikke kortlagt i forbindelse med denne brancheanalyse, men findes i begrænset omfang i Miljøstyrelsens UMIP PC-værktøj.

### 5.3.3.5 Overfladebehandling af metalstel til møbler – ved pulverlakering og jernphosphatering

Produktionsprocessen foregår i kontinuert drift, hvor emnerne fremføres via conveyor gennem fosfateringsanlæg i flere trin omfattende: Affedtning, skylning, jernphosphatring, 3 skylninger, tørring og med efterfølgende automatisk påføring af pulvere epoxy og hærkning i hærdeovn.

Som hjælpematerialer anvendes flydende affedtnings- og fosfateringsmiddel, pulvere epoxy og vand.

Vandet opvarmes fra 20 til 50° C. pH-værdi (surhedsgrad) på 4,5 – 5,8. Tungmetalholdigt slam bortskaffes til offentligt deponi.

Energi til 7overfladebehandlingsprocessen er elektricitet og naturgas.

Materialer, energiforbrug samt emissioner er vist i tabel 5.4.

**Tabel 5.4 Materiale- energiforbrug samt emissioner, overfladebehandling af stålstel til møbler med pulvere epoxy.**

	Enhed	Pr. kg stel
<b>Energi</b>		
Elektricitet	kWh	0,343
<b>Materialer</b>		
Epoxypulver	g	8
Sæbe	g	4
Vand	kg	1,066
<b>Affald</b>		
Uspec. Støv	g	0,083
Tungmetalholdigt slam	kg	0,004

### 5.3.4 Montage af møbelstel – formspændte sæde/ryg-emner på stålstel

Produktionsprocessen omfatter fremtagning af formspændte træemner og overfladebehandlede stålstel fra lager, intern transport samt montage af sæde og ryg på stålstel ved anvendelse af bore- og skruemaskiner på hæve/sænkeborde. Materialer, energiforbrug ved montage af (stole) er vist i tabel 5.5.

**Tabel 5.5 Materiale- energiforbrug samt emissioner, montage af stolestel**

	Enhed	Pr. kg. Stol
<b>Energi</b>		
Elektricitet	kWh	0,035



# 6 Lim, overfladebehandlings- og imprægneringsmidler

## 6.1 Lim, overfladebehandlings- og imprægneringsmidler i træ- og møbelindustrien

### 6.1.1 Baggrund

Anvendelse af lime, overfladebehandling af træbaserede produkter samt imprægnering af træ har grundlæggende til formål at forbedre træets naturlige egenskaber afhængigt af, hvordan produkterne ønskes anvendt. Det kan være ønsket om holdbarhed i konstruktionsøjemed at ændre produktets udseende af designhensyn eller en kombination af begge dele.

Disse egenskabsforbedringer har undertiden også ført til uønskede effekter både i produktions- og i brugsmiljøet.

Energikriser og deraf følgende tætning af huse samt øget anvendelse af spånplader bidrog tidligere til store problemer i indeklimaet i boliger og i institutioner bl.a. på grund af formaldehydkoncentration i indeluften.

Arbejds miljøet ved produktion af træbaserede produkter var også genstand for forøget sundhedsrisiko stammende bl.a. fra emission fra indholdsstofferne i bl.a. lime og overfladebehandlingsmidlerne.

Disse erfaringer førte senere til forbud og udfasning af en række indholdsstoffer i imprægneringsmidler samt til indførelse af formaldehydregler for træplader og andre byggematerialer, der indeholder formaldehydbaserede lime.

Formaldehyd er en kemisk forbindelse, som forekommer naturligt i små mængder i bl.a. træ, en lang række grøntsager og i små mængder i mennesker. Formalin er en vandig opløsning af formaldehyd.

Formaldehyd har desuden tidligere været anvendt i stor udstrækning som konserveringsmiddel i bl.a. malinger og tekstiler. Formaldehyd afgives bl.a. fra syrehærdende lakker, som typisk bruges til lakering af møbler og trægulve.

Formaldehyd indgår i "Listen over farlige stoffer" som allergifremkaldende, (Miljø- og Energiministeriet, 1997).

Den forøgede fokus på ønsket om mindre miljøbelastninger fra lim, overflade- og imprægneringsprodukter herunder øgede markedskrav om dokumentation af de aktuelle miljøpåvirkninger har medført en udvikling af mindre miljøbelastende midler, uanset om disse anvendes i ude- eller indemiljø.

Der er derfor behov for at kende miljøbelastningen, der knytter sig til disse midler samt tilhørende processer/teknologi.

### 6.1.2 Lime

I træ- og møbelindustrien anvendes en lang række limtyper afhængig af anvendelsesformål. Lime til møbler anvendt i indemiljø er forskellige fra lime anvendt i bygningsindustrien,

hvor lime til konstruktionsformål, fx i en limtræsdrager i en huskonstruktion både skal have større styrkeegenskaber samt holdbarhed i udemiljøet (tåler frost).

I 1996 var forbrug af limtyper i tons tørstof (Miljøstyrelsen, 1997a) fordelt på:  
31% til produktion af plader  
69% til møbel og mindre bygningsindustri

og dækkende over en række forskellige limtyper afhængig af anvendelsesformål dog eksklusive kontaktklæbere til polstermøbelindustrien, polyurethan- og epoxylime, der anvendes til speciallimninger og montage., se afsnit 6.3.1.

De to mest anvendte limtyper er ureaformaldehyd (UF) og melaminmodificeret ureaformaldehyd (MUF).

### 6.1.3 Overfladebehandlingsmidler, lakker

Overfladebehandlingen af træbaserede produkter samt metalstel til møbler herunder lakering og imprægnering udføres for at forøge produkternes levetid, forbedre brugsegenskaberne, rengørings- og vedligeholdelsesvenlighed samt af designmæssige årsager (dekorativ effekt).

Lak består af 3 hovedgrupper af komponenter:

- Bindemidler
- Pigmenter
- Opløsningsmidler

Alle tre grupper bidrager til miljøbelastning og ressourceforbrug gennem deres livscyklus (udvinding af råstoffer fx olie), produktion af underkomponenter, fx xylene, lakproduktion hos lakproducent, påføring hos møbelproducenten, i brugsfasen og til sidst bortskaffelsen af det udtjente produkt.

Lakerede produkter emitterer forskellige stoffer i kortere eller længere tid efter påføring og levering af produkterne til slutbruger.

Ved lakering af limede produkter reduceres emissioner fra limen ofte, men samtidigt bidrager overfladebehandlingen med emission af andre kemiske stoffer. En væsentlig miljøpåvirkning kommer fra indholdsstoffernes emission af flygtige organiske forbindelser eller VOC – Volatile Organic Compounds.

Træ- og møbelindustrien har indgået en frivillig aftale med Miljø- og Energiministeriet om at reducere emission af VOC med 45% i 2000 i forhold til 1988.

Syrehærdende lakker har i en årrække vist sig bedst egnede til at tåle et stort slid i brugsfasen ( varmpåvirkning, ridsefasthed, spyt og svedpåvirkninger m.m.) Imidlertid indeholder disse laktyper bl.a. organiske opløsningsmidler, som sundhedsmæssigt har uheldige egenskaber både ved påføring i produktionsfasen på møbelfabrikken, i indemiljøet, i brugsfasen samt i bortskaffelsesfasen.

Alternativet til de syrehærdende lakker, de UV-hærdende lakker, har løst problemet med de organiske opløsningsmidler, men de har til gengæld medført en forhøjet allergirisiko i arbejds miljøet, som dog kan løses ved korrekt anvendt teknologi.

Et andet alternativ er de vandige lakker, som dog har andre ulemper fx fiberrejsning, ringere overflademodstandsdygtighed og langsommere tørring.

En tredje mulighed er UV-hærdende pulverlakker. Disse kan med fordel anvendes på blandt andet MDF-plade. Overfladekvaliteten giver en glat film og minder om SH-lakker. De miljømæssige påvirkninger svarer til allergirisikoen ved pulvere epoxy til metaloverfald.

Udbredelsen af disse laktyper er p.t. lille. Det er en teknologi, der ikke er færdigt udviklet, men forventes at vinde større udbredelse i de kommende år.

Udviklingen i forbruget af laktyper siden 1997 har ændret sig til mindre forbrug af syrehærdende lakker til vandbaserede lakker med anden og mindre samlet miljøbelastning, efterhånden som produkterne forbedres og renere teknologi vinder indpas ifølge Foreningen for Danmarks Lak- og Farveindustri samt en større dansk lim- og lakleverandør. Sammen med en tilsvarende udvikling inden for lime har dette bidraget betydeligt til at nærme sig det aftalte reduktionsmål for emission af VOC (status er ikke specifikt opgjort i forbindelse med brancheanalysen).

I 1995, var fordelingen af laktyper og organiske opløsningsmidler anvendt i dansk møbelindustri:

Syrehærdende lak	ca. 65%
Celluloselak (under 30% tørstof)	ca. 20%
UV-hærdende lak	ca. 8%
Vandig lak	ca. 7%

Se endvidere afsnit 6.3.2 Lak og lakpåføring

Forbrug og data for anvendelse af olie, voks, sæbe, bejdse og lud til overfladebehandling har ikke kunnet opgøres og er ikke yderligere behandlet i brancheanalysen.

#### 6.1.4 Træimprægneringsmidler

Imprægnering af træ med kemisk træbeskyttelse, vakuum- og trykimprægnering i Danmark omfattede i 1998 et forbrug af imprægneringsmidler på:

Vakuuminprægneringsmidler:	ca. 925.000 l
Trykimprægneringsmidler	ca. 897.000 kg

svarende til ca. 80% af det af Dansk Imprægnerings Kontrol skønnede samlede forbrug.

Det resterende 20% af forbruget indgår ikke og omfatter grundingsmidler (træolier) og boriimprægneringsmidler, som forhandles en detail ifølge oplysninger fra Miljøstyrelsen samt fra leverandører. Det opgjorte forbrug er eksklusivt import af imprægneret træ.

Miljøbelastninger fra disse imprægneringsmidler stammer fra produktion af midlerne, påføring i forbindelse med imprægneringsprocessen samt ved bortskaffelse.

Siden 1992 har producenter af imprægneringsmidler specielt til trykimprægnering i samarbejde med Miljøstyrelsen arbejdet med udvikling af nye og mindre miljøbelastende trykimprægneringsmidler med samme holdbarhed og færre tungmetaller.

Dette arbejde er udført parallelt med, at en lang række indholdsstoffer er blevet forbudt og efterfølgende udfaset fx arsen og chrom.

#### 6.1.5 Limning og overfladebehandling af træ i indemiljø

Lim- og overfladebehandlingsprocesser er komplekse, både når det angår emissionernes omfang og art, afsnit 6.2, og når det angår vurdering af emissionernes konsekvenser i miljøet.

På baggrund af indhentede miljødata fra produktion af lime- og lakker samt generelt kendskab til fremstilling af kemikalier og oliebaseerede produkter er det vurderet, at den væsentligste miljøbelastning gennem livsforløbet stammer fra emission af opløsningsmidler under påføring af lime- og lakker hos f.eks. møbelproducenten, bilag E. Det er en meget omfattende og måske umulig opgave at vurdere miljøbelastningen fra lime og lakker helt tilbage til udvinding af råstoffer. Denne opgave falder ikke inden for rammerne af brancheanalysen, hvorfor miljøvurderingen udelukkende omfatter miljøbelastningen af produktion af lim

og lak samt i forbindelse med anvendelse og fordampning af opløsningsmidler hos fx møbelproducenterne.

Som følge heraf og som følge af, at alle de betragtede stoffer er flygtige, er det udelukkende udledninger til luft, der er relevante i denne brancheanalyse, hvorfor der ses bort fra udledninger til vand og jord samt emission ved forbrænding.

Dataindsamlingen har taget udgangspunkt i at bestemme miljøeffektfactorer for de volumenmæssige mest betydende opløsningsmidler, der anvendes i lim- og lakprodukter inden for den danske træ- og møbelindustri.

Resultatet af dataindsamlingen har kortlagt 47 opløsningsmidler, bilag E, der finder anvendelse i de relevante lim- og lakprodukter, og som kan forventes at fordampe ved hærkning af lim og lak og hos træ- og møbelproducenterne. Af disse er identificeret 20 stoffer, som dækker ca. 95% af de i dag (1998) anvendte stoffer samt en væsentlig del af de stoffer, som vil blive anvendt ved en overgang til vandbaserede lakker.

Indsamlede og bearbejdede data er vist i tabel 6.1

### 6.1.6 Imprægning af træ i udemiljø

I brancheanalyseprojektet indgår data fra dansk produktion for træbeskyttelsesmidler, som er godkendelsespligtige i henhold til lovgivning om kemiske stoffer og produkter, dvs. kemiske stoffer og produkter, der er bestemt til bekæmpelse af træødelæggende svamp og/eller skadedyr i træ. (Bekendtgørelse af lov om kemiske stoffer og produkter, Miljø- og Energiministeriets lovbekendtgørelse nr. 21 af 16. januar 1996 samt Bekendtgørelse om bekæmpelsesmidler 1996)

Imprægneringsmidler med kreosot, chlorphenoler, arsen og chrom er ikke godkendte længere. Efter 1999 udskiftes de hidtidige vakuumimprægneringsmidler med nye tinfrie midler.

Med imprægning menes her industriel træbeskyttelse, hvor imprægning og optagelse af imprægneringsmiddel kan kontrolleres.

Produktion af industrielt fremstillede imprægneringsmidler omfatter midler til:

Trykimprægning (træ i jordkontakt fx hegnsplade og udvendig beklædning over jord).  
Vakuumimprægning (træ over jord f.eks. vinduer).

I disse imprægneringsmidler indgår:

- Opløsningsmidler
- Aktivstoffer
- Bindemidler
- Penetreringsvæsker

I samarbejde med Dansk Imprægneringskontrol er der indhentet oplysninger fra Miljøstyrelsen på indholdsstoffer til grundingsmidler og trærenovering, vacuumimprægning, trykimprægning og borimprægning dækkende ca. 80% af forbruget i Danmark 1998 i alt 76 stoffer.

Korrigeres disse stoffer efter godkendte og anmeldelsespligtige stoffer efter gældende lovgivning, kan antallet af indholdsstoffer reduceres til 11. Miljøvurdering af disse stoffer indgår i tabel 6.2

## 6.2 Toksikologisk vurdering af opløsningsmidler i lime, lakker og imprægneringsvæsker

På baggrund af ovenstående kortlægning af branchens forbrug af produkter og deres indholdsstoffer er det ca. 95% af alle opløsningsmidler, der udledes til miljøet via luften fra overfladebehandlingsprocesser samt limning og imprægning i træbranchen.



Af de 20 identificerede indholdsstoffer forefindes data for 7 af disse i den eksisterende enhedsprocesdatabase fra Miljøstyrelsen. Yderligere tre stoffer er blevet vurderet i Miljøstyrelsens Miljørapport nr. 376 1998, Miljøvurdering og udvikling af et reolsystem. De resterende stoffer er blevet vurderet af Institutet for Produktudvikling samt Teknologisk Institut i forbindelse med nærværende projekt, bilag E

Nedenstående tabel 6.1 viser, hvilke stoffer med CAS-nummer der er blevet identificeret i forbindelse med nærværende brancheanalyse. Yderligere viser tabellen også, for hvilke stoffer der er fremskaffet effektpotentialer samt kildehenvisning.

**Tabel 6.1 Indholdsstoffer i lime og lakker**

#	Stof	CAS-nummer	Miljøeffekt fra stof udledt til miljøet inkluderet i UMIP PC-værktøjet		
			a)	b)	c)
1	Naphtha	64741-65-7	+		
2	Toluen	108-88-3	+		+
3	Xylen	1330-20-7		+	+
4	n-Butanol	71-36-3		+	
5	Isopropanol	67-63-0		+	
6	Isobutanol	78-83-1		+	+
7	Ethanol	64-17-5		+	
8	Butylacetat	123-86-4		+	+
9	Ethylacetat	141-78-6		+	+
10	Isobutylacetat	110-19-0	+		
11	Propylenglycolmethyletheracetat	108-65-6			
12	Butyldiglycol	112-34-5	+		+
13	Propylenglycolmonoethylether	107-98-2			
14	Butoxypropanol	5131-66-8	+		
15	Butoxypropylacetat	85409-76-3	+		
16	Butylglycol (2-butoxyethanol)	111-76-2	+		+
17	Terpentin	XXX			
18	Methanol	67-56-1	+		
19	Myresyre	64-18-6	+		
20	Phenol	108-95-2	+		

- a) Stoffer vurderet i forbindelse med brancheanalyse  
b) Stoffer vurderet i forbindelse med Montantprojektet  
c) Stoffer vurderet i den eksisterende enhedsprocesdatabase

Alle opløsningsmidler antages at være af petrokemisk oprindelse. Der bestemmes ikke effektfaktorer for terpentin, der på grund af sin komplekse sammensætning er vanskelig at skaffe toksicitetsdata for.

For stofferne 1 til og med 16 er der beregnet toksicitetsfaktorer for udledninger til delmiljøet luft samt bidrag til drivhuseffekt, forsurening, næringsbelastning samt fotokemisk ozondannelse. Stofferne er udelukkende vurderet i forhold til toksicitet ved udledning til de tre delmiljøer: Luft, jord og vand.

Nedenstående tabel 6.2 viser de indholdsstoffer i imprægneringsmidler, der er blevet vurderet i henhold til toksicitet ved udledning til de tre delmiljøer.

**Tabel 6.2 Indholdsstoffer i imprægneringsmidler**

Stof navn	Cas-nr.
2-aminoethanol	141-43-5
3-iodo-2-propynyl butyl-carbamate	55406-53-6
Bis-(N-cyclohexyl-diazenium-dioxy)-kobber (Cu-HDO)	15627-09-5
Di-chlorfluorid	1085-98-9
Dinatriumoctaborat-tetrahydrat	12280-03-4
Kobber hydroxy carbonat	12069-69-1
Kobbersulfat	7758-99-8
Kobber(II)oxid	1317-38-0
Permethrin	52645-53-1
Propiconazol	60207-90-1
Tebuconazol	107534-96-3

Resultatet af disse vurderinger er blevet lavet i et dataformat, der tillader direkte indtastning i UMIP PC-værktøjet. De beregnede effektpotentialer forefindes i bilag E.

På baggrund af oplysninger vedrørende den specifikke sammensætning af overfladebehandlingsmidler, benyttet i de forskellige produktioner, har det været muligt at beregne den potentielle miljømæssige påvirkning fra emissioner fra overfladebehandlingsprocesserne.

### 6.3 Proces- og produktdata for produktion og anvendelse af lime, overfladebehandlings- og imprægneringsprodukter

Procesdata for fremstilling af færdige lime, overfladebehandlings- og imprægneringsprodukter består af gennemsnitsdata leveret af producenterne. For en detaljeret beskrivelse af de relevante UMIP-enhedsprocesdata henvises der til enhedsprocesserne i bilag F.

#### 6.3.1 Lime og limpåføring

##### 6.3.1.1 Limtypers anvendelse i træ- og møbelindustrien

De mest anvendte limtyper og deres anvendelse (Miljøstyrelsen, 1997a) omfatter:

##### **PVAc, Polyvinylacetat lim**

- Konstruktions- og samlingslim, fx korpus, dyvel- og tapsamlinger - den mest anvendte limtype til dette formål
- Sammenlimning af massivtræ fx snedkerlimtræ. Pålimning af kanter. Kold og varm
- Finering i mindre omfang
- Montagelim, f.eks. pålimning af dekorationer m.m
- Universallim
- PVAc lim med hærder anvendes fortrinsvis i tømrervirksomhed

##### *Indholdsstoffer:*

Polyvinylacetat, Vinylacetat-copolymer. Limen kan (især i byggeindustrien) anvendes med hærder kromnitrat, aluminiumklorid, aluminiumnitrat, diphenylmetan-4, 4-diisocyanat.

##### *Tilsætningsstoffer:*

Organiske og uorganiske fyldstoffer. Kan indeholde tilsætningsstoffer i små mængder til justering af limens egenskaber, fx blødgørere, opløsningsmidler.

##### **Urea formaldehyd lim**

- Spånpladeproduktion
- Krydsfinerproduktion
- Finering. Den mest anvendte lim til dette formål
- Sammenlimning af massivt træ f.eks. snedkerlimtræ
- Laminering og formspænd
- Konstruktions- og samlingslim i mindre omfang
- Pålimning af kanter i mindre omfang
- Montagelim i mindre omfang

##### *Indholdsstoffer:*

Urea, Formaldehyd (typisk under 1%).

Hærdere ammoniumklorid, ammoniumperoxodisulfat, aluminiumsulfat, svage syrer.

##### *Tilsætningsstoffer:*

Organiske og uorganiske fyldstoffer, fx kokoskalmel, gips, titandioxid.

Tilsætningsstoffer som PVAc- lim.

##### **MUF, melamin-ureaformaldehyd og MUPF, melamin-urea-phenolformaldehyd lim**

- Spånpladeproduktion
- MDF produktion
- Snedkerlimtræ

- Anvendes ikke i møbelindustrien. Kan anvendes på steder, hvor der ønskes høj vandmodstandsdygtighed uden mørk limfuge.

*Indholdsstoffer:*

Melamin, Urea, Phenol (kun MUPF) og Formaldehyd.  
Hærder Resorcinol, myresyre

*Tilsætningsstoffer:*

Organiske og uorganiske fyldstoffer, fx ethylenglykol, blodalbumin, kasein, glutin.  
Kan indeholde træbeskyttelsesmiddel indeholdende borsyre og monoethanolamin (MUPF) samt farve med eddikesyre.

Tilsætningsstoffer som PVAc-lim.

**Fenol og Fenol resorcinol lim**

- Krydsfinerproduktion
- Produktion af bærende limtræ
- Anvendes ikke i møbelindustrien. Som MUF og MUPF lime.

*Indholdsstoffer:*

Fenol, Resorcinol  
Hærder Paraformaldehyd

*Tilsætningsstoffer:*

Organiske og uorganiske tilsætningsstoffer, fx kokoskalmel, tannin, kaliumkarbonat, methanol, ethanol, natriumhydroxyd.

Tilsætningsstoffer som PVAc-lim.

**Smeltelim**

- Kantlimning industrielt påført.
- Montagem lim i møbelindustrien
- Lim til emballageformål

*Indholdsstoffer:*

EVA copolymer (Ethylen-vinylacetat), polyamid og polyuretan.

*Tilsætningsstoffer:*

Mineralske tilsætningsstoffer, fx calciumkarbonat, nariumsulfat.

**MDI, Diphenylmetan-diisocyanat og PF, Phenol-formaldehyd lime (fenollim)**

- Bruges til træbaserede plader. Disse lime anvendes ikke af danske producenter. Plader limet med disse lime kan dog importeres. Det sker kun i yderst begrænset mængde.

For konkrete lime kan der i sikkerhedsdatablade fra producenten fås oplysninger om mærkningspligtige indholdstoffer.

Data indsamlet fra dansk producent af lime.

Materialer, energiforbrug og emissioner fra fremstilling af et gns. kg lim er vist i tabel 6.3

**Tabel 6.3 Materialer, energi forbrug og emissioner fra fremstilling af et gns. kg lim**

Lim		pr. kg væske
Materiale	Enhed	
Vand	kg	0,687
<b>Energi</b>		
El	kWh	0,226
Fuelolie	kg	0,0275
<b>Emission til luft</b>		
VOC	g	7,5
<b>Affald</b>		
Jernspåner	kg	0,0028
Industriaffald	kg	0,0191
Farligt affald	kg	0,0096

### 6.3.1.2 Eksempler på limindhold i træ

Limindhold i træ har ud over limens hæftende funktion betydning for bortskaffelse for udtjente træbaserede produkter fx som brændstof til energiformål.

Bortskaffelse af træaffald indeholdende lim og/eller lak skal bl.a. efterleve retningslinierne i Miljøstyrelsens cirkulære nr. 638 af 3. juli 1997. Bekendtgørelse om biomasseaffald. Dette betyder, at biomasseaffald kan være træ fra produktion og bearbejdet af rent, limet træ, med et indhold af lim (fenolresorcinol-lim, polyvinylacetat-lim, urea-formaldehyd-lim, polyurethan-lim og melamin-urea-formaldehyd-lim), der ikke overstiger 1% målt som vægtprocent af tørstof.

Et praktisk beregningseksempel på limprocent vil bl.a. indeholde følgende tørstofindhold fra de mest anvendte lime (middeltal):

<u>Limtype</u>	<u>Tørstofindhold</u>
----------------	-----------------------

PVAc lim	50%
Urea Formaldehydlim	50%
Fenol resorcinol	65%

<u>Limmængder</u>	<u>våd</u>	<u>tør</u>
Urea formaldehyd lim og PVAc lime Finering og laminering (møbelindustri)	120g/m <sup>2</sup>	60g/m <sup>2</sup>
Urea formaldehyd lim og MUF Laminering (Ikke bærende træ)	120g/m <sup>2</sup>	60g/m <sup>2</sup>
Fenol & Fenol-resorcinol lim Laminering (bærende limtræ)	200 g/m <sup>2</sup>	130 g/m <sup>2</sup>
Krydsfiner	120 g/m <sup>2</sup>	78 g/m <sup>2</sup>

Bortskaffelse af træaffald indeholdende lim fx til energiformål fastlægges bl.a. efter limindholdet målt som vægtprocent af tørstof.

Eksempel på beregning af limindhold i bordplade med finer på begge sider kunne være:

- 16 mm spånplade fineret med 2 lag bøgefiner á 0,8 mm tykkelse og limet med urea formaldehyd lim (ca. 50% tørstof) og et forbrug på 120 g våd lim/m<sup>2</sup>.
- Densitet spånplade 650 kg/m<sup>3</sup>
- Bøgetræ med 730 kg/m<sup>3</sup> ved træfugt på 8%.
- Limprocent (tør) spånplade 10 (Miljørapport nr. 358, 1997)

Vægt af spånplade (650 x 0,016)	10,400 kg/m <sup>2</sup>
Vægt af bøgefiner (730 x 0,0016)	1,168 kg/m <sup>2</sup>
Samlet vægt	11,568 kg/m <sup>2</sup>
Vægt af tør lim (0,240 x 0,5)	0,120 kg/m <sup>2</sup>
Tør lim i procent af den samlede vægt	1,04 (lim til finering)
Tør lim i procent af rent træ	12,39 %

Ovenstående er beregnet på basis af middelforbrug af lim. Der skønnes at være en variation i den anvendte limmængde på ca. ~ 20% alt afhængig af træsort, overfladekvalitet og krav til det færdige produkt.

Træaffald fra denne finerede spånplade vil ved bortskaffelse efter ovennævnte bekendtgørelse skulle klassificeres som almindeligt affald som skal bortskaffes til forbrændingsanlæg, godkendt af den kommunale tilsynsmyndighed.

Samme træaffald kan ikke bortskaffes som biomasseaffald, afbrændt i eget fyringsanlæg, da træaffaldet har et limindhold, der overstiger 1 % målt som vægtprocent af tørstof.

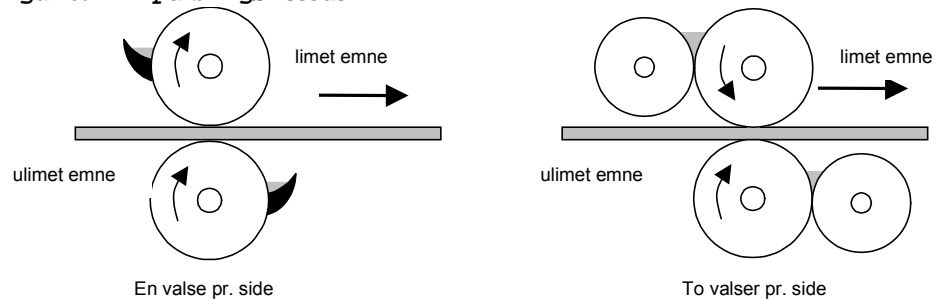
Træaffaldet er imidlertid interessant, da den mængde træ, der på årsbasis er til rådighed fra danske træforarbejdende virksomheder svarer til 1.215.416 m<sup>3</sup> eller 6.500.000 GJ (nede brændværdi), jfr. ovennævnte Miljørapport nr.358.

### 6.3.1.3 Limpåføring

Påføring af lim på træbaserede materialer eksempelvis plader og finer sker industrielt ved anvendelse af to limvalser med rillet belægning på hver side af emnet figur , 6.1, (Spånplader i møbelindustrien 1999)

Limen kan også påføres manuelt med spartel eller pensel.

Figur 6.1 Limpåføringsmetoder



Rillernes bredde og dybde på overfladerne af valserne er bestemmende for påføringsmængden. Afgørende for limmængden er også viskositeten. En højere viskositet, dvs. en tykkere lim, medfører at en større mængde påføres af samme valse. Endelig er temperaturen vigtig, idet påføringsmængden pr. areal aftager med stigende temperatur.

Den rette limmængde er bestemt af træmaterialernes egenskaber. Generelt gælder det, at:

- Limmængden skal være tilstrækkelig til at udfylde og fastlåse bragene<sup>4</sup> i fineren. For at undgå, at bragene træder frem fx i den færdig lakerede overflade, er det afgørende, at begrænse bragenes størrelse ved korrekt tørring og konditionering således, at limen udfylder og fixerer bragene og låser fineren på underlaget samtidigt med, at lakken udfylder bragene fra oversiden og danner en lukket overflade.
- Limmængden skal samtidig være så lille som muligt, dels for at undgå problemer med at bortlede vandet i limen fra limfugen under presningen, men også for at fineren ikke fugtes unødvendigt op. Efterfølgende påspænding af finer på spånplade kan udføres i en planpresse, hvor lim og træmaterialer presses sammen under høj temperatur og tryk.

Vejledende limmængder er:

- Tynde og især hårde tætte finerer pålimes med en limmængde på 80-100 g/m<sup>2</sup>
- Tykkere og porøse finerer kræver en større limmængde, f.eks 140-180 g/m<sup>2</sup>

### 6.3.2 Lak og lakpåføring

Overfladebehandling ved lakering er påføring af lak på en overflade med efterfølgende tørring/hærdning.

Væsentlige formål med overfladebehandlingen er:

- en beskyttelse af det underliggende materiale
- en dekorativ effekt, der tager udgangspunkt i designmæssige hensyn.

<sup>4</sup> Brag er utilsigtet revnedannelse i fineren

Afhængigt af anvendelsesformål anvendes en lang række laktyper i træ og møbelindustrien.

De mest anvendte laktyper og deres anvendelse er jf. litteratur om "Spånplader i møbelindustrien" samt kommunikation med Akzo Nobel Industriel Coatings A/S, Lone Møller samt "Undervisningsmateriale om overfladebehandling og overfladerelaterede emner", Træteknik 1999 .

#### 6.3.2.1 Laktypers anvendelse i træ- og møbelindustrien

##### **Syrehærdende lak, SH.**

Syrehærdende lak kan leveres i en lang række kombinationsmuligheder, hvorved det gøres muligt at tilgodese forskellige produktions og anvendelsesformål for det lakerede emne. Bindemidlet er opløst i et organisk opløsningsmiddel med et tørstofindhold på ca. 30-40% for at opnå en passende viskositet ved påføring af lakken.

Afhærdning består derfor dels af en afdampning af opløsningsmidlet (tørring), dels af en kemisk hærdning. Tørretiden kan reduceres ved tilsætning af et tørrende bindemiddel som fx nitro-cellulose.

Tørring og hærdning kan ske ved normalt rumklima. I industrien anvendes normalt forceret tørring ved op til 50°C.

Egenskaber ved SH-lak:

- Kan påføres med alle gængse metoder
- Gode befugtnings- og udfyldningsegenskaber og giver det bedst mulige udseende.
- Giver ringe fiberrejsning og mindre slibning
- Kan anvendes på alle emnetyper, dvs. både på plane- og på korpusemner.
- Har højere tørstofindhold end de fleste andre opløsningsmiddelbaserede lakker
- Afgiver under ophærdning formaldehyd til omgivelserne. Problemet er dog reduceret ved nyudviklede laktyper.

##### **UV-hærdende lak (ultraviolet lyspåvirkning)**

UV-lak hærdes i lighed med SH-lak ved en kemisk reaktion, en polymerisation. Reaktionen udløses under bestråling med ultraviolet lys (UV).

Forskellige stofgrupper anvendes som basiskomponenter:

- præpolymeriseret acrylat
- monomer acrylat, der fungerer både som fortyndingsmiddel og som reaktiv komponent.
- fotoinitator, dvs. en katalysator, der aktiveres ved bestråling med ultraviolet lys.

UV-lakker importeret fra specielt Sydeuropa anvender andre typer basiskomponenter især på polyesterbasis. Disse kan have andre miljømæssige påvirkninger end ovennævnte.

Da fortynderen under hærdningen indgår i det færdige bindemiddel, er tørstofindholdet henvend 100%.

Egenskaber ved UV-hærdende lak:

- Hærdetiden er meget kort på under ét sekund.
- I ét gennemløb kan flere lag lak påføres
- Relativ kort laklinie ( produktion anlæg)
- Højt tørstofindhold giver stor fyldighed selv ved lavt materialeforbrug
- Indeholder ingen organiske opløsningsmidler
- Har stor overflademodstandsdygtighed og holdbarhed
- Er formaldehydfri
- Anvendes fortrinsvis på plane overflader med krav om stort slid i modsætning til overflader på kanter
- De fleste UV-lakker er klassificeret som hudirriterende og kan være allergifremkaldende

- Bedst egnet til valsepåføring, se afsnit 6.3.2.2. på plane emner pga. det høje tørstofindhold og deraf høje viskositet
- Kan sprøjtes i lukkede systemer

#### **Celluloselak (nitrocelluloselak NC-lak)**

Lakken består af nitrocellulose opløst i en blanding af organiske opløsningsmidler. NC-lakken indeholder større eller mindre mængder harpikser, syntetiske eller naturlige, samt blødgørere, der skal forhindre lakken i at blive sprød.

Opløsningsmidlerne har en vigtig funktion. De skal først opløse bindemidlerne for derefter at fordampe igen på en sådan måde, at der ikke sker for tidlig filmdannelse og dermed blæredannelse i den færdige overflade.

Celluloselak er fysisk tørrende, hvilket vil sige, at den tørrer ved fordampning af opløsningsmidler, hvorefter bindemidlerne flyder sammen og danner lakfilmen.

Egenskaber ved celluloselak:

- Let at påføre og tørrer hurtigt
- Let at polere og reparere
- Kan tørre under normalt ugunstige forhold (lave temperaturer)
- Afgiver kun små mængder formaldehyd
- Væsentlig belastning af arbejdsmiljøet
- Tidligere hyppigt anvendt laktype. Har begrænset holdbarhed og erstattes i stigende omfang af andre laktyper (syrehærdende) med mindre miljøbelastning i arbejdsmiljøet.
- Højt indhold af organiske opløsningsmidler.
- Lavt tørstofindhold (20-30%), der forårsager betydelig synkning, når opløsningsmidlet fordamper
- Gulner kraftigt med tiden
- Sart over for væsker og varme
- Er brandfarlig også i fast form

#### **Vandfortyndbar lak**

Vandfortyndbare lakker er hovedsageligt baseret på acryldispersioner bestående af fint dispergerende partikler i vand. Ved afdampning af vandet bringes partiklerne i indbyrdes berøring og "smelter" sammen ved hjælp af små mængder vandblandbart opløsningsmiddel (glykoler).

I visse typer vandfortyndbar lak sker der derudover en begrænset kemisk hærkning. Der er for det meste tale om en ren tørreproces ved fordampning af vand.

Lakfilmen er termoplastisk, dvs. bliver blødere ved forhøjet temperatur.

Egenskaber ved vandfortyndbar lak

- Alle lakpåføringsteknikker kan anvendes
- Tørrer hurtigt
- Indeholder kun mindre mængder organiske opløsningsmidler
- Vandindholdet fremkalder fiberrejsning på træ og træmaterialer og kan fremme tilbøjelighed til brag i fineren.
- Giver mindre fyldig lakering end SH-lak. Udseende kan være ringere pga. dårlig befugtning af overfladens struktur.
- Den termoplastiske egenskab kan indebære risiko for sammenklæbning ved stabling af emner
- Giver reelt mindre holdbare overflader end SH-lak. Kortere levetid for overfladen. Visse nye typer af vandfortyndbare lakker er dog fuldt på højde med SH-lak

#### **Andre laktyper**

Andre laktyper, som kun anvendes i mindre omfang:

Polyurethanlakker (PUR) har meget holdbare overflader, men har højt organisk opløsningsmiddelindhold samt anvendelse af isocyanat som hærder (allergifremkaldende).

Polyesterlakker (PE) indeholder styren (allergifremkaldende).

Materialeforbrug, energiforbrug og emissioner fra fremstilling af et gns. kg lak er vist i tabel 6.4

Data indsamlet fra dansk leverandør af lak.

**Tabel 6.4 Materialeforbrug, energiforbrug og emissioner fra fremstilling af et gns. kg lak**

Lak		pr. kg væske
Input	Enhed	
Elektricitet	KWh	0,0922
Fjernvarme	KWh	0,203
Vand	L	0,13
Output		
VOC	G	13
Affald	Kg	0,06

### 6.3.2.2 Lakpåføringsmetoder

Industriel overfladebehandling af træbaserede overflader omfatter påføring herunder grunding/spartling, tørring/hærdning med mellemslibning af et antal lag lak, der er afhængigt af anvendelsesformålet. Dette kan være et brugskrav fx fastsat i en international produktstandard.

Der er i princippet ingen væsentlig forskel på de teknologier, der anvendes til grunding og toplakering.

Anvendelsesformålet for det færdige produkt fx et møbel eller et trægulv er afgørende for den valgte laktype og teknologi til lakpåføring.

Fælles for flere typer af påføringsmetoder er, at lakmaterialet med fordel kan opvarmes til ca. 32° C. Formålet er at opnå en lavere viskositet og dermed reduktion af hærder og opløsningsmidler på op til ca. 50%

#### Valsepåføring

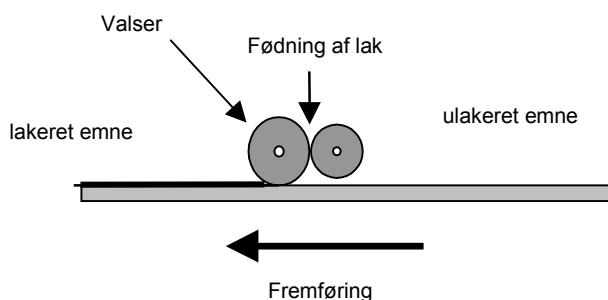
Valsepåføringsudstyr kan bestå af et transportbånd, som kan indstilles trinløst fra ca. 0-50 m/min. Der er placeret en eller to påføringsvalser på tværs af gennemløbsretningen. Over påføringsvalsen kan være placeret en doseringsvalse. Valserne kan have forskellig omløbsretning.

Første valse kan være i modløb og dermed nærmest presse lakken ned i træet, næste valse kan så køre medløb og danne en jævn film.

Som bundbehandling er valsepartling mest anvendt til grunding af træemner fx plader og lim, idet der herved kan påføres højviskose grundingsprodukter med gode udfyldningsegenskaber.

Anden mulighed er at anvende en enkelt eller en dobbelt grundingsvalse, fig 6.2 evt. en grundingsvalse med en glittervalse.

**Figur 6.2 Valsepåføring med enkeltvalse**





Anvendelse af rillede valser tillader påføring af mængder af toplak op til 30g UV-lak/m<sup>2</sup> pr. arbejdsgang.

Ved efterfølgende lakpåføring anvendes med fordel én valse på plane emner. Den nyeste valseteknik muliggør resultater på højde med sprøjtning eller laktæppepåføring.

### **Lavtrykssprøjtning (luftforstøvning)**

Konventionel tryklufsprøjtning med håndbåren sprøjtepistol med op til ca. 4 bar (tryk). Trykluften forstøver og fremfører lakmaterialet fortrinsvis SH-lak, NC-lak og vandfortyndbare lakker. Der fremkommer en sprøjtetåge, hvor en stor del af lakmaterialet blæser forbi emnet.

Der bruges relativt meget opløsningsmiddel til denne sprøjtemetode.

Lakmaterialet bliver enten suget op af lakbeholderen, som er monteret på sprøjten under dysen, eller lakken flyder selv ned til dysen ved højt monteret lakbeholder over dysen. Endelig er der trykfødning, som er mest anvendt til industriel tryklufsprøjtning.

Lakken trykkes op til pistolen fra en beholder, som står under tryk. Beholderen er ofte forsynet med et håndsving, som har forbindelse med et blandeagregat, hvilket er vigtigt ved anvendelse af matlakker og pigmenterede materialer.

Metoden anvendes primært i mindre virksomheder fx håndværkspræget produktion.

### **Airless (Højtrykssprøjtning)**

Sprøjteudstyr, som ved højtryk forstøver lakmaterialet uden brug af luft. Lakmaterialet kan være SH-lakker, vandbaserede lakker og UV-lakker i lukkede automatiske systemer.

Sprøjteudstyret kan være håndbåren sprøjtepistol eller pistol monteret på sprøjteautomat/robot, fig 6.3.

Lakmaterialet presses ud gennem dysen med en sådan kraft og hastighed, at lakpartiklerne nemt når ud i normal sprøjteafstand - ca. 30 cm, og oversprøjt falder til jorden uden at danne generende sprøjtetåge.

Idet der ikke er luftoverskud i det forstøvede lakmateriale, egner højtrykssprøjtning sig godt til indvendig sprøjtning af skabe og skuffer, kantsprøjtning i stak o.lign. Sprøjtetågens form samt lakpartiklernes størrelse kan normalt kun varieres ved at udskifte dysen.

Lakken skal ikke fortyndes så meget som ved konventionel luftforstøvning.

### **Air Mix**

En kombination af Airless og tryklufsprøjtning, hvor man ved højtryk presser lakmaterialet ud gennem dysen uden brug af trykluft, dog med noget lavere tryk end ved Airless. Lakmaterialer er overvejende SH-lakker.

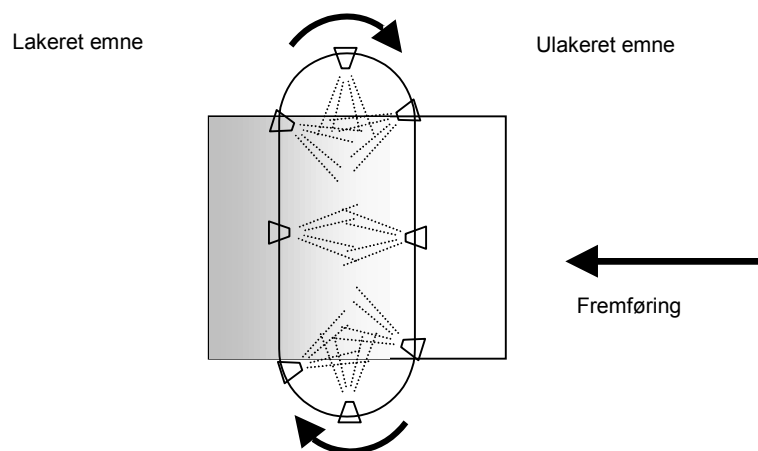
Til at forme sprøjtetågen fra rund til vifteform er der placeret en luftkappe omkring dysen, som den man anvender til normal luftforstøvning. Hjælpeluften på 1-2 bar er med til at forstøve lakmaterialet. Systemet er mere fleksibelt end Airless og er også mere anvendt såvel i sprøjteautomater som til manuel sprøjtning.

Mest anvendte typer af sprøjteautomater er ”traverssprøjter”, ”rundløbere”, ”ovalbaner” o.lign.

En sprøjteautomat består typisk af et transportbånd, som går igennem et lukket sprøjtekabinnet, hvori der er monteret et antal sprøjtepistoler, som bevæger sig på tværs af gennemløbsretningen. Det foregår enten i en retlinjet bane eller i en cirkel over emnerne.

Sensorene registrerer, hvornår sprøjtning skal starte og stoppe afhængigt af emnets geometri (kanter og profiler).

**Figur 6.3 Lakering med sprøjteautomat**



### **Elektrostatisk sprøjtning**

Den forstøvede lak bliver elektrisk opladet (plus), idet den forlader sprøjtepistolen uanset, om denne er håndbåret eller monteret på en sprøjteautomat.

Da partiklerne nu har samme polaritet, frastøder de hinanden, hvorved forstøvningen bliver endnu finere.

Emnet, som skal lakeres, er ophængt og jordet (minusladet), hvilket bevirker, at de ladede lakpartikler ”suges” til emnet. Da kraftlinierne omslutter emnet, vil lakken også omslutte emnet. Denne metode medfører meget lidt lakspild.

Lakmaterialer er primært SH-lakker og vandfortyndbare lakker.

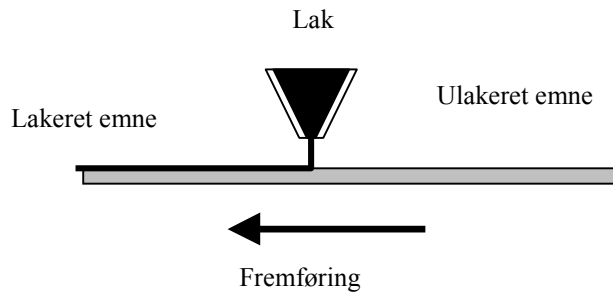
### **Sprøjterobot**

En programmerbar industrirobot, som kan udføre såvel komplicerede som simple sprøjteopgaver. Den består af en manipulator (arm), som fører sprøjten. En række servomotorer med tilhørende styreenhed bevæger armen afhængigt af de fremførte emners geometri. Robotten kan ved forprogrammering sprøjte vidt forskellige emner lige efter hinanden fx ved, at de ophængte emner er identificeret ved strekkode. Alle laktyper kan anvendes ved denne påføringsmetode.

### **Laktæppe**

Laktæppemaskinen består af et transportbånd, som kan indstilles trinløst fra ca. 25 - 100 m/min. Der er placeret et lakhoved på tværs af og midt på maskinen. På undersiden af lakhovedet er monteret to læber. Afstanden mellem disse danner spalteåbningen og er bestemmende for tykkelsen på laktæppet. Spalteåbningens parallelitet er afgørende for en ensartet laktykkelse, fig. 6.4

Figur 6.4 Lakering med laktæppepåføring



Idet emnerne passerer igennem laktæppet, bliver der pålagt et jævnt laklag. Den lak, som ikke bliver fanget af emnerne, bliver opsamlet i et kar og pumpet retur gennem et filter, hvorefter det genanvendes. Maskinen kan påføre mellem ca. 50 - 250 g/m<sup>2</sup>.

### 6.3.2.3 Tørring og hærkning

#### Luft/varme

Varme medfører væsentlig reduktion af tørretiden samt sikrer, at lakken på det lakerede emne opnår den maksimale modstandsdygtighed afhængigt af anvendelsesformål fx et møbel eller et trægulv.

Ved tørring og hærkning af tørrede og reaktionshærdende lakker skal indholdet af organiske opløsningsmidler eller vand afdampes.

Dette kan ske ved varmetilførsel og ventilation i en tunnelovn, en højovn med paletter eller i en dysetørrer, evt. suppleret med infrarød varme (IR).

IR-elementer kan også anvendes til forvarmning af emnerne. Dette er særligt påkrævet for vandfortyndbare lakker, idet risikoen for opkvælning og fiberrejsning i træunderlaget reduceres, når kontakttiden med den flydende lak reduceres.

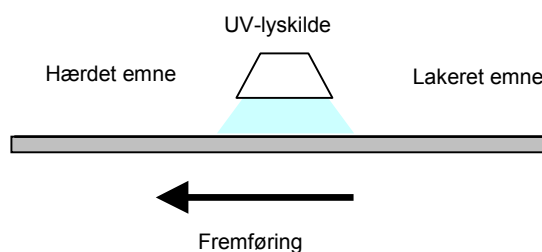
For de reaktionshærdende lakker som SH-lak sker der efter tørring en kemisk hærkning.

Afkøling af overfladen med kold luft for at forhindre sammenklæbning ved stabling af emnerne er særlig vigtigt for de vandfortyndbare lakker, da disse er termoplastiske.

#### Bestråling

UV-hærdende lak hærdes ved bestråling med ultraviolet lys, fig. 6.5

Figur 6.5 Bestråling med UV-lys på lakerede overflader



Til hærkning af klarlakker anvendes kviksølvlamper. Til pigmenterede heldækkende systemer anvendes galliumdopede kviksølvlamper, idet pigmenterne er transparente ved den pågældende bølgelængde. Det er vigtigt at sikre, at UV-lakkerne er tørre og gennemhærdede efter belysningen, idet en senere efterhærkning ikke vil finde sted som for SH-lakker eller vandfortyndbare lakker.

Anvendelse af UV-lakker kræver løbende kontrol af proces og påføringsanlægget:

- Lampernes brændetid
- Køling af rørene
- Højdeindstillingen
- Renholdelse af rør og paraboler
- Påføringsmængde  $> 4\text{g/m}^2$
- Anlæggets effekt eller intensitet i  $\text{W/m}^2$

### 6.3.3 Brug og bortskaffelse

#### 6.3.3.1 Brug

Anvendelse af lim og lakker til limning og overfladebehandling af træbaserede produkter påvirker indeklimaet både under produktion af fx møbler og trægulve og i brugsfasen. Se kap. 7 om indeklime.

#### 6.3.3.2 Bortskaffelse

Lim- og lakrester, som er klassificeret som farligt affald, skal bortskaffes ved opsamling på godkendte affaldsstationer eller ved forbrænding i særlige godkendte forbrændingsanlæg.

Overfladebehandlede træbaserede produkter skal bortskaffes som beskrevet i afsnit 6.3.1.2 om lime.

## 6.4 Træbeskyttelse

Beskyttelse af træ mod biologisk (svampe, bakterier), fotokemisk (ultraviolet lys) og termisk (brand) nedbrydning betegnes i almindelighed som træbeskyttelse. Dette vide begreb omfatter alle foranstaltninger fra den konstruktive til den kemiske træbeskyttelse.

Producenter af imprægneret træ, der anvender kemiske træbeskyttelse, er underlagt offentlig kontrol.

*Figur 6.6 Logo fra Dansk Imprægneringskontrol*



Dansk Imprægneringskontrol kontrollerer træ der er imprægneret efter DS/EN 351 - standarden: Træ og træbaserede produkters holdbarhed. Kemisk beskyttelse af massivt træ. Producenterne kontrolleres efter NTR dokument nr. 3: 1998 Nordiske regler for kvalitetskontrol og mærkning af imprægneret træ.

NTR er forkortelse for Nordisk Træbeskyttelsesråd

Kontrolleret træ mærkes med NTR's logo, fig 6.6

*Figur 6.7 NTR's logo*



Det imprægnerede træ skal opfylde de kvalitetskrav, som er fastsat i standarderne. Endvidere er de midler, der anvendes til imprægnering, vurderet og godkendt vedrørende effektivitet af Nordisk Træbeskyttelsesråd og vedrørende miljø af Miljøstyrelsen.

Disse træbeskyttelsesmidler indeholder typisk et svampedræbende stof, fungicid, som skal forhindre biologisk nedbrydning af træets overflade. Denne stof type kræver godkendelse fra Miljøstyrelsen. Der er i dag kun få midler, der er godkendte til dette formål.

Vejledning i korrekt valg af træart afhængigt af anvendelsesformålet kan findes i de nye europæiske standarder DS/EN 335:1992 samt DS/EN 460:1995. De standardiserede vejledninger for valg af træart anviser niveauer for holdbarhed, enten i form af træets naturlige holdbarhed eller med bistand af tilført kemisk træbeskyttelse. (Træ er Miljø og Træ i udemiljøet herunder også forskellige træarters levetid.)

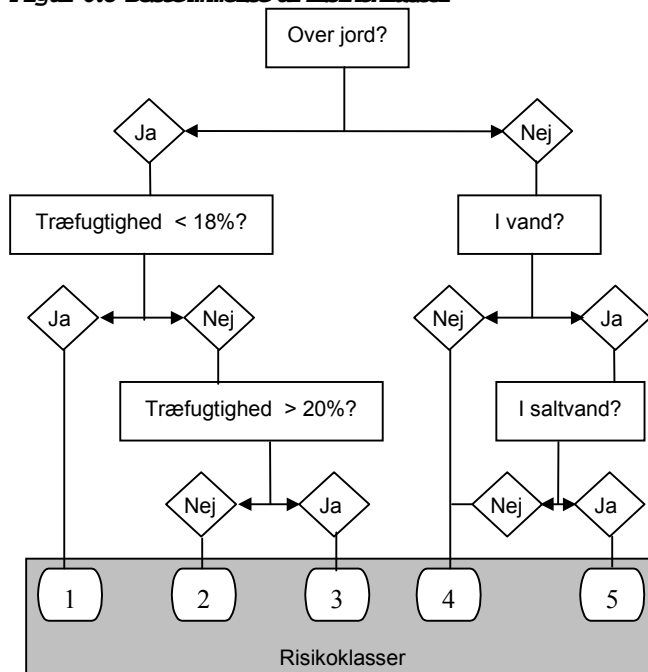
DS/EN 335:1992 inddeler risici for biologisk nedbrydning af træ og træbaserede produkter i 5 risikoklasser:

- Klasse 1: Over jord, afdækket (tørt). Eks. møbler og beklædninger i indemiljø.
- Klasse 2: Over jord, afdækket (risiko for fugt). Eks. spær, lofter i carporte.
- Klasse 3: Over jord, ikke afdækket. Eks. beklædninger, havemøbler, hegnslementer, svarende til NTR-klasse AB.
- Klasse 4: I kontakt med jord eller fersk vand. Eks. hegnspæle, pergolapæle, badebroer, svarende til NTR-klasse A.
- Klasse 5: I salt havvand. Eks. badebroer og konstruktionstræ til havne, svarende til NTR-klasse M.

Vejledningen kan bruges til bestemmelse af hensigtsmæssig risikoklasse for tørt, massivt træ i forventning om de fremtidige fugtpåvirkninger og dermed risiko for råd- og svampeangreb.

Eksempel på brug af vejledningen er vist i fig 6.7

**Figur 6.8 Bestemmelse af risikoklasser**



### 6.4.1 Konstruktiv træbeskyttelse.

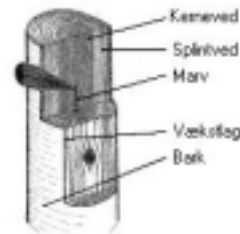
Ved konstruktiv træbeskyttelse forstås de konstruktive og bygningsfysiske foranstaltninger, som medfører, at træet udsættes mindst muligt for klimatiske og biologiske påvirkninger. Ved konstruktionens udformning søges træet skærmet mod sol og regn og holdt så tørt, at svampe og insekter ikke kan leve i det. Der skal også tages hensyn til træets svind og kvælning ved uundgåelige fugtvariationer, så træet revner mindst muligt, og samlinger forbliver tætte.

Konstruktiv træbeskyttelse tager udgangspunkt i at undgå kemisk træbeskyttelse og kun anvende træs naturlige egenskaber for holdbarhed i udemiljø fx valg af træart (fyr/gran), vedtype (splint/kerne), træets placering i en given konstruktion afhængig af anvendelsesformål.

Denne naturlige levetid kan forlænges ved kemisk træbeskyttelse fx ved tryk- eller vakuumimprægnering.

Forskelle i træarters anatomi (=indre struktur) især splintveddet "lukkethed" betinger den aktuelle træarts evne til optagelse af vand, fig. 6.8

**Figur 6.9 Træs indre struktur**



For nåle- og løvtræs anatomi gælder:

- nåltræ, at det kan opfugtes (og imprægneres) gennem sidetræ (lateralt, radiale, tangentialt), men det går hurtigst gennem endetræ (aksialt).
- løvtræ, at det er vanskeligt at opfugte (og imprægneres) gennem sidetræ, medens opfugtningshastigheden gennem endetræ afhænger af, om karrene er åbne eller lukkede. Løvtræ minder populært sagt om et bundt rør, der kan være åbne eller udfyldte. Bøg har fx åbne kar, medens de er lukkede i almindelig eg.

De røde træarter, som thuja, cypres, lærk og almindelig eg er de mest varige på det danske marked, men de nationale ressourcer er begrænsede. De forventelige mængder og kvaliteter kan ikke imødekomme behovet for varigt træ til almindeligt forekommende formål. Af nordisk oprindelse er der rigelige mængder af fyr og gran. Globalt set findes der en lang række andre træarter med varierende naturlig varighed i udemiljøet. Disse importerede træarter (samlet mindre end 3% af dansk forbrug, se kap.4) har ikke indgået i brancheanalysen.

Praktiske eksempler på anvendelse af konstruktiv træbeskyttelse med udgangspunkt i viden om træs biologiske egenskaber:

Et bræt rådner fx ikke på Grønlands indlandsis, der er for koldt.

En stol i en opvarmet stue rådner heller ikke, der er for tørt.

En ubeskyttet havestol af en ikke holdbar træart rådner og forsvinder, hvis den står ude hele året.

I forbindelse med konstruktiv træbeskyttelse henvises til følgende pjecer fra Træbranchens Oplysningsråds:

TRÆ 29: Træbeskyttelse, 1991  
 TRÆ 34: Valg af træ, 1991  
 TRÆ 35: 52 Træarter, 1993  
 TRÆ 38: Træ & brand, 1995  
 TRÆ 39: Træ og brandkrav, 1995  
 TRÆ 40: Skadet træværk, 1996  
 TRÆ 42: BasisTræBeskyttelse, 1998

#### 6.4.2 Trykimprægning

Hvor træs anvendelse kræver jordkontakt over længere tid fx risikoklasse 4 og 5 skal træet trykimprægnes for at forlænge den naturlige levetid. Ved trykimprægning opnås fuld indtrængning af væsken i hele træmnet, se fig. 6.9.

**Figur 6.10 Tværsnit i planke**



Trykimprægning (vandopløste midler) foregår i en autoklave og omfatter følgende delprocesser:

1. Forvakuum ( luften suges ud af træets cellehulrum)
2. Fyldning (autoklaven fyldes med imprægneringsvæske under vakuum)
3. Tryk (imprægneringsmidlet presses ind i træet under overtryk)
4. Eftervakuum (overtrykker i træet udlignes til atm. tryk og overskydende væske trænger ud af træet, opsamles og genbruges i processen)

Materialer, energiforbrug og emissioner fra fremstilling af trykimprægneringsvæske på basis af et kobber-amin kompleks, bor samt et organisk fungicid er vist i tabel 6.5.

Data indsamlet hos dansk producent, ref. Data i UMIP enhedsdatabase.

**Tabel 6.5 Materialer, energi forbrug og emissioner fra fremstilling af trykimprægneringsvæske.**

Materiale	Enhed	pr. kg væske
Kobber, Cu	Kg	0,1
Amin	Kg	0,39
Bor	Kg	0,01
Organisk fungicid	Kg	<0,01
Vand	Kg	0,35
<b>Energi</b>		
El	KWh	0,003
<b>Affald</b>		
Papir	Kg	0,0025

#### 6.4.3 Vakuumimprægning

Hvis træs anvendelse ikke medfører jordkontakt men med risiko for eksempelvis fugtpåvirkning, fx risikoklasse 2, kan træet ud over overvejelser om konstruktiv træbeskyttelse få forlænget levetiden ved vakuumimprægning.

Ved vakuumimprægning opnås 6 -10 mm indtrængning i splintræ, se fig 6.10

**Figur 6.11 Tværsnit i planke**



Vakuuminprægning (organiske opløsningsmidler) omfatter i autoklave følgende delprocesser:

- 1 Forvakuum (luften suges ud af cellehulrummene)
- 2 Fyldning (autoklaven fyldes med imprægneringsvæske under vakuum)
- 3 Indtrængning (imprægneringsmidlet presses ind i træet ved atm. tryk)
- 4 Eftervakuum (overskydende væske suges ud af træet, opsamles og genbruges i processen.)

Materialer, energiforbrug og emissioner fra fremstilling af 1 liter vakuuminprægneringsvæske er vist i tabel 6.6

**Tabel 6.6 Materialer, energi forbrug og emissioner fra fremstilling af 1 liter vakuuminprægneringsvæske**

Energi	Enhed	Pr. liter væske
Elektricitet	kWh	0,1

#### 6.4.4 Brug og bortskaffelse

##### 6.4.4.1 Brug

Imprægneret træ bør ikke bearbejdes. Det vil normalt være den bedst beskyttede del, som fjernes. Hvor bearbejdning ikke kan undgås (hulboring), skal de blottede flader efterbehandles med en godkendt grundingsolie. Træfugtigheden skal være under 18%.

Imprægneret træ må ikke komme i direkte kontakt med levnedsmidler, foderstoffer, syrer, surbundsplanter, m.m.

Yderligere regler på området herunder arbejdsmiljø kan fås i Arbejdstilsynets meddelelser bl.a. nr. 3.01.7, Trykimprægneret træ, 1990 eller cirkulæreskrivelse nr.2/1990, Trykimprægneret træ eller senere udgaver. Sidstnævnte er p.t. under revision.

##### 6.4.4.2 Bortskaffelse

Meget små mængder trykimprægneret træ inklusiv savsmuld og høvlspåner - indtil 10 liter - må bortskaffes som husholdningsaffald. Større mængder skal efter anvisning i kommunens miljøkontor afleveres på godkendt losseplads eller forbrændingsanlæg.

Afbrændning må kun forekomme i særlige forbrændingsanlæg, godkendt af amtet.



# 7 Brugsfase og bortskaffelse

Miljøpåvirkningerne i råvare- og produktionsfaserne i de fleste produkters livscyklus kan beskrives forholdsvis præcist i det omfang, man kan gå tilbage i leverandørleddene og få præcise produkt- og procesdata. Karakteristisk ved at arbejde med disse faser er, at producenten er direkte involveret og kan have mulighed for og interesse i at skaffe præcise data som grundlag for miljøoptimering af sin produktion.

Hvor data (indsamlede og beregnede) skal anvendes over for 3. mand, vil producenten i højere grad kunne stå inde for data fra egen produktion og forudgående led end for data for efterfølgende anvendelse af produkterne. Producenten kan ikke dokumentere den faktiske anvendelse af sit produkt og den miljøbelastning, dette medfører.

Der vil ofte kunne knyttes vejledninger til anvendelse af produkter samt bortskaffelse, men nogen garanti for den faktiske anvendelse og deraf følgende miljøpåvirkninger kan ikke gives. Det samme gælder for bortskaffelse, hvor udviklingen i krav og metoder til bortskaffelse, herunder genanvendelse, er under konstant udvikling.

Ved at skrive produktpræsentationer og vejledninger gives producenten samtidig en oplagt mulighed for at præsentere en produktorienteret miljøpolitik for sine kunder – og netop sætte brug og bortskaffelse ind i en sammenhæng med produktionsfasen.

I kapitlet her vil der først og fremmest blive præsenteret data for indeklima. Disse data er ikke UMIP-formaterede, men er i en form, som er praktisk anvendelig i forbindelse med separat vurdering af produkternes påvirkning af indeklimaet.

## 7.1 Brugsfasen

Betydningen af miljøpåvirkningerne fra et produkt i brugsfasen, set i forhold til de samlede påvirkninger, afhænger af en række overordnede faktorer:

- Produktets levetid
- Ressourcebehov (fx el) ved anvendelse af produktet
- Behov for rengøring og vedligeholdelse
- Nedbrydning af produktet (udvaskning og emission)

Træ eller træbaserede produkter har typisk en lang levetid og få eller ingen ressourcebehov ved anvendelse af produktet, fx forbrug af energi eller vand, i modsætning til en radio, et køleskab eller en computer, som alle har store energiforbrug i brugsfasen. Dog er der et varierende behov for rengøring og vedligeholdelse, som afføder forbrug af energi og vand samt rengørings- og vedligeholdsmidler (sæbe og imprægnering / overfladebehandling).

Undtagelsen herfra er produkter, som befinder sig i en bygnings klimaskærm. Her er der et varmetab gennem produktet, som skal tilskrives produktet. Netop energibalancen (programmer til beregning af energiforbrug i bygninger tager også højde for varmeakkumulering i konstruktionerne, solindfald i form af både lys og varme mv.) er for mange produkter i klimaskærmen en vigtig konkurrenceparameter. Dette gælder bl.a. vinduer, som derfor i en ideel miljøvurdering også bør vurderes på denne parameter.

I miljøprojektering og i arbejdet med at skabe ensartet miljøinformation om produkter arbejdes på at skabe grundlag for at relatere bygningens energiforbrug til produkterne. I nærværende sammenhæng har der i produkt eksemplet for vinduet (kap. 10) ikke været tilgængelig information om energitabet gennem vinduet og dermed energiforbrug, som direkte kan tilskrives vinduet.

Dette energiforbrug kan enten beregnes pr. produkt, der indgår i en bygning eller pr. bygningsdel/bygning ved at summere energitabene gennem hele klimaskærmen. Disse forhold er i dag godt beskrevet i eksempelvis rapporten ”Miljødata for udvalgte bygningsdele” (SBI-rapport 296, 1998).

I det omfang, brugsfasen i øvrigt ønskes inddraget i miljøvurdering af et givet produkt, skal der foretages et skøn over de ressourceforbrug, som i hele produktets levetid er knyttet hertil:

- Vandforbrug (evt. varmt vand og hertil knyttede energiforbrug til opvarmning af vandet)
- Rengøringsmidler
- Reservedele til udskiftning
- Imprægnering og overfladebehandling til genbehandling af træværk samt eventuelt overfladebehandling af andre dele af produktet

Der er her tale om materiale- og ressourceforbrug helt på linie med forbrugene i produktionsfasen, og disse kan miljøvurderes på tilsvarende måde. I UMIP-sammenhæng vil der blot skulle lægges de ekstra forbrug ind i modellen. Eneste forskel er, at man også bør gøre sig nogle overvejelser om de forhold, hvorunder fx imprægnering og overfladebehandling foregår (arbejdsmiljø og lokale miljøpåvirkninger) samt bortskaffelsen af eventuelle restprodukter.

Ét forhold bør yderligere overvejes: Produkternes påvirkning af indeklimaet. I sine nuværende former tager ingen LCA-værktøjer særskilt højde for indeklima, hverken den del af emissionerne fra produkter, som sker til indeklimaet, eller andre indeklimaparametre.

De totale emissioner fra produkterne er tilskrevet produktionsfasen, men den forholdsvis lille del, som sker til indeklimaet i brugsfasens første del, er ikke kvantificeret i UMIP på en måde, der gør værktøjet anvendeligt til vurdering af produkterne i indeklimamæssig sammenhæng. Dertil kan anvendes andre metoder, som bl.a. Dansk Indeklima Mærkning bygger på (Dansk Selskab for Indeklima, 1999).

### **7.1.1 Indeklima og træprodukters påvirkning af indeklimaet**

Indeklima er en kombination af alle de faktorer, der har indflydelse på menneskers ophold og komfort indendørs. Nogle indeklimapåvirkninger kan direkte tilskrives enkeltprodukter (fx emissioner), mens andre udspringer af sammensætningen af produkterne og byggeriets udformning og placering.

En række af indeklimaforhold kan kvantificeres – mens andre er kvalitative forhold, som opleves af det enkelte menneske. De kvantitative faktorer er først og fremmest (SBI, 1995):

- Termiske forhold beskrevet ved lufttemperatur, lufthastighed, luftfugtighed, luftbevægelse, træk mv.
- Luftkvalitet beskrevet ved indholdet af forureninger som støv, luftfugtighed, gasser og dampe og derved også lugt
- Statisk elektricitet beskrevet ved opladningen af personer
- Lysforhold beskrevet ved lysstyrke, lysfarve, kontraster og reflekser
- Lydforhold beskrevet ved lydstyrke og frekvensfordeling
- Ioniserende stråling beskrevet ved radonkoncentration

De kvalitative forhold kan beskrives som den enkelte persons oplevelse af indeklimaet, fx kvaliteten af friskluft, lys, farveholdning, efterklang, indretning og funktion. Der er selvfølgelig en sammenhæng mellem de kvalitative og de kvantitative forhold, sådan at de fleste af ovennævnte faktorer kan beskrives på begge måder. De senere års forskning har eksempelvis vist, at oplevelsen af lysforhold også afhænger af udsyn fra rummet: Det er ikke ligegyldigt, om lyset kommer som kunstlys, ovenlys eller fra et facadevindue, eller om udsigten fra vinduet opleves positivt.

Tilsvarende forhold gælder for træprodukter i relation til indeklimaet. Træ opleves af de fleste positivt – de fleste mennesker føler trang til at røre ved træværk og reagerer positivt

på lugten af træ. Træ signalerer natur (vækst og sundhed) og håndværk (tradition og tid) og bidrager på denne måde kvalitativt til velvære. Men selv om lugten, selv i forholdsvis stærke koncentrationer, bedømmes positivt, vil kvantitative bedømmelser af træprodukter ud fra *lugtneutrale* kriterier ofte give et andet billede af træets påvirkning af indeklimaet.

Her skal først og fremmest fokuseres på træprodukternes emissioner til indeklimaet af organiske opløsningsmidler, herunder formaldehyd, og syrer. Emissionerne fra træprodukter kan stamme fra træet selv eller de øvrige komponenter eller materialer, der indgår i det samlede produkt, fx lim og overfladebehandling. Jo mere diffusionstæt overfladen er, jo mindre emission vil stamme fra selve træet og anvendt lim.

#### 7.1.1.1 Lovregulering af emissioner fra byggeprodukter

I Danmark er formaldehyd det eneste stof, der er lovregulerede emissionsgrænser for, når de anvendes i træplader i byggeri: I Bygningsreglementet fra 1995 (BR95) er kravet, at indholdet af formaldehyd i rumluft ikke må overstige  $0,15 \text{ mg/m}^3$  rumluft. Dette krav, som af Træpladekontrollen er omsat til et krav om, at indholdet af formaldehyd i træpladen ikke må overstige  $8,0 \text{ mg}$  pr.  $100 \text{ g}$  plade, overholdes af alle danskproducerede plader, herunder de, som er anvendt i produkterne beskrevet her i rapporten. I vejledningen til BR95 anføres, at denne grænse sikrer, at med almindelig anvendelse af pladematerialer i byggeri vil kravet til rumluften være overholdt. Ud over træbaserede plader afgiver fx mineraluldsplader også formaldehyd.

Formaldehyd kan under normale omstændigheder ikke lugtes og derved umiddelbart spores i indeklimaet. Men selv i koncentrationer lavere end lugtgrænsen giver formaldehyd irritation i øjne og slimhinder, hovedpine og allergiske reaktioner. Formaldehydafgivelse fra bygningsplader var før lovreguleringen et problem i let byggeri, som bl.a. blev benyttet i stort omfang til institutionsbyggeri i 60-erne og 70-erne.

I dag gælder kravet stadig kun plader til anvendelse i byggeri og ikke til møbler og inventar, som ikke er omfattet af bygningsreglementet. Som forbruger bør man derfor sikre sig, at pladebaserede møbler er produceret med danske plader eller andre plader, som overholder grænseværdierne. Møbler produceret med Svanemærkede spånplader eller MDF-plader eller Svanemærkede møbler overholder også kravene til formaldehydafgivelse.

#### 7.1.1.2 Indeklimamærkning

Generelt ved man, at afgangning af flygtige organiske opløsningsmidler følger en eksponentielt aftagende kurve, som gengivet i figur 7.1, det vil sige, at afgangningen er størst i starten, men falder hurtigt for derefter at flade langsomt ud. For nogle stoffers vedkommende kan der være en forsinkelse i dette forløb, som skyldes eksempelvis molekylestørrelsen således, at den største afgangning først sker efter et stykke tid.

For de fleste af stofferne foreligger tærskelværdier, der oplyser grænsen for irritation af slimhinder i næse, øjne og øvre luftveje, eller hvornår stoffet ikke kan lugtes i indeklimaet mere. Disse tærskelværdier er samlet i VOCBASE (AMI, 1996), Arbejds miljøinstituttets database over lugt- og irritationstærskler for flygtige organiske opløsningsmidler (VOC = Volatile Organic Compounds = flygtige organiske opløsningsmidler).

I tabel 7.1 er angivet en række lugt- og irritationstærskler, som er relevante for træbaserede produkter. Ved vurdering af et produkts afgangning af enkeltstoffer er det i praksis vigtigt at tage stilling til, hvilken vægtning man vil give de to tærskelværdier. For stoffer med høj irritationstærskel og lav lugttærskel spiller bedømmelsen af lugten også ind: En lugt, der opfattes positivt, accepteres alt andet lige oftere i højere koncentrationer end ”dårlig lugt”.

**Tabel 7.1 Lugt- og irritationstærskler for udvalgte enkeltstoffer**

Enkeltstof	Lugttærskel	Irritationstærskel	"Indeklimatærskel" *)
	µg / m <sup>3</sup> (rumluft)		
Formaldehyd	1070	150	
Acetaldehyd	340	207.000	
Propanal	14	172.000	1.000
Butanal	28	112.000	1.000
Pentanal	22	124.000	
Hexanal	58	134.000	800
Benzaldehyd	186	48.000	1.000

Lugttærsklen angiver den koncentration, hvor mennesker kan registrere lugten af det pågældende stof. Irritationstærsklen angiver den koncentration, hvor menneskers slimhinder og øvre luftveje irriteres af stoffet.

\*) Forslag til tærskel for indhold i rumluft stillet af Nordisk Komite for Bygningslovgivning (NKB, 1999), svarende til det nuværende krav til formaldehyd (BR95).

Kilde: Arbejds miljøinstituttet, 1996

Tærskelværdierne fra VOCBASE benyttes som grundlag for Dansk Indeklima Mærkning ved indeklimatemærkning af byggevarer og inventar. Dansk Indeklima Mærkning er en frivillig mærkningsordning for byggevarer og inventar.

Der kan på nuværende tidspunkt indeklimatemærkes produkter inden for følgende produktområder: Loft- og vægssystemer, gulve (gulvtæpper og halvharde gulve, herunder trægulve), trægulvolier, indvendige døre og mobilvægge, vinduer og yerdøre, indvendige døre og mobilvægge samt køkken-, bad og garderober. Flere produktområder forventes at komme i løbet af kort tid.

VOCBASE anvendes på følgende måde: Ved laboratorieprøvninger måles emissionen af VOC'er. Det tidspunkt, hvor afgangningen af alle enkeltstoffer i et produkt er under *den halve tærskelværdi* for både lugt og irritation, bruges som udgangspunkt for den indeklimate relevante tidsværdi, som produkterne må mærkes med (Dansk Selskab for Indeklima, 1999). Der er lagt en ekstra sikkerhedsmargin ind i indeklimatemærkningen ud fra den betragtning, at der kan forekomme produktvariationer, og at samme enkeltstof i praksis kan komme fra flere produkter på én gang. Det skal bemærkes, at "den gode lugt" ikke accepteres i forbindelse med indeklimatemærkning, da den ikke kan defineres entydigt.

**Figur 7.1 Indeklimamærke og Svanemærke**

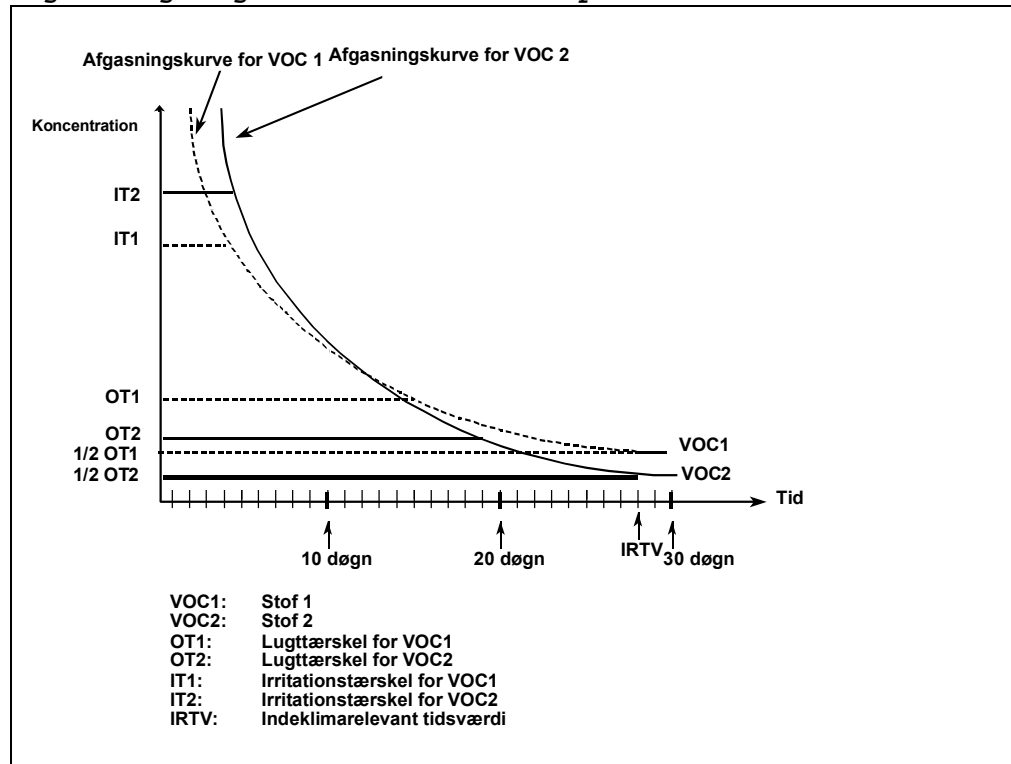


Ved at efterspørge indeklimatemærkede byggevarer eller møbler sikrer man, at der er taget indeklimatehensyn ved udformning og produktion af produkterne. Svanemærket og Indeklimamærket supplerer hinanden – men kan ikke erstatte hinanden: Svanemærket stiller ikke de detaljerede krav til emissioner, mens Indeklimamærket ikke stiller krav til andre faser i produktets livscyklus end brugsfasen.

Figur 7.2 viser teoretiske afgangningsforløb for flygtige, organiske opløsningsmidler ved indeklimatemærkning. I Dansk Indeklima Mærkning anvendes den halve tærskelværdi for længst afgassende enkeltstof – i dette tilfælde 28 døgn. Dette tidspunkt kaldes IRTV – den indeklimate relevante tidsværdi. Det er tilfældigt, at de to kurver begge når den halve tærskelværdi på samme tid. Som en ekstra sikkerhedsmargin rundes tidsværdien videre op til 30 døgn, når produkterne skal deklarerer af Dansk Indeklima Mærkning.

I begge tilfælde er angivet en lugttærskel lavere end irritationstærsklen, men det modsatte kan (sjældent) forekomme, fx for formaldehyds vedkommende.

Figur 7.2 Afgasningskurve samt tidsværdi for et produkt



Idealiserede kurveforløb for afgasning af VOC1 og VOC2 (to tilfældige organiske opløsningsmidler).

Kilde: Dansk Selskab for Indeklima

Da Dansk Indeklima Mærkning er en frivillig mærkningsordning, er det alene forbrugernes efterspørgsel efter mærkede produkter samt producenterens egen interesse i at inddrage indeklima i produktudviklingen, der kan føre udviklingen af lavemitterende produkter videre. Det har vist sig, at ved at få præsenteret dokumentation for emission fra produkterne, er flere producenter gået ind i systematisk arbejde med at reducere disse – enten ved at fokusere på kritiske enkeltstoffer (som fx formaldehyd) eller ved at bringe tidsværdien ned. Dansk Indeklima Mærkning udgiver opdaterede oversigter over mærkede produkter.

### 7.1.1.3 Emissioner fra træprodukter til indeklimaet

I projekt ”Emission fra træ og træbaserede produkter” (Miljøstyrelsen, 1999c) er der gennemført målinger i klimakammer fra forskellige træarter, træbaserede pladematerialer og overfladebehandlede, træbaserede produkter. Projektet har desuden – på baggrund af resultaterne af ovennævnte målinger – foretaget vurderinger af mulige produktmodifikationer/substitution af delkomponenter. Substitutionerne er foreslået under hensyntagen til teknisk ydeevne, herunder funktionsklasse, økonomi/teknologianvendelse produktion samt et bredt miljømæssigt perspektiv, men hovedvægten har ligget på at reducere påvirkningerne af indeklimaet.

Projektet har naturligt også omhandlet formaldehyd, som selv i koncentrationer under de lovregulerede grænseværdier kan give gener og derfor under alle omstændigheder bør minimeres.

I figur 7.3 er gengivet en oversigt over, hvilke materialer og produkter der er målt på i projektet, mens figur 7.8 viser, for hvilke produktteksempler der er lavet eksempler på produktmodifikationer.

Træ optræder sjældent massivt og ubehandlet i store mængder i byggeri eller inventar. Det er derfor vigtigt at kende emissionerne fra de træbaserede produkter / overfladebehandlede produkter. De udvalgte materialer i fig. 7.2 repræsenterer typiske materialer anvendt i byggeri og til inventar.

**Figur 7.3 Oversigt over undersøgte materialer**

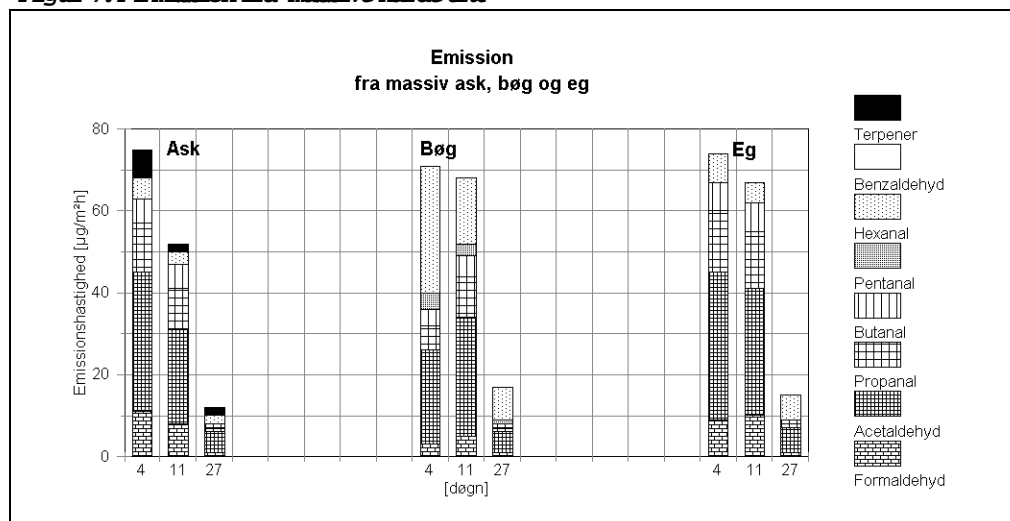
Massivt træ	Ask	
	Eg	
	Bøg	
	Gran	
	Fyr, nordlige Finland	Ca. 84% andel af kernetræ
	Fyr, nordlige Finland	Ca. 96% andel af splintræ
	Fyr, sydlige Sverige	Ca. 67% andel af kernetræ
Træbaserede pladematerialer	Fyr, sydlige Sverige	Ca. 98% andel af splintræ
	Spånplade, fyr/gran	MUPF-lim
	Spånplade, fyr/gran	UF-lim
	Spånplade, fyr/gran	PU-lim
	Krydsfinér, birk	Phenol-lim
	MDF-plade, nåletræ	UF-lim
	OSB-plade, nåletræ	Phenol-lim
Finerede pladematerialer	Bøgefineret spånplade	Fineret med PVAc-lim
	Bøgefineret spånplade	Fineret med UF-lim
Overfladebehandlede materialer		
	Gulvolie på urethanalkyd/linolie basis på massiv bøg	
	Gulvolie på naturharpiks/linolie basis på massiv bøg	
	Nitrocellulose lak på bøgefineret spånplade	
	UV-hærdet akryllak på bøgefineret spånplade	
	Syrehærdende lak på bøgefineret spånplade	
	Vandfortyndbar akryllak på bøgefineret spånplade	
Polyurethanlak på bøgefineret spånplade		

Materialerne er udvalgt som de typisk anvendte i træ- og møbelindustrien. Ved kombination af resultaterne kan de samtidig anvendes til kvalitative bedømmelser af andre produktvarianter. For specifikation af de nævnte lim- og laktyper henvises til kapitel 6.

Kilde: Træteknik

I figur 7.4 – 7.7 er vist søjlediagrammer for målte emissioner af aldehyder og terpenener, udtrykt i emissionshastighed på 3 måletidspunkter: 4, 11 og 27 døgn (tid "0" er det tidspunkt, hvor materialet/produktet ville være klar til brug i indeklimaet). Det er disse stoffer, som giver den lugt, man typisk forbinder med træ, og som selv i relativt høje koncentrationer opfattes positivt. De målte koncentrationer er omregnet til koncentrationer, som personer ville blive udsat for i indeklimaet. Vedrørende øvrige målte emissioner henvises til Miljøstyrelsens arbejdsrapport 501/2000 eller den mere detaljerede engelsksprogede version på internettet ([www.mst.dk](http://www.mst.dk), Working Reports 15-16/1999)

**Figur 7.4 Emission fra massivt hårdt træ**

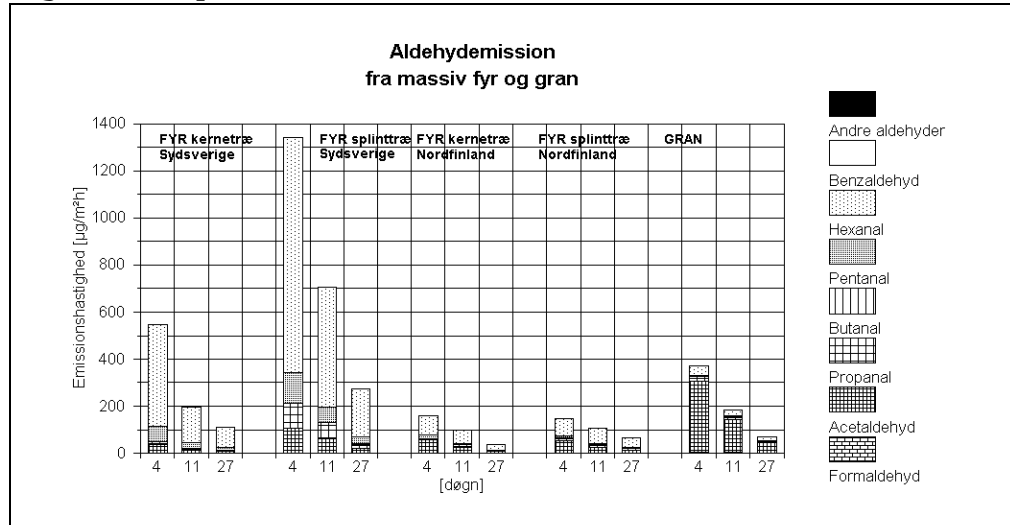


Afgasningsforløb for aldehyder og terpenener fra 3 almindeligt anvendte hårde træarter: Ask, bøg og eg.

Kilde: Træteknik

Figur 7.4 viser det samlede afgasningsforløb for 3 almindeligt anvendte hårde træarter. Aldehyderne er samlet dominerende for alle 3 træarter, og alle 3 forløb er tydeligt faldende over tid.

**Figur 7.5 Aldehydemission fra nåltræ**



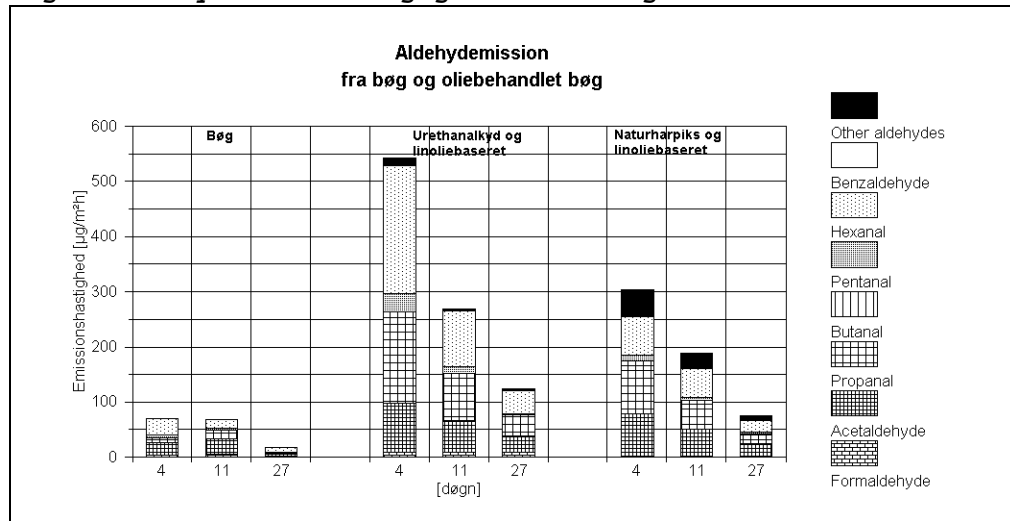
Aldehydemission fra massiv fyr med forskellige grosteder samt forskellig andel af keretræ. Gran er målt som referenceprodukt. Alle prøverne er ubehandlede.

Kilde: Træteknik

Måleresultaterne i figur 7.5 viser, at de fire fyrretræsprøver varierer i afgasning afhængigt af indhold af henholdsvis kerne- og splintræ samt grosted, her eksemplificeret ved grosted enten i det nordlige Finland eller sydlige Sverige: Der er stor variation i emissionerne, som kan skyldes grosted, jordbund, andel af kerne- og splintræ mv. Et tilsvarende billede tegner sig for emission af terpenener – dog er emissionerne fra gran her forsvindende.

Bemærk den forskellige skalaangivelse på emissionsraterne fra hårdt træ og nåltræ.

**Figur 7.6 Aldehydemission fra bøg og oliebehandlet bøg**

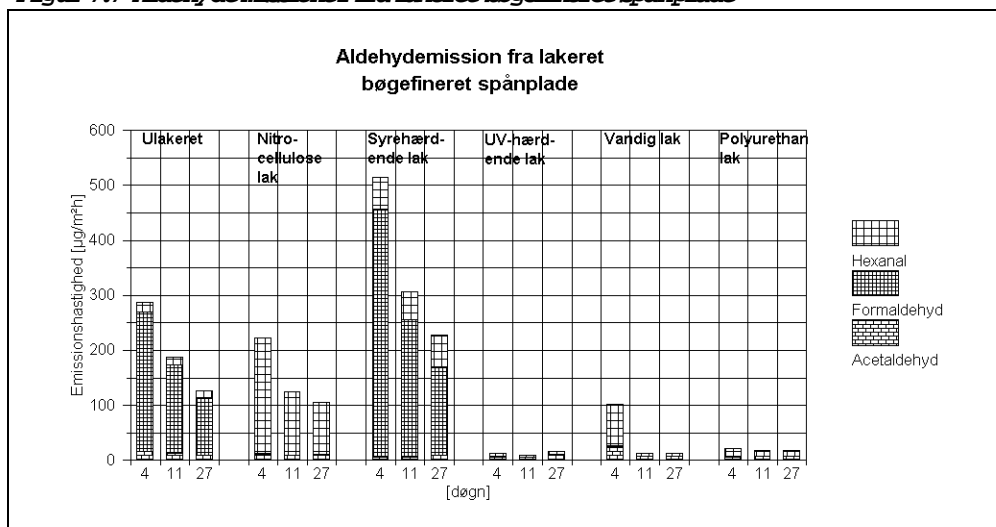


Aldehydemission fra ubehandlet bøg (referenceprodukt) samt bøg behandlet med to olietyper.

Kilde: Træteknik og Dansk Indeklima Mærkning

Alle tre afgasningsforløb i figur 7.6 følger det forventede afgasningsforløb. Sammenlignet med ubehandlet bøg er emissionerne kraftige fra de oliebehandlede produkter. Men også inden for olieprodukter er der store variationer i størrelsesordenen af emissionerne.

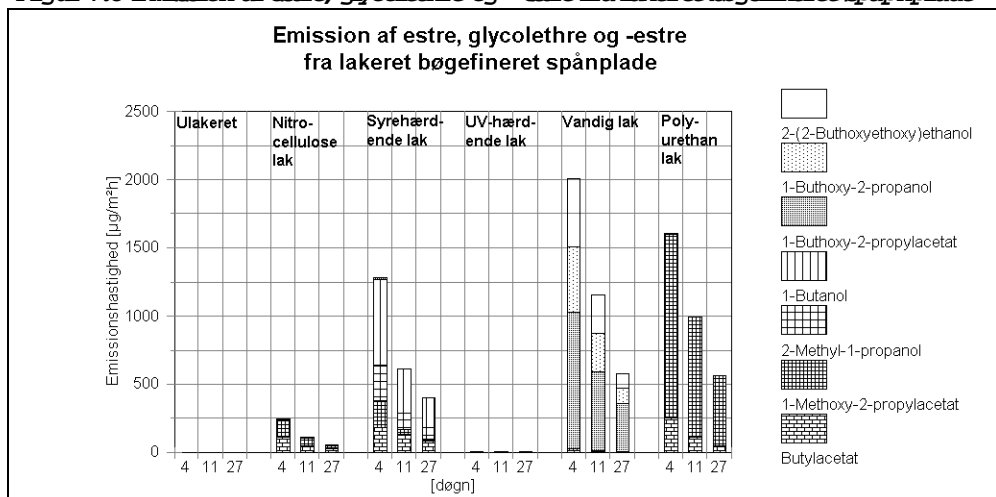
**Figur 7.7 Aldehydemissioner fra lakeret bøgefineret spånplade**



Afgasningsforløb for bøgefineret spånplade: Ubehandlet (reference) samt 5 laktyper.

Kilde: Træteknik

**Figur 7.8 Emission af estre, glycolethre og -estre fra lakeret bøgefineret spånplade**



Afgasningsforløb for bøgefineret spånplade: Ubehandlet (reference) samt 5 laktyper.

Kilde: Træteknik

Figur 7.7 – 7.8 viser emissionerne fra lakerede produkter, dog med bøgefineret spånplade som underlag.

Figur 7.7 viser aldehydafgivelse fra den ulakerede finerede spånplade, og her ses tydeligt bidraget fra ureaformaldehydlimen. En umiddelbar sammenligning med fx ubehandlet nåletræ viser, at den samlede emission ligger på samme niveau for de to produkter. Forskellen ligger i, at der emitteres formaldehyd fra spånpladen og stoffer med lave lugttærskler fra nåletræet.

Figur 7.8 viser emission af estre, glycolethre og -estre (stoffer, der ikke forekommer i det ubehandlede træ) fra de samme produkter. Der er ganske store emissioner fra den vandbaserede lak og polyurethanlakken (bemærk skalaen). Disse lakker er eksempler på, at produkter, som tager hensyn til det ydre miljø, samtidig kan give nye problemer i indeklimaet i form af afgasning af lugtstoffer.



Lim er også en væsentlig bidragsyder til emissionerne. Af de lakerede produkter giver den syrehærdende lak langt de største emissioner. Produktudviklingen inden for området betyder dog, at der i dag kan findes syrehærdende lakker med lavere emissionshastigheder på markedet. Set ud fra et indeklimasynspunkt er UV-hærdende lak at foretrække. Bemærk også, at lakkerne blokerer emissionerne fra underlaget ved at forsegle overfladen.

Resultater fra Dansk Indeklima Mærkning viser dog, at bøgeparket fabrikslakeret med vandbaseret lak har væsentligt lavere indeklimatelevante tidsværdi end færdig-olierede gulve.

Sammenligner man de forskellige målinger, tegner der sig følgende billede:

- Emissionerne fra nåletræ er langt kraftigere end fra hårdt træ
- Emissionerne fra nåletræ varierer bl.a. med andelen af kerne- og splintræ og voksested
- Lak forsejler overfladen og bremser emissionerne fra underlaget – olie tillader bidraget fra underlaget at slippe igennem
- Lak kan til gengæld bidrage med nye emissioner
- Selv med store variationer inden for de forskellige laktyper giver syrehærdende lakker i de undersøgte eksempler generelt de største emissioner. Til gengæld er behovet for genlakering meget lille på grund af den store slidstyrke

I tillæg til de kemiske målinger blev der udført sensoriske bedømmelser (forsøgspersoner lugter til og bedømmer lugtindtrykket fra materialet under kontrollerede forhold i laboratoriet) af gran, bøgefineret spånplade uden lak samt bøgefineret spånplade med UV-lak. Alle prøver blev godkendt af forsøgspersonerne allerede ved tidspunktet 1 døgn, hvor de kemiske prøver kunne omregnes til tidsværdier på 3-4 døgn. Dette bekræfter, at lugte knyttet til træ accepteres som mærkbare men positive.

#### *7.1.1.4 Produktvariationer over temaet ”forbedring af indeklimaet”*

Selv om indeklima ikke er operationaliseret i UMIP og derved indgår i en samlet miljøvurdering af produkterne, kan indeklima godt inddrages i miljøvenlig produktudvikling baseret på livscyklusværktøjer. Kendskab til emissionsforløb samt lugt- og irritationstærskler kan danne baggrund for kvalitative vurderinger af produkterne. Gøres dette i sammenhæng med de øvrige vurderinger, er det op til produktudvikleren / producenten / brugeren at afgøre, hvilken miljøparameter der i sidste ende skal veje tungest – sammen med de øvrige kvalitetskrav, der stilles til produkterne.

Nedenfor er gengivet eksempler på en række kvalitative vurderinger af produkter og deres varianter, baseret på ovennævnte emissionsmålinger. Produktvarianterne ved modifikation/substitution belyser forskellige temaer, som også vil kunne overføres til andre produkter. Oversigten giver derfor et fingerpeg om, i hvilke tilfælde man direkte kan hente inspiration til produktudvikling med fokus på indeklimaspørgsmål. I kapitlerne 9 – 11 er modelleret 3 produkter med produktvarianter, hvor konklusionerne fra den nævnte undersøgelse er inddraget.

**Figur 7.9 Produktvarianter og temaer ved modifikation eller substitution**

Produktets karakteristika	Variationer over tema
Trægulv overfladebehandlet med lak og olie Gulve udgør en stor andel af rummets overflade Underlag for behandling er rent træ Gulve kræver regelmæssig genbehandling	Tema: Forskellige materialer Trægulve overfladebehandlet med: - vandfortyndbar lak - polyurethanlak - syrehærdende lak - oliebehandling (olie/alkyd-basis)
Sofabord af ubehandlet massivt træ hhv. af fineret spånplade med klar lak Sofaborde udgør sædvanligvis en lille andel af det samlede overfladeareal i et rum	Tema: Lav materialebelastning Sofaborde af: - ubehandlet massiv ask - ubehandlet massiv bøg - ubehandlet massiv eg - ubehandlet massiv fyr - fineret ureaformaldehydlimet spånplade med vandfortyndbar lak - fineret ureaformaldehydlimet spånplade med syrehærdende lak - fineret ureaformaldehydlimet spånplade med polyurethanlak
Kontorbord af fineret spånplade med forskellige typer af klar lak Kontorborde udgør sædvanligvis en mindre andel af det samlede overfladeareal i et rum Underlaget er en limet spånplade Genbehandling forventes ikke	Tema: Materialekombinationer Kontorborde af ureaformaldehydlimet spånplade med - polyurethanlak - syrehærdende lak - vandfortyndbar lak - UV-hærdende lak

Kilde: Træteknik

Følgende konklusioner skal her fremdrages:

#### *Trægulv med olie eller lak*

- De anførte olier og lakker vil sædvanligvis kunne substituere hinanden – dog skal der foretages en vurdering af det aktuelle brugsmiljø og dermed funktionsklasse. Samtlige lakker regnes at være på samme anvendelsestekniske niveau. For lakkernes vedkommende skal der skelnes mellem prælakering fra fabrik og genbehandling på brugsstedet: UV-lakering er kun relevant ved prælakering.
- Genbehandling skal typisk ske hyppigere for olie end for lak (2 – 12 måneder henholdsvis 3 – 15 år).
- Fra Dansk Indeklima Mærkning vides, at mens der kan mærkes prælakerede gulve med en tidsværdi på 10 døgn, kan præolierede gulve p.t. ikke opnå mærkning, da de overskrider den maksimalt tilladte tidsværdi). Ved genbehandling vil tidsværdierne kunne bruges som fingerpeg for den fornyede afgangning, der vil finde sted.
- Olie vælges ofte af æstetiske hensyn, mens især de vandige lakker har begrænsede anvendelsesmuligheder, da de ændrer træets udseende.

#### *Sofabord*

- Massive borde (ubehandlede, lud/sæbebehandlede eller oliebehandlede) er mere modtagelige over for slitage end finerede borde med syrehærdende lak eller polyurethanlak. Til gengæld er mulighederne for reparation (slibning) og genbehandling større for et massivt, oliebehandlet bord. Vandbaseret lak er mindre modstandsdygtig over for varme og væsker. Bordtyperne kan derfor ikke umiddelbart erstatte hinanden.
- Emissionerne fra massive ubehandlede borde af hårdt træ og finerede borde med UV-lak er på samme lave niveau, mens et massivt nåletræs bord har større emissioner. Da belastningen i form af overfladeareal oftest er meget lille, er belastningen under alle omstændigheder også lille. Valg af bordtype bør derfor ske alene ud fra funktionelle og æstetiske betragtninger – herunder ønske om vedligeholdsmuligheder.

### *Kontorbord*

- De anvendte lakker, her alle anvendt på en bøgefineret spånplade, kan på nær den vandbaserede substituere hinanden funktionelt (ens med hensyn til slidstyrke og påvirkning af væsker mv.). De tekniske og faktiske levetider for kontorbordene er sædvanligvis større end 10 år.
- Emissionerne vil i størrelsesorden variere som angivet i figur 7.7 og 7.8 (med de variationer, der kan være inden for de enkelte laktyper). Emissionerne vil derfor – set i forhold til bordets forventede levetid – ske i et begrænset tidsrum.
- Teknisk stiller UV-lakering større krav til lakanlæg end de fysisk tørrende laktyper og kræver forholdsregler af arbejdsmiljøhensyn. Til gengæld er de efterfølgende emissioner minimale.

### **7.1.2 Drift, rengøring og vedligeholdelse**

Ovenstående afsnit har koncentreret sig om nye produkters påvirkning af indeklimaet – den tidsmæssige variation af emissionerne fra nye træbaserede produkter med og uden lim og overfladebehandling. I praksis vil disse emissioner i de fleste tilfælde være forsvundet efter et stykke tid, som afgangskurverne antyder. Store mængder af træ kan dog give næsten konstante emissioner over lang tid (måneder eller år).

Men de fleste træbaserede produkter forventes at have en lang levetid, og det er derfor relevant at se på langtidseffekterne fra produkterne på indeklimaet således, at disse forhold også bliver inddraget i produktudviklingen og den produktorienterede miljøpolitik på linie med de øvrige miljøeffekter.

Over tid kan der ske andre ting af betydning for indeklimaet:

- Der kan komme varierende langvarige emissioner fra produkterne som følge af ældning, ydre påvirkninger, reaktion med andre stoffer mv.
- Der kommer emissioner fra de rengørings- og vedligeholdelsesmidler (plejemidler, ny overfladebehandling), som over tid anvendes på produkterne
- Der kan samles støv og andre urenheder på overfladerne, som giver anledning til gener og allergi.

#### *Variierende langvarige emissioner*

Mængden af emissioner kan variere over tid, hvis der sker ændringer i produktet: Ældning eller nedslidning af overflade, påvirkninger fra lys eller fugt (herunder direkte vandpåvirkning) eller reaktion mellem stoffer i produktet, der giver anledning til nye emissioner. Korrekt anvendelse og vedligeholdelse bør minimere disse emissioner.

#### *Emissioner fra rengørings- og vedligeholdelsesmidler*

I de fleste tilfælde angiver producenten af et produkt, hvordan produktet skal vedligeholdes for at bevare sit udseende og holde længst muligt. Tendensen i disse vejledninger går i retning af at anbefale så milde rengøringsmidler som muligt – i mange tilfælde støvsugning og en fugtig klud til den daglige rengøring. Jo mildere midler, der tages i anvendelse, og jo hyppigere rengøring, jo mindre påvirkning af indeklimaet og ydre miljø fra disse produkter. Miljømærkede rengøringsprodukter er en god rettesnor i dette tilfælde.

Dog skal rengøring/vedligeholdelse være tilstrækkelig til at undgå støv og urenheder, der kan give grobund for fx husstøvmider og lugtgener (se nedenfor).

Fornytt overfladebehandling giver anledning til nye emissioner på linie med dem fra nye produkter – i visse tilfælde værre, da man her udsættes for emissionerne fra ”dag 0”. Der bør tages forholdsregler som ved nye produkter.

#### *Støv og urenheder*

Støv, urenheder og lugt er man som bruger delvist selv herre over at begrænse. Samlet kan disse forhold give anledning til indeklimasyge = Sick Building Syndrome = SBS samt allergiske reaktioner.

Men produkterne og deres anvendelse har som udgangspunkt stor indflydelse på mulighederne for at begrænse snavs. *Loddenfaktoren* er et mål for overfladens ruhed i et rum (areal af tekstile flader divideret med rumvolumen), mens *Hyldefaktoren* er et mål for areal af svært tilgængelige overflader (areal af åbne hylder divideret med rumvolumen). Desuden må man konkret vurdere tilgængeligheden af vandrette flader i øvrigt.

Træbaserede produkter på nær polstermøbler bidrager ikke til loddenfaktoren, hvilket har betydning fx ved valg af gulvbelægning. Hyldefaktoren og tilgængelighed af vandrette flader er imidlertid parametre, der bør indgå ved produktdesign og ved anvendelse af produkterne.

#### *Brug af imprægneret træ*

Imprægneret træ bør ikke efterbearbejdes. Det vil normalt være den bedst beskyttede del som fjernes. Hvor bearbejdning ikke kan undgås (hulboring), skal de blottede flader efterbehandles med en godkendt grundingsolie. Træfugtigheden skal være under 18%.

Imprægneret træ må ikke komme i kontakt med levnedsmidler, foderstoffer, syrer, surbundsplanter, m.m.

Imprægneret træ kan stort set altid erstattes af træarter med længere naturlig varighed, når der ikke er jordkontakt, fx lærk, douglas, thuja og wets red cedar.

Kernetræ har længere holdbarhed end splintræ.

Vend træets marvside ud mod vejrliget.

Undgå så vidt muligt, at træet får kontakt med jord eller vand, fx ved en tæt konstruktion med overdækning eller tagudhæng.

Sørg for ordentlig ventilation af træværket.

Konstruktioner med uimprægneret træ skal efterses oftere end konstruktioner med imprægneret træ.

Alle stolper og bærende konstruktioner skal kontrolleres mindst en gang årligt uanset imprægnering.

Vær opmærksom på, at nogle af de uønskede imprægneringsmidler kreosot og krom stadig kan findes i udenlandsk produceret træ. Se efter NTR og DK- mærket, der giver garanti for, at træet er imprægneret med midler, der er godkendt af Miljøstyrelsen.

Yderligere regler på området herunder arbejdsmiljø kan fås i Arbejdstilsynets meddelelser bl.a. nr. 3.01.7, Trykimprægneret træ, 1990 eller cirkulæreskrivelse nr. 2/1990.

Trykimprægneret træ eller senere udgaver. Sidstnævnte er p.t. under revision.

## **7.2 Bortskaffelse**

#### *Bortskaffelse af resttræ, lim, lak, metal og plast*

Træbaserede restprodukter fx fra træpladeproduktion (MDF- spån- og krydsfinérplader) kan bortskaffes i henhold til hjemstedskommunens regulativ for erhvervsaffald. Bortskaffes primært ved forbrænding i affaldsforbrændingsanlæg, der sikrer fuldstændig forbrænding og røggasrensning. Der er typisk tale om kraftvarmeanlæg som led i energiproduktion. Træandelen i pladerne er CO<sub>2</sub>-neutrale. Limandelen er baseret på petrokemisk industri og bidrager som sådan til mértilførsel af CO<sub>2</sub> til atmosfæren.

Udtjente plader med indholdsdeklaration for eventuel overfladebehandling kan i begrænset omfang indgå i produktion af nye MDF og spånplader. Sammen med krydsfinér kan de også genanvendes eller oparbejdes som del af nye eller renoverede produkter eller i bygningsdele.

Limindhold i træ har ud over limens hæftende funktion betydning for bortskaffelse for udtjente træbaserede produkter f.eks. som brændstof til energiformål.

Bortskaffelse af træaffald indeholdende lim og/eller lak skal bl.a. efterleve retningslinierne i Miljøstyrelsens bekendtgørelse nr. 638 af 3. juli 1997, ”Bekendtgørelse om biomasseaffald”.

Dette betyder, at biomasseaffald kan være træ fra produktion og bearbejdet af rent, limet træ, med et indhold af lim (fenolresorcinol-lim, polyvinylacetat-lim, urea-formaldehyd-lim, polyethan-lim og melamin-urea-formaldehyd-lim), der ikke overstiger 1% målt som vægtprocent af tørstof.

Træaffald fra fx fineret spånplade skal ved bortskaffelse efter denne bekendtgørelse klassificeres som almindeligt affald, som skal bortskaffes til forbrændingsanlæg, godkendt af den kommunale tilsynsmyndighed.

Samme træaffald kan ikke bortskaffes som biomasseaffald afbrændt i eget fyringsanlæg, da træaffaldet har et limindhold, der overstiger 1% målt som vægtprocent af tørstof.

Bortskaffelse af lim- og lakrester er klassificeret som farligt affald og skal sammen med metal og plastaffald bortskaffes efter regler i henhold til erhvervsaffaldsregulativet i virksomhedernes hjemstedskommune samt i særlige vilkår i en evt. miljøgodkendelse. Affaldet opsamles på godkendte affaldsstationer/modtagestationer og sendes efterfølgende til deponi eller til forbrænding i særlige godkendte forbrændingsanlæg afhængig af affaldstype.

#### *Bortskaffelse af imprægneret træ*

Meget små mængder trykimprægneret træ inklusiv savsmuld og høvlspåner - indtil 10 liter - må bortskaffes som husholdningsaffald. Større mængder skal efter anvisning i virksomhedens hjemstedskommunes miljøkontor afleveres på godkendt losseplads eller forbrændingsanlæg.

Afbrænding må kun forekomme i særlige forbrændingsanlæg godkendt af amtet.

# 8 Indledning til vurderingerne

De tre efterfølgende cases er baseret på tre dansk producerede træbaserede produkter:

- En stol
- Et vindue
- Et bord

De efterfølgende produkt eksemppler er beregnet som illustrationer af, hvorledes livscyklusvurderinger kan bruges i den danske træ- og møbelindustri. De viser desuden, hvordan vurderingerne kan indgå som interne værktøjer til bestemmelse af miljømæssige indsatsområder eller til vurdering af ændringer i produktsystemet.

Ved valg af produkter i de tre cases er der lagt vægt på typiske produkter, og de er således valgt blandt andet med udgangspunkt i brancheprofilerne (kapitel 2). De miljømæssige konsekvenser, som modifikationerne viser sig at have, kan bruges som erfaringsgrundlag for andre produkter med tilsvarende materialer. En nærmere miljøvurdering af andre produkter må dog baseres på konkrete data for netop dette produkt.

Den følgende tekst vil ikke indeholde nogen ordforklaring. For dette henvises til beskrivelsen af LCA-metoden i afsnit 3, ordforklaring i bilag B samt bilag C.

De tre cases er beskrevet i kapitel 9, 10 og 11.

## 8.1 Generelle kommentarer til vurderingerne

Følgende punkter er generelle og gælder for samtlige cases. Punkterne vil derfor ikke fremgå af de enkelte cases, men kun blive nævnt i dette afsnit.

### 8.1.1 Vurderingsparametre

I vurderingerne vil miljøprofilerne blive udarbejdet på baggrund af følgende parametre:

- Drivhuseffekt
- Forsuring
- Fotokemisk ozondannelse
- Næringssaltbelastning
- Humantoksicitet
- Økotoksicitet
- Persistent toksicitet
- Volumenaffald
- Farligt affald

Bidrag til nedbrydning af ozonlaget er ikke inkluderet, da ingen af de vurderede produkter vil bidrage til denne effekt.

Påvirkninger af arbejdsmiljøet vil ikke blive inkluderet i vurderingerne. Arbejdsmiljø er kommenteret i bilag D.

Bidragene til de forskellige miljøeffektpotentialer dækker dermed alle dem, der er inkluderet i UMIP PC-værktøjet (Miljøstyrelsen, 1997a).

### *Ressourcer*

Afhænger af materialesammensætningen af de enkelte produkter. Træet antages at stamme fra bæredygtig nordisk skovproduktion og defineres derfor at være en udtømmelig ressource, se kapitel 4.

For en beskrivelse af disse parametre og deres betydning for miljøet henvises til ordlisten i bilag C.

### **8.1.2 Tidsmæssig afgrænsning**

Den tidsmæssige afgrænsning, det vil sige den tidshorizont inden for hvilken, de udarbejdede miljøprofiler er gyldige, styres i høj grad af det anvendte teknologiniveau, se derfor det efterfølgende afsnit om teknologisk afgrænsning. Ud over den anvendte teknologi bestemmes den tidsmæssige afgrænsning af gyldigheden af de anvendte normaliseringsreferencer, forsyningshorisonter og vægtningsfaktorer.

I denne opgave er ikke taget stilling til beregningsfaktorenes betydning på det endelige resultat. Blot skal nævnes, at referenceenhederne for normalisering er ca. 10 år gamle, og at vurderingsfaktorerne for miljøeffektpotentialerne er baseret på år 2000.

### **8.1.3 Teknologisk afgrænsning**

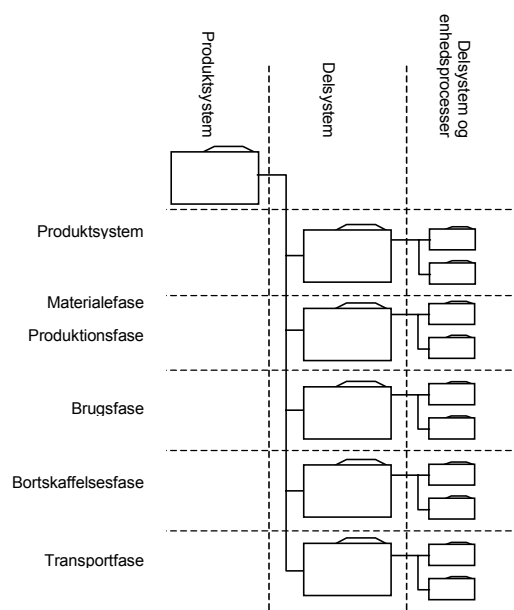
Casene er baseret på tre typer af data:

1. Eksisterende data fra UMIP PC-værktøjet
2. Eksisterende data fra færdiggjorte projekter bearbejdet og indtastet i forbindelse med nærværende projekt.
3. Nye data indsamlet i forbindelse med dette brancheprojekt

Hvor de beskrevne processer hos virksomhederne er baseret på de mest anvendte teknologier, der ikke vurderes at ville ændre sig synderligt de næste mange år fremover, vil data fra den eksisterende database være den begrænsende faktor. Der er ikke i de efterfølgende vurderinger taget stilling til eventuelle ændringer i teknologiudviklingen for disse data.

I opbygningen af modellerne i UMIP PC-værktøj er der taget højde for dette ved at indbygge en høj grad af gennemskuelighed således, at profilerne hurtigt kan opdateres, hvis dette er nødvendigt. Opbygningen af modellen opbygget i LCV-systemet er vist i figur 8.1

Figur 8.1 Opbygning af model i LCV-system



#### 8.1.4 Allokering

Efter udgivelsen af UMIP-materialet er der igangsat et større dansk konsensus projekt med det formål at opnå en fælles dansk LCA-metode. Et af de punkter, der er ved at blive ændret, er allokeringsmodellen. På nuværende tidspunkt er der enighed om den eksisterende allokeringsmodel ifølge UMIP, der er baseret på materialers lødighed, og som ikke kan bruges til alle materialetyper.

Da der derfor på nuværende tidspunkt ikke findes nogen generelt accepteret allokeringsmodel i Danmark, er det valgt så vidt muligt at undgå allokering. Hvis allokering bliver benyttet, vil dette blive fremhævet i de enkelte cases.

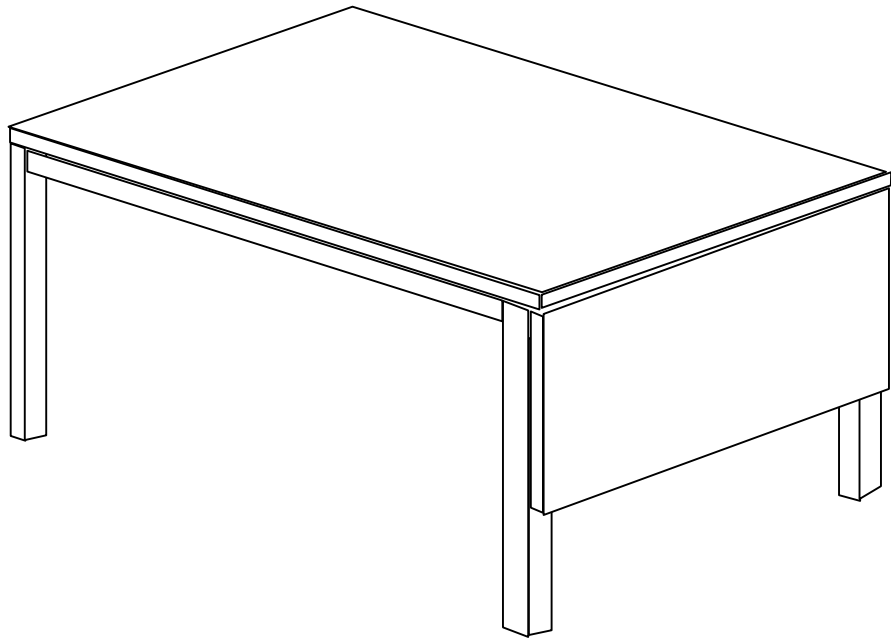
For at kunne illustrere de miljømæssige fordele ved genanvendelse af brugte materialer er det derfor valgt at godskrive de materialer, der med rette kan forventes at blive genbrugt. Dette gælder for eksempel for metaller, hvorimod plast- og trækomponenter forventes at blive sendt til forbrænding.

Ved en godskrivning af metalfraktionen er der tilføjet en omsmeltningsproces, hvorved metallerne leveres tilbage til den næste bruger i samme stand, som de blev modtaget. Efter en omsmeltnings/oparbejdning kan man dernæst fratække de ressourcer- og energiforbrug samt de deraf følgende påvirkninger af miljøet, som man har besparet den næste bruger for.

Det er valgt at godskrive materialer i de pågældende faser, hvori genanvendelsen sker. Derved viser materialefasen de reelle forbrug af energier, ressourcer og miljøpåvirkninger. Belastningerne fra for eksempel produktionsfasen og bortskaffelsesfasen vil derimod være reduceret idet man godskrives for de materialeforbrug, man sparer på andre materialeforbrugende produktsystemer.



# 9 Bord



## 9.1 Formål

Formålet med denne vurdering er at vise, hvorledes miljøprofilerne for et bord kan bruges til at påpege, hvor i bordets livsforløb eventuelle miljømæssige forbedringspotentialer er placeret. Udover at se på hele livsforløbet vil det også være muligt at fremhæve, hvilke komponenter/materialer eller faser i bordets livsforløb der er behæftet med de største miljømæssige belastninger.

Vurderingen er også målrettet mod branchen med det formål at illustrere mulighederne ved aktivt at udnytte den produktorienterede miljøtankegang fx som del af et miljøledelsessystem og i særdeleshed livscyklusvurderinger i det daglige arbejde.

Målgruppen for denne vurdering er producenter og andre interessenter i den danske træindustri.

## 9.2 Afgrænsning

### 9.2.1 Vurderingens objekt

Det vurderede bord sofabord har et samlet areal på  $1,4 \text{ m}^2$  og er designet med en klap, der kan slås ned således, at arealet bliver  $0,9 \text{ m}^2$ . Dette betegnes som en positionerende egenkab i forhold til andre borde med et areal på  $1,4 \text{ m}^2$ .

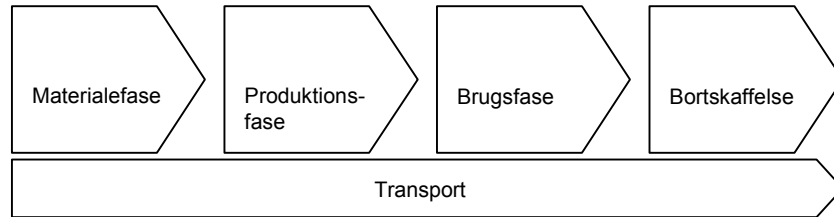
**Tabel 9.1 Den funktionelle enhed**

Produkt	Kvantitet	Varighed	Kvaliteter
Sofabord	Areal på 1,4 m <sup>2</sup>	10 år	Stabilitet, styrke, holdbarhed og andet ifølge prEN 1730

### 9.2.2 Afgrænsning af livsforløbet

En simpel illustration af livsforløbet for bordet er vist i figur 9.1

**Figur 9.1 Generelt livsforløb for et bord**



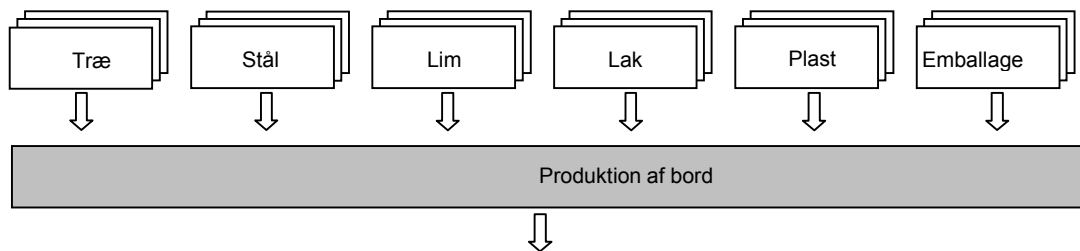
For at lette den senere modellering af alternativer, vil bordet i den efterfølgende analyse og vurdering blive delt op i henholdsvis plade (overdel) og stel<sup>5</sup> (underdel).

#### 9.2.2.1 Materialefasen

I materialefasen er følgende materialer inkluderet:

- Træ (skovet, opsavet og tørret)
- Lim
- Lak
- Stål
- Plast

**Figur 9.2 Materialer og processer inkluderet i livsforløbet**



Figur 9.2 viser de enhedsprocesser, der er inkluderet i materialefasen. For produktionen af plast viser de bagved liggende kasser, at produktionen af plast er bygget op af en lang række processer. For plast vil nogen af disse være:

- Udvinding af olie
- Raffinering af olie
- Udvinding af naturgas
- Crackning af olie og naturgas
- Produktion af energi (el og termisk)
- Polymerisering af plast

<sup>5</sup> Plade omfatter udelukkende trædele samt beslag til klap. Stel inkluderer sarg, ben samt øvrige dele.

De resterende processer er bygget op på samme måde.

For produktionen og forarbejdning af træbaserede råvarer, lim lak og andet henvises til kapitel 6, der beskriver enhedsprocesserne. For produktionen af stål og plast henvises til kapitel 5 samt den eksisterende database i UMIP PC-værktøjet (Miljøstyrelsen, 1998).

Forbruget af materialer ved produktion af et bord er vist i tabel 9.2.

**Tabel 9.2 Forbrug af materialer pr. funktionel enhed**

Materiale	Mængde	Enhed
Bøgetræ, 8%TS	0,086	m <sup>3</sup>
Stål	0,8	Kg
Lak, inkl. Hærder og fortynder	838	G
Lim	400	G
Plast (PS – slagfast)	0,2	Kg

### 9.2.2.2 Produktionsfasen

Bordproducenten er en ordreproducerende virksomhed, der fremstiller standardiserede borde såvel som individuelle løsninger af høj håndværksmæssig kvalitet både til det danske marked og til eksport.

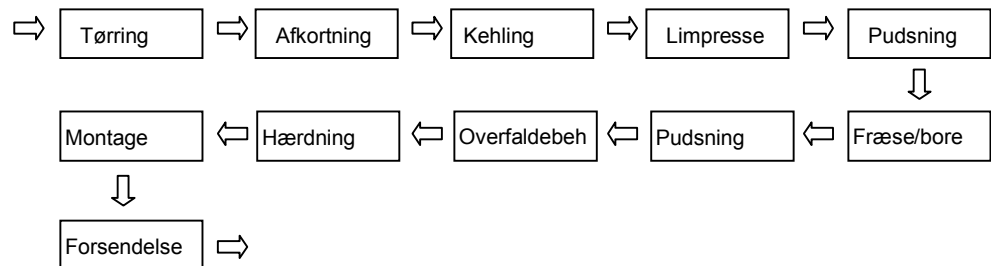
Produkterne er ikke mærket i henhold til det nordiske miljømærke ”Svanen”. For yderligere informationer vedr. miljømærkekriterierne for møbler henvises til kriteriedokumentet: ”Miljømærkning av møbler og inredninger”, (Svanemærkning, 1999).

På fabrikken bearbejdes træmaterialer ved hjælp af traditionel teknologi suppleret med CNC-overfræsere.

Emissioner fra overfladebehandling tilskrives 100% denne fase.

Produktionsfasen er illustreret i figur 9.3.

**Figur 9.3 Produktionsfasen hos producent**



Energiforbruget i denne fase stammer fra dataindsamlinger og målinger foretaget af elektriker (L. Kliford Aps, 1997) i virksomheden i 1997 og bearbejdet af Teknologisk Institut, Træteknik

Komponentlisten for bordet er vist i tabel 9.3.

Tabel 9.3 Komponentliste for bord pr. funktionel enhed

Materiale	Navn	Antal	Enhed	Mængde (total)	Materiale inkluderet i vurdering	Fremstillingsproces inkluderet i vurderingen
<b>Træ, 8%TS</b>						
	Bordplade	1	kg	19,7	ja	ja
	Klap	1	kg	4,7	ja	ja
	Sarg	1	kg	4,6	ja	ja
	Ben	4	kg	3,7	ja	ja
	Svingudtræk	1	kg	0,2	ja	ja
<b>Stål</b>						
	Hjørnebeslag	4				
	Skrue 3,5 x 16	24				
	Skrue 4,0 x 30	16				
	Beslag for klap	2				
	Skrue for beslag	12				
	Skrue for svingudtræk	1				
	Bordbensbolt	4				
	Møtrik	4				
	Spændeskive	4				
	Sargskrue	6				
	Stål, total		kg	0,8	ja	nej
<b>Plast</b>						
	Svindklodser, PS (slagfast)	4	kg	0,2		
<b>Emballage</b>						
	Pap		kg	3,3	ja	nej
	Plastfolie (PE)		kg	0,3	ja	nej
	Ekspanderet PS		kg	0,2	ja	nej

På baggrund af ovenstående tabel er den primære materialefordelingen i bordet som følger:

- 32,9 kg træ
- 0,8 kg stål
- 0,2 kg plast

På baggrund af de foretagne målinger og oplysninger fra virksomheden er elektricitetsforbruget blevet fordelt i følgende processer, der dækker hele virksomhedens drift:

- Fællesudsugning – udsugning fra hele virksomheden eksklusive udsugning fra båndpudser og lakeringsværksted.
- Processer og forbrug, der ikke er fordelt – trykluft, spånfyv inkl. hugger, belysning (maskinsnedkeri), belysning (limpresserum), belysning (øvrige), produktion (øvrige).
- Kehling – kehling af stave til plade og stel
- CNC-fræsning – CNC-fræsning af plade og stel (fræsningen foregår på to arbejdsstationer, der i dette arbejde er opgjort som en enkelt operation).
- Bredbåndspudser
- Udsugning – bredbåndspudser
- Lakværksted
- Udsugning – lakværksted

Tabel 9.4 viser de allokerede energiforbrug ifølge ovenstående opdeling.

**Table 9.4 Allokerede energiforbrug opdelt på processer pr. produceret enhed**

Proces	Del	Værdi	Enhed
Fællesudsugning	Plader	7,16	kWh
	Stel	2,5	kWh
Øvrige	Plader	10,73	kWh
	Stel	3,74	kWh
Kehling	Plader	0,90	kWh
	Stel	0,14	kWh
CNC-fræsning	Plader	3,09	kWh
	Stel	1,94	kWh
Båndpudser	Plader	0,57	kWh
	Stel	0,68	kWh
Udsugning, båndpudser	Plader	2,18	kWh
	Stel	2,59	kWh
Lakværksted	Plader	1,64	kWh
	Stel	2,10	kWh
Udsugning, lakværksted	Plader	1,10	kWh
	Stel	0,39	kWh
Sum	Plader	27,37	kWh
	Stel	14,06	kWh
	Total	41,43	kWh

Forbruget af naturgas på 0,10 kg pr. bord og vandforbruget på 110 kg pr. bord er ikke fordelt ud på hverken processer eller komponenter.

Ved et af producenten opgjort limforbrug på 0,4 kg pr. bord kan dette ved en volumenmæssig allokering mellem plade og stel fordeles med henholdsvis 0,3 kg til produktion af plade og 0,1 kg til produktion af stel.

Ved overfladebehandling af bordet lakeres pladen med 748 g lak, og stellet påføres 90 g, hvilket giver et samlet lakforbrug på 838 g pr. bord. I disse tal er inkluderet, at oversiden samt kanterne af pladen påføres 3 gange lak, hvorimod de resterende flader kun påføres lak 2 gange.

Lakforbruget er opgjort til 100 g lak pr. m<sup>2</sup>.

Ved limning og overfladebehandling er 100% af emissionerne tilskrevet denne fase.

Ved overfladebehandling af træ er miljøpåvirkningerne dels beregnet på baggrund af informationer fra producenten (se relevante enhedsprocestdatablade i kapitel 6) og dels på baggrund af indholdsstoffer indhentet via sikkerhedsdatablade fra leverandørerne.

Da indholdet af mærkningspligtige farlige stoffer som regel er angivet i intervaller, er der i dette arbejde valgt at anføre de maksimale værdier. Dette medfører uundgåeligt, at indholdet af stoffer ofte vil overstige 100%, men denne fejl vurderes at være i overensstemmelse med forsigtighedsprincippet, hvor stofferne vurderes efter et "worst-case"-scenarie.

På baggrund af ovenstående er emissionen af farlige stoffer fra overfladebehandlingsprocesserne opstillet i tabel 9.5, idet det antages, at samtlige nævnte stoffer udledes til delmiljøet luft.

**Tabel 9.5 Emission af stoffer fra overfladebehandlingsprocesser ifølge sikkerhedsdatablade pr. funktionel enhed**

	Indholdsstof (CAS.-nummer)	Emission
Lim		
	Formaldehyd (50-00-0)	3,24 g
Lak, fortynder + hærder		
	Butylacetat (123-86-4)	280 g
	Propan-2-ol (67-63-0)	70 g
	Ethanol (64-17-5)	130 g

Ifølge informationer fra producenten bliver der i forbindelse med produktionen ikke produceret nævneværdige mængder af metal-, plastaffald eller affald fra overfladebehandlingen. Derfor er disse ikke opgjort for denne fase.

Den totale mængde af træaffald fra produktionen er beregnet at være 0,03 m<sup>3</sup> pr. produceret enhed. Af disse er 80% allokert til pladen og de resterende 20% til stellet. Træaffald fra produktionen udnyttes i fastbrændselsfyr. Ved at antage, at nyttevirkningsgraden i fyret er 75%, og at den nedre brændværdi for tørret bøg er 6,8 GJ/m<sup>3</sup> (Strandgaard et. al., 1981), kan den leverede energimængde fra træaffald beregnes til ca. 1,53 GJ pr. produceret bord.

Der er ikke oplyst noget om produktion af metalaffald eller farligt affald så som malingsrester.

#### 9.2.2.3 Brugsfasen

Efter levering af bordet antages emballagen at blive sendt til forbrænding med indvinding af varmeenergi. Se i øvrigt bortskaffelsesfasen for en uddybning af dette.

Ved brug af bordet er almindelig rengøring inkluderet (aftørring med en klud opvredet i varmt vand).

Forbruget af vand til rengøring antages at svare til oplysningerne indhentet i stolecasen (kapitel 10). Det antages, at bordet gøres rent med varmt vand, hvorved det totale forbrug af vand gennem hele brugsfasen til aftørring sættes til 100 liter. Der bruges almindeligt vandværksvand tappet ved 10° C og opvarmet til 40° C. Vandet er opvarmet ved brug af naturgas.

#### 9.2.2.4 Bortskaffelsesfasen

Når bordet bortskaffes efter 10 års brug, antages det, at bordet ikke demonteres, men sendes direkte til forbrænding. Metaldele sendes dermed ikke til genbrug, men ender i slaggen som terminalt affald.

Således vil trædelene blive forbrændt med energigenvinding, dvs. produktion af fjernvarme. Denne producerede energi vil således substituere energi produceret ved afbrænding af fossile brændsler i et almindeligt oliefyrt.

#### 9.2.2.5 Transportfasen

I livsforløbet er der en lang række transportfaser. Nogle af disse er:

- Transport af skovet træ til produktion af tømmer
- Transport af materialer og halvfabrikata til producent
- Transport af færdigt produkt til kunde
- Transport af udtjent produkt til affaldsbehandling

I vurderingen er transport af emballage ikke inkluderet.

Disse enkelte transportled vises samlet i transportfasen for at kunne vurdere transportens betydning for bordets miljøprofil.

De antagede transportafstande er vist i tabel 9.6.

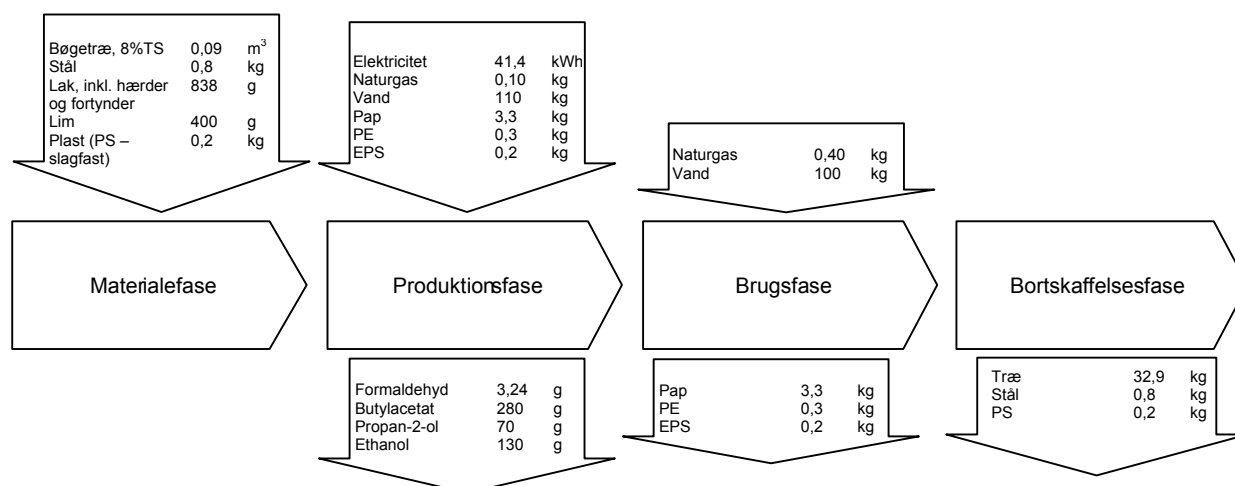
**Tabel 9.6 Fastsatte transportafstande pr. funktional enhed (afrundede værdier)**

Transportled	Transporttype	Afstand	Mængde	Afstand * mængde
Transport af stålkomponenter fra Europa til bordproducent via forarbejdning	Lastbil	800 km	0,8 kg	640 kgkm
Transport af træ fra skov over forarbejdning til bordproducent	Lastbil	100 km	58,2 kg	5820 kgkm
Transport af plast fra Europa til producent via forarbejdning	Lastbil	800 km	0,7 kg	560 kgkm
Transport af bord fra producent til kunde	Lastbil	100 km	37,7 kg	3770 kgkm
Transport af bord fra kunde til bortskaffelse	Lastbil	100 km	33,9 kg	3390 kgkm

### 9.3 Opgørelse

Opgørelsen er baseret på produktinformationer leveret af producent. Figur 9.4 viser de opgjorte materialeflow for bordet i hele produktets livsforløb.

**Figur 9.4 Illustreret opgørelse af totalt livsforløb eksklusive transport**



Opgørelsen for transportfasen er vist i tabel 9.6 under afgrænsningen i afsnit 9.2.2.5.

#### 9.3.1 Præsentation af datakilder og deres repræsentativitet

Tabel 9.7 præsenterer de i modelleringen benyttede data og deres repræsentativitet for det egentlige produktsystem.

**Table 9.7 Benyttede data og deres repræsentativitet**

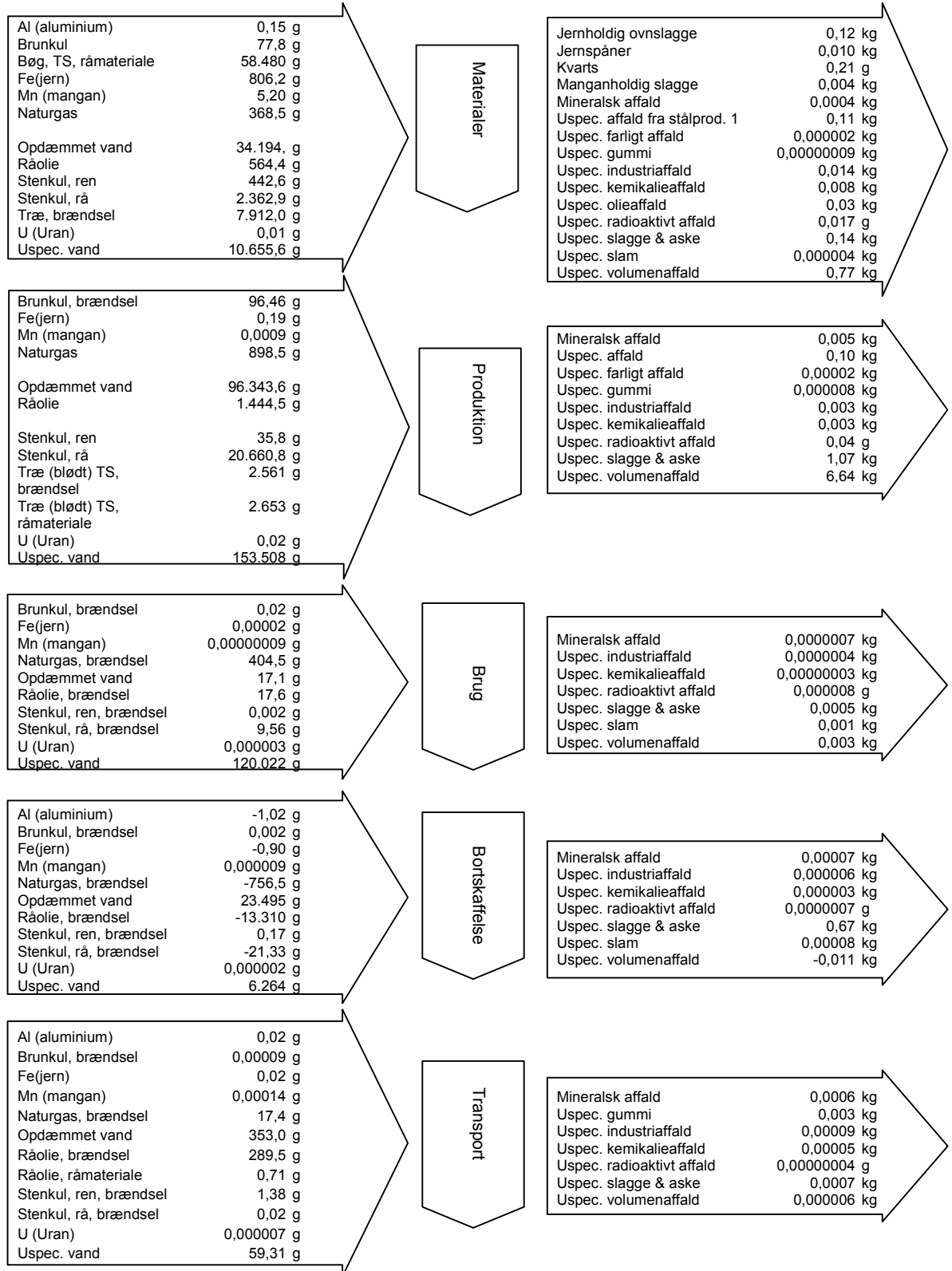
Materiale	Navn på benyttet enhedsproces	Repræsentativitet
Materialefasen		
Træ	Trævarer af bøg	Danske data for skovning, opsavning og tørring af træ.
Stål	Stålplade (89% primær)	Fremstilling af stål fra råstål, varm og koldvalsning til plader, 0,5 - 4 mm. Skrotmængde 11%. Samme materiale type.
Lak	Lak til møbler	Data stammer fra én producent af lak og er et gennemsnit af alle typer af overfladebehandlingsmidler produceret i virksomheden.
Lim	Lim til møbler	Data stammer fra én producent af lim og er et gennemsnit af alle typer af lim produceret i virksomheden.
Produktionsfase – processer		
Elektricitet	Dansk elproduktion, 1992	Produktion af el i Danmark incl. Ledningstab.
Naturgas	Naturgas ved fyring < 1 MW	Opgørelse "til jord" v. afbrænding af 1 kg naturgas i atmosfærebrænder
Overfladebehandling	-	Data indeholder udelukkende emissioner beregnet på baggrund af informationer vedr. indholdsstoffer oplyst i leverandørbrugsanvisninger.
Produktionsfase – bortskaffelsesprocesser		
Bortskaffelse af farligt affald fra overfladebehandling af ramme	Farligt affald	Termineret.
Salg af overskudstræ som brænde.	Fyrretræ som ressource	Brændværdien i overskudstræet, der sælges som brænde godskrives i systemet.
Brugsfase – ikke inkluderet		
Varmt vand til rengøring	Dansk vandværksvand samt naturgas ved fyring <1MW	Samme materiale. Naturgasforbrug beregnet ved virkningsgrad på 75% og en nedre brændværdi på 48,8 MJ/kg (Miljøstyrelsen, 1996) .
Bortskaffelsesfasen		
Omsmelting af stål	Stålplade (genbrug, 90,5%)	Husk, at fraktionen af rustfrit stål er inkluderet i denne.
Godskrivning af stål	Stålplade (89% primær)	Husk, at fraktionen af rustfrit stål er inkluderet i denne.
Affaldsforbrænding af Træ	Affaldsforbrænding, træ inkl. energiindvinding	Modelleret fra pap af Træteknik. Brændværdi for nåletræ = 18,8 MJ pr. kg. Virkningsgrad = 75% Varmeeeksport uspec.: -14,1 MJ/kg ~ -0,39 kg olie indfyret ved en virkningsgrad på 90%. Enhedsproces for godskrivning af energi: "Gasolie ved fyring 1-20MW".
Affaldsforbrænding af EPDM	Affaldsforbrænding, EPDM inkl. Energiindvinding	Data fra UMIP PC-værktøjet. Varmeeeksport uspec.: -16,20 MJ/kg ~ -0,44 kg olie indfyret ved en virkningsgrad på 90%. Enhedsproces for godskrivning af energi: "Gasolie ved fyring 1-20MW".
Transportfase		
Lastbil	Lastbil 3,5 – 16 t diesel, landevej	Antaget. Ingen lastbilstype oplyst af producent.
Skib	Bulk carrier, 2 takt, 175000 DWT	Antaget.



### 9.3.2 Beregnede opgørelser

Efter modellering i PC-værktøj kan de terminerede opgørelser for det totale livsforløb vises i figur 9.5.

Figur 9.5 Termineret opgørelse af udvalgte ressourceforbrug og affaldsfraktioner



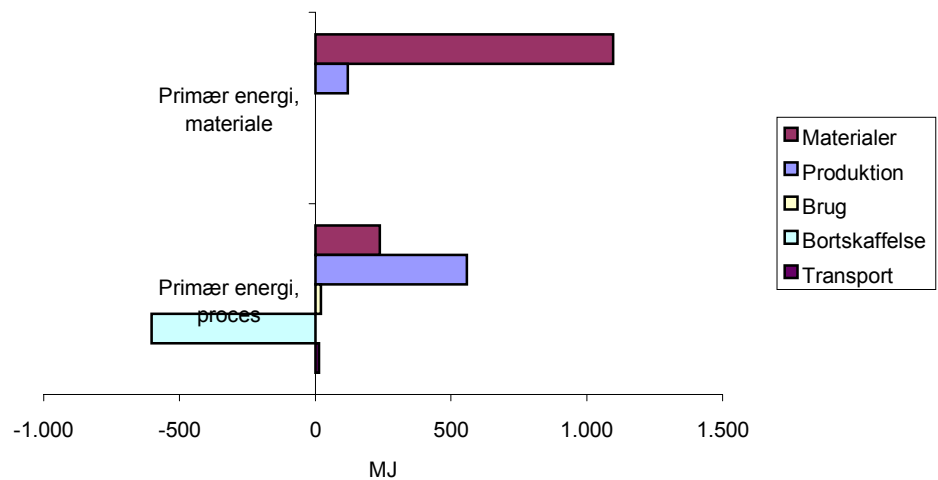
## 9.4 Vurdering

### 9.4.1 Beregnede energiforbrug

Det beregnede energiforbrug er beregnet som primær energi. Med primær energi ses ikke kun på det energiforbrug, der for eksempel kan måles ved den enkelte maskine, men der tages også hensyn til ledningstab, nyttevirkningsgrad ved energifremstilling og energiforbruget ved udvinding og forarbejdning af energiressourcer. Til produktion af 1 kg kul bruges ca. 600 g til selve udvindingen. Hvis man ligeledes regner med en nyttevirkningsgrad på kulkraftværket på 75% og et ledningstab på 10%, kan man groft sagt sige, at 1 kWh forbrugt strøm fra ledningsnettet svarer til 2 kWh primær energi ~ 7,2 MJ primær energi.

Ved beregning af energiforbrug fokuseres på to typer af energi: Primær energi, materiale og Primær energi, proces. Hvor Primær energi, proces svarer til det energiforbrug til produktionsprocesser og transportprocesser, viser Primær energi, materiale den energi, der er bundet i selve materialet, som vil kunne udnyttes ved forbrænding på et affaldsforbrændingsanlæg.

Figur 9.6 Primære energiforbrug for samlet produktsystem

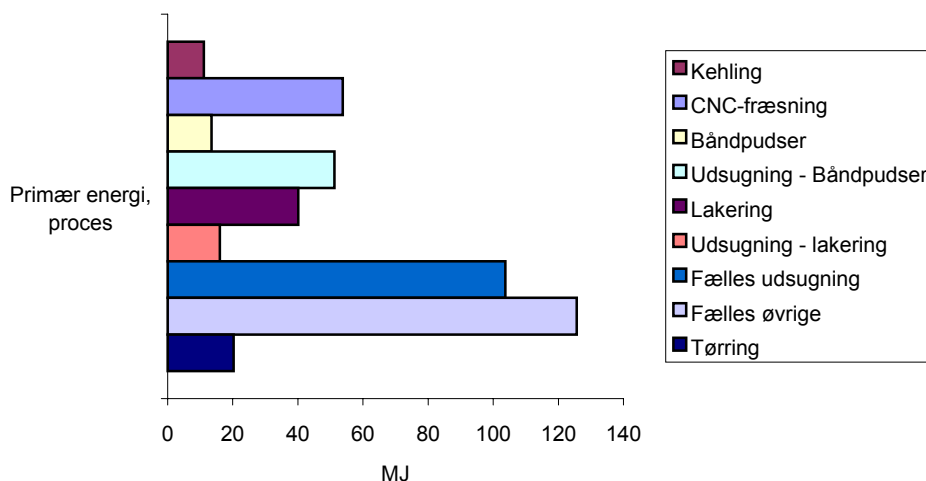


Af figur 9.6, der viser de primære energiforbrug opdelt på de forskellige faser, ses, at de største procesenergiforbrug er knyttet til materiale- og produktionsfasen.

Materialeenergien i materialefasen stammer fra den energi, der er bundet i træet, og som frigøres i produktionsfasen og bortskaffelsesfasen.

Det negative energiforbrug i bortskaffelsesfasen stammer fra forbrændingen af træ, der gennem genvinding af den producerede varme kan substituere brugen af fyringsolie i almindelige fyr placeret i danske ejendomme, der ikke er tilknyttet fjernvarmeanlæg.

Figur 9.7 Primært energiforbrug opdelt på processer i produktionsfasen



I figur 9.7 er procesenergiforbruget opdelt på de enkelte kilder i produktionen. Da ”Fælles øvrige” dækker over flere processer, hvoraf de største er trykluft, hugger, belysning og andet, der hver især har et forbrug, der svarer til mellem 1 og 12% af det samlede forbrug viser figur 9.7, at det største enkelt energiforbrug i produktionen er samlet under udsugning. Det ses også, at energiforbruget til fræsning, udsugning – båndpudser og lakering har betydelige enkeltbidrag.

#### 9.4.2 Normalisering

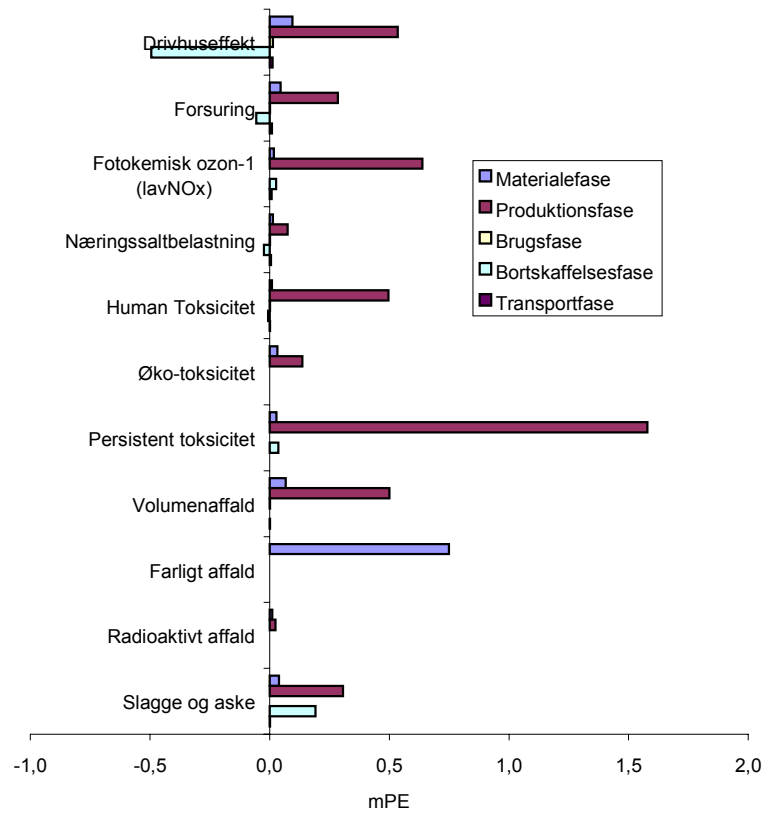
Ved normaliseringen vurderes de miljømæssige bidrag i forhold til, hvad en gennemsnitsborger udleder eller forbruger i løbet af et år. Resultatet opgøres derfor i personækvivalenter (PE), hvor 1 PE svarer til gennemsnitsbelastning pr. borger pr. år. Tallene i de følgende figurer er opgjort som milliPE (mPE), hvor 1 mPE svarer til 0,001 PE.

Da de normaliserede figurer udelukkende viser miljøpåvirkningernes størrelse i forhold til ”baggrundsbelastningen”, kan normaliseringen ikke bruges til at vise, hvilke effekter der er mest væsentlige. Derimod kan de bruges til at illustrere produktets miljømæssige performance i forhold til denne ”baggrundsbelastning”. I den nedenstående gennemgang vil de specifikke grafer ikke blive underlagt en gennemgribende analyse, da denne er valgt foretaget i sammenhæng med præsentationen af de vægtede bidrag/forbrug, der præsenteres i det efterfølgende afsnit.

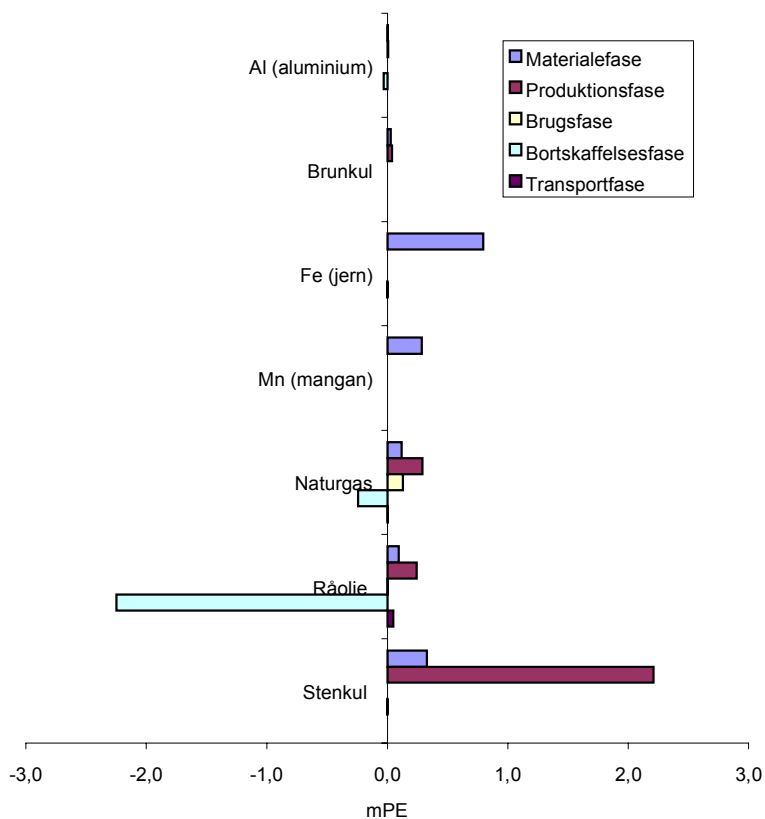
I figur 9.8, der viser de normaliserede potentielle bidrag til de ydre miljøeffekter, ses det, at det største enkeltbidrag kommer fra produktionen af bidrag til persistent toksicitet fra overfladebehandlingsprocesserne i produktionsfasen. Hvis man ser bort fra bidraget til persistent toksicitet, er det også produktionsfasen, der dominerer figuren, dog med undtagelse af bidrag til farligt affald, der stammer fra produktion af stål i materialefasen. De negative bidrag fra bortskaffelsesfasen stammer fra godskrivningen af materialer ved genbrug og energi fra forbrænding af det brugte træ.

Selv om figur 9.8 viser et relativt stort bidrag til persistent toksicitet, repræsenterer dette kun et bidrag, der svarer til ca. 1,6 mPE, hvilket kan oversættes til 1,6 af en gennemsnitsborgers årlige bidrag. Som nævnt tidligere vil væsentligheden af dette bidrag blive diskuteret i vægtningen.

Figur 9.8 Normaliserede miljøeffektpotentialer for samlet produktsystem



Figur 9.9 Normaliserede ressourceforbrug for samlet produktsystem



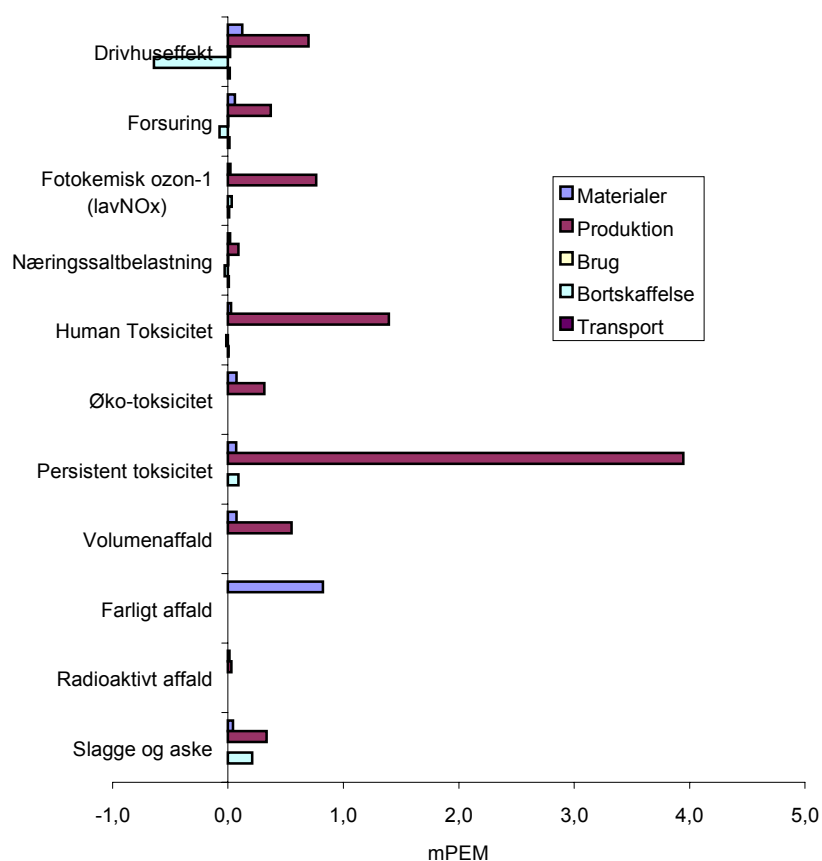
I figur 9.9 er forbruget af ressourcer i produktsystemet blevet relateret til en gennemsnitsborgers årlige forbrug. Her ses det, at de største energiressourcer (kul, olie og naturgas) alle knytter sig til produktionsfasen, hvorimod materialeressourcerne (især jern og mangan) hovedsageligt stammer fra materialefasen, hvor de indgår i stålet.

Igen skyldes de negative forbrug af naturgas og råolie i bortskaffelsesfasen godskrivningen af energi og materialer, hvorved de gøres tilgængelige for andre produkter.

### 9.4.3 Vægtning

I det følgende vil de vægtede miljøprofiler for henholdsvis miljøeffekterne samt ressourceforbruget blive gennemgået. For en beskrivelse af disse effekter, og hvorledes de beregnes og fortolkes, henvises til afsnit 3.

Figur 9.10 Samlet miljøprofil for vægtede miljøeffektpotentialer



Den samlede miljøprofil for de vægtede miljøeffektpotentialer (figur 9.10). Det vurderes, at den væsentligste miljøeffekt er bidraget til persistent toksicitet fra produktionsfasen. Dette bidrag stammer næsten udelukkende fra overfladebehandlingen af træet. Ligeledes stammer en væsentlig del af bidraget til humantoksicitet og fotokemisk ozondannelse fra overfladebehandlingen i denne fase.

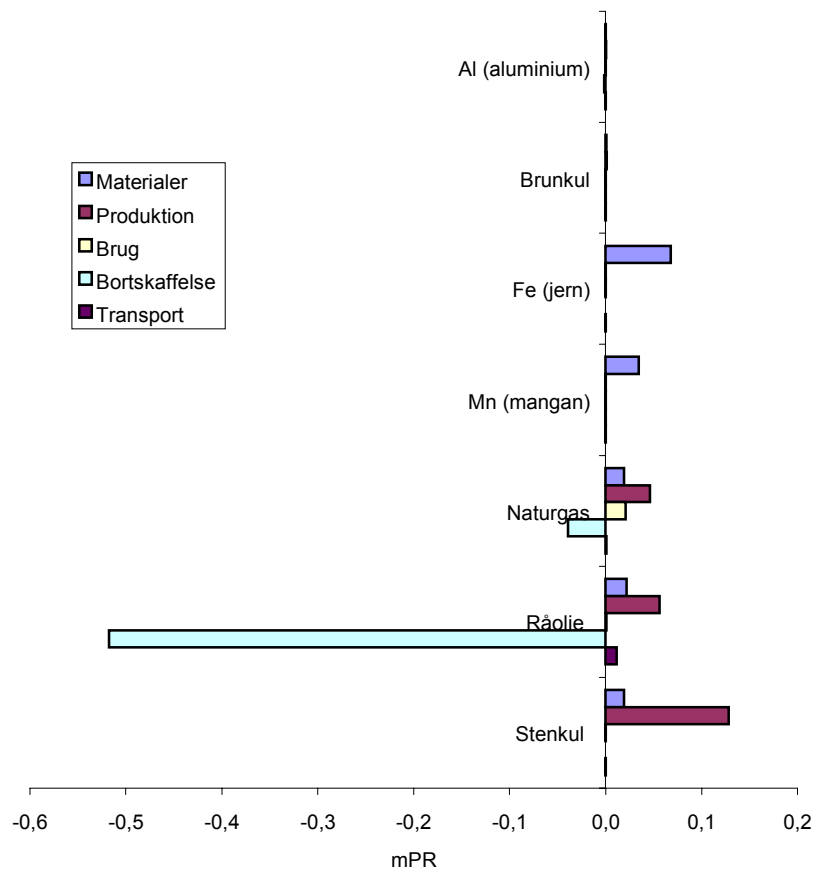
De resterende bidrag fra denne fase skønnes hovedsageligt at stamme fra produktionen af elektricitet.

Bidraget til farligt affald fra produktionen af materialer stammer hovedsageligt fra oparbejdningen af stål, hvorved der produceres ikke uvæsentlige mængder af farligt affald.

I bortskaffelsesfasen er en stor del af de vægtede bidrag negative. Dette skyldes, at de miljømæssige besparelser opnås ved substitution af fyringsolie til opvarmning af boliger.

Bidragene fra brugs- og transportfasen er så små, at de ikke har nogen synlig effekt på den samlede profil.

Figur 9.11 Samlet miljøprofil for vægtede ressourceforbrug



I den vægtede ressourceprofil (figur 9.11) ses, at de fleste faser påvirker den samlede profil. Dette gælder dog ikke for transportfasen, der kun medfører et relativt lille bidrag til forbruget af råolie. Men hvor produktionsfasen, brugsfasen og transportfasen udelukkende har ressourceforbrug tilknyttet produktion af energi også kaldet energiressourcer, som naturgas, råolie og stenkul, har materialefaseen også en del forbrug knyttet til metalliske ressourcer.

I materialefaseen knytter forbruget af jern og mangan sig 100% til produktionen af stål.

Forbruget af energiressourcerne i produktionsfasen knytter sig hovedsageligt til produktion af elektricitet.

Da den bundne energi i træet frigøres og udnyttes i bortskaffelsesfasen, medfører det, at systemet reducerer et forbrug svarende til ca. 0,5 mPR råolie og 0,05 mPR naturgas i andre systemer. Disse systemer kunne være andre produktioner eller private husholdninger tilknyttet fjernvarmeanlæg.

#### 9.4.4 Delkonklusioner

Det væsentligste forbrug af materialeressourcer stammer fra materialefaseen. Disse forbrug kan enten reduceres ved at bruge andre materialer med længere forsyningshorisont eller ved at sikre korrekt bortskaffelse efter endt brug. Ansvaret for korrekt bortskaffelse kan ikke udelukkende overlades til genanvendelsesindustrien, men må oparbejdes gennem en dialog mellem de enkelte producenter eller branchen og bortskaffelsesindustrien. Således kan bortskaffelsesvejene optimeres, og de ikke fornybare ressourcer sikres en længere forsyningshorisont. Ud over dette kan man ved demontering, sortering og genbrug undgå at betale affaldsafgifter, der ikke forventes at blive reduceret i den nærmeste fremtid.

Grundet den uendelige forsyningshorisont på råmaterialet (træ), der er defineret at komme fra bæredygtige skove, vurderes dette forbrug ikke at have nogen effekt på de vægtede ressourceforbrug.

I produktionsfasen er det også overfladebehandlingsprocesserne, der medfører store belastninger. Dette kunne tænkes reduceret ved ændrede produktionsprocesser eller brug af andre produkter, der er mindre belastende. I det ovenstående er der dog ikke taget hensyn til, hvordan andre behandlingstyper vil kunne forandre levetiden for bordet.

I bortskaffelsesprocessen ses betydningen af, at bordet bortskaffes korrekt ved udnyttelse af den bundne energi i træet. Endeligt har transporten ikke vist sig at have nogen synderlig betydning for produktets samlede miljøbelastning.

#### 9.4.5 Alternative modelleringer

I vurderingen er der påpeget adskillige forbedringspotentialer. I de efterfølgende eksempler, der skal bruges til at vurdere mulighederne for at forbedre produktets miljøprofil gennem ændringer i produktet eller dets livsforløb, er valgt følgende fokuspunkter:

- Udskiftning af syrehærdende lak med miljøvenlige alternativer
- Udskiftning af massiv træplade med fineret spånplade
- Substitution af dansk produceret bøg med amerikansk kirsebærtræ.

##### 9.4.5.1 *Behandling af plade med UV-lak*

Der undersøges to alternativer til den oprindelige behandling med syrehærdende grunder og toplak:

1. UV-hærdende grunder og syrehærdende toplak (uændret levetid)
2. UV-hærdende grunder og toplak (uændret levetid)

I de fleste kilder, der er blevet gennemgået med henblik på at fremskaffe data vedrørende lakering med UV-lak, er udelukkende fokuseret på de medfølgende reduktioner af emissioner af VOC'ere til miljøet. Der er således kun fremskaffet en enkelt kilde, der berører andre udvekslinger såsom energiforbrug og produktion af affald.

Ved en gennemgang af kilden "Miljøvurdering og udvikling af et reolsystem" (Miljøstyrelsen, 1998), der specifikt omhandler en vurdering af et reolsystem fra Montana, vil energiforbruget svare til ca. 13 kWh el pr. plade, hvilket er en 10-dobling af de nuværende forbrug i lakafdelingen.

Det er derfor besluttet at se bort fra selve overfladebehandlingsprocessen og udelukkende fokusere på forskellene i emissioner mellem referenceproduktet og de to alternativer. Data for alternativerne er leveret af Akzo Nobel (Møller, Lone, 1999).

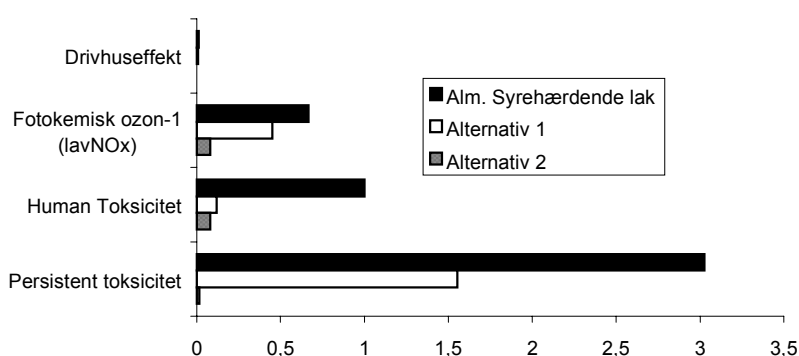
På baggrund af ovenstående er emissionen af farlige stoffer fra overfladebehandlingsprocesserne opstillet i tabel 9.8, idet det antages, at samtlige nævnte stoffer udledes til delmiljøet luft.



**Tabel 9.8 Emission af stoffer fra overfladebehandlingsprocesser ifølge sikkerhedsdatablade pr. funktionel enhed**

Indholdsstof (CAS.-nummer)	Emission
Referenceprodukt	
Butylacetat (123-86-4)	280 g
Propan-2-ol (67-63-0)	62 g
Alternativ 1: UV-grunder samt syrehærdende toplak	
Xylen (	5,8 g
2-propanol/isopropanol	5,8 g
Ethanol	11,5 g
Ethylacetat	5,8 g
Butylacetat	197 g
1-methoxy-2-propylacetat	8,1 g
1-Methoxy-2-propanol	13,9 g
Butanol	31,3
Alternativ 2: UV-grunder samt UV-topcoat	
Butoxypropanol (5131-66-8)	33,6 g

**Figur 9.12 Miljøeffekter fra alternative overfladebehandlinger**



På baggrund af afgrænsningerne viser figur 9.12 at belastningerne fra emissionerne reduceres væsentligt ved indførelse af UV-grunding og syrehærdende top-lak (alternativ 1) og næsten fjernes ved indførelse af 100% UV-lakering (alternativ 2).

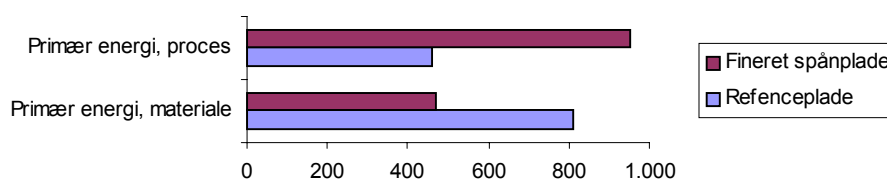
Ved UV-lakering er der dog andre problemer, der ikke er inkluderet i denne vurdering. Disse er for eksempel belastninger på arbejdsmiljøet, hvor UV-lakker, grundet deres allergene egenskaber, skal håndteres anderledes end syrehærdende lakker. Desuden mangler der som tidligere nævnt en vurdering af forskelle i energiforbrug ved de to lakeringsformer.

For en yderligere uddybning af forskelle mellem de to laktyper henvises til kapitel 6 og 7.

#### 9.4.5.2 Fineret spånplade

Ved at se på energiforbruget fra en fineret spånplade contra referenceproduktets plade (figur 9.13), ses, at energiforbruget til produktion af materialer samt selve fineringen af spånpladen sammenlagt har et langt højere energiforbrug end referencepladen. Samtidigt ses, at energiindholdet i materialerne er langt lavere for spånpladen end for den massive plade.

**Figur 9.13 Primær energi referenceplade contra fineret spånplade**



Datamaterialet benyttet i den finerede spånplade vurderes at være behæftet med relativt store usikkerheder, hvorfor denne sammenligning skal bruges med varsomhed, da selv små forskelle i opgørelsesmetoder og dermed også datamaterialet kan påvirke resultatet.

Ovenstående konklusion kan dermed ikke bruges til at vurdere, hvorvidt massive træplader er væsentligt bedre end finerede spånplader. En sådan konklusion kræver bedre data, og resultatet skal sættes i relation til brugs- og designkrav.

#### 9.4.5.3 Amerikansk kirsebærtræ

Ved at udskifte træet med amerikansk kirsebær ændres følgende parametre:

Densiteten af kirsebærtræ er oplyst at være  $570 \text{ kg/m}^3$  mod bøgetræs  $680 \text{ kg/m}^3$ . Da energiforbruget til skovning er oplyst at være en lineær funktion af densiteten, vil skovning af kirsebær være mindre energiforbrugende end skovning af bøg.

Derudover vil transportafstanden være længere, da træet skal transporteres over Atlanterhavet. I denne modellering er den ekstra transportlængde sat til 6000 km med skib, svarende til flyveafstanden New York – Paris.

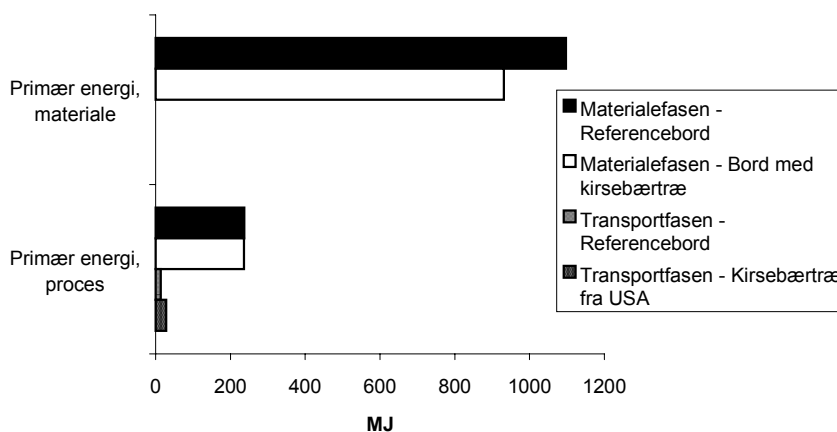
Det ændrede transportsценarie er vist i tabel 9.9.

**Tabel 9.9 Fastsatte transportafstande pr. funktionel enhed ved brug af træart med lavere densitet og længere transportafstand (afrundede værdier)**

Transportled	Transporttype	Afstand	Mængde	Afstand * mængde
Transport af stålkomponenter fra Europa til bordproducent via forarbejdning	Lastbil	800 km	0,8 kg	640 kgkm
Transport af træ fra skov til afskibning	Lastbil	100 km	48,8 kg	4.880 kgkm
Transport af træ fra USA til Europa (producent)	Skib	6000 km	48,8 kg	292.800 kgkm
Transport af plast fra Europa til producent via forarbejdning	Lastbil	800 km	0,7 kg	560 kgkm
Transport af bord fra producent til kunde	Lastbil	100 km	32,4 kg	3.240 kgkm
Transport af bord fra kunde til bortskaffelse	Lastbil	100 km	28,6 kg	2.860 kgkm

Grundet manglende oplysninger er det potentielle reducerede energiforbrug i produktionsfasen ikke inkluderet. Mange af de spåntagende processer kunne estimeres ved brug af densitetsforskelle dog undtaget udsugningen af spåner, hvor densitetssammenhænge ikke er identificeret.

**Figur 9.14 Energiforbrug i materialefasen samt transportfasen ved brug af amerikansk kirsebærtræ**



I figur 9.14, der illustrerer forskellene i energiforbrug i materiale- og transportfasen ved brug af amerikansk dyrket kirsebærtræ, ses det tydeligt, at energiindholdet i materialerne reduceres ved overgang til en træart med lavere densitet, hvorimod procesenergiforbruget i materialefasen næsten er uforandret.

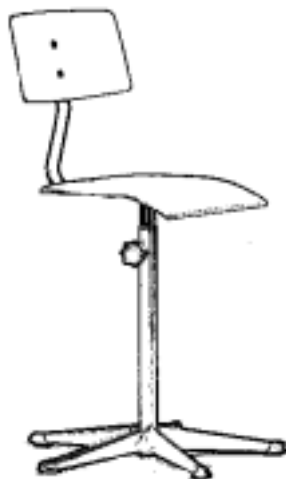
Ved at inkludere 6000 km transport med skib bliver det samlede energiforbrug i transportfasen mere end fordoblet. Belastningen fra transportfasen er dog stadig minimalt i forhold til de resterende faser.

#### 9.4.5.4 *Delkonklusion*

Sammenligning af de alternative modelleringer med referenceproduktet viser, at:

- belastningen fra den benyttede syrehærdende lak ser ud til at kunne reduceres kraftigt ved overgang til specificerede alternativer – i denne konklusion er der dog ikke taget hensyn til ændringer i processen ved investeringer i nyere teknologi. Konklusionen baseres derfor udelukkende på emissioner fra de oplyste opløsningsmidler.
- selv væsentligt ændrede transportscenarier ikke har stor indflydelse på dette produkts samlede miljøprofil.
- ”blødere” træsorter kan påvirke det endelige resultat (reduceret miljøbelastning).
- ved substitution af massiv plade med fineret spånplade ser energiforbruget i materialefasen ud til at blive forøget samtidigt med, at materialernes energiindhold reduceres.

# 10 Stol til undervisningsbrug til kontraktmarkedet



## 10.1 Formål

Formålet med denne vurdering er at vise, hvorledes miljøprofilerne for en stol kan bruges til at påpege, hvor i stolens livsforløb eventuelle miljømæssige forbedringspotentialer er placeret. Udover at se på hele livsforløbet vil det også være muligt at fremhæve, hvilke komponenter/materialer eller faser i stolens livsforløb der er behæftet med de største miljømæssige belastninger.

Vurderingen er også målrettet mod branchen med det formål at illustrere mulighederne ved aktivt at udnytte den produktorienterede miljøtankegang fx som input til et miljøledelsessystem og i særdeleshed livscyklusvurderinger i det daglige arbejde. Eksempelvis kan resultaterne af dette arbejde anvendes til dokumentation af produkternes miljømæssige egenskaber ved udarbejdelse af kundeinformation (miljøvaredeklarationer) eller op mod kriterier i miljømærkeordninger.

Målgruppen for denne vurdering er producenter og andre interessenter i den danske møbelindustri.

## 10.2 Afgrænsning

### 10.2.1 Vurderingens objekt

Stolens primære ydelse er at være egnet som stol til undervisningsbrug. I denne udførelse er:

- stolen ikke polstret
- stolen uden armlæn

Som en del af stolens funktion forudsættes det, at den overholder gældende EN- og ISO produktstandarder for styrke, holdbarhed og stabilitet ISO 7173 og EN 1022. Ifølge standarderne er kravene til levetiden 10 års offentligt brug.

På baggrund af ovenstående er den funktionelle enhed defineret i tabel 10.1

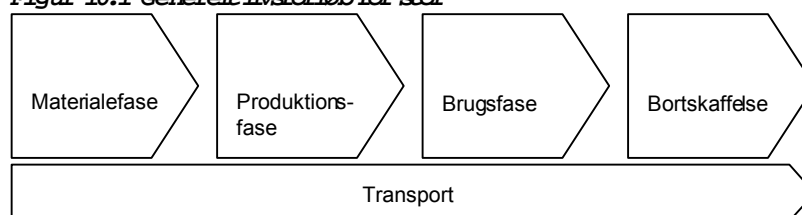
**Tabel 10.1 Funktionel enhed for stol**

Produkt	Kvantitet	Varighed	Kvaliteter
Skolestol til kontraktmarkedet	Siddemøbel til undervisningsbrug	10 år	ISO 7173 og EN 1022

## 10.2.2 Afgrænsning af livsforløbet

En simpel illustration af livsforløbet er vist i figur 10.1

**Figur 10.1 Generelt livsforløb for stol**



### 10.2.2.1 Materiefasen

I materiefasen er følgende processer inkluderet:

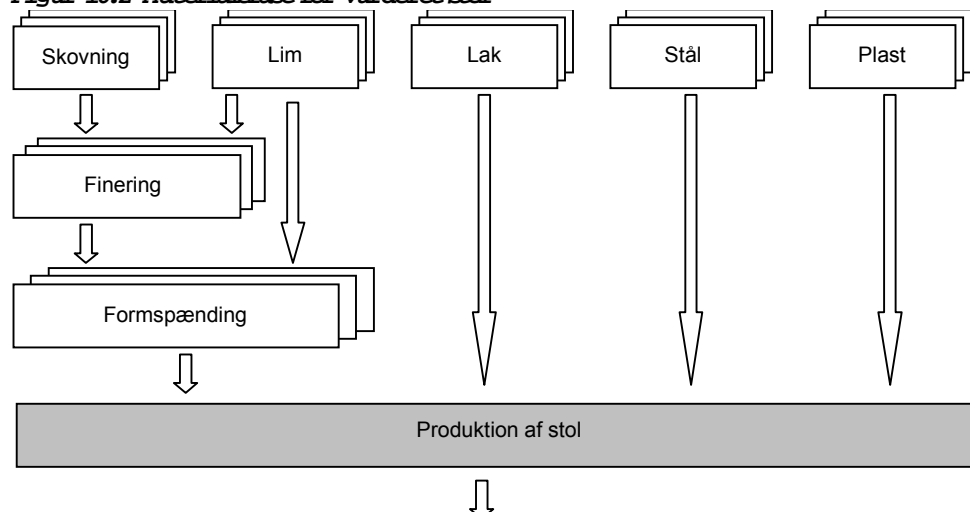
Materialer:

- Limning og faconspænding af finer hos dansk underleverandør
  - Herunder
    - Skovning af dansk bøgetræ
    - Produktion af finer hos dansk underleverandør
    - Produktion af lim
- Produktion af stål
- Produktion af plast

Hjælpematerialer

- Produktion af lak
- Produktion af epoxy

**Figur 10.2 Materialefase for vurderet stol**



Figur 10.2 viser de enhedsprocesser, der er inkluderet i materialefasen. For produktionen af for eksempel plast viser de bagvedliggende kasser, at produktionen af plast er bygget op af en lang række processer. For plast vil nogen af disse være:

- Udvinning af olie
- Raffinering af olie
- Udvinning af naturgas
- Crackning af olie og naturgas
- Produktion af energi (el og termisk)
- Polymerisering af plast

De resterende processer er bygget op på samme måde.

For en grundigere beskrivelse af de enkelte materialer henvises til relevante afsnit vist i tabel 10.2.

**Tabel 10.2 Henvisning til generelle afsnit**

Proces/materiale(r)	Skovning Finer Formspændt finer	Lim Lak	Stål Plast
Afsnit	4 Træ, halvfabrikata og komponenter af træ	6 Lim, overfladebehandlings- og imprægneringsmidler	5 Metal, plast – materialer og processer

Forbruget af materialer ved produktion af stol er vist i tabel 10.3.

**Tabel 10.3 Forbrug af materialer**

Materiale	Mængde	Enhed
Formspændt skrællede fineret bøg	1,08	kg
Stål	7,88	kg
Plast	0,08	kg
Lak til møbler	0,18	kg
Maling til ståldele	0,09	kg

### 10.2.2.2 Produktionsfasen

Møbelproducenten fremstiller og sælger møbler til kontraktmarkedet herunder skoler, institutioner, kontorer, kantiner og konferencecentre både i Danmark og til eksport. I 1997 omsatte virksomheden for 80. mio. kr og beskæftigede ca. 106 medarbejdere på to fabrikker.

Virksomheden har indført formaliseret miljø- og kvalitetsledelse uden at være certificeret efter miljøledelse- og kvalitetsstandarderne ISO 14001/9001. Energianalyser gennemføres med mellemrum. Der udarbejdes løbende ”grønne regnskaber”. Produktudviklingen tager udgangspunkt i virksomhedens produktorienterede miljø- og kvalitetspolitik, hvor bedst mulig anvendelse af menneskelige og materalemæssige ressourcer herunder sundhed og ergonomi spiller en afgørende rolle.

I virksomhedseksemplet indkøbes råvarer og hjælpematerialer fra forskellige leverandører. Indkøbte træmaterialer kommer fra danske leverandører herunder faconspænd til stole, spånplader og finér til borde. Stålrør og stålplader indkøbes fra europæisk leverandør. Plastkomponenter og øvrige hjælpematerialer som lim, lak og epoxypulver m.m. indkøbes fra dansk leverandør, hvor flere råvarer kan være fremstillet i andre europæiske lande.

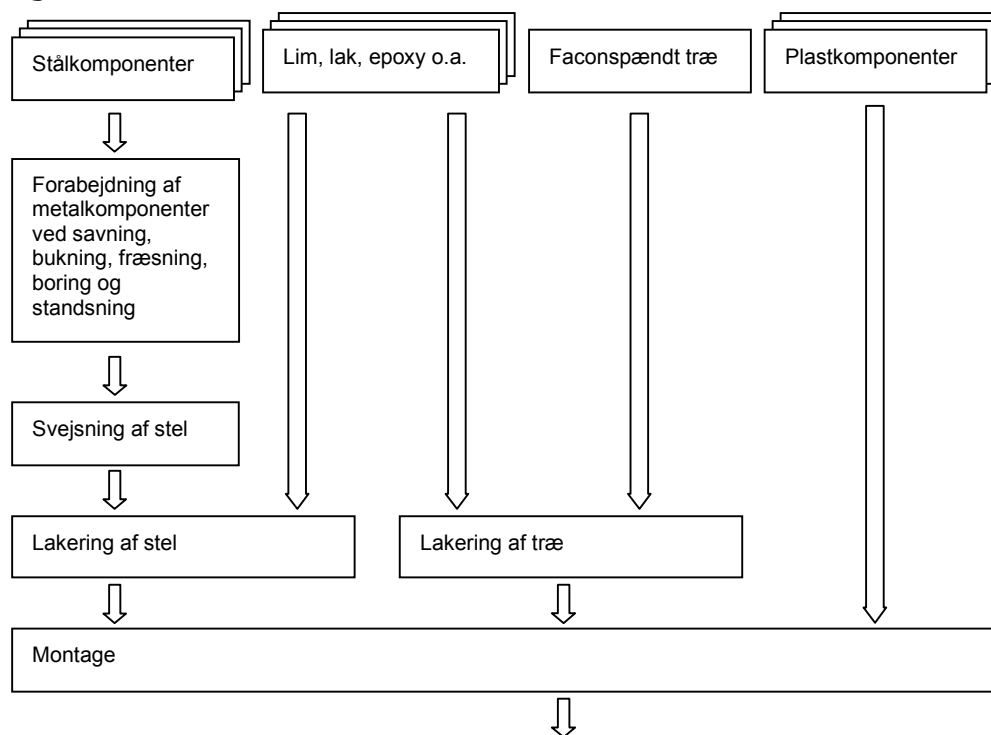
På fabrikken bearbejdes metalmaterialer ved hjælp af både traditionel- og computerstyret teknologi. Fra metalforarbejdning affedtes stålstellet i et jernfosfateringsanlæg med efterfølgende tørring og automatisk påføring af pulvere epoxy. Afhærdede stålstel transporteres til lager og montageafdeling.

Indkøbte faconspændte emner til sæde og ryg overfladebehandles med lak i sprøjteboks inkl. mellemslibning.

Afhærdede stålstel og faconspændte emner transporteres til lager og montage, hvor stolen samles og transporteres til kunde

Produktionsfasen er illustreret i figur 10.4.

**Figur 10.4 Produktionsfase for stol**



Hovedparten af datagrundlaget benyttet til denne fase stammer fra dataindsamlinger og målinger foretaget hos producent i 1996 og bearbejdet af Teknologisk Institut, Træteknik i samarbejde med Institutet for Produktudvikling, IPU. Data vedrørende emissioner fra overfladebehandling stammer fra udleverede leverandørbrugsanvisninger.

Tabel 10.4 Komponentliste for stol

Emne			Materiale/komponent				
Nr.	Antal	Navn	Navn	Enhed	Mængde	Materiale inkluderet i vurdering	Fremstillingsproces inkluderet i vurderingen
1.	1	Stol B.U.					
1.2	1	Stål					
			Møtrik	g	15	ja	nej
			Forstærkningsrør/ bundrør/stålrør	g	818	ja	nej
			Spc. rør/toprør	g	385	ja	nej
			Frostrør/skråkile	g	310	ja	nej
			Sædekonsol, top	g	744	ja	nej
			Sædekonsol, bund	g	333	ja	nej
			Pladekile	g	77	ja	nej
			Fod, stor	g	1190	ja	nej
			El-forzinket top	g			
			Ryg	g	1111	ja	nej
			Fladjern	g	1350	ja	nej
1.3	1	Overdel					
			Sæde, bølgefiner	g	670	ja	ja
			Ryg, bølgefiner	g	407	ja	ja
			Lim	g		nej	ja
1.4.1	1	Overfladebehandling metalstel					
			Pulverepoxy	g	90	nej	ja
			Affedtningsmiddel	g		nej	ja
1.4.2	1	Overfladebehandling, trædele					
			Lak	g	180	nej	ja
			Fortynder	g		nej	ja
			Hærder	g		nej	ja
1.5	1	Montage					
			Plastskive, PA6	g	90	ja	nej
			Møbelhoved, stål	g	10	ja	nej
			Bøsning, PA6	g	15	ja	nej
			Bøsninger/skiver stål	g	65	ja	nej
			Håndhjul, stål	g	58	ja	nej
			Højdelabel	g	2	nej	nej
			Dupsko, PA6	g	55	ja	nej
1.6	1	Emballage					
			Genbrugstæpper	stk	1	nej	nej

På baggrund af ovenstående tabel 10.4 er den primære materialefordelingen af stolen som følger:

- 6466 g stål
- 1077 g træ
- 76 g plast

Ifølge informationer fra producenten bliver der i forbindelse med produktionen ikke produceret nævneværdige mængder af træ-, plastaffald eller affald fra overfladebehandlingen af stoledelene. Derfor er disse ikke opgjorte for denne fase.

Ved lakerings- og maleprocesserne er 100% af emissionerne tilskrevet denne fase.

Ved lakering af træ er miljøpåvirkningerne dels beregnet på baggrund af informationer fra producenten og dels på baggrund af indholdsstoffer indhentet via sikkerhedsdatablade fra producenterne af lak.



Emissioner forbundet med overfladebehandling med epoxyulver er ikke inkluderet i opgørelsen.

Da indholdet af mærkningspligtige farlige stoffer som regel er angivet i intervaller, er der i dette arbejde valgt at anføre de maksimale værdier. Dette medfører uundgåeligt, at indholdet af stoffer ofte vil overstige 100%, men denne fejl vurderes at være i overensstemmelse med forsigtighedsprincippet, hvor stofferne vurderes efter et "worst-case"-scenarie.

På baggrund af ovenstående er emissionen af farlige stoffer fra overfladebehandlingsprocesserne opstillet i nedenstående tabel, idet det antages, at samtlige nævnte stoffer udledes til delmiljøet luft.

**Tabel 10.5 Emission til luft af stoffer fra overfladebehandlingsprocesser ifølge sikkerhedsdatablade pr. funktionel enhed**

Indholdsstof	Emission
Butylacetat	152 g
2-propanol	41 g
1-methoxy-2-propanol	15 g
Xylen (alle isomerer)	35 g
Ethylalkohol	15 g
Ethanol	6 g
Ethylacetat	3 g

Følgende affaldsmængder pr. funktionel enhed er opgjort:

1,410 kg ståloffald - tilskrevet bearbejdning af stål

0,025 kg tungmetalholdigt slam - tilskrevet overfladebehandling af stålelementer

0,520 kg tungmetalholdigt støv - tilskrevet overfladebehandling af stålelementer

#### 10.2.2.3 Brugsfasen

Ved almindelig brug af stolen antages det, at stolen gøres rent med varmt vand. Ligeledes er det totale forbrug af vand gennem hele brugsfasen til aftørring sat til 100 liter. Der bruges alm. vandværksvand tappet ved 10° C og opvarmet til 40° C. Vandet er opvarmet ved brug af naturgas.

Ud over den daglige/ugentlige rengøring er det også oplyst, at man kan regne med at fodens dubsko skal udskiftes én gang under livsforløbet. Dette medfører, at brugsfasen tilskrives 55 g PA til ekstra dubsko.

#### 10.2.2.4 Bortskaffelsesfasen

Når stolen bortskaffes om 10 år, forudsættes, at stolen demonteres således, at trædelen forbrændes med energiindvinding, dvs. produktion af fjernvarme. Denne producerede energi vil således substituere energi produceret ved afbrænding af fossile brændsler i et almindeligt oliefyr.

Det antages, at 50% af stålet sendes til genbrug og derfor vil kunne substituere brugen af primært stål. De resterende 50% ryger med trædelen til forbrænding, hvor det ender som terminalt affald sammen med slaggen. I de alternative modelleringer vil en forøgelse af genbrugsandelen blive vurderet.

Demontage af stol er ikke inkluderet. Grundet stolens enkle design vurderes en demontage ikke at være af nogen betydning for den samlede vurdering.

#### 10.2.2.5 Transportfasen

I livsforløbet er der en lang række transportfaser. Nogle af disse er:

- transport af skovet træ til produktion af finer
- transport af materialer og halvfabrikata til producent af stole
- transport af færdigt produkt til kunde
- transport af udtjent produkt til affaldsbehandling

Disse enkelte transportled vises samlet i transportfasen for at kunne vurdere transportens betydning for stolens miljøprofil.  
Alle materialer forudsættes at blive transporteret med lastbil.

De fastsatte transportafstande er vist i tabel 10.6.

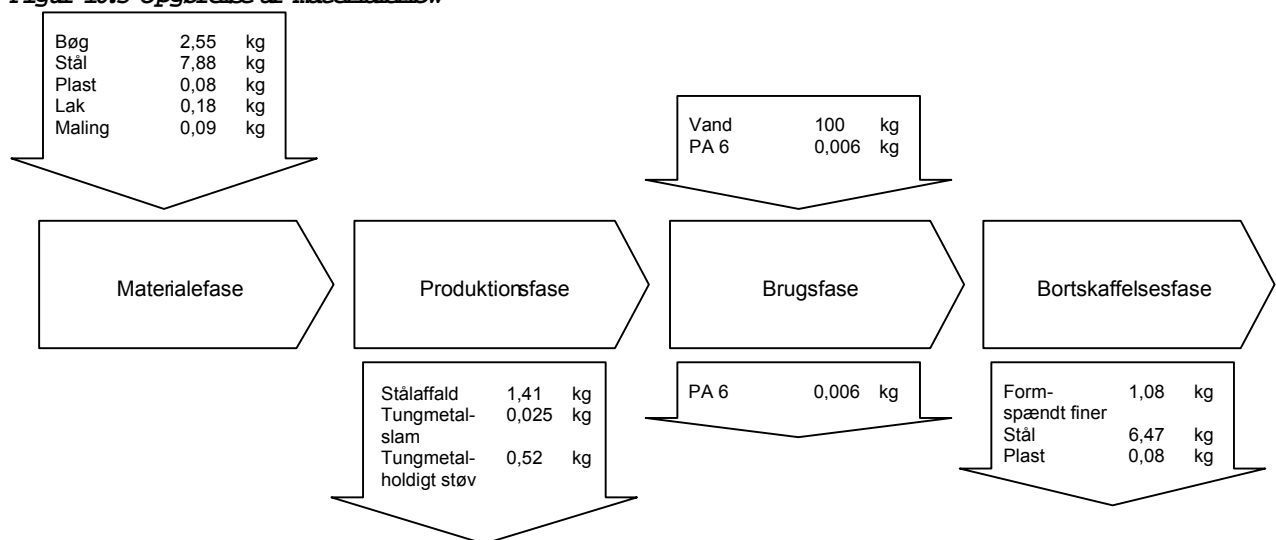
**Tabel 10.6 Fastsatte transportafstande pr. funktionel enhed (afrundede værdier)**

Transportled	Afstand	Mængde	Afstand * mængde
Transport af stålkomponenter fra Europa til stoleproducent via forarbejdning	800 km	6,5 kg	5200 kgkm
Transport af træ fra skov til stoleproducent	300 km	1,1 kg	330 kgkm
Transport af stol fra stoleproducent til kunde	100 km	7,9 kg	790 kgkm
Transport af stol fra kunde til bortskaffelse	100 km	7,9 kg	790 kgkm
Total			7110 kgkm

### 10.3 Opgørelse

Opgørelse af materialeflow er vist i tabel 10.5 og er baseret på produktinformationer fra producent og baseret på ovenstående afgrænsning.

**Figur 10.5 Opgørelse af materialeflow**



Opgørelsen for transportfasen er vist i tabel 10.6 under afgrænsning.

#### 10.3.1 Præsentation af datakilder og deres repræsentativitet

Nedenstående tabel præsenterer de i modelleringen benyttede data og deres repræsentativitet for det egentlige produktsystem.

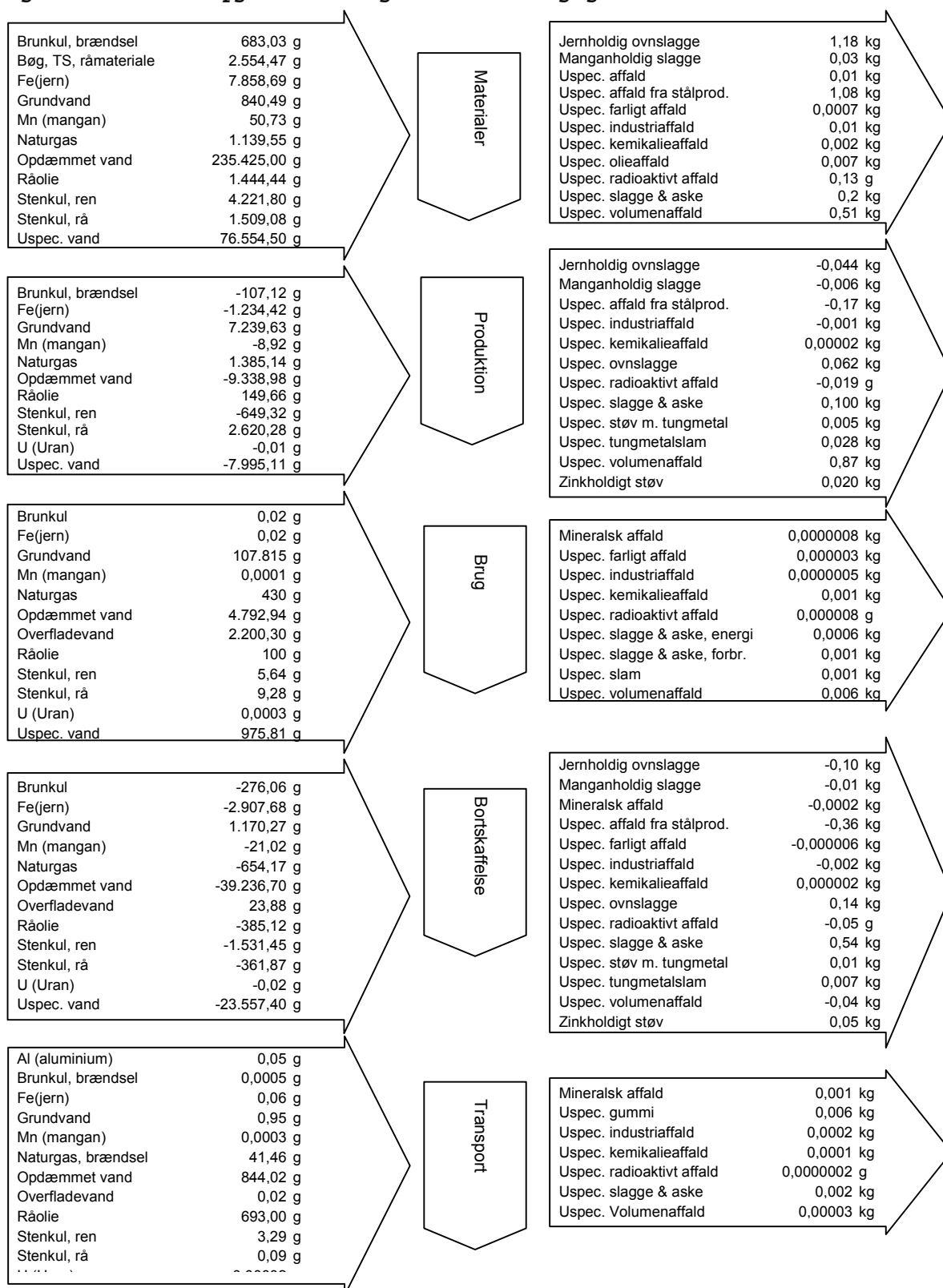
Tabel 10.7 Datas repræsentativitet for livsforløbet

Materiale	Navn på benyttet enhedsproces	Repræsentativitet
<b>Materialefasen</b>		
Ståldele	Stålplade (89% primær)	Samme materiale, men databasen indeholder ikke data for forarbejdning af de specifikke komponenter (rør, møtrikker og andet). Forarbejdning er derfor ikke inkluderet.
Plastdele	Plast, PA	Samme materiale, men databasen indeholder ikke data for produktion af de specifikke komponenter.
Lak	Lak til møbler	Samme type materiale. Indsamlet data fra branchen udarbejdet på baggrund af gennemsnitlige data for produktion af møbellak. Data indeholder udelukkende informationer vedr. energiforbrug og vandforbrug. Ressourceforbrug ikke inkluderet. Emissioner fra påsmøring tilføjes selve lakeringsprocessen.
Plade af fineret bøg	Formspændt skrællet fineret bøg	Samme materiale og proces. Data indsamlet fra producenter og dennes underleverandør. Data for hjælpestoffer, se lak.
Pulverepoxy	Pulver epoxy	Samme type materiale. Indsamlet data fra branchen udarbejdet på baggrund af gennemsnitlige data for produktion af møbellak. Data indeholder udelukkende informationer vedr. energiforbrug, vandforbrug og emissioner fra påsmøring. Ressourceforbrug ikke inkluderet.
<b>Produktionsfase – processer</b>		
Lakering af træ	Lakering af træ	Proces modelleret på baggrund af informationer fra producent. Emissioner fra lak tilføjet
Svejsning af metaldele	Svejsning	Proces modelleret på baggrund af informationer fra producent.
Bukning af metaldele	Bukning	Proces modelleret på baggrund af informationer fra producent.
Montage af forarbejdede dele	Montage	Proces modelleret på baggrund af informationer fra producent.
Overfladebehandling af stålstel	Overfladebehandling af stålstel	Proces modelleret på baggrund af informationer fra producent.
<b>Produktionsfase – bortskaffelsesprocesser</b>		
Ståloffald	Stålplade (genbrug 90,5%)	Samme materiale. Processen illustrerer, at nærværende produktsystem leverer materialet tilbage i samme stand, som det blev modtaget.
	Stålplade (89% primær)	Samme materiale. Processen illustrerer, at nærværende produktsystem bliver godskrevet for den mængde, der leveres tilbage til genbrugspuljen ( $f_{skrif} = f_{ny}$ ).
Slam med tungmetaller	Uspec. Tungmetalslam	Samme materiale. Beregnes som farligt affald
Støv m. tungmetal	Uspec. Støv m. tungmetal	Samme materiale. Beregnes som farligt affald
<b>Brugsfase</b>		
Varmt vand til rengøring	Dansk vandværksvand samt naturgas ved fyring <1MW	Samme materiale. Naturgasforbrug beregnet ved virkningsgrad på 75% og en nedre brændværdi på 48,8 MJ/kg (Miljøstyrelsen, 1996).
Dubsko	Plast, PA	Samme materiale, men databasen indeholder ikke data for produktion af de specifikke komponenter
<b>Bortskaffelsesfase</b>		
Forbrænding af plastdele	Affaldsforbrænding, PA	Samme materiale og proces.
Forbrænding af træ	Affaldsforbrænding, Træ	Samme materiale og proces.
Omsmelting af ståldele	Stålplade (genbrug 90,5%)	Samme materiale. Processen illustrerer, at nærværende produktsystem leverer materialet tilbage i samme stand, som det blev modtaget
Godskrivning af omsmeltet stål	Stålplade (89% primær)	Samme materiale. Processen illustrerer at nærværende produktsystem bliver godskrevet for den mængde, der leveres tilbage til genbrugspuljen ( $f_{skrif} = f_{ny}$ ).
Godskrivning af energi indvundet ved forbrænding af plast og træ	Naturgas ved fyring <1MW	Processen illustrerer at den indvundne energi ved forbrænding af plast og træ substituerer produktion af varme i almindeligt parcelhus ved forbrænding af naturgas (virkningsgrad sat til 75%).
<b>Transportfase</b>		
Transport	Lastbil 3,5 – 16 t diesel, landevej	Antaget. Ingen transporttype oplyst af producent.

### 10.3.2 Beregnede opgørelser

På baggrund af afgrænsningen er opgørelsen for det totale livsforløb vist i figur 10.5.

Figur 10.6 Termineret opgørelse af udvalgte ressourceforbrug og affaldsfraktioner



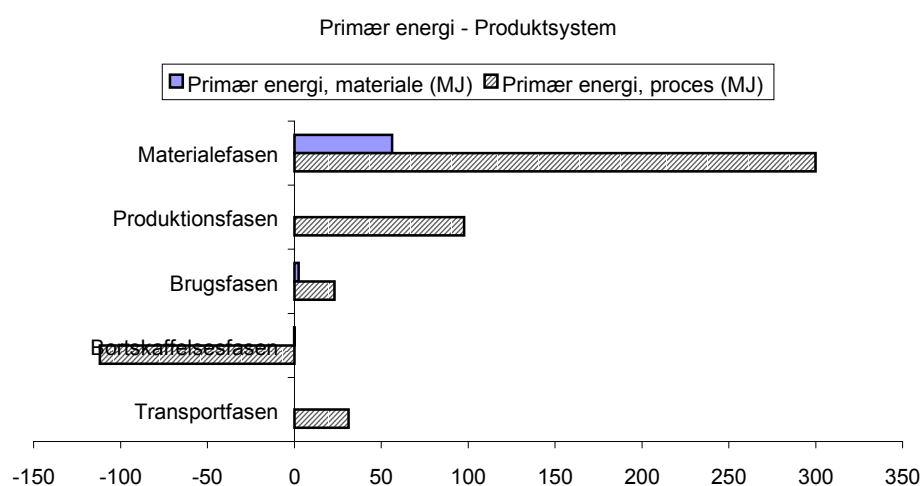
## 10.4 Vurdering

### 10.4.1 Beregnede energiforbrug

Det beregnede energiforbrug er beregnet som primær energi. Med primær energi ses der ikke kun på det energiforbrug, der for eksempel kan måles ved den enkelte maskine, men der tages også hensyn til ledningstab, nyttevirkningsgrad ved energifremstilling og energiforbruget ved udvinding og forarbejdning af energiresourcer. Til produktion af 1 kg kul bruges ca. 600 g til selve udvindingen. Hvis man ligeledes regner med en nyttevirkningsgrad på kulkraftværket på 75% og et ledningstab på 10%, kan man groft sagt sige, at 1 kWh forbrugt strøm fra ledningsnettet svarer til 2 kWh primær energi ~ 7,2 MJ primær energi.

Ved beregning af energiforbrug fokuseres på to typer af energi: Primær energi, materiale og Primær energi, proces. Hvor primær energi, proces svarer til det energiforbrug til produktionsprocesser og transportprocesser, viser primær energi, materiale den energi, der er bundet i selve materialet, som vil kunne udnyttes ved forbrænding på et affaldsforbrændingsanlæg.

Figur 10.7 Primære energiforbrug for samlet produktsystem



Af figur 10.6, der viser de primære energiforbrug opdelt på de forskellige faser, ses det ikke overraskende, at de største energiforbrug er knyttet til materialefasen. Her er det især produktionen af stål, der står for langt den overvejende del af forbruget (ca. 90%). Det primære energiforbrug bundet i materialer stammer næsten udelukkende fra trækomponenterne.

Energiforbruget i produktionsfasen stammer hovedsageligt fra overfladebehandlingen af metaldelene. Det reelle samlede energiforbrug i denne fase er egentligt en del større, men grundet godskrivningen af stålfraktionen, der sendes til genbrug, godskrives ca. 30 MJ primær energi i denne fase.

Grundet usikkerheder er det ikke muligt at differentiere mellem energiforbruget i brugsfasen og transportfasen, men hvor transportfasen udelukkende bruger energi til forbrænding i dieselmotorer (procesenergi), stammer energiforbruget i brugsfasen både fra dubskoene (materialeenergi) og opvarmning af vand i naturgasfy (procesenergi).

Det negative energiforbrug i bortskaffelsesfasen stammer fra godskrivning af omsmeltet stål, der kan genbruges i andre produktsystemer og derved reducere brugen af primære materialer og forbrændingen af træ- og plastdelene, der gennem genvinding af den producerede varme kan substituere naturgas i almindelige fyr placeret i danske ejendomme, der ikke er tilknyttet fjernvarmeanlæg.

I denne modellering er det forudsat, at 50% af metalkomponenterne i stolen genbruges. Altså ender 3,2 kg af stålet i terminalt deponi. Hvis alt stålet kunne genbruges, ville man kunne godskrive ca. 90 MJ primær energi yderligere ved substitution af primære ressourcer.

#### 10.4.2 Normalisering

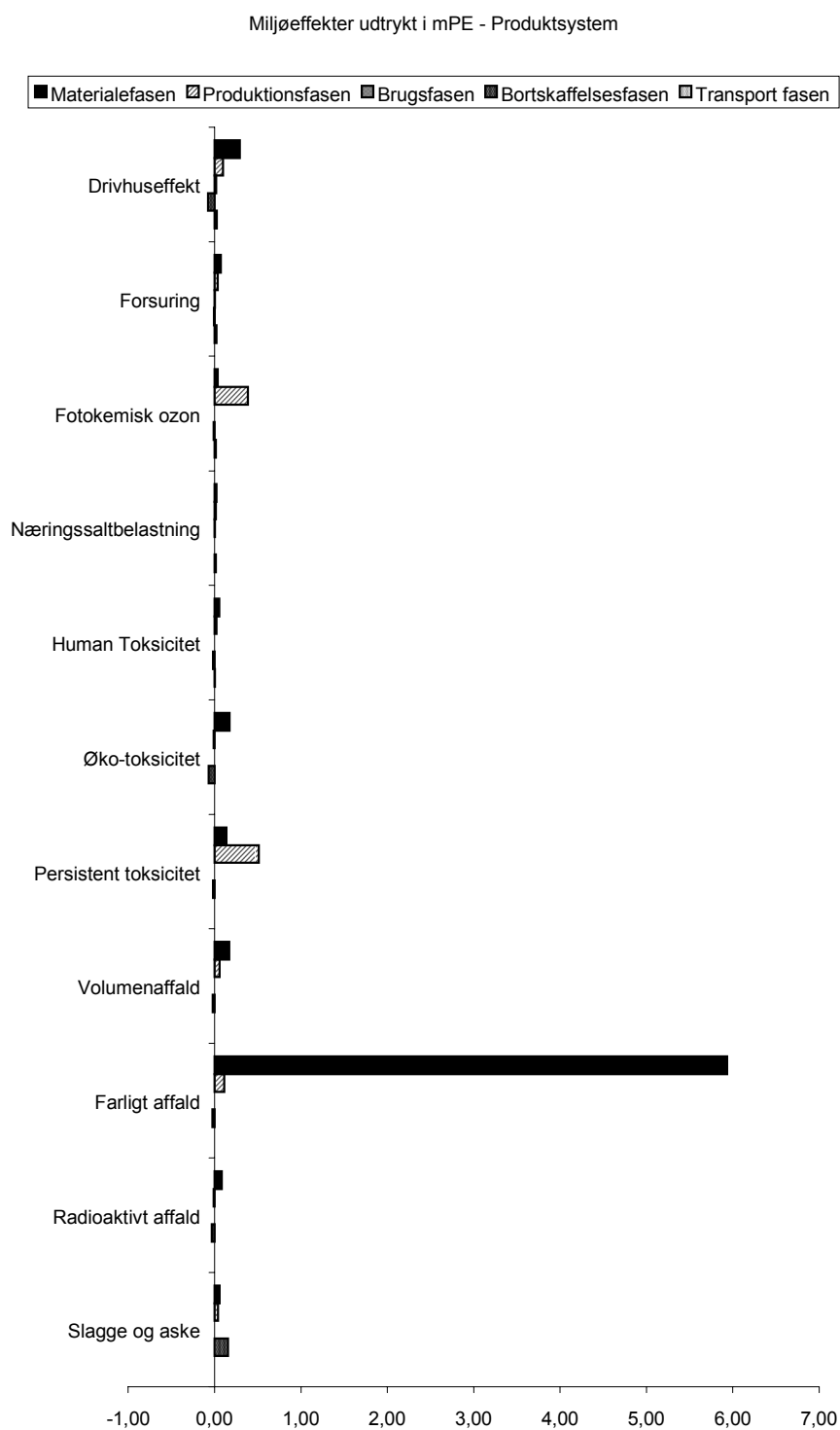
Ved normaliseringen vurderes de miljømæssige bidrag i forhold til, hvad en gennemsnitsborger udleder eller forbruger i løbet af et år. Resultatet bliver derfor opgjort i personækvivalenter (PE), hvor 1 PE svarer til gennemsnitsbelastning pr. borger pr. år. Tallene i de følgende figurer er opgjort som milliPE (mPE), hvor 1 mPE svarer til 0,001 PE.

Da de normaliserede figurer udelukkende viser miljøpåvirkningernes størrelse i forhold til ”baggrundsbelastningen”, kan normaliseringen ikke bruges til at vise, hvilke effekter der er mest væsentlige. Derimod kan de bruges til at illustrere produktets miljømæssige performance i forhold til denne ”baggrundsbelastning”. I den nedenstående gennemgang vil de specifikke grafer ikke blive underlagt en gennemgribende analyse, da denne er valgt foretaget i sammenhæng med præsentationen af de vægtede bidrag/forbrug, der præsenteres i det efterfølgende afsnit.

I figur 10.7, der viser de normaliserede potentielle bidrag til de ydre miljøeffekter, ses det, at det største enkeltbidrag kommer fra produktionen af farligt affald fra produktionsfasen. Hvis man ser bort fra det farlige affald, er det også materialefasen, der dominerer disse undtagen bidrag til fotokemisk ozon samt persistent toksicitet samt slagge og aske. De store bidrag til fotokemisk ozon og persistent toksicitet stammer begge fra produktionsfasen, hvor produktionen af slagge og aske stammer fra bortskaffelsesfasen.

Selv om figur 10.7 viser et relativt stort bidrag til produktionen af farligt affald, repræsenterer dette kun et bidrag, der svarer til ca. 6 mPE, hvilket kan oversættes til 6 % af en gennemsnitsborgers årlige bidrag. Som nævnt tidligere vil væsentligheden af dette bidrag blive diskuteret i vægtningen.

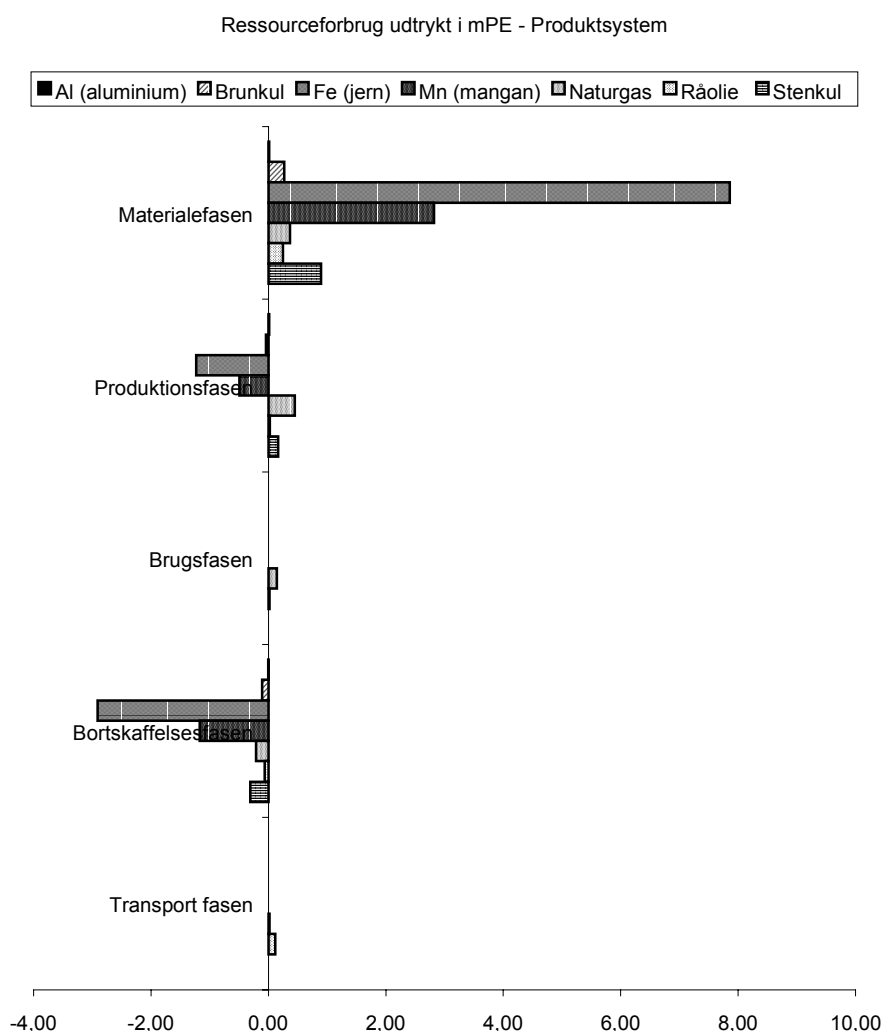
Figur 10.8 Normaliserede miljøeffektpotentialer for samlet produktsystem



I figur 10.8 er forbruget af ressourcer i produktsystemet blevet relateret til en gennemsnitsborgers årlige forbrug. Her ses det ikke overraskende, at det igen er materialefasen, der er den mest belastende fase. Dette skyldes, at det som regel er her, at det meste af selve ressourceforbruget foregår, samt at disse processer som regel også er de mest energitunge og dermed medfører store forbrug af energiressourcerne: kul, olie og gas.

Figuren viser også, at produktsystemet, ved at gøre de brugte materialer tilgængelige for andre produkter (genbrug), opnår en samlet besparelse af ressourcerne. Hovedtanken bag dette er, at man ved sørge for korrekt bortskaffelse af materialer o.a. leverer de materialer tilbage i samme stand, som man modtog dem i. For produkter samt materialer, som sendes til forbrænding med indvinding af den frigivne energi, kan denne udnyttes til almindelig opvarmning, hvorved kan spares et forbrug af fossile brændsler til opvarmning.

**Figur 10.9 Normaliserede ressourceforbrug for samlet produktsystem**

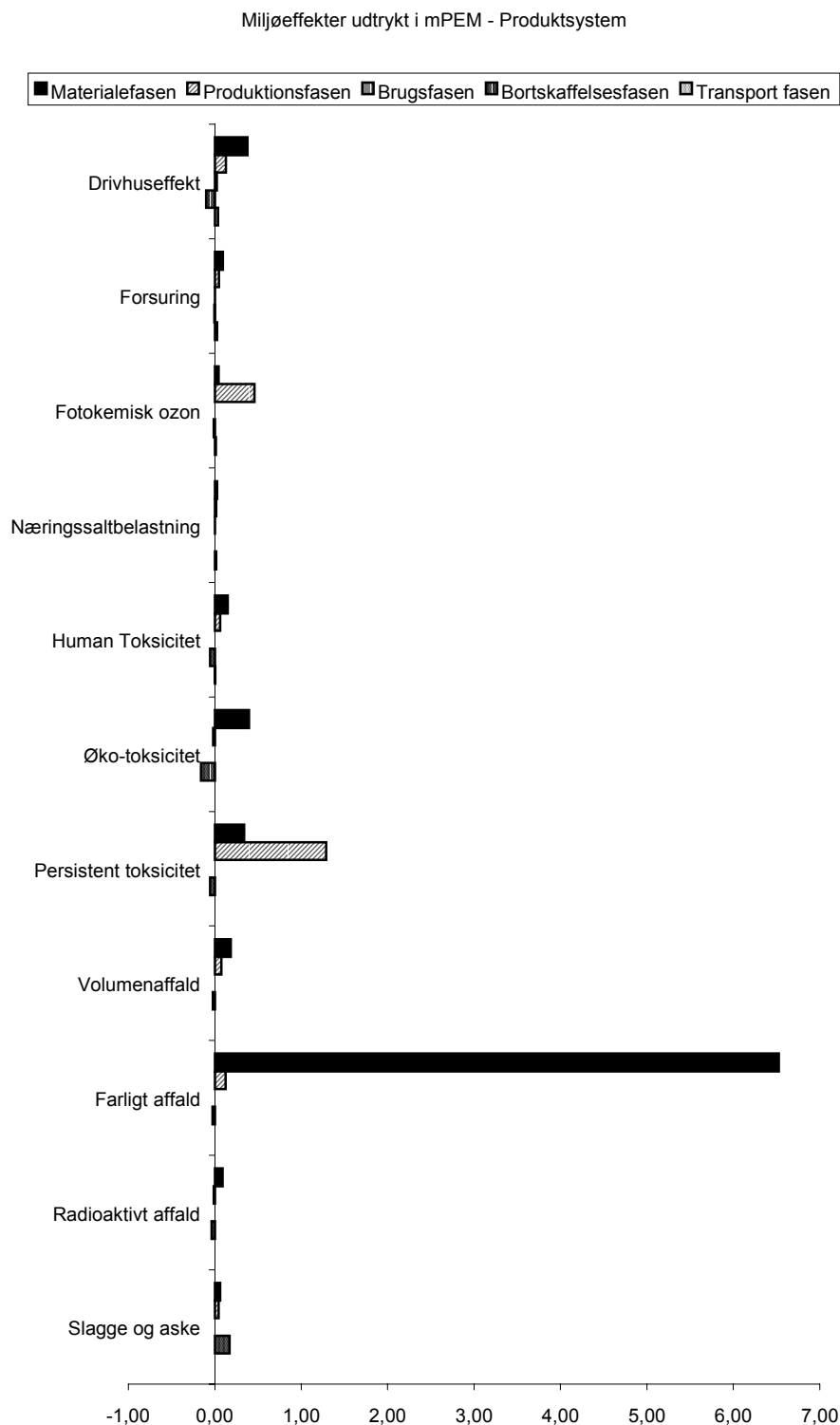


### 10.4.3 Vægtning

I det følgende vil de vægtede miljøprofiler for henholdsvis ressourceforbruget og miljøeffekterne blive gennemgået. For en beskrivelse af disse effekter, og hvorledes de beregnes og fortolkes, henvises til afsnit 3.



Figur 10.10 Samlet miljøprofil for vægtede miljøeffektpotentialer

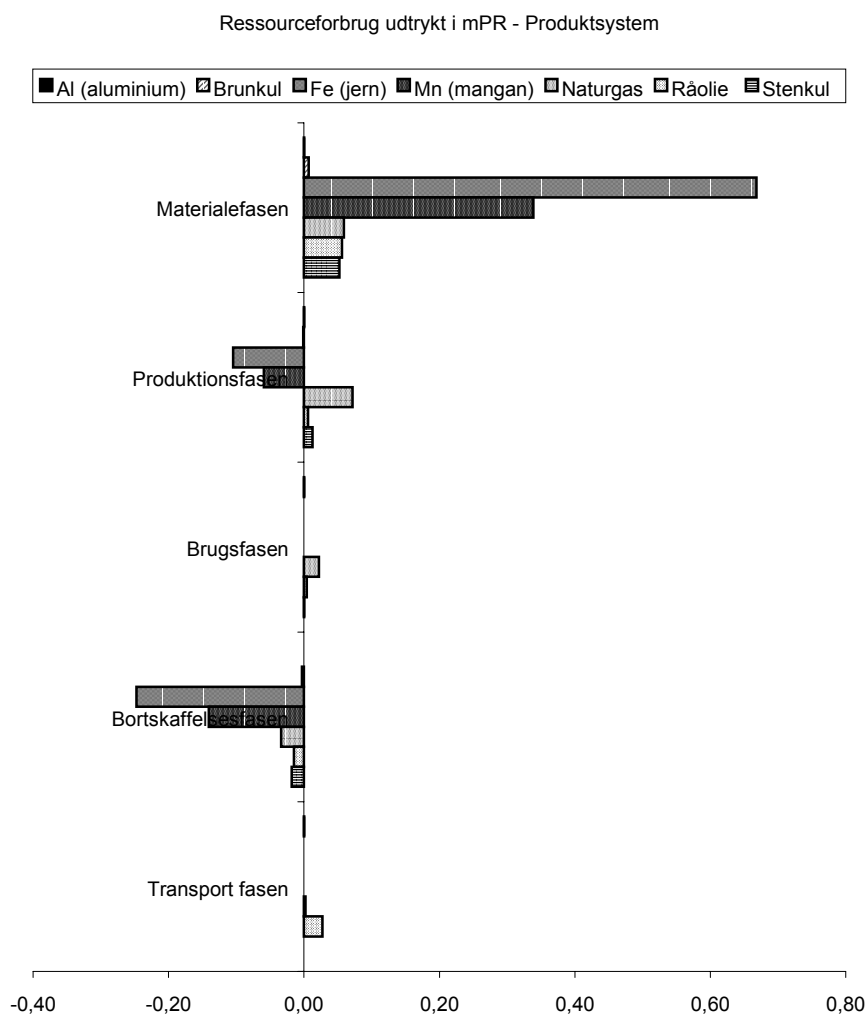


Den samlede miljøprofil for de vægtede miljøeffektpotentialer viser, at den mest væsentlige miljøeffekt vurderes at være produktionen af farligt affald. Fra materialefasen stammer denne fra produktionen af stål, der også er den største bidragsyder til de samlede effekter i denne fase.

I profilen ses det også, at bidragene fra brugsfasen og transportfasen er så små, at de ikke kan ses af profilen. At disse to faser ikke viser nogen bidrag, er altså ikke ensbetydende med, at der ikke er nogen miljøpåvirkning blot, at bidragene er så små, at de ikke fremtræder.

Som tilfældet var med det primære energiforbrug, har bortskaffelsesfasen negative bidrag til de fleste miljøeffekter. Dette gælder dog ikke for produktionen af slagge og aske, der stammer fra forbrændingen af plast, træ og stål.

Figur 10.11 Samlet miljøprofil for vægtede ressourceforbrug



Som for energiforbruget og miljøeffekterne ses af figur 10.10, der viser de vægtede ressourceforbrug for det samlede produktsystem, at det er materialefasen, der karakteriserer ressourceforbrugene. Her er det især forbruget af jern og mangan til produktionen af stål, der dominerer. Tilsvarende ses negative forbrug af begge disse ressourcer ved godskrivningen af stål fra produktionen af affald i produktionsfasen og bortskaffelsesfasen.

Forbruget af stenkul i materialefasen knytter sig udelukkende til produktionen af energi, hvorimod forbruget af naturgas og råolie for ca. 3-4% vedkommende knytter sig til materialer (plast).

Forbruget af naturgas i produktionsfasen og brugsfasen stammer begge fra produktionen af termisk energi (varme), hvor forbruget af råolie i transportfasen udelukkende stammer fra dieselolie forbrændt i lastbil.

De negative forbrug af energiressourcer (naturgas, råolie og stenkul) i bortskaffelsesfasen stammer alle fra godskrivningen af energiforbrug ved forbrænding af træ og plast samt godskrivning af stål.

#### 10.4.4 Delkonklusioner

Det væsentligste forbrug af materialer stammer fra produktionen af stål, hvor det er valgt at bruge 90% primære materialer. En reduktion af dette forbrug ville derfor kræve, at der findes alternative materialer til at udfylde stålets funktioner. Alternativt må det sikres, at stålkomponenterne efter brug kan demonteres og sendes til genbrug. Ansvar for korrekt bortskaffelse kan derefter overlades til genanvendelsesindustrien, men en dialog med de enkelte producenter af møbler eller branchen vil kunne sikre, at bortskaffelsesvejene optimeres således, at de ikke fornybare ressourcer sikres en længere forsyningshorisont. Ud over dette kan man ved demontering, sortering og genbrug undgå at betale eventuelle affaldsafgifter, der ikke forventes at blive reduceret i den nærmeste fremtid.

Som med ressourceforbrugene er de største energiforbrug knyttet til stål. Igen henvises til demontering af det udtjente produkt. Med hensyn til produktionsfasen er det især overfladebehandlingen af metaldelene, der dominerer profilen.

Rent toksikologisk ser kemikalieforbruget i produktionsfasen ud til at influere på den opstillede miljøprofil. I produktionsfasen er der en ikke uvæsentlig produktion af farligt affald fra overfladebehandlingen af staldelene, som producenten kunne rette sit fokus mod.

### 10.5 Alternative modelleringer

Ovenstående modellering af livsforløbet for stolen, fremover kaldet referenceproduktet, medfører, at man kan opstille nogle relevante alternativer, hvor effekten af ændringer i livsforløbet i forhold til referenceproduktet kan synliggøres gennem simuleringer. I det efterfølgende vil følgende simuleringer blive gennemført og sammenlignet med referencen:

- Indførelse af en renere teknologiløsning i produktionsfasen (baseret på faktiske investeringer)
- Varierende levetider
- Alternative bortskaffelsesveje
- Substitution af bøg med alternativ træart
- Substitution af syrehærdende lak med vandbaseret lak

#### 10.5.1 Renere teknologiløsninger i produktionsfasen

Efterfølgende den indledende dataindsamling har stoleproducenten indført en renere teknologiløsning i processen "Overfladebehandling af staldede". Resultaterne af denne investering er vist i tabel 10.8.

I eksemplet er forbruget af elektricitet pr. emne forøget med 10%. Resten af ændringerne er negative.

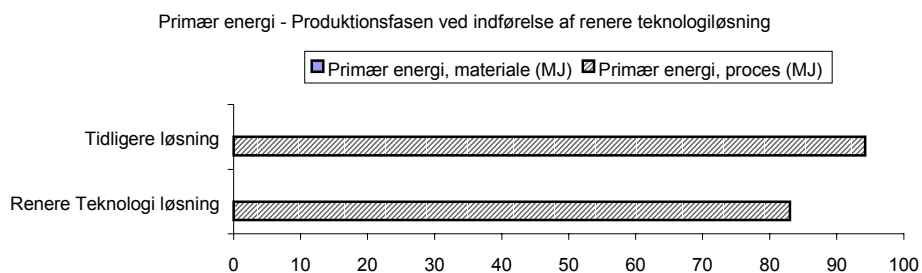
**Tabel 10.8 Resultat af renere teknologiinvesteringer**

	Tidligere forbrug	Nyt forbrug	Ændring
Elektricitet	2,26 kWh	2,38 kWh	+10%
Vandforbrug	6,72 kg	0,67 kg	-90%
Naturgas	1,32 kg	1,08 kg	-18,5%
Epoxyulver	0,09 kg	0,06 kg	-31%

Hvis man udelukkende sammenligner det primære energiforbrug ved overfladebehandling, viser figur 10.11, at man ved indførelse af den pågældende renere teknologi løsning opnår en samlet besparelse på ca. 10 MJ primær energi. Hvis man sætter prisen på 1 kWh til 1,7 DKK (Hillerød kommune, 1999), vil de 10 MJ primær energi svare til en omtrentlig besparelse på ca. 2,40 kr. pr. stol (se omregningsfaktorer afsnit 9.4.1). Det forudsættes, at de 10 MJ kan bespares som elektricitet.

Yderligere eksempler på lønsomhed af renere teknologiinvesteringer er kortlagt i projekt om "Indsatslister, Rapport om træ- og møbelbranchen – praktisk anvendelse af renere teknologi, miljøledelse" (Træets Arbejdsgiverforening, 1997).

**Figur 10.12 Reduktion af forbruget af primær energi ved indførelse af renere teknologiløsning ved overfladebehandling af ståledele**



### 10.5.2 Varierende levetider

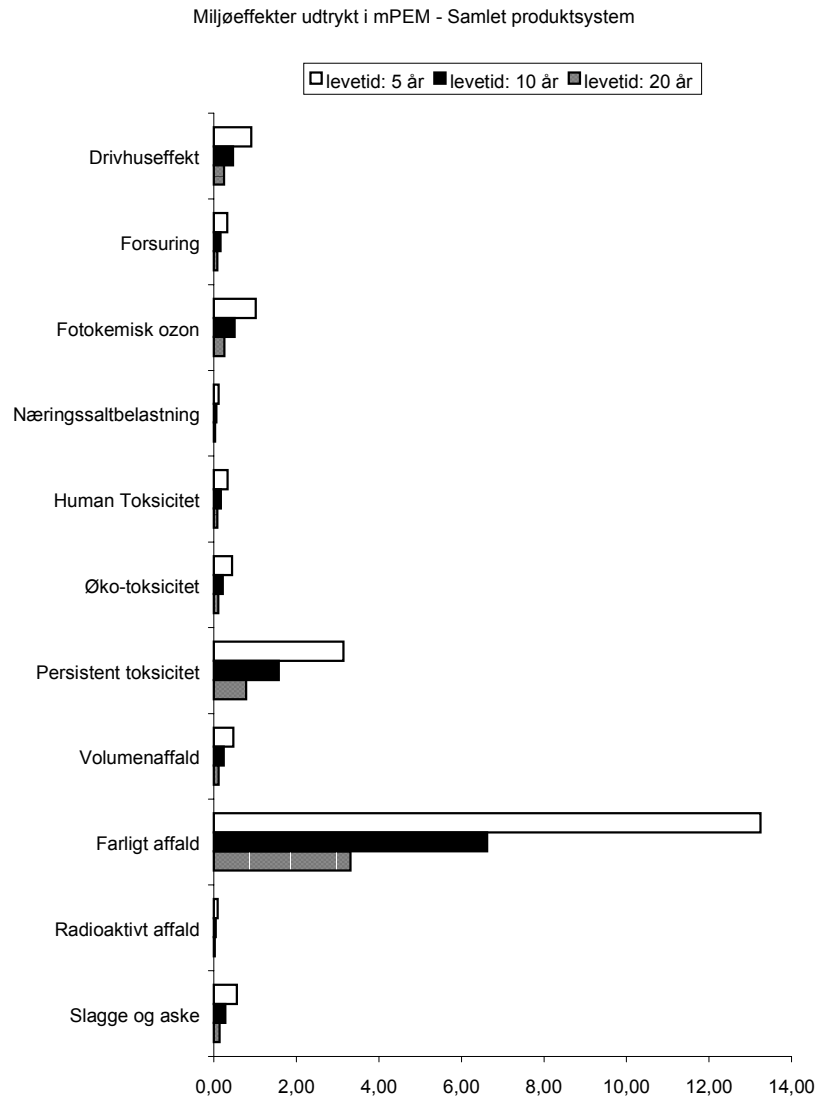
For at illustrere effekterne ved ændrede levetider, er der i figur 10.12 gennemført modelleringer for levetider på henholdsvis 5, 10 og 20 år, hvor de 10 år svarer til vores referenceprodukt.

De opstillede profiler i figur 10.12 viser ikke overraskende, at ved en halvering af levetiden fordobler vores belastning pr. produkt. Argumentationen for dette skal findes i vores funktionelle enhed, der definerer stolens ydelse til at være 10 år. Hvis en stol har en levetid på 5 år, skal der altså bruges to stole for at opfylde denne ydelse. Ligeledes skal der kun bruges  $\frac{1}{2}$  stol, hvis levetiden fordobles i forhold til referencen.

Ændring af levetiden for stolen vil ikke influere på brugefasen. Dette skyldes, at selve vurderingens objekt er defineret at være brugen af en stol i 10 år. Derfor vil forbruget af varmt vand til rengøring og forbruget af dubsko forblive uændret.

Denne udvikling vil være identisk for ressourceforbrugene, hvorfor disse ikke vises.

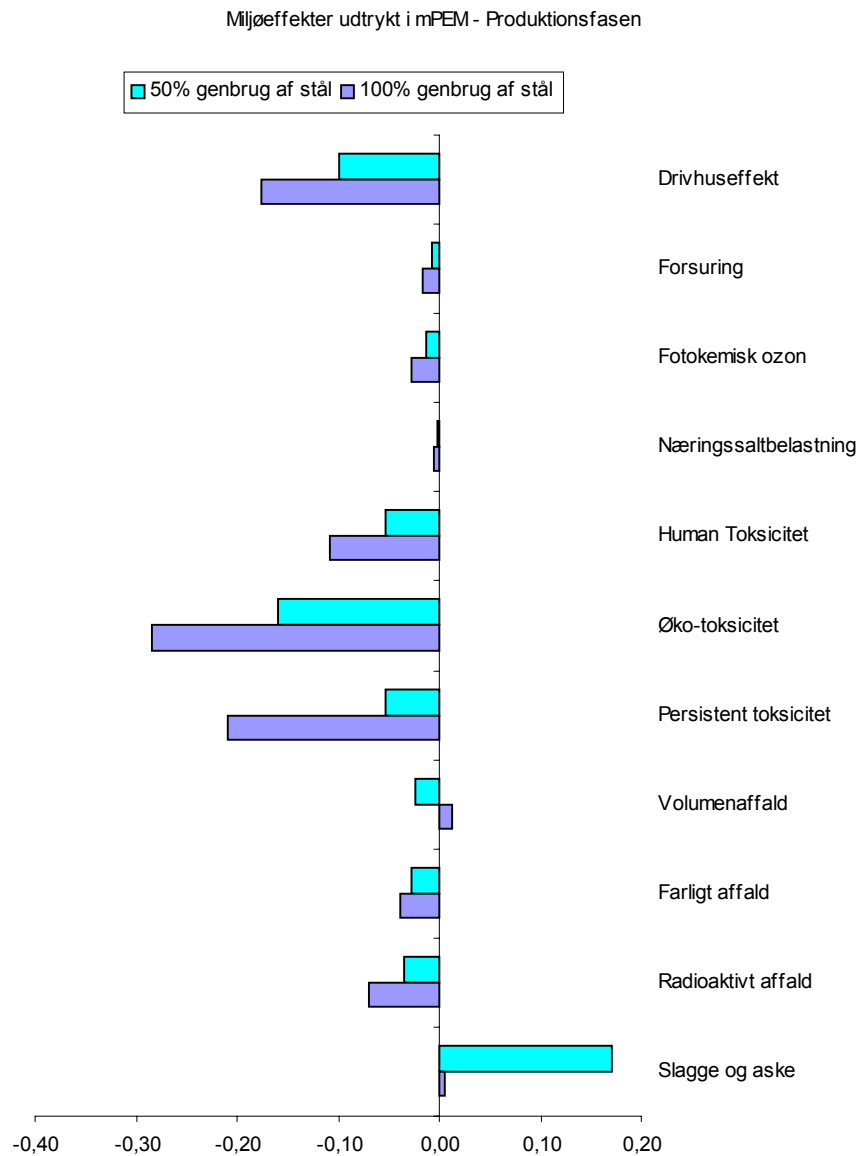
Figur 10.13 Vægtet miljøprofil for miljøeffektpotentialer ved varierende levetid



### 10.5.3 Alternative bortskaffelsesveje

For referenceproduktet er det antaget, at 50% af stålet genbruges efter endt brug. Dette er dog ikke et særligt realistisk scenarie. Derfor er der i figur 10.13 vist en sammenligning af det originale scenarie i forhold til et nyt scenarie, hvor 100% af stålet fra stolen genbruges.

*Figur 10.14 Miljøprofil for vægtede miljøeffektpotentialer i bortskaffelsesfasen for to alternative bortskaffelsscenarier*



Miljøprofilen for de vægtede miljøeffektpotentialer i bortskaffelsesfasen for de to alternative bortskaffelsscenarier viser, at samtlige negative bidrag (besparelser) bliver væsentligt forøget.

Produktionen af volumenaffald er den eneste faktor, der bliver forøget. Dette skyldes den forøgede produktion af genbrugsstål, hvor der produceres en del slagge og aske.

De to mest interessante ændringer i profilen fra 50% genbrug af stål til 100% genbrug af stål er bidragene til drivhuseffekt, økotoksicitet, persistent toksicitet og produktionen af

slagge og aske. Men hvor de negative bidrag til drivhuseffekt og økotoksicitet bliver fordoblet, er det negative bidrag til persistent toksicitet ca. 75%.

Ud over disse væsentlige forbedringer er også produktionen af slagge og aske blevet reduceret i et sådant omfang, at den ikke længere er interessant i den samlede profil.

#### 10.5.4 Substitution af bøg med alternativ træart

Som alternativt træmateriale til produktionen af faconspændte finerede træplader bliver der i Sverige i stort omfang brugt birk (Træteknik, 1999). Forskellen mellem de to materialer i produktsystemet vil hovedsageligt komme til udtryk på baggrund af forskelle i densiteten og brændværdien. Ved at sammenligne disse (se tabel 10.9) ses det dog, at den umiddelbare forskel ligger i densiteten og ikke i brændværdien.

*Tabel 10.9 densiteter og brændværdier for bøg og birk*

Træart	Densitet	Brændværdi
Bøg	680 kg/m <sup>3</sup>	17-20 MJ/kg
Birk	610 kg/m <sup>3</sup>	17-20 MJ/kg

Forskellen i densiteter mellem de to træarter, der kan beregnes til ca. 10%, vil få indflydelse på følgende faser i livsforløbet,:

- Materialefasen
  - Skovning – lavere densitet medfører mindre forbrug af brændstof
- Transportfasen
  - Transport af trækomponenter medfører reduceret forbrug af brændstof

Da transporten af trævarer udgør en meget lille del af den samlede transportfase, vil denne sammenligning kun fokusere på selve materialefasen.

Forbruget af træ i stolen svarer til 1,0077 kg faconspændt plade. Dette svarer til, at pladen indeholder 0,0017 m<sup>3</sup> bøg. Da birks massefylde er 10% lavere end den for bøgetræ, vil en faconspændt plade med samme rumfang veje 0,89 kg.

*Tabel 10.10 Primær energi for to alternative træarter*

	Birk	Bøg
Primær energi, materiale (MJ)	19,0	21,5
Primær energi, proces (MJ)	0,13	0,14

Tabel 10.10 viser, at vi ved brug af en alternativ trætype (birk) i forhold til bøgetræ vil kunne reducere forbruget af procesenergi fra 0,14 MJ til 0,13 MJ pr. stol. Ligeledes vil energiindeholdet i materialet blive reduceret fra 21,5 til 19 MJ.

I forhold til resten af livsforløbet vurderes det derfor ikke, at en udskiftning af træsorten vil kunne forbedre miljøprofilen i nogen væsentlig grad.

#### 10.5.5 Substitution af syrehærdende lak med vandbaseret lak

Ved substitution af syrehærdende lak med en vandbaseret lak opnås en væsentlig reduktion af emissioner fra selve processen, idet det antages, at alle emissioner kan tilskrives denne proces. Hermed menes, at lakken er færdig med at afdampe, når den forlader virksomheden.

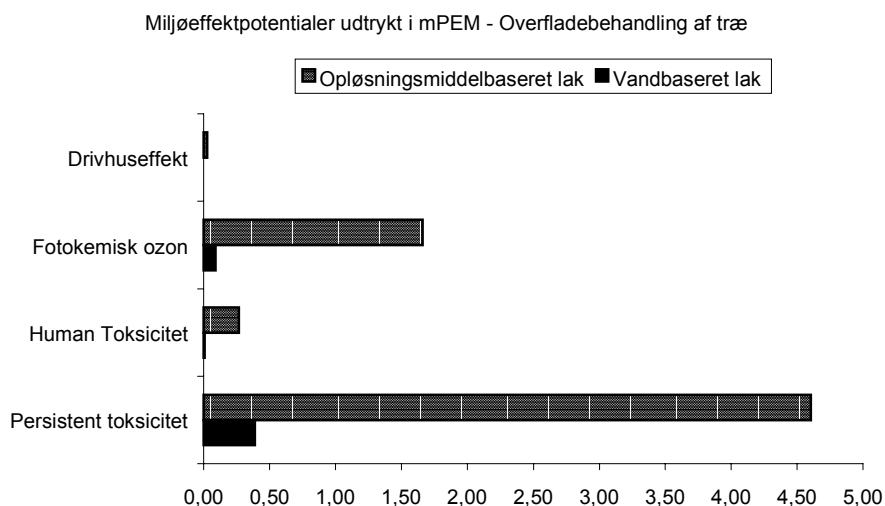
I tabel 10.11 er vist de mærkningspligtige stoffer fremskaffet gennem produksikkerhedsdatablade, leveret af lakproducenten.

**Tabel 10.11 Emission af mærkningspligtige farlige stoffer fra de to alternative laktyper**

Indholdsstof	Emission	
	Syrehærdende lak	Vandbaseret lak
Butylacetat	0,5 kg/kg	0,05 kg/kg
2-propanol	0,14	-
1-methoxy-2-propanol	0,05	-
Xylen (alle isomerer)	0,13	-
Ethylalkohol	0,05	-
Ethanol	0,02	-
Ethylacetat	0,01	-

Ved at indføre ovenstående værdier i LCV-modellen kan miljøprofilen for lakeringsprocessen af trædelene hos stoleproducenten beregnes og illustreres som vist i figur 10.14. Det skal bemærkes, at sammenligningen udelukkende er baseret på en sammenligning af emissionerne ved brug af 1 kg overfladebehandling, hvad enten der er tale om en syrehærdende lak eller en vandbaseret lak.

**Figur 10.15 Syrehærdende lak contra vandbaseret pr. kg påført**



En forudsætning for denne simulering er, at produktionsfasen for den vandbaserede lak er identisk med produktionsfasen for den syrehærdende lak. Dette underbygges af enhedsprocesdata fra producenten af lak, der er baseret på gennemsnitsdata fra hele produktionen – både produktion af syrehærdende og vandbaseret lak.

Konklusionen er altså, at selv om en overgang fra syrehærdende lak til vandbaseret lak ikke vil have den store effekt for den samlede miljøprofil, vil belastningen fra den enkelte proces blive væsentligt forbedret. Ud over dette vil en reduktion af udledningen af VOC'ere i produktionsfasen være med til at opfylde branchens frivillige reduktionsaftale omtalt i afsnit 7.

### 10.5.6 Delkonklusion

Hvis man sammenligner de tre simuleringer gennemgået i det ovenstående (indførelse af renere teknologi i produktionen, ændring af levetid og ændring af bortskaffelsesveje), kan det klart konkluderes, at de største forbedringer vil kunne blive opnået ved en forøgelse af levetiden. Da stålet er langt den mest belastende faktor, vil det være muligt at opnå væsentlige miljømæssige forbedringer ved blot at udskifte sæde og ryg samt de plastdele, der måtte blive slidt.

En anden ikke uvæsentlig faktor er behandlingen af stolen efter endt brug. Her har simuleringerne vist, at genbrug af metaldelene er meget vigtigt for stolens profil. Bortset fra at



kunne reducere det samlede forbrug af ressourcer, er det også muligt at reducere bidraget til de potentielle miljøeffekter.

Med hensyn til selve produktionen af stolen er det meget vigtigt ikke at nedtone denne fase. Selv om den ikke ser ud af meget i den samlede profil, er denne fase langt fra uvæsentlig. Bortset fra mulige påvirkninger af arbejdsmiljøet, fra påføring af lak og maling og svejseprocesserne, er der også den rent holdningsmæssige, idet man ikke kan forvente, at en virksomhed, der er ligeglad med sit eget nærmiljø, vil have den store interesse i at tage hensyn til de andre faser i produktets livsforløb.

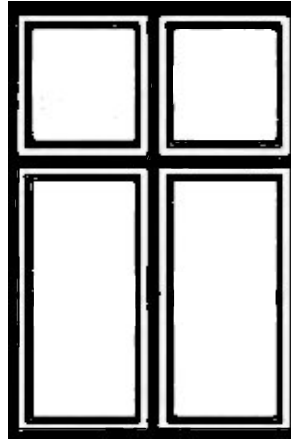
En anden grund til, hvorfor produktionen er en væsentlig fase, er, at det ofte er her, virksomheden har nemmest ved at foretage forbedringer. Det er også her, at virksomheden gennem disponeringer i fx design, produktudvikling, indkøb, transport o. a. har mulighed for at disponere mange af produktets miljømæssige egenskaber under hele livsforløbet.

For yderligere ideer til indførelse af renere teknologiløsninger henvises der til:  
”Energibesparelser og succeshistorier i træindustrien”, Træets Arbejdsgiverforening og Energistyrelsen, 1998

”Indsatslister, Rapport om ”Træ- og møbelbranchen – praktisk anvendelse af renere teknologi/miljøledelse””, Træets Arbejdsgiverforening, Teknologisk Institut, COWI, MTC, 1997

”Reduktion af energiforbrug til udsugning i træindustrien – gennem demonstration af tilpasset punktudsug” Teknologisk Institut, Energistyrelsen, 1998

# 11 Vindue



## 11.1 Formål

Formålet med denne vurdering er at vise, hvorledes miljøprofilerne for et vindue kan bruges til at påpege, hvor i vinduets livsforløb eventuelle miljømæssige forbedringspotentialer er placeret. Udover at se på hele livsforløbet vil det også være muligt at fremhæve, hvilke komponenter/materialer eller faser i vinduets livsforløb der er behæftet med de største miljømæssige belastninger.

Vurderingen er også målrettet mod branchen med det formål at illustrere mulighederne ved aktivt at udnytte den produktorienterede miljøtankegang fx input til et miljøledelsessystem og i særdeleshed livscyklusvurderinger i det daglige arbejde for eksempel til dokumentation af produkternes miljømæssige egenskaber ved udarbejdelse af kundeinformation (miljøvaredeklarationer) eller op mod kriterier i miljømærkeordninger.

Målgruppen for denne vurdering er producenter og andre interessenter i blandt danske producenter af træbyggevarer.

## 11.2 Afgrænsning

### 11.2.1 Vurderingens objekt

For det specifikke produkt kan nævnes, at det overholder 5. udgave af VSO's Tekniske Bestemmelser, oktober 1999 og underlagt kontrolordningen DVC, Dansk Vindues Certificering.

Yderligere er vinduet produktcertificeret efter reglerne i Dansk Indeklima Mærkning, og imprægneringsvæsken er godkendt af Nordisk Træbeskyttelsesråd, NTR og opfylder kravene i den europæiske norm EN 351-P5. For en nærmere beskrivelse af NTR henvises til kapitel 6.

Produktdata:  
Samlet areal for vindue: 1,86 m<sup>2</sup>  
Samlet areal af rude: 1,2 m<sup>2</sup> (65%)  
Vindue m. 4 fag ("Dannebrogsvindue")  
u-værdi: 1,4

På baggrund af ovenstående kan følgende funktionelle enhed defineres:

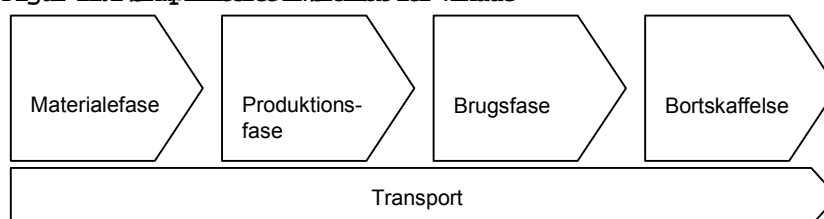
**Tabel 11.1 Funktionel enhed for vindue**

Produkt	Kvantitet	Varighed	Kvaliteter
Vindue i klimaskærm	Vinduet kan åbnes	30 år	Samlet areal af vindue 1,86 m <sup>2</sup>  Opfyldelse af krav ifølge DVC  u-værdi: 1,4

## 11.2.2 Afgrænsning af livsforløbet

En simpel illustration af livsforløbet er vist i figur 11.1.

**Figur 11.1 Simplificeret livsforløb for vindue**

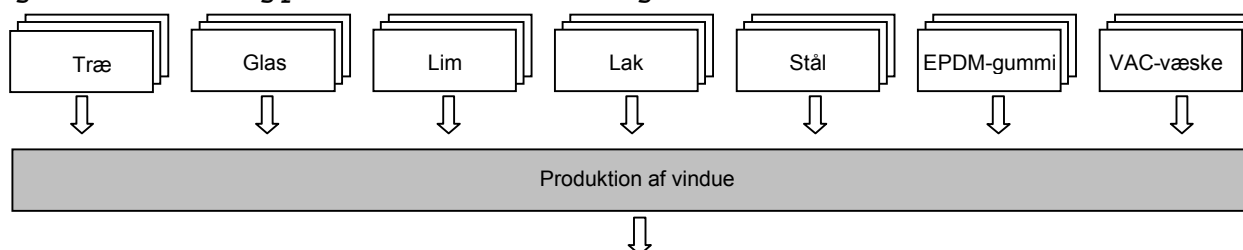


### 11.2.2.1 Materialefasen

I materialefasen er følgende materialer inkluderet:

- Træ (skovet, opsavet og tørret)
- Glas fra 100% primære råvarer
- Lim
- Maling
- Stål
- Gummi (EPDM)
- VAC-væske

**Figur 11.2 Materialer og processer inkluderet i vurderingen**



Figur 11.2 viser de enhedsprocesser, der er inkluderet i materialefasen. For produktionen af for eksempel plast viser de bagvedliggende kasser, at produktionen af plast er bygget op af en lang række processer. For plast vil nogen af disse være:

- Udvinding af olie
- Raffinering af olie
- Udvinding af naturgas
- Crackning af olie og naturgas
- Produktion af energi (el og termisk)
- Polymerisering af plast

De resterende processer er bygget op på samme måde.

For produktionen og forarbejdning af træbaserede råvarer, lim, maling og VAC-væske henvises til kapitel 4 og 6, der beskriver enhedsprocesserne. For produktionen af glas (100% primær), stål og plast henvises til den eksisterende database i UMIP PC-værktøjet (Miljøstyrelsen, 1997a).

Produktionen af EPDM er ikke inkluderet i vurderingen grundet datamangel. Erfaringsmæssigt vil dette ikke påvirke det endelige resultat.

Forbruget af materialer ved produktion af vinduet er vist i tabel 11.2.

**Tabel 11.2 Forbrug af materialer**

Materiale	Mængde	Enhed
Fyrretræ, TS	35,10	kg
Stål	1,6	kg
Maling	2,7	kg
Lim	0,1	kg
EPDM-gummi	0,95	kg
VAC-væske	0,45	kg
Glas	25,0	kg
Total	65,9	kg

#### 11.2.2.2 Produktionsfasen

Vinduesproducenten er en ordreproducerende virksomhed, der fremstiller individuelle vinduer og døre af høj håndværksmæssig kvalitet både til det danske marked og til eksport. Virksomheden omsætter for 40 mio. kr. og beskæftiger ca. 75 ansatte på én fabrik.

Virksomheden har ikke indført et formaliseret miljø- og kvalitetsledelsessystem, men er på kvalitetsområdet medlem af Vinduesproducenternes SamarbejdsOrganisation. Virksomheden er underlagt kontrolordningen DVC, Dansk Vindues Certificering, en uvildig kontrolordning, som foretager uanmeldt kontrol af produkt og produktionssystem.

På miljøområdet arbejdes der efter en produktorienteret miljøpolitik. Der indkøbes FSC-certificeret råtræ (se ordliste), og vinduerne er indeklimamærkede efter reglerne i Dansk Indeklima Mærkning. Der lægges stor vægt på det menneskelige element i produktionsprocessen.

Imprægneringsvæsken er godkendt af NTR (Nordisk Træbeskyttelsesråd) og opfylder kravene i den europæiske norm EN 351-P5 (tidligere Dansk Standard DS 2122 Klasse B).

Produkterne er ikke mærket i henhold til det nordiske miljømærke ”Svanen”. For yderligere informationer vedr. miljømærkekriterierne for vinduer henvises til kriteriedokumentet: ”Ecolabelling for windows”, ref. 33.

I virksomhedseksemplet er indkøbt råvarer og hjælpematerialer fra forskellige leverandører.

Indkøbte træmaterialer kommer fra svensk og sibirisk leverandør.

Beslag, plastlister og isoleringsruder kommer fra danske grossister, men er produceret fra forskellige europæiske leverandører. Termoruder leveres med en u-værdi ned til 1,1. Lim, maling og imprægneringsvæske indkøbes fra dansk leverandør, hvor flere råvarer kan være fremstillet i andre europæiske lande.



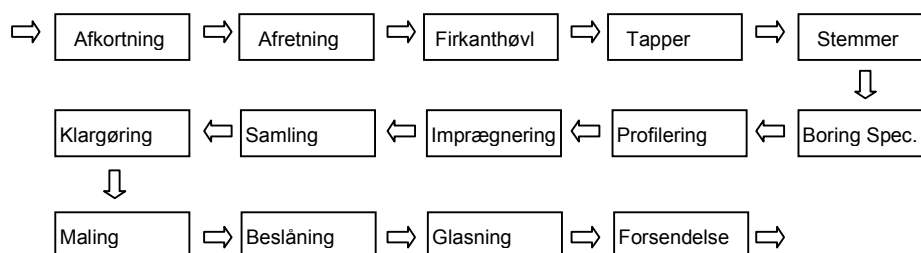
På fabrikken bearbejdes træmaterialer ved hjælp af traditionel teknologi. Vinduerne grundimprægneres før overfladebehandling med vandfortyndbar grunder og topbehandling i egen overfladebehandlingsafdeling.

Emissioner fra overfladebehandling tilskrives 100% denne fase.

Afhærdede vinduer transporteres til beslåning og montage af isoleringsrude med efterfølgende forsendelse direkte til kunde.

Produktionsfasen er illustreret i figur 11.3.

**Figur 11.3 Procesforløb hos vinduesproducent**



Hele datagrundlaget til miljøvurdering for denne fase stammer fra dataindsamlinger og målinger foretaget hos producenten i 1999 og bearbejdet af Teknologisk Institut, Træteknik.

Ifølge producenten har virksomheden et forbrug af elektricitet og naturgas på hhv. 20,23 kWh og 3,24 kg pr. vindue.

Komponentlisten for vinduet er vist i tabel 11.3.

**Tabel 11.3 Komponentliste for vindue**

Materiale	Navn	Enhed	Mængde	Materiale inkluderet i vurdering	Fremstillingsproces inkluderet i vurderingen
<b>Glas</b>					
	Rude	kg	25,0	Ja	nej
<b>Stål</b>	Beslag og hængsler	kg	1,04	ja	nej
	Antverfer	kg	0,0032	ja	nej
	Stjertbage	kg	0,06	ja	nej
	Stormkrog	kg	0,4	ja	nej
	Skruer	kg	0,1	ja	nej
<b>Træ, TS</b>					
	Ramme, karme...	kg	19,49	Ja	Ja
<b>EPDM-gummi</b>					
	Glasbånd	kg	0,2	nej	nej
	Glasliste	kg	2,0	nej	nej
<b>Overfladebehandling</b>					
	Maling	kg	1,5	Nej	Ja
	VAC-væske	kg	0,450	Nej	Ja
<b>Andet</b>					
	Lim	kg	0,1	Nej	Ja

På baggrund af ovenstående tabel er fordelingen af de vigtigste materialer i vinduet som følger:

Glas 25 kg glas  
 Stål 1,6 kg stål  
 Fyrretræ 22,15 kg træ  
 EPDM-gummi 2,2 kg

Ved overfladebehandlingsprocesserne er emissionerne tilskrevet denne fase 100%.

Ved overfladebehandling af træ er miljøpåvirkningerne dels beregnet på baggrund af informationer fra producenten (se relevante enhedsprocedatublade i kapitel 6) og dels på baggrund af indholdsstoffer indhentet via sikkerhedsdatablade fra producenterne af VAC-væske og maling.

Da indholdet af mærkningspligtige farlige stoffer som regel er angivet i intervaller, er der i dette arbejde valgt at anføre de maksimale værdier. Dette medfører uundgåeligt, at indholdet af stoffer ofte vil overstige 100%, men denne fejl vurderes at være i overensstemmelse med forsigtighedsprincippet, hvor stofferne vurderes efter et "worst-case"-scenarie.

På baggrund af ovenstående er emissionen af farlige stoffer fra overfladebehandlingsprocesserne opstillet i nedenstående tabel idet det antages, at samtlige nævnte stoffer udledes til delmiljøet luft.

**Tabel 11.4 Emission af udvalgte stoffer fra overfladebehandlingsprocesser i produktionsfasen ifølge leverandørbrugsanvisning pr. funktional enhed**

Indholdsstof	Emission
<b>VAC væske</b>	
Propiconazol	$4,72 * 0,56 \text{ l} = 2,6 \text{ g}$
Tebuconazol	$1,6 * 0,56 \text{ l} = 0,9 \text{ g}$
3-iodo-Propynyl-Butyl carbamat	$1,6 * 0,56 \text{ l} = 0,9 \text{ g}$
Naphta	$90 \% * 0,45 \text{ kg} = 405 \text{ g}$
<b>Topmaling</b>	
Ethylenglycol	$4\% * 2,4 \text{ kg} = 96 \text{ g}$
Butylglycol	$3\% * 2,4 \text{ kg} = 72 \text{ g}$
Butyldiglycol	$2\% * 2,4 \text{ kg} = 48 \text{ g}$
Propylenglycol	$2\% * 2,4 \text{ kg} = 48 \text{ g}$
<b>Primer</b>	
Diethylenglycol	$2\% * 0,3 \text{ kg} = 6 \text{ g}$
Butyldiglycol	$2\% * 0,3 \text{ kg} = 6 \text{ g}$

Ifølge informationer fra producenten bliver der i forbindelse med produktionen ikke produceret nævneværdige mængder af glas-, metal- eller plastaffald eller affald fra overfladebehandlingen. Derfor er disse ikke opgjort for denne fase.

Produktionen af træaffald er beregnet at være 15,61 kg TS, der bliver solgt som brænde.

Pr. vindue bliver der yderligere produceret 0,0047 kg maleraffald, der antages at blive behandlet som uspecificeret kemikalieaffald.

#### 11.2.2.3 Brugsfasen

Det er oplyst fra producenten, at rudens levetid svarer til ca. 30 år, hvorfor der ikke foretages nogen udskiftning af ruden.

Ved brug af vinduet er almindelig rengøring ikke inkluderet.

For vedligehold af trædelen antages det at vinduet males med samme type og mængde maling som i produktionsfasen. Ifølge brochure fra producent skal vinduet males hvert 5. til 8. år. I den efterfølgende vurdering antages det derfor, at vinduet males hvert 5. år, svarende til et samlet forbrug på 2,4 kg maling i 30 år (i alt 5 behandlinger, da vinduet ikke males i det 30. år). Emissionerne fra overfladebehandling ifølge leverandørbrugsanvisningen for malingen er vist i tabel 11.5.

*Table 11.5 Emission af udvalgte stoffer fra overfladebehandlingsprocesser i brugsfasen ifølge leverandørbrugsanvisning pr. funktionel enhed*

Topmaling	Emission
Ethylenglycol	4% * 2,4 kg * 5 = 480 g
Butylglycol	3% * 2,4 kg * 5 = 360 g
Butyldiglycol	2% * 2,4 kg * 5 = 240 g
Propylenglycol	2% * 2,4 kg * 5 = 240 g

Der er ingen informationer vedrørende varmetab fra vinduet under brug. Derfor er dette ikke inkluderet i denne vurdering. Varmetabet gennem vinduet i brugsfasen vil erfaringsmæssigt have stor betydning for den samlede miljøprofil, hvis det medregnes. I den efterfølgende vurdering af alternativer vil betydningen af varmetabet blive vurderet.

Vinduets fornemste funktioner er at skaffe lys og luft i bygningen og holde udeklimaets uheldige påvirkninger ude. Vinduet bidrager dermed på mange måder til indeklimaet i bygningen. Disse aspekter – sammen med øvrige arkitektoniske krav - er allerede operationaliseret i normal praksis for bygningsprojektering. Der er derfor ikke umiddelbart grund til at operationalisere dem i en LCA-sammenhæng.

Vinduer kan desuden indeklimalimærkes efter kravene i Dansk Indeklima Mærkning. En stor del af de dansk-producerede vinduer er eller bliver indeklimalimærket i løbet af kort tid. Indeklimalimærket gives til produkter, som har en dokumenteret emissionsprofil til indeklimaet og overholder et krav til, hvor lang tid, efter at produktet er installeret i bygningen, afgasningen må foregå. Vinduer mærkes med tidsværdier på mellem 10 og 20 døgn. I praksis vil det sige, at afgasningen er nede under kravene i løbet af byggeperioden og vil ikke blive til gene for brugere af bygningen. Figur 11.4 viser indeklimalimærkningens logo, som producenterne med mærkningstilladelse har ret til at mærke deres produkter med.

*Figur 11.4 Indeklima mærkningens logo*



#### *11.2.2.4 Bortskaffelsesfasen*

Når vinduet bortskaffes efter 30 år, forudsættes det, at vinduet demonteres således, at træ- og gummidelene forbrændes med energigenvinding, dvs. produktion af fjernvarme. Denne producerede energi vil således substituere energi produceret ved afbrænding af fossile brændsler i et almindeligt oliefyr.

Det antages, at 100% af stålet sendes til genbrug og derfor vil kunne substituere brugen af primært stål.

Ydermere antages det, at 100% af glasset sendes til genvinding.

Med hensyn til omsmelting af glas og stål antages der et tab på 10% for begge materialer.

Demontage af vinduet er ikke inkluderet.

#### *11.2.2.5 Transportfasen*

I livsføreløbet er der en lang række transportfaser. Nogle af disse er:

- Transport af skovet træ til produktion af tørret tømmer
- Transport af materialer og halvfabrikata til producent
- Transport af færdigt produkt til kunde
- Transport af udtjent produkt til affaldsbehandling

Disse enkelte transportled vises samlet i transportfasen for at kunne vurdere transportens betydning for vinduets miljøprofil.

De antagede transportafstande er vist i tabel 11.6.

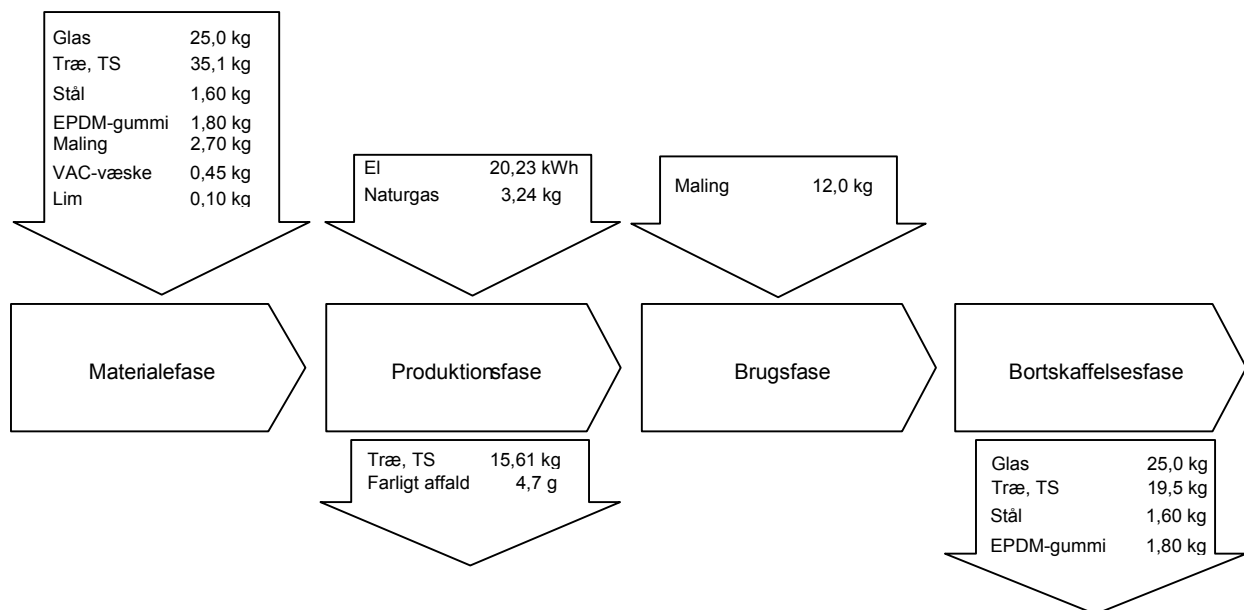
**Tabel 11.6 Fastsatte transportafstande (afrundede værdier) pr. funktionel enhed**

Transport af stålkomponenter fra Europa til vinduesproducent via forarbejdning	Lastbil	800 km	1,6 kg	1280 kgkm
Transport af træ fra skov over forarbejdning til vinduesproducent	Skib	800 km	39,9 kg	31920 kgkm
Transport af glas fra Europa til vinduesproducent via forarbejdning	Lastbil	800 km	25,0 kg	20000 kgkm
Transport af gummi fra Europa til vinduesproducent via forarbejdning	Lastbil	800 km	2,2 kg	1760 kgkm
Transport af vindue fra producent til kunde	Lastbil	100 km	53,0 kg	5300 kgkm
Transport af vindue fra kunde til bortskaffelse	Lastbil	100 km	53,0 kg	5300 kgkm

### 11.3 Opgørelse

Opgørelsen er baseret på produktinformationer leveret af producent. Figur 11.5 viser de opgjorte materialeflow for vinduet i hele produktets livsforløb.

**Figur 11.5 Illustreret opgørelse af totalt livsforløb eksklusive transport**



Opgørelsen for transportfasen er vist i tabel 11.6 under afgrænsningen i afsnit 11.2.2.5.

#### 11.3.1 Præsentation af datakilder og deres repræsentativitet

Nedenstående tabel præsenterer de i modelleringen benyttede data og deres repræsentativitet for det egentlige produktsystem.



Table 11.7 Datas repræsentativitet for livsforløbet

Materiale	Navn på benyttet enhedsproces	Repræsentativitet
<b>Materialefasen</b>		
Glas	Glas (primær, 100%)	Almindeligt glas til flasker og plan-glas. Repræsentativitet for produkt kendes ikke.
Træ	Trævarer af gran og fyr	Svenske og norske data for skovning, opsavning og tørring af træ.
Stål	Stålplade (89% primær)	Fremstilling af stål fra råstål, varm og koldvalsning til plader, 0,5 - 4 mm. Skrotmængde 11%. Samme materiale – men processen kendes ikke.
EPDM	-	På nuværende tidspunkt er der ikke nogen tilgængelige data for produktionen af EPDM i UMIP PC-værktøjet. Da mængden af EPDM udgør < 1% af det samlede materialeforbrug, regnes denne undtagelse ikke at påvirke den samlede profil.
Maling	Lak til møbler	Data stammer fra én producent af lak og er et gennemsnit af alle typer af overfladebehandlingsmidler produceret i virksomheden.
VAC-væske	VAC-væske	Data stammer fra en producent af VAC-væske. Data indeholder udelukkende energiforbrug.
Lim	Lim til møbler	Data stammer fra én producent af lim og er et gennemsnit af alle typer af lim produceret i virksomheden.
<b>Produktionsfase – processer</b>		
Elektricitet	Dansk elproduktion, 1992	Produktion af el i Danmark incl. Ledningstab.
Naturgas	Naturgas ved fyring < 1 MW	Opgørelse "til jord" ved afbrænding af 1 kg naturgas i atmosfærebrænder
Overfladebehandling	Overfladebehandling hos producent	Data indeholder udelukkende emissioner beregnet på baggrund af informationer vedr. indholdsstoffer oplyst i leverandørbrugsanvisninger.
<b>Produktionsfase – bortskaffelsesprocesser</b>		
Bortskaffelse af farligt affald fra overfladebehandling af ramme	Farligt affald	Samme materiale.
Salg af overskudstræ som brænde.	Fyrretræ som ressource	Brændværdien i overskudstræet, der sælges som brænde, godskrives i systemet.
<b>Brugsfase (kun vedligehold)</b>		
Produktion af maling	Lak til møbler	Data stammer fra én producent af lak og er et gennemsnit af alle typer af overfladebehandlingsmidler produceret i virksomheden.
Overfladebehandling	Udvekslinger	Data stammer fra sikkerhedsdatablad leveret af producent.
<b>Bortskaffelsesfasen</b>		
Omsmelting af glas	Glas (genbrug, 100%)	Omsmeltet glas til fx flasker. Evt. tab af lødighed ikke inkluderet.
Godskrivning af glas	Glas (primær, 100%)	Se "materialefase"
Omsmelting af stål	Stålplade (genbrug, 90,5%)	Husk, at fraktionen af rustfrit stål er inkluderet i denne.
Godskrivning af stål	Stålplade (89% primær)	Husk, at fraktionen af rustfrit stål er inkluderet i denne.
Affaldsforbrænding af træ	Affaldsforbrænding, træ inkl. energiindvinding	Modelleret fra pap af Træteknik. Brændværdi for nåletræ = 18,8 MJ pr. kg. Virkningsgrad = 75% Varmeeksport uspec.: -14,1 MJ/kg ~ -0,39 kg olie indfyret ved en virkningsgrad på 90%. Enhedsproces for godskrivning af energi: "Gasolie ved fyring 1-20MW".
Affaldsforbrænding af EPDM <sup>1</sup>	Affaldsforbrænding, EPDM inkl. energiindvinding	Data fra UMIP PC-værktøj. Varmeeksport uspec.: -16,20 MJ/kg ~ -0,44 kg olie indfyret ved en virkningsgrad på 90%. Enhedsproces for godskrivning af energi: "Gasolie ved fyring 1-20MW".

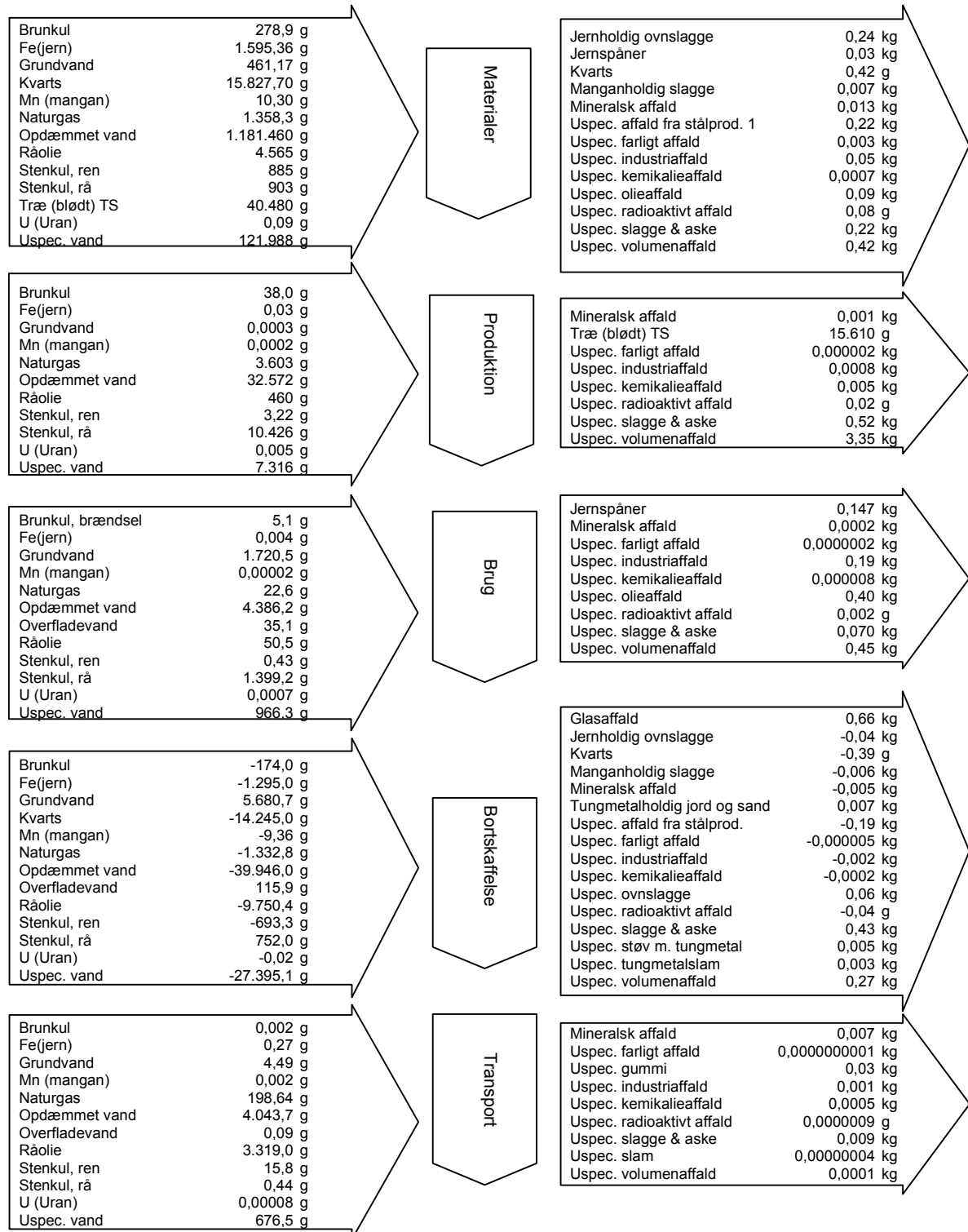
<b>Materiale</b>	<b>Navn på benyttet enhedsproces</b>	<b>Repræsentativitet</b>
Transportfase		
Lastbil	Lastbil 3,5 – 16 t diesel, landevej	Antaget. Ingen lastbilstype oplyst af producent.
Skib	Bulk carrier, 2 takt, 175000 DWT	Antaget.

<sup>1</sup>: Dette tal har ingen umiddelbar effekt på resultatet, og den eventuelle fejl ved at inkludere den er derfor minimal.

### 11.3.2 Beregnede opgørelser

Efter modellering i PC-værktøj kan de terminerede opgørelser for det totale livsforløb vises i figur 11.6.

Figur 11.6 Termineret opgørelse af udvalgte ressourceforbrug og affaldsfraktioner



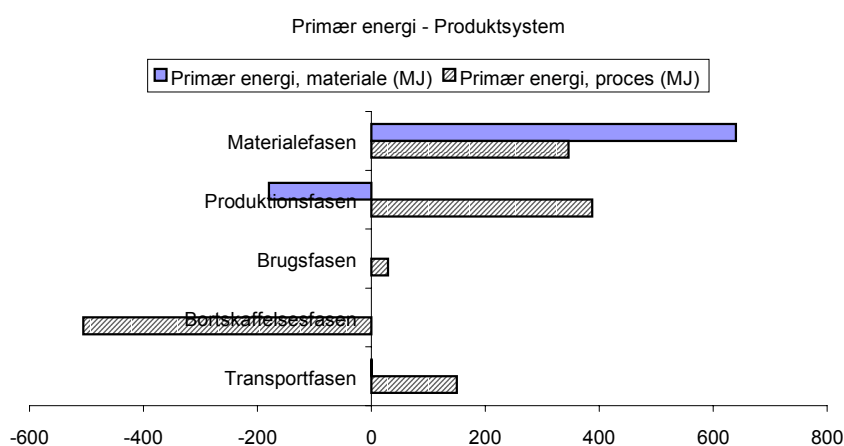
## 11.4 Vurdering

### 11.4.1 Beregnede energiforbrug

Det beregnede energiforbrug er beregnet som primær energi. Med primær energi ses der ikke kun på det energiforbrug, der for eksempel kan måles ved den enkelte maskine, men der tages også hensyn til ledningstab, nyttevirkningsgrad ved energifremstilling og energiforbruget ved udvinding og forarbejdning af energiresourcer. Til produktion af 1 kg kul bruges ca. 600 g til selve udvindingen. Hvis man ligeledes regner med en nyttevirkningsgrad på kulkraftværket på 75% og et ledningstab på 10%, kan man groft sagt sige, at 1 kWh forbrugt strøm fra ledningsnettet svarer til 2 kWh primær energi ~ 7,2 MJ primær energi.

Ved beregning af energiforbrug fokuseres på to typer af energi: Primær energi, materiale og Primær energi, proces. Hvor primær energi proces svarer til det energiforbrug til produktionsprocesser og transportprocesser, viser primær energi, materiale den energi, der er bundet i selve materialet, som vil kunne udnyttes ved forbrænding på et affaldsforbrændingsanlæg. Figur 11.7 viser de primære energiforbrug opdelt på de forskellige faser.

Figur 11.7 Primære energiforbrug for samlet produktsystem



Figur 11.7 viser, at de største procesenergiforbrug er knyttet til materiale- og produktionsfasen. I grafen ser det ud til, at produktionsfasen hos virksomheden har det største energiforbrug, men da forskellen mellem materialefasen og produktionsfasen er så lille, er det ikke muligt entydigt at konkludere dette.

Grundet afgrænsningen er der ingen data for energitab gennem vinduet i brugsfasen. Det lille energiforbrug, der ses på grafen, stammer derfor udelukkende fra produktion af maling.

Den energiproduktion, der ses i bortskaffelsesfasen, stammer fra godskrivning af omsmeltet stål og glas samt forbrændingen af træ og gummi. Omsmeltet stål og glas kan genbruges i andre produktsystemer og derved reducere brugen af primære materialer, mens forbrænding af træ og gummi kan substituere fossile brændsler i fjernvarmeanlæg.

I transportfasen stammer energiforbruget udelukkende fra forbruget af diesel til lastbil og skib.

Materialeenergien i materialefasen stammer fra den energi, der er bundet i træet, og som frigøres i produktionsfasen og bortskaffelsesfasen.

Ud over at have et rimeligt energiforbrug karakteriseres produktionsfasen også ved at have en rimeligt stor produktion af materialebunden energi. Dette stammer fra affaldstræet, der sælges som brænde til andre virksomheder, der dermed kan reducere deres forbrug af fossile brændsler.

#### 11.4.2 Normalisering

Ved normaliseringen vurderes de miljømæssige bidrag i forhold til, hvad en gennemsnitsborger udleder eller forbruger i løbet af et år. Resultatet opgøres derfor i personækvivalenter (PE), hvor 1 PE svarer til gennemsnitsbelastning pr. borger pr. år. Tallene i de følgende figurer er opgjort som milliPE (mPE), hvor 1 mPE svarer til 0,001 PE.

Da de normaliserede figurer udelukkende viser miljøpåvirkningernes størrelse i forhold til ”baggrundsbelastningen”, kan normaliseringen ikke bruges til at vise, hvilke effekter der er mest væsentlige. Derimod kan de bruges til at illustrere produktets miljømæssige performance i forhold til denne ”baggrundsbelastning”. I den nedenstående gennemgang vil de specifikke grafer ikke blive underlagt en gennemgribende analyse, da denne er valgt foretaget i sammenhæng med præsentationen af de vægtede bidrag/forbrug, der præsenteres i det efterfølgende afsnit.

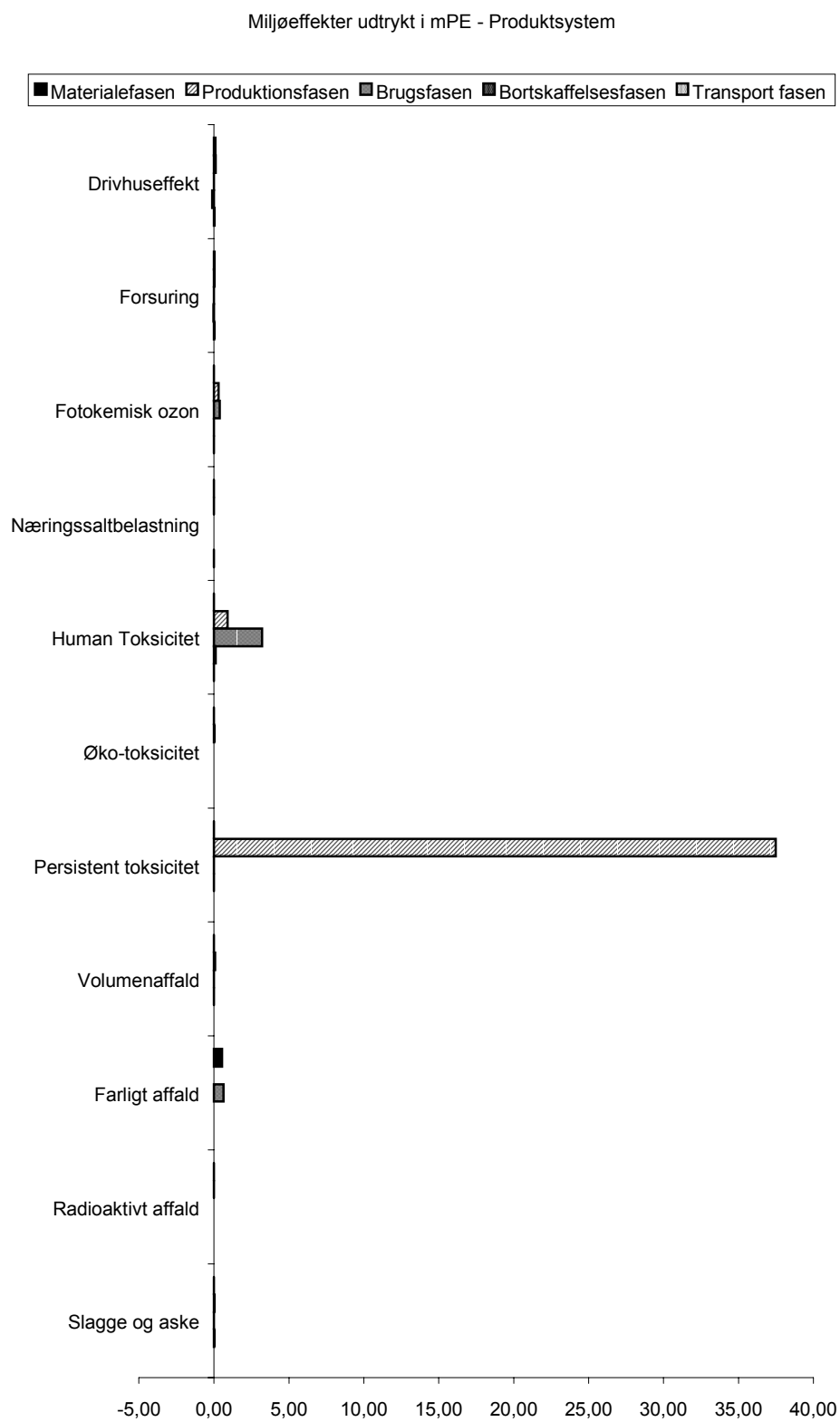
Figur 11.8 viser de normaliserede potentielle bidrag til de ydre miljøeffekter. Den største enkeltemission kommer fra produktionsfasens bidrag til persistent toksicitet. Denne udledning stammer næsten udelukkende fra den antagede emission af naphta fra overfladebehandling med VAC-væske.

Ser man bort fra VAC-væsken, er der også betydelige bidrag til fotokemisk ozondannelse og humantoksicitet knyttet til vedligehold af vinduet ved maling i brugsfasen.

Produktionen af farligt affald fra produktionsfasen. Hvis man ser bort fra det farlige affald er det også materialefase, der dominerer disse undtagen bidrag til fotokemisk ozon samt persistent toksicitet samt slagge og aske. De store bidrag til fotokemisk ozon og persistent toksicitet stammer begge fra produktionsfasen, hvorimod produktionen af slagge og aske stammer fra bortskaffelsesfasen.

Figur 11.8 viser bidragenes relative størrelse. Som nævnt tidligere vil væsentligheden af disse bidrag blive diskuteret i vægtningen.

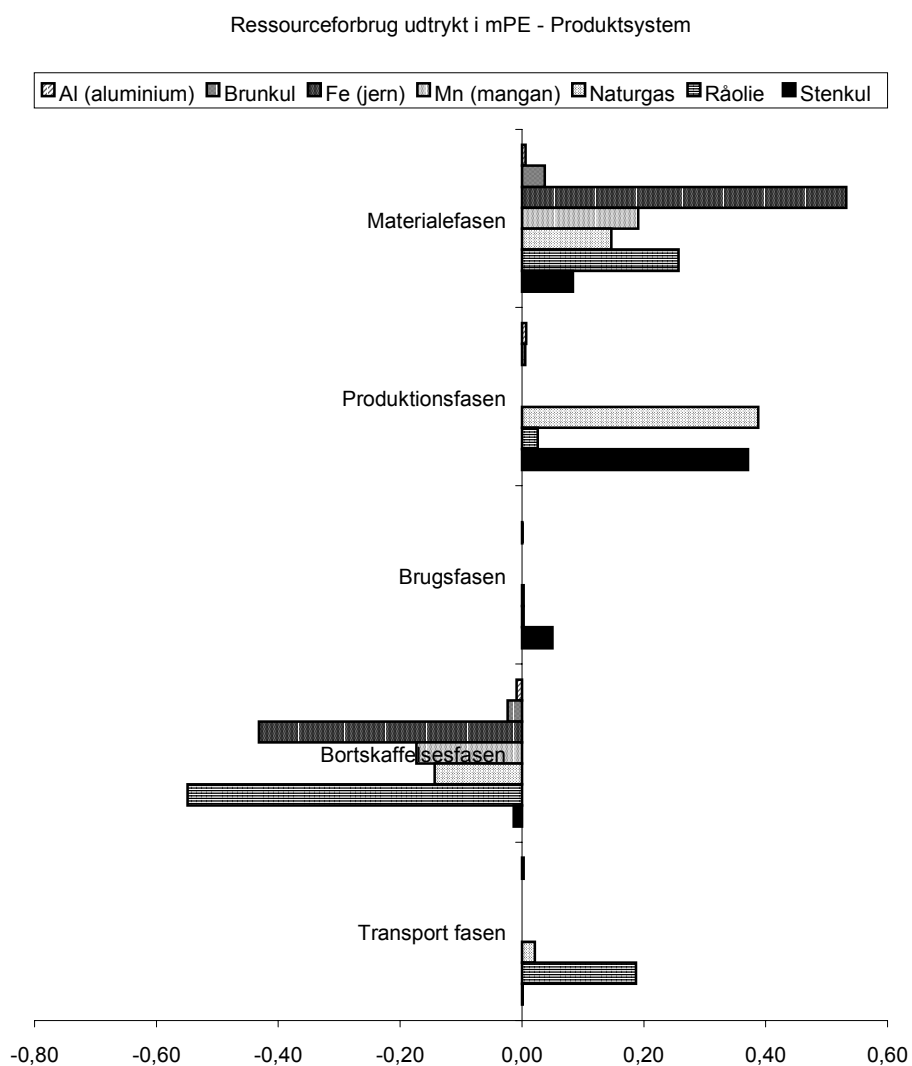
Figur 11.8 Miljøeffekter udtrykt i mPE-Produktsystem



Der er til produktions-, brugs-, bortskaffelses- og transportfasen næsten udelukkende knyttet energiforbrug. Dette afspejles også af den normaliserede ressourceprofil vist i figur 11.9, hvor de fleste forbrug kan karakteriseres som energiressourcer (brunkul, naturgas, råolie og stenkul).

I materialefasen ses også forbrug af jern og mangan, der knytter sig til metaldelene i vinduet.

**Figur 11.9 Ressourceforbrug udtrykt i mPE - Produktsystem**

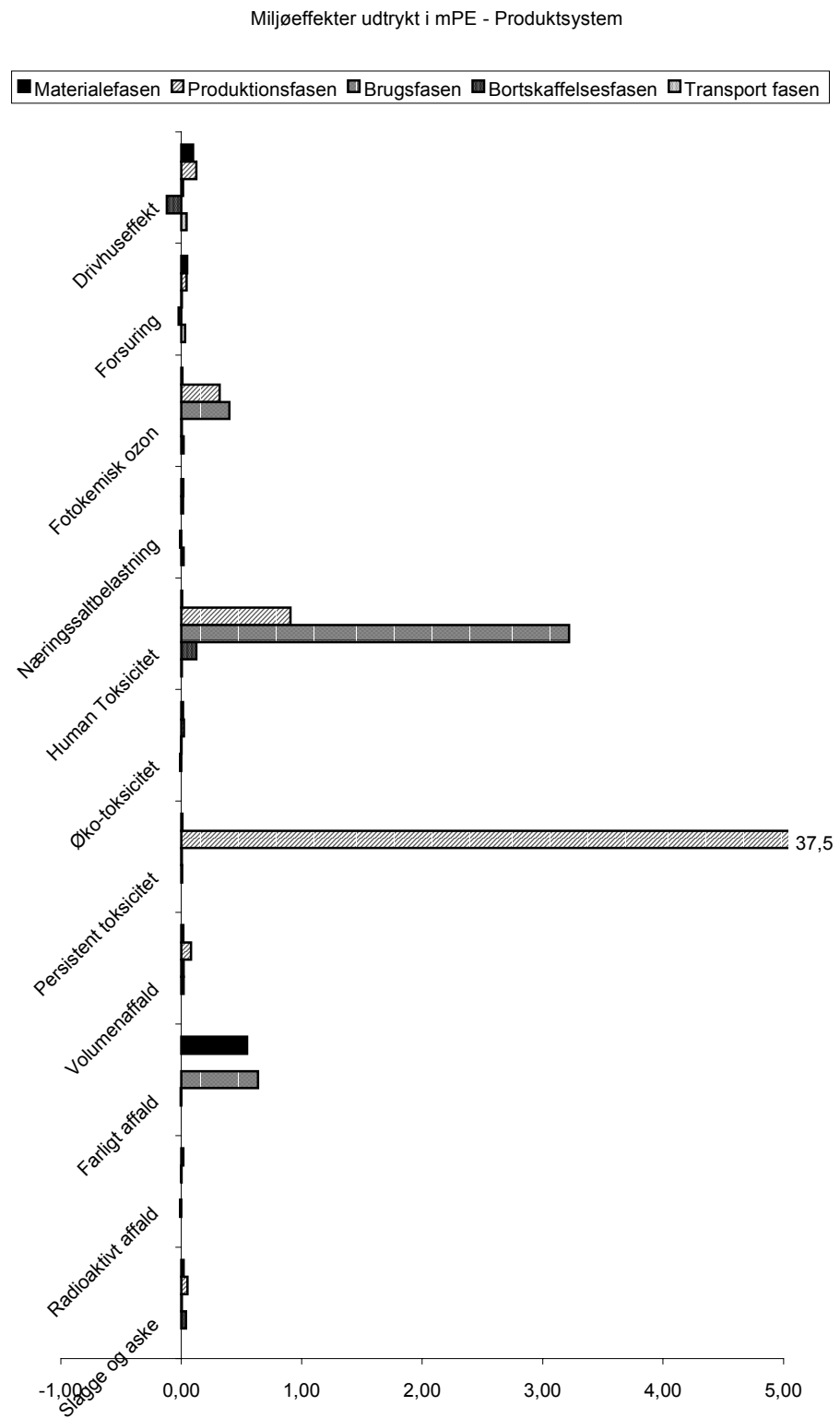


Da materialerne til ruden hovedsageligt består af ressourcer med ”uendelig” forsyningshorisont, fremgår disse ikke af profilen.

### 11.4.3 Vægtning

I det følgende vil de vægtede miljøprofiler for henholdsvis ressourceforbruget og miljøeffekterne blive gennemgået. For en beskrivelse af disse effekter, og hvorledes de beregnes og fortolkes, henvises til kapitel 3.

Figur 11.10 Samlet miljøprofil for vægtede miljøeffekt potentialer





Med udgangspunkt i den samlede miljøprofil for de vægtede miljøeffektpotentialer vurderes den væsentligste miljøeffekt at være bidraget til persistent toksicitet fra overfladebehandling med VAC-væske i produktionsfasen.

Bidrag til humantoksicitet i produktionsfasen stammer hovedsageligt fra overfladebehandlingen af træet med VAC-væske og maling.

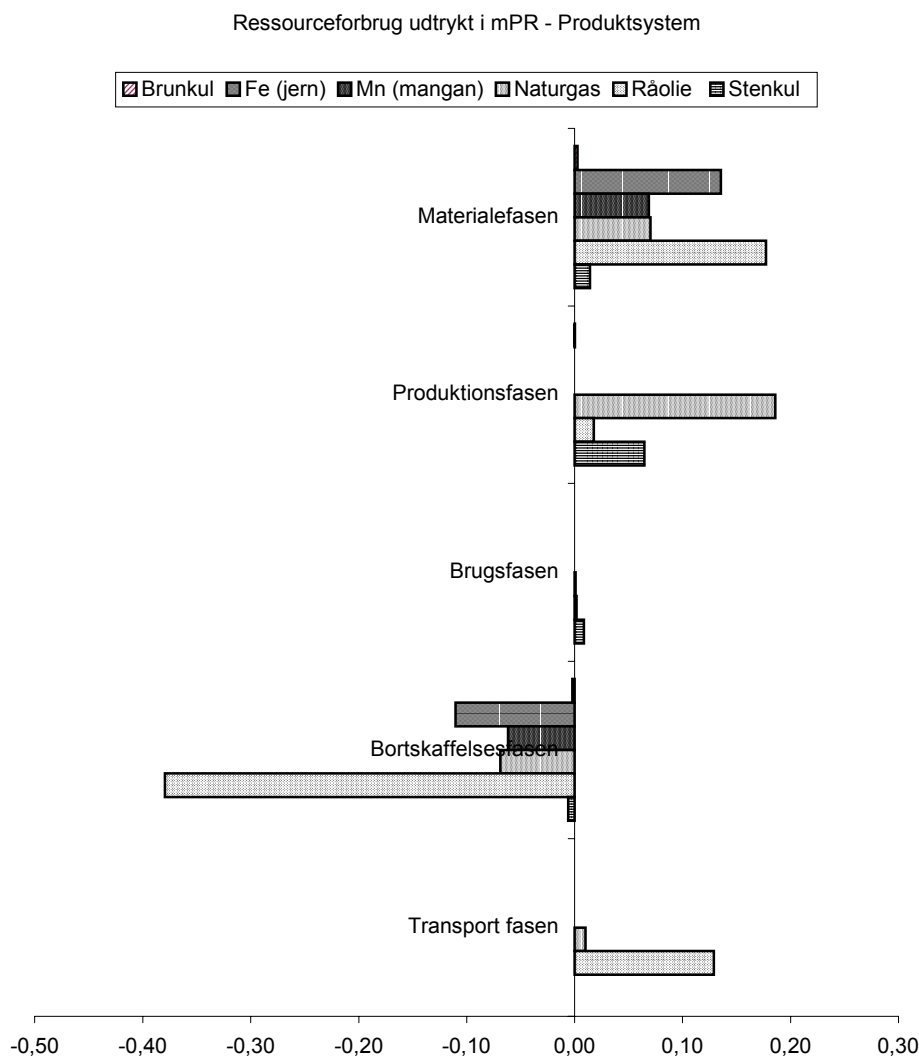
Produktionen af farligt affald fra materialefasen stammer fra produktionen af stål, der sammen med produktionen af ruden er den største bidragsyder til de samlede effekter i denne fase. Dog har produktion af maling også et væsentligt bidrag til farligt affald fra produktionsfasen.

Fotokemisk ozon, humantoksicitet og produktion af farligt affald stammer fra produktion og brug af maling i brugsfasen.

I bortskaffelsesfasen er alle de vægtede bidrag negative fra godskrivningen bortset fra bidragene til humantoksicitet, der stammer fra omsmeltingen af glas.

Ved transportfasen viser grafen kun bidrag til drivhuseffekt, næringssaltbelastning og nogle få andre. Dette skyldes, at denne fase udelukkende tilskrives transportprocesser, der karakteriseres ved forbrænding af raffinerede olieprodukter.

**Figur 11.11 Samlet miljøprofil for vægtede ressourceforbrug**



Figur 11.11 viser den vægtede ressourceprofil. De fleste faser har en væsentlig påvirkning på den samlede profil, bortset fra brugsfasen.

Men hvor produktionsfasen, brugsfasen og transportfasen udelukkende har ressourceforbrug tilknyttet produktion af energi også kaldet energiressourcer, har materialefasen også en del forbrug knyttet til metalliske ressourcer.

I materialefasen kan forbruget af jern og mangan 100% allokere til produktionen af det stål, der indgår i vinduet. Energiressourcerne derimod knytter sig hovedsageligt til produktionen af glas til ruden. De resterende materialer har ingen påvirkning af det vægtede ressourceforbrug i materialefasen.

I produktionsfasen stammer forbruget af naturgas hovedsageligt fra termiske processer ved produktion af varme, hvorimod forbruget af råolie og kul hovedsageligt stammer fra forbruget af elektricitet.

I bortskaffelsesfasen er 90% af metalressourcerne blevet godskrevet, således at det reelle forbrug i hele produktsystemet kun svarer til tabet, der er sat til 10%. Det mest interessante er dog det relativt store negative forbrug af råolie, der næsten udelukkende stammer fra forbrænding af træet i rammen og de øvrige trækomponenter.

Godskrivning af glasset i ruden samt stålet medfører også visse negative forbrug af energiressourcer, men disse ophæves dog af selve omsmeltingen af de brugte komponenter.

Forbrændingen af gummilisten har ingen effekt på profilen.

#### 11.4.4 Delkonklusioner

Det væsentligste forbrug af materialer stammer fra produktionen af stål, hvor det er valgt at bruge 90% primære materialer. Dette forbrug kan reduceres ved at finde andre materialer til erstatning af stålet eller ved at sikre sig, at stålkomponenterne efter brug kan demonteres og sendes til genbrug. Ansvar for korrekt bortskaffelse skal ikke kun overlades til genanvendelsesindustrien, men skal sikres gennem dialog mellem de enkelte producenter og/eller branchen og genanvendelsesindustrien. Bortskaffelsesvejene skal optimeres, således at de ikke-fornybare ressourcer sikres en længere forsyningshorisont. Ud over dette kan man ved demontering, sortering og genbrug undgå at betale affaldsafgifter, der ikke forventes at blive reduceret i den nærmeste fremtid.

Grundet den uendelige forsyningshorisont for kvarts (til glasproduktion) vurderes denne ikke at have nogen effekt på de vægtede profiler. Energiforbruget til produktion af glas til ruden har derimod betydelige energiforbrug og dermed følgende forbrug af ressourcer og belastninger af miljøet til følge.

I produktionsfasen er det især overfladebehandlingsprocesserne, der medfører store belastninger. Dette kunne tænkes reduceret ved ændrede produktionsprocesser eller brug af andre produkter, der er mindre belastende. I det ovenstående er der dog ikke taget hensyn til, hvordan andre behandlingstyper vil kunne forandre levetiden for det samlede vindue.

Som nævnt ovenfor er udvekslingerne i brugsfasen udelukkende knyttet til vedligehold ved påføring af maling.

I bortskaffelsesprocessen har det betydning, at alle dele af vinduet kan genanvendes, enten ved direkte genbrug eller ved udnyttelse af bunden energi. Dette sikres ved at bruge så få materialer som mulige og ved at forberede materialer og komponenter for genanvendelse gennem design.

### 11.4.5 Alternative modelleringer

Med udgangspunkt i ovenstående modellering af livsforløbet af vinduet, fremover kaldet referenceproduktet, er opstillet relevante produktalternativer. Effekten af ændringer i livsforløbet i forhold til referenceproduktet er i dette afsnit synliggjort gennem simuleringer. I det efterfølgende vil følgende simuleringer blive gennemført og sammenlignet med referencen:

- Substitution af VAC-væske med kernetræ fra samme leverandør eller træ med større naturlig holdbarhed fra andre lande, hvilket igen vil medføre ændrede transportafstande
- Betydningen af energitab i brugsfasen
- Ændret bortskaffelsesscenarie

#### *11.4.5.1 Substitution af VAC-væske med kernetræ fra samme leverandør eller træ med større naturlig holdbarhed fra andre lande end Norden*

En af de store ”syndere” i referenceproduktet viste sig at være VAC-væsken. I det efterfølgende er det valgt at sammenligne med to alternativer:

1. substitution af VAC-behandlet træ med kernetræ uden vaccumimpregnering. Træet antages at stamme fra samme træleverandør.
2. Substitution af VAC-behandlet træ med træ med større naturlig holdbarhed fra anden leverandør. I dette tænkte eksempel er valgt at basere eksemplet på sibirisk lærk, der har en stor naturlig holdbarhed. Det antages, at styrkeegenskaberne i sibirisk lærk svarer til fyrretræets.

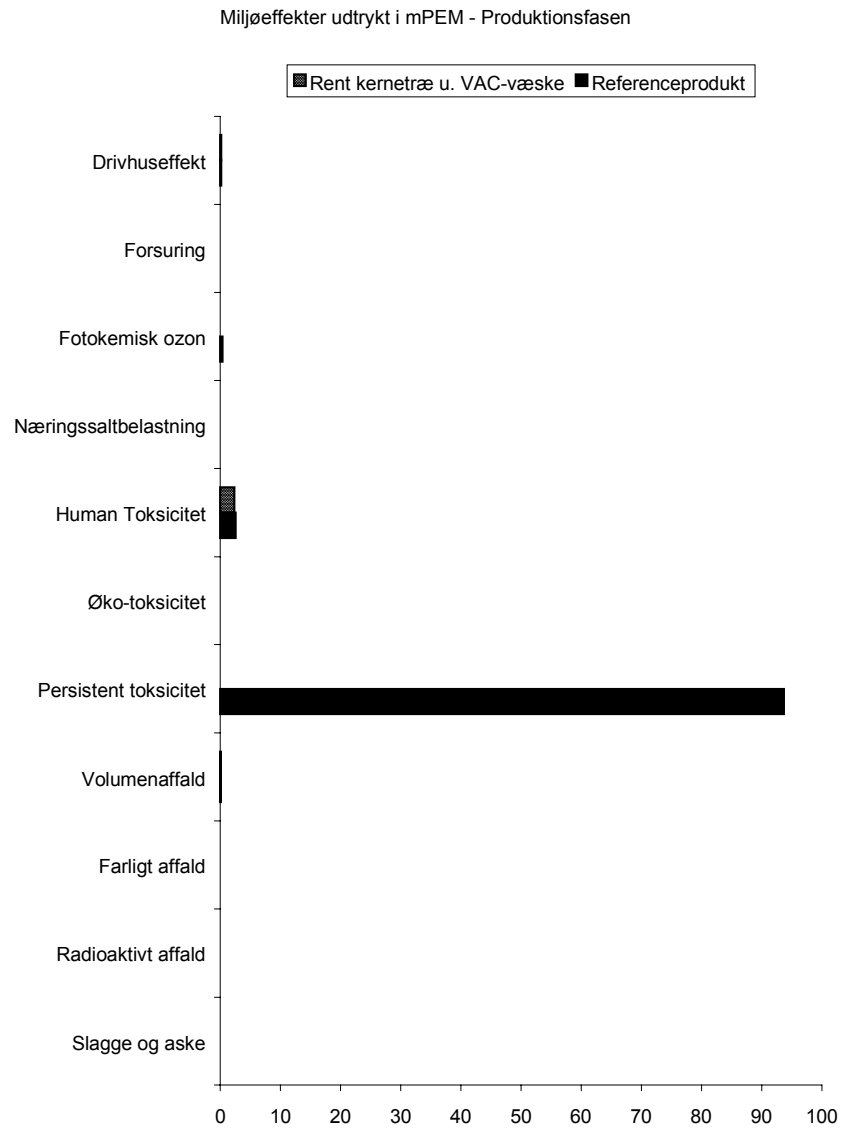
For begge de alternative modelleringer gælder, at den øvrige overfladebehandling bevares.

For alternativ 1 er den eneste ændring i forhold til referenceproduktet produktion og påføring af VAC-væske. Kernetræets lidt større densitet medfører ikke nogen mærkbare ændringer i profilerne.

For alternativ 2 er både produktion og brug af VAC-væske fjernet, samtidig med at træets transportafstand fra skov over opskæring og tørring til producent er ændret fra 800 km med skib til 2000 km med lastbil eller dieseldrevet tog. Afstanden på 2000 km er sat lavt for at vise, hvor meget afstanden påvirker resultatet.

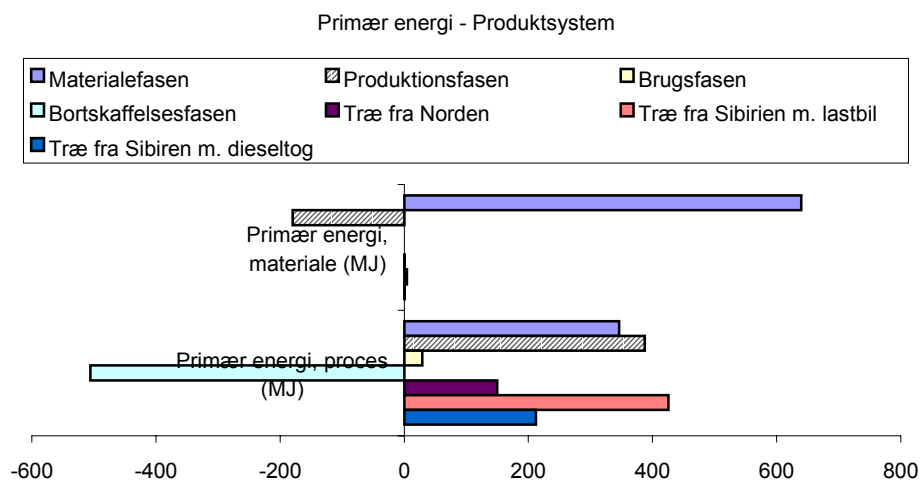
Da produktionen af VAC-væske ikke har nogen mærkbar effekt på den samlede profil i materialefasen, er derfor valgt kun at vise resultatet af de vægtede miljøeffektpotentialer for produktionsfasen, se figur 11.12. Her ses det at belastningerne til persistent toksicitet falder drastisk ved fjernelse af emissioner forbundet med overfladebehandling med VAC-væske. Altså vil en substitution af VAC-væsken ændre profilens udseende væsentligt under forudsætning af antagelsen om, at 100% af de oplyste stoffer emitteres til luft.

Figur 11.12 Miljøeffekter udtrykt i mPEM - Produktionsfasen



Ved en forøgelse af transportlængden er det udelukkende transportfasen, der vil blive berørt. Karakteristisk for denne er et stort energiforbrug, og der er nedenfor udelukkende vist energiprofilen for alternativ 2 og referenceproduktet, se figur 11.13.

Figur 11.13 Primær energi - Produktsystem



Figur 11.13 viser, at transportafstandens betydning for det samlede energiforbrug er stærkt afhængigt af den valgte transportform (figurens 3 nederste bjælker). Hvis træet vælges at blive transporteret 2000 km med lastbil til Danmark, vil energiprofilen ændres markant. Hvis træet derimod transporteres med dieseltog, vil belastningen svare til referenceproduktets (træ fra Norden).

#### 11.4.5.2 Varmetab i brugsfasen

Vinduet bevirker et vist varmetab ud af bygningen, afhængig af lokale klimaforhold, bygningens brug og vinduets aktuelle orientering i forhold til verdenshjørner, samtidigt med at vinduet reducerer forbruget af energi til belysning indendørs.

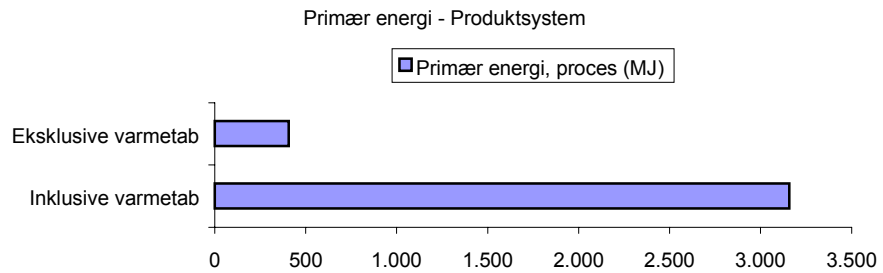
Fra producenten er der ikke oplyst noget energitab gennem vinduet i løbet af brugsfasen. Figur 11.14 viser, at selv ved et lavt energitab på 10 kWh p.a. i 30 år medfører det, at brugsfasen energimæssigt vil blive den mest belastende fase.

Beregningen er baseret på Energistyrelsens Energistatistik for 1998, hvor det endelige energiforbrug til rumopvarmning i husholdninger i 1998 er fordelt som følger:

- Olie: 26%
- Naturgas: 19%
- Vedvarende energi: 8%
- El: 5%
- Fjernvarme: 41%

Produktion af fjernvarme er regnet som dansk elektricitet med en nyttevirkningsgrad, der er 33% lavere. Altså skal der produceres 1,6 kWh el for 1 kWh fjernvarme.

Figur 11.14 Energitab gennem vindue



Baseret på figur 11.14 kan det dermed konkluderes, at energitabet gennem vinduet i brugsfasen er en faktor, der ikke må negligeres.

#### 11.4.5.3 Ændret bortskaffelsesscenarie

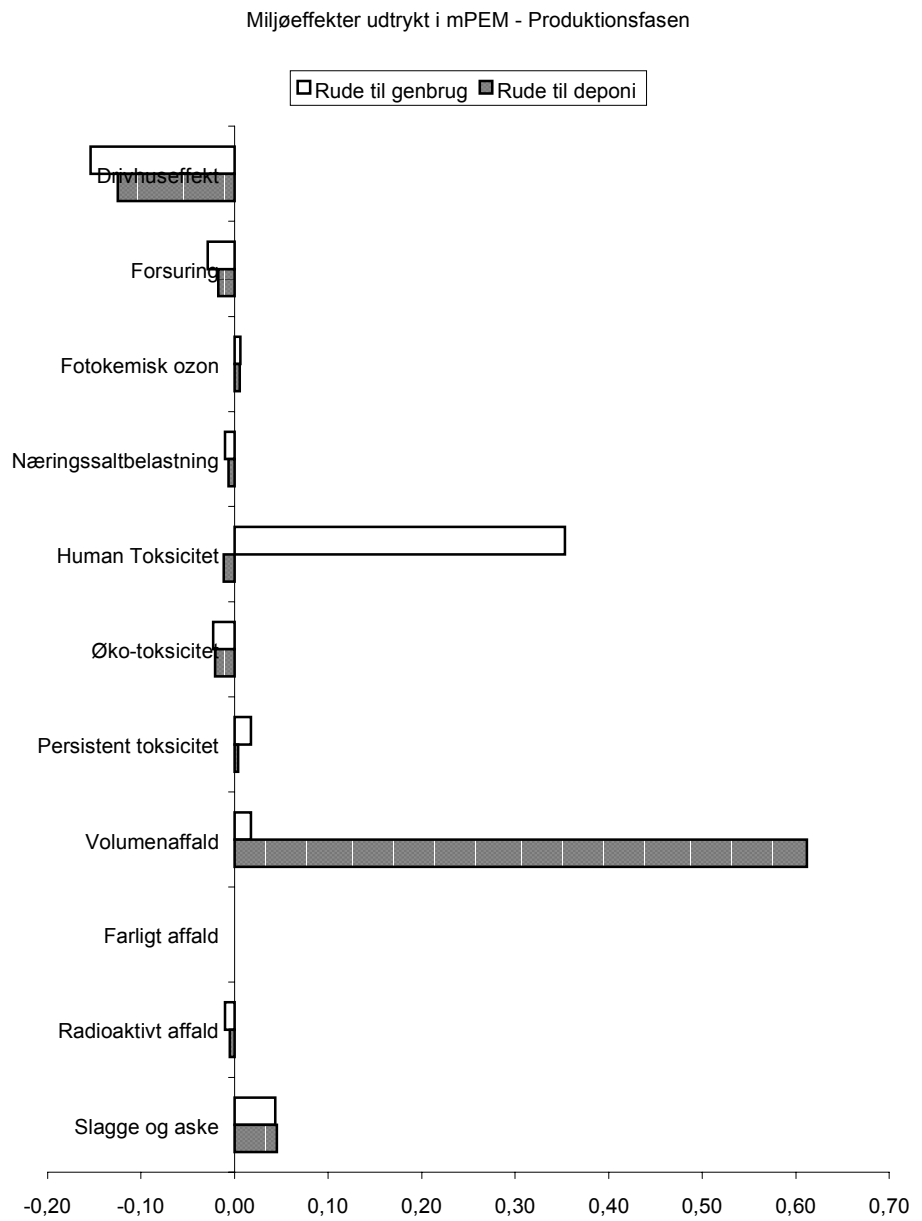
I modelleringen er det antaget, at alt rudeglas sendes til genbrug i bortskaffelsesfasen. Ifølge oplysninger er det i dag langt den største fraktion af rudeglas, der ender som terminalt volumenaffald i deponi.

I figur 11.15 og 11.16, der viser henholdsvis de vægtede potentielle miljøeffekter og de vægtede ressourceforbrug for de to alternativer i bortskaffelsesfasen, ses, at man ved at sende ruden til deponi i stedet for genanvendelse opnår en væsentlig reduktion af bidragene til humantoksicitet, hvorimod produktionen af volumenaffald er kraftigt forøget.

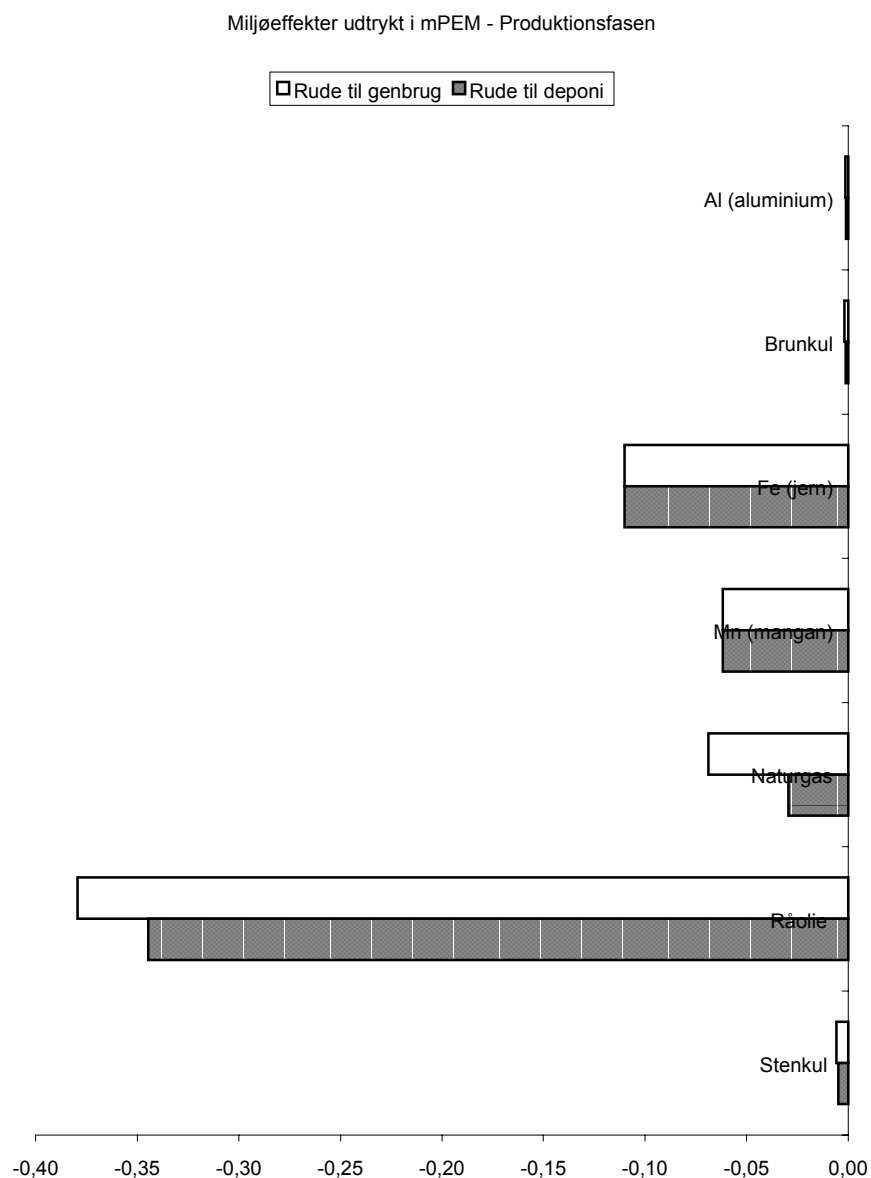
For resten af effekterne og samtlige af ressourceforbrugene er profilerne uændrede eller lidt værre.

På baggrund af datamaterialet og UMIP-systemet kan man altså konkludere, at ruden helst skal sendes til genbrug. Det skal dog pointeres, at modellen er stærkt forsimplet, og datamaterialet er begrænset, hvilket medfører, at usikkerhederne ved denne konklusion ikke er uvæsentlige.

Figur 11.15 Sammenligning af vægtede miljøeffekter i bortskaffelsesfasen ved ændret bortskaffelsesvej for rude



Figur 11.16 Sammenligning af vægtede ressourceforbrug i bortskaffelsesfasen ved ændret bortskaffelsesvej for rude



#### 11.4.5.4 Delkonklusion

Opstilling og beregning af alternativer viser, at emissionerne fra VAC-væsken vil kunne reduceres, hvis man alternativt kunne bruge kernetræ uden brug af imprægnering. Samtidigt er det vigtigt, at man overvejer, hvordan man vælger at transportere sin råvare. Hvis et alternativ til almindeligt træ skal findes, og dette alternativ kræver en fordobling af transportafstanden, vil valget af transportform kunne have stor indflydelse på den samlede miljøprofil.

Ved at inkludere et lavt energitab (10 kWh p.a.) gennem vinduet i brugsfasen er det også vist, at denne fase er en af de mest betydningsfulde i hele vinduets livsforløb. Det er derfor vigtigt, at denne holdes så lav som muligt. Lave energitab vil dog medføre andre ulemper i brugssituationen, hvilket ikke vil blive gennemgået yderligere i denne rapport.



Samtidigt viser alternativerne, at de miljømæssige belastninger til humantoksicitet ved omsmeltning af ruden i bortskaffelsesfasen kan reduceres ved deponi efter endt brug, men at produktionen af volumenaffald dermed forøges voldsomt, hvorfor genbrug må være at foretrække.

# 12 Konklusioner og anbefalinger

Nedenfor er samlet konklusioner og anbefalinger, som udspringer af det samlede projekt. Anbefalingerne retter sig mod såvel branchen som dens underleverandører, kunder, samarbejdspartnere og myndigheder - og miljøeksperter, herunder udviklere af LCA-værktøjer.

Konklusioner og anbefalinger er samlet efter temaer, der ikke slavisk følger rapportens kapitelopbygning.

## 12.1 Brancheprofil - grundlag for brancheanalysen

### 12.1.1 Konklusioner, brancheprofil

Træ- og møbelindustrien hører til de ældste industrier i Danmark. Udviklingen har bevæget sig fra lokalt håndværk til international, specialiseret industri, fra håndarbejde over mekanisering til automatisering, og fra individuel produktion til standardiseret serieproduktion. Spredningen er stadig stor mellem håndværk og industri.

Træ- og møbelindustrien i denne brancheanalyse dækker over såvel byggevarer som møbler, over hele trækæden fra skovbrug til forarbejdede produkter og involverer foruden træ også en lang række andre materialer.

Møbelindustrien eksporterer årligt ca. 77% - mens byggevareområdet fortrinsvis er orienteret mod hjemmemarkedet, dog med en stigende eksportandel på ca. 55%. Danmark står for 1,5% af verdens møbelproduktion (Danske Møbler, 1997).

Værdien af den samlede produktion i hele træ- og møbelindustrien i 1995 var på i alt kr. 25.164.000. Heraf udgjorde værdien af skovbrug kr. 1.409.000 (6%), byggevarer i alt kr. 8.863.000 (35%) og møbelindustrien kr. 14.891.000 (59%).

Beskæftigelsen er samlet på i alt 50.000 personer inklusive ejer og eksklusive bygge- og anlægsvirksomhed. Heraf beskæftiger møbelindustrien ca. 31.000 personer (61%).

Hele træ- og møbelindustrien er præget af små virksomheder. Inden for skovbrug er der i gennemsnit 1,6 ansatte pr. virksomhed, i byggevarer 16 og i møbelindustrien 13 ansatte.

Omsætning pr. medarbejder i delbrancherne udgjorde i 1995:

Skovbrug inkl. service	kr. 248.000
Savværker og byggevareindustri m.m.	kr. 850.000
Møbelindustrien	kr. 793.000

Energiforbrug for den samlede træ- og møbelindustri i 1995 eksklusive skovbrug er opgjort til  $10,3 \times 10^6$  GJ fordelt med  $6,3 \times 10^6$  GJ (62%) til træindustrien inklusive byggevarer og  $3,9 \times 10^6$  GJ (38%) til møbelindustrien. Dette svarede i 1996 til 8% af det samlede energiforbrug i fremstillingsvirksomheder i Danmark (Energistatistik, 1998).

Kombineret med Trætekniks branchekendskab til materialer og processer er branchekortlægningen anvendt til at udpege et antal produkter, som ved deres materialer og processer er typiske for industrien som en helhed dog eksklusive polstermøbelproduktion og bærende konstruktioner af træ.

De valgte produkter er en stol med sæde og ryg af formspændt finér samt metalstel, et bord af massivt bøgetræ og et vindue af vacuumimprægneret fyrretræ.

### 12.1.2 Anbefaling, brancheprofil

Data i Danmarks Statistik er ikke automatisk sammensat således, at det er muligt statistisk at kortlægge miljørelevante forhold i hele trækæden i træ- og møbelindustrien uden omkostningstunge særkørsler. Det ville være ønskeligt for branchen, at fremtidige branche profiler kan tilvejebringes enklere - for eksempel efterspurgt af træ- og møbelindustriens brancheorganisationer i fællesskab.

## 12.2 Ressourcer anvendt i træ- og møbelindustrien

### 12.2.1 Træ og træbaserede materialer

#### 12.2.1.1 Konklusioner, træ og træbaserede materialer

Danske skove leverer ca. 20% af Danmarks træforbrug. Mindre end 3% kommer fra tropeskove. 77% af det importerede træ kommer fra vore nabolande - primært nåletræ i andre nordiske lande.

Det danske skovareal udgjorde 445.000 ha i 1990. Det svarer til 10,3 % af Danmarks areal. Den stående vedmasse, træ på rod, er på 55 mio. m<sup>3</sup>.

Den samlede tilvækst af træ på rod er i hele Norden større end den årlige hugst. Den årlige nettotilvækst over de sidste 10 år har i Danmark været 3,2 mio. m<sup>3</sup>, svarende til en vækstrate på ca. 6%. Bruttotilvæksten i den stående vedmasse i Norge, Sverige og Finland er årligt 70%, svarende til en nettotilvækst på 30% eller 81,38 mio. m<sup>3</sup>.

Skovbruget i de nordiske lande reguleres efter nationale love, som er under indflydelse af de enkelte landes tiltrædelse af internationale aftaler og konventioner f.eks. om bæredygtigt skovbrug. Flere og flere nordiske skovbrug lader sig certificere efter rammer fastlagt af enten FSC, Forest Stewardship Council eller PEFC, Pan European Forest Certification. Der findes ikke danske, certificerede skovbrug (februar 2000).

Når træ fældes og anvendes som materiale i industrielle produkter, er CO<sub>2</sub> lagret i træet som cellulose. Dette lager frigøres ved forbrænding eller biologisk nedbrydning og svarer til den mængde CO<sub>2</sub>, der blev optaget i træet under væksten. Træ er således betragtet som en CO<sub>2</sub>-neutral ressource.

Behovet for at tilføre træet nye brugsegenskaber, fx forlænget levetid eller øget styrke, betyder anvendelse af en lang række andre materialer og indholdsstoffer samt energi under oparbejdning af produkterne. Som eksempler på dette kan nævnes lim i pladematerialer og træimprægneringsmidler. Dette påfører det eksterne og interne miljø med en lang række miljøpåvirkninger af jord vand og luft ud over udledninger af CO<sub>2</sub>. Dette kan give anledning til lokale miljøeffekter som giftighed mod mennesker (humantoksicitet), volumenaffald og farligt affald, regionale effekter som forsurening og nærings saltbelastning eller globale effekter som drivhuseffekten.

Hos mange leverandører af materialer og hjælpematerialer (lim- og lakleverandører) er der allerede et stort arbejde i gang med at udvikle mindre miljøbelastende produkter. Flere større danske materiale- og komponentleverandører af fx pladematerialer er i dag langt fremme med kvalificeret dokumentation af produkternes miljøegenskaber.

#### 12.2.1.2 Anbefalinger, træ og træbaserede produkter

- Kræv dokumentation for, at råvaren træ kommer fra bæredygtigt skovbrug, eventuelt dokumenteret ved certifikater fra internationalt anerkendte organisationer som FSC eller PEFC.

- Efterspørg dokumentation for produkters og materialers miljøegenskaber herunder dokumentation for indholdsstoffer, energiindhold og anvendte energikilder samt håndtering af problematiske stoffer.
- Brug træet rigtigt i forhold til anvendelsesformål – fx kan konstruktiv træbeskyttelse erstatte eller reducere behov for imprægnering og/eller overfladebehandling af træet.
- Forøg mængden af træmaterialer i det færdige produkt på bekostning af begrænsede råvarereserver (fx stål), hvor det ikke er begrænset af design- eller konstruktionsmæssige grunde.
- Benyt resttræ fra produktion til energiformål eller som "nyt" materiale i nye produkter.
- Påvirk leverandører til at reducere eventuelle miljøbelastende indholdsstoffer i materialerne.
- Fortsæt udvikling af træprodukters materialeegenskaber som formstabilitet og længere levetid uden brug af kemiske stoffer - fx udvikling af varmebehandling af træ, konstruktiv træbeskyttelse og nye kompositmaterialer.

## 12.2.2 Metal, glas og plast

### 12.2.2.1 Konklusioner, metal, glas og plast

Data for udvinding og produktion af metaller, glas og plast er hentet fra UMIP PC-værktøjet. Der findes ikke tilgængelige data for videreforarbejdning af materialerne til færdige produkter, der kan indgå i branchens produkter, fx termoruder eller plastkomponenter. Der er indsamlet produktspecifikke data for metalforarbejdende processer samt materialer og overfladebehandling af metaldele til møbler.

Udvinding og fremstilling af metaller og glas er generelt energitunge og bidrager til udledning af drivhusgasser samt udledning af tungmetaller via røggas og slagger. Der er tale om meget varierende forsyningshorisonter.

I henhold til PVC- aftalen skal 77% af alt PVC i byggekomponenter genbruges i år 2000. Meget PVC-affald bliver på nuværende tidspunkt ikke indsamlet og ender derfor på forbrændingsanlæg.

Mangan og zink findes i begrænsede mængder. Jern (jernmalm) og aluminium (bauxit) betragtes sjældent som begrænsede ressourcer, med forsyningshorisonter på hhv. 120 og 200 år (ved konstant forbrug pr. person på 1990-niveau).

Energiforbruget ved produktion af sekundært aluminium (genbrugsaluminium) er ca. 95% lavere end for produktion af primært aluminium.

Danske erfaringer med oparbejdning af stål fra skrot viser, at energiforbruget hertil udgør ca. 25-50% af energifremstilling af råjern. Tilgængeligheden af genbrugsstål til produktion af svejste præcisionsrør til den danske møbelindustri er ikke umiddelbart til stede i dag.

I selve møbelindustrien stammer de energirelaterede miljøpåvirkninger i forbindelse med stålanvendelse fra metalforarbejdende processer og fra overfladebehandlingsprocesserne. Sidstnævnte bidrager desuden med miljøpåvirkninger fra de anvendte affedtnings- og lakeeringsmidler.

For at opnå en mindre miljøbelastning har mange virksomheder i møbelindustrien i halvfemserne erstattet affedtning baseret på chlorerede opløsningsmidler med vandbaseret affedtning. Energiforbrug og forbrug af hjælpematerialer er yderligere blevet reduceret.

Data for forkromning af metaldele er ikke kortlagt, men findes i begrænset omfang i UMIP PC-værktøjet.

### 12.2.2.2 *Anbefalinger, metal, glas- og plastmaterialer*

- Efterspørg genanvendelige ressourcer ved materialevalg - eller overvej substitution af materialet med et genanvendeligt/fornyeligt materiale.
- Påvirk materialeleverandører ved at efterspørge genbrugsmaterialer (stålrør) i størst muligt omfang.
- Efterspørg miljømæssig dokumentation for produkter og hjælpematerialers miljøegenskaber herunder indholdsstoffer, energiindhold og anvendte energikilder, begrænsninger i tilgængeligheden samt håndtering af problematiske stoffer.
- Overvåg løbende lønsomhed i investering i renere teknologianvendelse i overfladebehandlingsafsnit.
- Reducer omkostninger til bortskaffelse af affald gennem minimering af spild og farligt affald.
- Fremstil produkter, der kan adskilles mest muligt i rene materialefraktioner og enten kan genbruges eller forbrændes, således at behovet for deponering minimeres.

### 12.2.3 **Lime og overfladebehandlings- og imprægneringsmidler**

#### 12.2.3.1 *Konklusioner, lime og overfladebehandlings- og imprægneringsmidler*

Overfladebehandling af træbaserede produkter samt af metalstel til møbler herunder lakering og imprægnering udføres for at forøge produkternes levetid, forbedre brugsegenskaberne, rengørings- og vedligeholdelsesvenlighed samt af designmæssige årsager.

Træet får tilført nye egenskaber, der samlet tilfredsstillende ønsker og behov for en større brugsværdi, men samtidigt tilføres træet en række nye miljøpåvirkninger.

En væsentlig miljøpåvirkning kommer fra indholdsstoffernes emission af flygtige organiske forbindelser (VOC'er - Volatile Organic Compounds). Træ- og møbelindustrien har indgået en frivillig aftale med Miljø- og Energiministeriet om at reducere emission af VOC med 45% i 2000 i forhold til 1988.

Udviklingen i forbruget af laktyper har siden 1997 ændret sig til mindre brug af syrehærdende lakker til andre laktyper, fx vandbaserede lakker. Desuden sker der produktudvikling inden for de enkelte laktyper således, at såvel brugsmæssige som miljømæssige egenskaber løbende forbedres.

De gennemgåede litteraturkilder har udelukkende haft fokus rettet mod reduktion af VOC-emissioner ved overgang fra syrehærdende til UV-hærdende overfladebehandlinger. Der er p.t. ingen kendte kilder, der har fokuseret på ændringer i energiforbruget mellem de to overfladebehandlingstyper. Der mangler derfor vurderinger af den samlede miljøbelastning - ressourceforbrug og emissioner fordelt på livscyklusfaser.

Sammen med en tilsvarende udvikling inden for lime samt investeringer i nye anlægstyper i produktionen har udviklingen dog bidraget betydeligt til at nærme sig det aftalte reduktionsmål for emissioner (status er ikke specifikt opgjort i forbindelse med brancheanalysen).

Siden 1992 har producenter af imprægneringsmidler specielt til trykimprægnering i samarbejde med Miljøstyrelsen bidraget til samme udvikling med udvikling af nye og mindre miljøbelastende trykimprægneringsmidler med samme holdbarhed og færre tungmetaller. Parallelt hermed er en lang række indholdsstoffer blevet forbudt og efterfølgende udfaset for eksempel arsen, chrom., kreosot og chlorphenoler.

Dataindsamlingen har kortlagt 47 opløsningsmidler, der finder anvendelse i de relevante lim- og lakprodukter og som kan fordampe ved hærdning af lim og lak hos træ- og møbelproducenterne. Af disse er identificeret 20 stoffer, som dækker ca. 95% af de i dag (1998) anvendte stoffer samt en væsentlig del af de stoffer, som vil blive anvendt ved en overgang til vandbaserede lakker.

Kortlægningen af indholdsstoffer i imprægneringsmidler har omfattet i alt 76 stoffer svarende til ca. 80% af forbruget i Danmark i 1998 eksklusive salg i detailhandel. 11 af disse stoffer er i dag godkendt efter gældende lovgivning og er også omfattet af miljøvurderingen.

Den relativt største miljøbelastning for at øge træs brugsegenskaber kommer fra overfladebehandling i forbindelse med energiforbrug til påførings- og hærdeprocesserne samt emission til det interne og eksterne miljø.

I hele branchen pågår et stort arbejde med udvikling af mindre miljøbelastende hjælpematerialer samt investeringer i renere teknologi i produktionsprocesserne. Projekter om konstruktiv træbeskyttelse, alternative anvendelsesformer for træ og modifikation af træs egenskaber øger også mulighederne for at minimere miljøpåvirkningen fra imprægnerings- eller overfladebehandlingsmidler.

Pulverlak er den mest udbredte metode til lakering af møbeldele af metal. Denne laktype indeholder ikke organiske opløsningsmidler, men derimod tungmetaltholdige pigmenter.

#### **12.2.4    Anbefalinger, lim, overflade- og imprægneringsmidler**

- Efterspørg miljømæssig dokumentation for produkter og hjælpematerialers miljøegenskaber herunder indholdsstoffer, energiindhold og energikilder samt håndtering af problematiske stoffer.
- Sæt løbende mål for forbedring af arbejdsmiljøet ved materialesubstitution og procedurer for håndtering af problematiske stoffer.
- Påvirk leverandører til at reducere evt. miljøbelastende indholdsstoffer i hjælpematerialer uden reduktion af brugsegenskaber (holdbarhed).
- Undgå anprisning af "grønne produkter", hvis det ikke kan dokumenteres (træolier, lud, bejdsler, voks m.m.).
- Vær åben for deltagelse i udviklingsprojekter, der har til formål at nedbringe miljøbelastningen i det færdige produkt.

### **12.3 Brugsfase og bortskaffelse**

#### **12.3.1    Konklusioner, brugsfase**

I brugsfasen er påvirkning af indeklimaet den væsentligste miljøpåvirkning fra produkterne. Projektet har især beskæftiget sig med indeklimapåvirkningerne som følge af emission af flygtige organiske stoffer (VOC'er) fra de indgående materialer. Data for indeklimapåvirkning fra træbaserede produkter med forskellig overfladebehandling er i brancheprojektet hentet fra andre projekter.

Rengøring/vedligehold giver i hovedreglen forsvindende små påvirkninger. Dog kan der være tale om direkte gentagelse af påvirkninger i produktionsfasen, fx ved genbehandling af overflader eller genimprægnering.

Emission af VOC'er fra de indgående materialer er størst i starten af et produkts levetid men følger herefter en eksponentielt faldende kurve. Emissionerne påvirker mennesker ved irritation af slimhinder i næse, øjne og øvre luftveje og/eller ved deres lugt. I de fleste tilfælde ligger grænsen for irritation langt over grænsen for lugt. Den naturlige emission af aldehyder og terpenier fra træ giver den duft, man typisk forbinder med træ, og opfattes selv i relativt høje koncentrationer positivt.

I Danmark er formaldehyd det eneste stof, der er lovregulerede emissionsgrænser for, når de anvendes i træplader til byggeri. I Bygningsreglementet fra 1995 (BR95) er kravet, at indholdet af formaldehyd i rumluft ikke må overstige 0,15 mg/m<sup>3</sup>. Kravet gælder ikke plader til anvendelse i møbler og inventar. Svanemærkede træplader eller møbler overholder kravene til formaldehydafgivelse. Formaldehyd har en lavere irritations- end lugttærskel.

Betydningen af miljøpåvirkningerne i brugsfasen, set i forhold til de samlede påvirkninger, afhænger af bl.a. produktets levetid, ressourcebehov (f.eks. el) ved anvendelse af produktet, behov for rengøring og vedligeholdelse samt nedbrydning af produktet (udvaskning og emission). I sine nuværende former tager UMIP- metoden ikke særskilt højde for belastninger af indeklimaet. Hertil kan anvendes andre metoder som for eksempel dem specificeret af Dansk Selskab for Indeklima og brugt i Dansk Indeklima Mærknings kriterier.

Ved lakering af limede produkter reduceres emissioner fra limen ofte, men samtidigt bidrager overfladebehandlingen emission med fra andre stoffer. Der er stor variation i emissionerne fra de forskellige laktyper og også inden for den enkelte type lak. Færrest emissioner kommer fra UV-lakker. Det er derfor vigtigt at lade indeklima indgå i produktudviklingen sammen med de øvrige miljøspørgsmål, økonomi, levetid og andre kvalitetsparametre.

### 12.3.2 Konklusioner, bortskaffelse

Træ med lim- og lakindhold på op til 1% må anvendes direkte til energiformål i godkendte forbrændningsanlæg. Flere træforarbejdende virksomheder kan med fordel enten selv anvende biomasseaffald (rent træ) til energiformål og derved reducere brug/indkøb af fossile brændstoffer som olie, naturgas og kul eller sælge træaffaldet til genbrug/forbrænding.

Træaffald må ikke bortskaffes som biomasseaffald i eget fyringsanlæg, hvis lim- og lakindhold overstiger 1% målt som vægtprocent af tørstof.

Meget rudeglas bliver hovedsageligt deponeret fremfor genanvendt. Dette illustrerer problemet med at separere affaldsfraktioner i genanvendelige materialer (glas, aluminium) og brændbare materialer (træ, fugebånd).

Lim- og lakrester er klassificeret som farligt affald og skal sammen med metal og plastaffald bortskaffes efter regler i henhold til erhvervsregulativet i virksomhedernes hjemstedskommune samt i særlige vilkår i en evt. miljøgodkendelse.

Indtil 0,010 m<sup>3</sup> trykimprægneret træ må bortskaffes som husholdningsaffald p.a. Større mængder skal opsamles på godkendte affaldsstationer/modtagestationer og sendes efterfølgende til forbrænding i særlige godkendte forbrændingsanlæg.

### 12.3.3 anbefalinger, brug og bortskaffelse

- Efterspørg miljømæssig dokumentation for produkter og hjælpematerialer, der indkøbes fra underleverandører og indgår i det færdige produkt
- Anvend produkter med lavest mulige emissioner til luft (P25B træplader overholder formaldehydkrav)
- Dokumentér holdbarhed hvor det er muligt med grundlag i anerkendte produktstandarder (DS,CEN, ISO m.m.)
- Fremstil produkter med lang levetid, der er nemme at vedligeholde både med rengøring, genbehandling og udskiftning af defekte dele
- Dokumentér miljøegenskaber enten ved en miljødeklaration eller ved offentligt anerkendte miljømærker som Svanen
- Dokumentér indeklimategenskaber med Dansk Indeklima Mærkning eller tilsvarende
- Udarbejd forbrugerorienterede brugsvejledninger, fx med anbefalinger vedrørende rengøring og vedligehold samt behov for ventilation
- Gør produktet nemt at bortskaffe ved at mærke enkelte komponenter i affaldsfraktioner, samt vejledning i at skille det ad
- Brug få materialer. Sørg for, at de er nemme at adskille. Mærk dele i affaldsfraktioner – dette øger sandsynligheden for, at materialerne bortskaffes korrekt efter brug
- Tilbyd evt. at afhente udtjente produkter hos brugeren - også konkurrenternes
- Inddrag indeklima (og arbejdsmiljø) i produktudviklingen sammen med øvrige miljøspørgsmål og efterspørg miljøvurderingsværktøjer, der tager højde for disse emner

## 12.4 Den produktorienterede miljøindsats og UMIP-metoden

### 12.4.1 Konklusioner, den produktorienterede miljøindsats og UMIP-metoden

Brancheanalysens resultater baserer sig på den model for brancheanalyser, der er udviklet i renere teknologiprojekter for byggevareindustrien samt UMIP-metoden (Udvikling af Miljøvenlige IndustriProdukter).

Beskrivelse af træ- og møbelbranchens miljøforhold har taget udgangspunkt i tidligere beskrivelser af branchens miljøforhold sammenholdt med indsamling af nye miljødata, der beskriver miljøbelastningen for typiske materialer og processer anvendt i branchens produkter. I alt ca. 80 data er indsamlet og bearbejdet til UMIP-dataformat. Disse data supplerer den eksisterende UMIP-database.

Dataindsamlingen i dette projekt er meget omfattende. Alligevel er der materialer og processer, der ikke er inkluderet. Dette kan skyldes, at materialerne er opfattet som værende marginale, eller at data tilgængeligheden har været lav. Data er i enkelte tilfælde produktspecifikke (data for MDF-plade), hvor andre data er udtryk for et "gennemsnitsprodukt" (data for et kg lak produceret hos dansk lakproducent).

Indsamlede data har ikke omfattet nøgletal for eksempelvis træarter uden for Norden, polstermøbelproduktion, specifikke trætørringsmetoder, varianter af træ- og metalbearbejdningsprocesser og overfladebehandlingsmetoder, "grønne overfladebehandlingsmidler", der ikke indeholder oplysningspligtige stoffer, samt arbejdsmiljø og indeklimate.

For at lave miljøvurderinger af sammensatte produkter som fx termovinduer, tagkassetter, polstermøbler eller lædermøbler savnes der data for andre materialer, der indgår i disse produkter, fx termoruder, tagpap, tekstiler og læder.

Mulighederne for vejledende miljøvurdering som støtte ved udvikling af nye produktidéer eller ved ændring af eksisterende industriprodukter med tilhørende produktionsprocesser, herunder anvendelse af BAT (Best Available Technology), er med de indsamlede data generelt gode. Ved "vejledende" forstås, at de generelle data ikke er virksomhedsspecifikke og derfor ikke kan bruges som dokumentation for specifikke produkters miljøprofil. Anvendelse af UMIP-metoden samt indsamling af de data, der knytter sig til anvendelse af pc-værktøjet, kræver dog detaljeret indsigt i livscyklustankegangen og redskaber til livscyklusvurderinger. Denne viden er p.t. ikke almindelig tilgængelig i branchens mindre og mellemstore virksomheder.

Incitamentet til at inddrage miljø i sin virksomhedsstrategi kommer dels fra begyndende efterspørgsel efter "miljøvenlige" produkter, dels fra offentlig regulering i form af fx miljøafgifter og udfasning af farlige stoffer. Antallet af virksomheder, der indfører miljøledelse til styring af miljøindsatsen efter ISO 14001 eller den europæiske forordning om miljøledelse EMAS, er i stigning. Dermed følger også øget dokumentation af miljørelaterede data i de enkelte virksomheder. Samtidig retter flere og flere virksomheder opmærksomheden mod LCA-tankegangen og den produktorienterede miljøindsats.

Kombinationen af disse to udviklingstendenser peger på, at branchen fremover vil kunne anvende resultaterne af LCA i produkt- og procesudvikling, uanset der ikke umiddelbart er brugervenlige værktøjer til rådighed. Forhåbningerne ved dette projekts start - at den enkelte virksomhed skulle kunne foretage LCA-vurderinger på baggrund af egne data - er derfor blevet erstattet af anbefalinger til branchen på baggrund af den generelle dataindsamling og vurderingerne af udvalgte produkter.

### 12.4.2 Anbefalinger, den produktorienterede miljøindsats og UMIP-metoden

- Der er behov for en yderligere indsats i branchen for at implementere den produktorienterede miljøindsats f.eks. gennem offentlige og brancherettede kampagner og undervisning.



- UMIP-værktøjet bør gøres mere brugervenligt.
- Indtil dette er realiseret, bør branchen og dens underleverandører i fællesskab sørge for vedligeholdelse af fælles data og miljøvurderinger foretaget på baggrund heraf - som udgangspunkt for anbefalinger af miljøforbedringer.
- Data bør ajourføres løbende i takt med at nye teknologier og materialer udvikles således, at de enkelte virksomheders behov for specifik dataindsamling minimeres.
- UMIP bør udvikles til at omfatte arbejdsmiljø og indeklime - ikke til erstatning af andre, specialiserede metoder til vurdering af disse, men for at sikre, at de integreres i den samlede miljøvurdering
- Ved markedsføring af produkters miljøbelastning skal forbrugerombudsmandens vejledning om miljømarkedsføring efterleves. Brancheprojektets miljøvurderinger kan ikke anvendes til miljødeklarering af enkeltvirksomheders produkter - hertil kan alene anvendes vurderinger baseret på virksomhedens egne data

## 12.5 Produktvurderinger af udvalgte produkter

### 12.5.1 Konklusioner, produktvurderinger af udvalgte produkter

Ved gennemgangen af de tre produkt eksempeler er draget en række generelle konklusioner, som i det følgende er struktureret og gengivet i forhold til produkternes faser i livsforløbet:

#### *Materialefasen*

- Miljøpåvirkningen ved skovning af træ er minimal – dog forudsat, at træet stammer fra bæredygtig skovdrift.
- Energiindholdet i træ som råvare er stort, og træ har dermed et stort bundet energiindhold, der kan genvindes senere i livsforløbet, forudsat produkterne kan adskilles og ikke indeholder farlige stoffer.
- Selv små forbrug af metal og glas kan påvirke den samlede profil af et produkt, da begge råvarer er meget energitunge at fremstille. Energiforbrug til produktion af lim, lak og imprægnering har sjældent mærkbar effekt på den samlede miljøbelastning.
- I de vurderede eksempler har mængden af plast og gummi været begrænset og har dermed ikke haft nogen effekt på den samlede miljøprofil.

#### *Produktionsfasen*

- Oparbejdning af træ kræver et relativt lille energiforbrug (sammenlignet med fx metaller og glas). Tørring af træ samt overfladebehandling af såvel træ som metaldele er de væsentligste bidragydere til den energirelaterede miljøbelastning.
- Ved produktion af ”rene” træmøbler er udsugning energimæssigt den største enkeltbelastning.
- Overfladebehandlingsprocesserne medfører væsentlige punktbelastninger. Det er i projektet forudsat, at samtlige oplysningspligtige opløsningsmidler fordamper til luft ved selve påføringen og den efterfølgende afhærdning. I praksis vil en lille del først fordampe i brugsfasen og dermed eventuelt belaste indeklimaet.
- Forbrug af emballage har i eksemplerne ikke vist sig at have nogen indflydelse på produktets belastninger
- Korrekt bortskaffelse af produktionsaffald (genbrug og/eller forbrænding) kan reducere miljøbelastningerne væsentligt.

### *Brugsfasen*

- Overholdelse af brugskrav til produkterne er en forudsætning for miljøorienteret produktudvikling. Brugskrav til byggevarer er lovregulerede, mens krav til møbler og inventar er et ureguleret område .
- Da møbler og andre træprodukter ofte ikke medfører nogen væsentlige materiale- eller energiforbrug i brugsfasen, vil disse ofte ikke spille nogen miljømæssig rolle.
- Rent træ giver primært anledning til emission af VOC'er, som i normale koncentrationer vurderes positivt. Anvendelse af lim og lak bidrager til emissionerne med andre stoffer, som kan give såvel lugt- som irritationsgener
- Hvis vedligehold af produktet i brugsfasen kræver fornyet overfladebehandling eller imprægnering, kan denne påvirke den samlede miljøprofil.
- Byggevarer med placering i klimaskærmen har - hvadenten de er af træ eller alternative materialer - betydning for bygningens energiforbrug.

### *Bortskaffelsesfasen*

- Bortskaffelsesmåden er meget vigtig for produkternes samlede miljøbelastning. Dette gælder både for forbruget af ressourcer og miljøeffekter.
- Ved at forberede produkterne for adskillelse i materialefraktioner, kan relevante materialer til genbruges (især metaller) og efterspørgslen af primære ressourcer reduceres.
- Træ indeholder væsentlige energireserver, der kan udnyttes ved afbrænding med energiindvinding og eventuelt reducere forbruget af fossile brændsler. Da træet ofte indeholder lime og er overfladebehandlet, må det ikke brændes af i almindeligt fastbrændselsfy, men skal forbrændes på godkendt anlæg.

### *Transportfasen*

- Grundet de relativt korte afstande vil transport af lokalt produceret træ ikke påvirke miljøprofilerne væsentligt.
- Hvis "eksotiske" træarter fra fjernere egne vinder indpas i den danske industri, er det vigtigt, at transportformen vælges med omtanke, da lange transportafstande med lastbil har relativt store forbrug af brændstof med efterfølgende udledninger til miljøet. Ved at transportere med godstog eller skib vil denne belastning kunne reduceres radikalt.

## **12.5.2    Anbefalinger, produktvurdering af udvalgte produkter**

- Inddrag miljøhensyn i produktudviklingen og markedsføringen på lige fod med andre kvalitetskrav til produkterne - funktion, æstetik, levetid, brugervenlighed, økonomi etc.
- Maksimér brugen af bæredygtigt dyrket træ frem for andre materialer med korte forsyningshorisonter
- Anvend affaldstræ til energiformål – hvis ikke virksomheden selv må eller kan udnytte energien. Sørg for korrekt bortskaffelse således, at andre får gavn af træet.
- Minimér affald til deponi – dette beskytter det ydre miljø og reducerer omkostningerne til bortskaffelse
- Benyt lim, lak og imprægnering med få og lavest mulige emissioner til jord, vand og luft. Efterspørg dokumentation fra deres miljøpåvirkninger
- Forbered produkterne til separering i materialefraktioner ved bortskaffelse, fx ved mekaniske samlinger mellem materialerne frem for lim eller fugemasse
- Brug genbrugsmaterialer – hvis det er muligt
- Anvend træet rigtigt (!) - konstruktiv træbeskyttelse frem for kemisk træbeskyttelse, rigtig træsort til det konkrete formål etc.
- Sørg til stadighed for, at produktionen foregår mest miljøvenlig og invester i renere teknologi, når det er økonomisk holdbart (ud fra helhedsbetragtninger). Hold øje med udviklingen i ressourceforbrug fx ved miljøstyring

- Dokumentér produkternes holdbarhed/levetid efter offentligt anerkendte produktstandarder (DS, CEN, ISO m.m.)
- Udarbejd miljødeklarationer med 3. parts overvågning eller benyt anerkendte miljømærker
- Undgå anprisning af "grønne produkter", hvis det ikke kan dokumenteres. Overhold forbrugerombudsmandens vejledning om miljømarkedsføring
- Indfør formaliseret miljøledelse til at holde styr på miljødata og økonomi
- Udarbejd brugervejledninger om rengøring og vedligeholdelse, korrekt anvendelse og korrekt bortskaffelse - helst som en del af den generelle vejledning, så chancen for, at oplysningerne læses og gemmes, er størst
- Fortæl altid sandheden - tænk over, hvad der lovedes
- Følg med i udviklingen på området - benyt internetinformation fra myndigheder og egen brancheorganisation.



## Referencer

Alting, L., et al.: ”Miljødimensionen i produktet - en introduktion til virksomhedens ledelse”, Miljøministeriet ISBN 87-7810-435-1 og Dansk Industri ISBN 87-7353-183-9, 1996.

Arbejdstilsynets arbejdsmiljøvejvisere:

10. Murer-, snedker- og tømrerfirmaer

19. Tekstil, beklædning og læder

20. Træ- og møbelindustri

43. Gartneri og skovbrug

Arbejdstilsynet 1998

Behrndt, Klaus (red.): ”Spredning af renere teknologi i industriel overfladebehandling”, Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 25, 1995

Danmarks Statistik, Særkørsel, Danmarksstatistik, 1995

Faktablad om Dansk Skovbrug 1998. Dansk Skovforening, Amalievej 20 , 1875 Frederiksberg, 1998.

Fox, M.: ”Renere teknologi i træ- og møbelindustri, kortlægning af branchens produktion, virksomheder, beskæftigelse og energiforbrug”, Teknologisk Institut Træteknik, 1997.

Frees, N., Pedersen, M.A.: ”UMIP Enhedsprocesdatabase”, Miljøstyrelsen ISBN 87-7810-547-1, , 1996.

Hausschild M. et al.: ”Baggrund for miljøvurdering af produkter”, Miljøstyrelsen ISBN 87-7810-543-9 og Dansk Industri ISBN 87-7353-202-9, 1996.

Henriksen, Keld Henrik: Personlig kommunikation, Teknologisk Institut, Høje Taastrup, 2000.

Koch, P.: ”Fundamentals of Comminuting of wood and bark. Proceedings from FRPS Conference "Comminution of Wood and Bark" in Chicago 1984, Madison 1985.

L. Klifoth Aps, El-installation. Måling af energiforbrug ved processer i to uger, Haslev 1997

Miljø- og energiministeriet: "Listen over farlige stoffer" , Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse 829 af 6. november 1997.

Miljøstyrelsen: ”Dansk byggevareindustri – fase 2”, Miljøstyrelsen, 1995.

Miljøstyrelsen: ”Miljøstyrelsens LCV-System”, Miljøstyrelsen, 1996a.

Miljøstyrelsen: ”En Styrket Produktorienteret Miljøindsats”, Debatoplæg fra Miljøstyrelsen, Miljø- og Energiministeriet, København, 1996b.

Miljøstyrelsen, ”Fyring med biomassebaserede restprodukter” Miljøprojekt nr. 358, Miljøstyrelsen. ISBN 87-7810-778-4, 1997a.

Miljøstyrelsen: ”Træ i udemiljø”, Arbejdsrapport nr.11 1997b.

Miljøstyrelsen, "Miljøvurdering og udvikling af et reolsystem", Miljøprojekt nr. 376, Miljøstyrelsen ISBN 87-7810-961-2, 1998.

Miljøstyrelsen: "PVC-strategy Status report and Future initiatives" Miljøstyrelsen, 1999a.

Miljøstyrelsen: "Aluminium – massestrømsanalysen og vurdering af muligheder for at minimere tab", Miljøstyrelsen, 1999b.

Miljøstyrelsen: "Emission of Volatile Organic Compounds from Wood and Wood-Based Materials", Working Reports 15-16, 1999b.

Miljøstyrelsen: "Tekstil enhedsprocesdatabase - som grundlag for miljøvurdering af tekstilprodukter", Miljøstyrelsen, Afsluttes 2000.

Mortensen, B. et al.: "Livscyklusvurdering af produkter baseret på fornybare råvarer", Institut for Produktudvikling, DTU, 1997.

Møller, Lone; personlig kommunikation; Akzo Nobel, 1999.

Nielsen, G. D., Hansen, L. F., Nexø, B. A., Poulsen, O. M.: "Toxological based air quality guidelines for substances in indoor air", NKB Committee and Work Reports 1996:11 E, Nordic Committee on Building Regulations, NKB, Indoor Climate Committee, 1996.

Nielsen, Pernille Bech; Hansen, Ole Christian; Effektfaktorer for stoffer anvendt i lak og lim i træ- og møbelbranchen, Teknologisk Institut, Høje Taastrup, 1999.

Nordic Wood- Træ og miljø Nordic Timber and the environment. Transparencies and guide. Nordic Timber Council, Drottning Kristinas väg 71, S-11428 Stockholm Sverige, 1995.

Nordic Wood Træ og miljø, Miljödeklaration av träindustriens produkter. Huvudrapport. Teknologisk Institut, Træteknik, 1996a.

Nordic Wood Træ og miljø 1996b. Miljödeklaration av träindustriens produkter. Bilagor. Teknologisk Institut, Træteknik.

Nordic Wood træ og miljø 1996c. Miljödeklaration av träindustriens produkter. Sammenfatning med miljødeklarationer. Teknologisk Institut, Træteknik

Olsen, J. et al., marts 1996: Miljørigtig konstruktion. Miljøstyrelsen ISBN 87-7810-435-1 og Dansk Industri ISBN 87-7353-198-7.

Olsen, Stig Irving; Bülow, Kjeld; Nielsen, Per H.; "Bestemmelse af miljøeffektfaktorer for opløsningsmidler anvendt i lim og lak i træ- og møbelbranchen" udarbejdet af Institutet for Produktudvikling for Teknologisk Institut, Taastrup, 1998

Pedersen, M.A.: "Brugermanual til UMIP PC- værktøj (betaversion)", Miljøstyrelsen 87-7810-995-7, 1998.

Produktinformation fra Novopan A/S 1999.

Referencedokument til faktablad for dansk skovbrug marts 1999.

Skoven.: "Skovrejsning og lagring af CO<sub>2</sub>", Artikel i Skoven 11 1998, Dansk Skovforening, 1998.

Skoven: "Fremtidens klimaforandringer øger væksten i danske skove", Artikel i Skoven 6-7 1999, Dansk Skovforening, 1999.

- Spånplader i møbelindustrien, Træbranchens Oplysningsråd, Træ 43, 1999.
- Strandgaard, Erik Andersen; Jespersgaard, Paul; Grønbæk, Ove Østergaard ”Databog Fysik Kemi, F&K forlaget, København 1981.
- Svanemærkning. ”Miljømerkning av møbler og innredninger”, Kriteriedokument 5. marts 1999 – 4 marts 2002, Version 2.0, 1999
- Svanemærkning. ”Nordic Ecolabeling of Windows”, Criteria document 23 October 1997 – October 2000, version 1.0, 1999.
- Teknologisk Institut: ”Reduktion af energiforbrug til udsugning i træindustrien – gennem demonstration af tilpasset punktudsug” Teknologisk Institut, Energistyrelsen, 1998.
- Træ og Miljø. Et samarbejde mellem 7 organisationer og to myndigheder om formidling af træets miljøfordele i bredeste forstand på baggrund af faglig dokumentation. Dansk Træforening, Lyngby Kirkestræde 14, Boks 69, 2800 Lyngby. Dansk Skovforening, Amalievej 20, 1875 Frederiksberg C. eller [www.trae.net](http://www.trae.net), 1999.
- Træ og Træmaterialer. 5. udgave. Teknologisk Institut, Træteknik ISBN 87-7756-423-5, 1995.
- Træets Arbejdsgiverforening: ”Energibesparelser og succes historier i træindustrien”, Træets Arbejdsgiverforening, Energistyrelsen, København, 1998.
- Træets Arbejdsgiverforening: ”Indsatslister, Rapport om ”Træ- og møbelbranchen – praktisk anvendelse af renere teknologi/miljøledelse” ”, Træets Arbejdsgiverforening, Teknologisk Institut, COWI, MTC, København, 1997.
- Trätec 1996. P9601004. Rapport fra Skog Forsk. Emissioner till luft från fossile bränslen i svensk skogsbrug. Inventering för LCA av träprodukter. Trätec, Boks 5609, 11486 Stockholm.
- Undervisningsmaterialer for omskoling til træbranchen, Teknologisk Institut, Træteknik 1999
- VSO- Tekniske Bestemmelser, VSO-Vinduesproducenternes SamarbejdsOrganisation, Teknologisk Institut, oktober 1999.
- Wenzel, H., Hauschild, M. og Rasmussen, E.: ”Miljøvurdering af Produkter”, Miljøstyrelsen ISBN 87-7810-542-0 og Dansk Industri ISBN 87-7353-199-5, 1996a.
- Wenzel, H.,: ”Miljøvurdering i Produktudviklingen - 5 eksempler”. Miljøstyrelsen ISBN 87-7810-535-8 og Dansk Industri ISBN 87-7353-200-2, 1996b.





# Ordliste

## A.

<b>Absorption/Absorbere:</b>	Optagelse/at optage. Fx absorberer træ vand, dvs. det optager vand.
<b>Accelerere/Accelerator:</b>	At øge hastigheden/et middel, der øger hastigheden for fx en proces. Fx vil varme accelerere tørring og hærdning af lim og lak.
<b>Acetater:</b>	En gruppe af organiske opløsningsmidler, som er fremstillet på basis af alkoholer og eddikesyre. Acetaten får navn fra den anvendte alkohol fx ethyl acetat (fra ethyl alkohol). Nogle almindeligt anvendte acetater er butyl acetat, isobutyl acetat, ethyl acetat og methyl acetat.
<b>Acetone:</b>	Et hurtigt fordampende og meget brændbart organisk opløsningsmiddel (alifatisk) med lavt kogepunkt. Er blandbart med vand og praktisk taget alle andre organiske opløsningsmidler.
<b>Additiv:</b>	Tilsætningsmiddel.
<b>Adhæsion:</b>	Den egenskab, der får ét materiale til at sidde fast på et andet, fx lak på træ (vedhæftning).
<b>Afgrænsning:</b>	En identifikation af, hvilke data eller faser, der bør indgå i miljøvurderingen for at opfylde dens formål, og begrænsning af produktets livsforløb til at omfatte det, der er væsentligt for formålet.
<b>Akryl:</b>	Et transparent (gennemsigtigt) syntetisk bindemiddel. Fremstilles oftest ved polymerisation af akryl-syre og metha-akryl-syre.
<b>Akut:</b>	Bruges her om økotoksicitet eller toksicitet for mennesker, der indtræffer kort tid efter udsættelse for en giftpåvirkning.
<b>Alifatiske stoffer:</b>	Betegnelsen for en gruppe organiske stoffer (fx benzin, sd), der ikke indeholder aromatringer.
<b>Alkali/Alkalisk:</b>	Base/basisk. Alkaliske væsker har en pH-værdi, som er større end 7, og disse er ætsende.
<b>Alkohol:</b>	En gruppe af organiske opløsningsmidler. Kemisk er en alkohol et stof, som indeholder en hydroxydgruppe. Anvendes som opløsningsmidler i lakker fx propanol, isopropanol, butanol, isobutanol og ethanol.
<b>Alkyd:</b>	En gruppe af syntetiske bindemidler, normalt baseret på fedtsyrer phthalsyre og glycerol.
<b>Amin:</b>	Organisk stof, som indeholder en -NR <sub>3</sub> - gruppe (kvælstofforbindelse). Stofferne er basiske.
<b>Anilin farver:</b>	Farvestoffer fremstillet på basis af anilin og olie eller tjære. Anvendes til bejdser i forskellige typer, som kan opløses i vand, alkohol eller andre opløsningsmidler.
<b>Appelsinhud:</b>	Nopret overflade. Opstår som følge af manglende sammenflydning af overfladebehandlingen. Ses ofte på pulverbehandlede overflader.

<b>Applicere:</b>	Påføre.
<b>Arbejds miljøprofil:</b>	Grafisk afbildning af potentielle belastninger af arbejdsmiljøet.
<b>Aromatiske stoffer:</b>	Betegnelse for en gruppe organiske stoffer, der er karakteriseret ved tilstedeværelse af en benzenring, i modsætning til alifatiske stoffer. Toluen (toluol) og xylene (xylol) er de mest anvendte aromatiske opløsningsmidler.
<b>B.</b>	
<b>Bark:</b>	Bark fjernet fra stammer på savværker eller anden primær træindustri.
<b>Base/Basisk:</b>	Se alkali/alkalisk.
<b>Benzen:</b>	Aromatisk opløsningsmiddel, som ikke anvendes mere i lak og lim.
<b>Benzin:</b>	Ekstraktionsbenzin (normalt kaldet Renset benzin) hurtigt fordampende alifatisk opløsningsmiddel, som indeholder bl.a. heptan og hexan (sd). Må ikke forveksles med motorbenzin, der i modsætning til ekstraktionsbenzin indeholder aromater.
<b>Bindemiddel:</b>	Betegnelse for den del af en laks/malings tørstofindhold, som danner den færdige lakfilm (overflade).
<b>Biodiversitet:</b>	Mangfoldighed af dyre og plantearter, fx i skove.
<b>Biologisk mangfoldighed:</b>	Se Biodiversitet.
<b>Bivoks:</b>	Naturvoks, som udvindes af biceller. Smeltepunkt ca. 66°C.
<b>Blegning:</b>	Behandling med et middel, der kan gøre fx misfarvninger eller for mørkt træ lysere. Typisk anvendes brintoverilte (35%) tilsat 2-5% vol. ammoniakvand (25%) eller oxalsyre.
<b>Blæredannelse:</b>	Fejl i lakfilmen som følge af, at luft "fanges" i lakfilmen fx på grund af for hurtig fortynder og/eller for høj varme. Flygtige stoffer i underlaget fx fugt kan ligeledes give anledning til blæredannelse.
<b>Blødgørere:</b>	Plasticeringsmiddel. En gruppe af stoffer, som tilsættes lak eller maling for at forøge lakfilmens flexibilitet og herved modvirke krakelering, fx di-butyl-phthalat (DBP) eller di-octyl-phthalat (DOP).
<b>Boreale skove:</b>	Skove der vokser i tempererede klimabælter.
<b>Brag:</b>	Små revner, der opstår i finer ved knivskæring eller skrælning. Risikoen for, at "bragene" markerer sig i den færdiglakerede overflade øges, når finerfugtigheden ved fineringen er større end 8%. Revnerne (bragene) følger <b>altid</b> fiberretningen i modsætning til krakelering (sd), hvor revnerne forløber uafhængigt af træets fiberretning.
<b>Brændværdi:</b>	Opgives for et materiale som den energimængde, der frigives ved forbrænding af f.eks. ét kg af materialet. Der anvendes nedre brændværdi, hvilket betyder, at kondensationsvarmen ved en eventuel kondensering af det vand, der dannes ved forbrændingen, ikke er inkluderet.
<b>Butanol:</b>	Butylalkohol (s.d.).
<b>Butyl-acetat:</b>	Et af de mest anvendte organiske opløsningsmidler. (Se acetater).
<b>Butyl-alkohol:</b>	Organisk opløsningsmiddel. Anvendes ofte i lakker. (Se alkohol)
<b>Butyl-phthalat:</b>	En gruppe af additiver (tilsætningsstoffer), som virker som blødgøringsmiddel i fx plastmaterialer og lakker (fx dibutylphthalat (DBP) og dioctylphthalat (DOP)).

<b>Bæredygtig skovdrift:</b>	Skoverklæringens § 2b (Rio-konferencen) "Skovressourcer og skovområder bør forvaltes på en bæredygtig måde for at imødekomme de nuværende og fremtidige generationers sociale, økonomiske, økologiske, kulturelle og åndelige behov. Disse behov omfatter skovprodukter og skovfunktioner såsom træ, træprodukter, vand, føde, foder, medicin, brændsel, læ, beskæftigelse, rekreation, levested for dyreliv, landskabsvariationer, kulstofdræn og -reservoir og andre skovprodukter".
<b>Bæredygtig udvikling:</b>	Brundland Kommissionens definition: "En udvikling som opfylder nuværende behov uden at bringe fremtidige generationers muligheder for at opfylde deres behov i fare"
<b>C.</b>	
<b>Carcinogen:</b>	Kræftfremkaldende.
<b>Carnauba voks:</b>	En af de hårdeste naturvokser, der anvendes i voksblandinger. Udvindes af bladene fra en brasiliansk kpalme. Semtepunkt ca. 85° C.
<b>Cellulose:</b>	Hovedbestanddel i rå bomuld og mange andre fibre, herunder træ. Nitro-cellulose, ethyl-cellulose og andre råvarer fremstilles ved kemiske reaktioner med cellulose.
<b>Cellulose-acetat:</b>	Bindemiddel, som er opløseligt i acetone og special fortyndere. Den tørrede lakfilm er ikke brændbar.
<b>CFC'ere:</b>	Chlor-Fluor-Carboner. Gruppe af langtlivede chlorholdige organiske gasser, der kan bidrage til nedbrydning af ozonlaget. Typisk brugt som drivgasser og i køleskabe. Er forbudte i mange lande.
<b>Coate:</b>	At dække eller påføre. Engelsk udtryk, som anvendes hyppigt. "Two coats" svarer til to gange lak.
<b>Cold-check:</b>	Prøvningsmetode for bestemmelse af lakkers fleksibilitet. Ved en accelereret prøvning udsættes emnet for temperatursvingninger, normalt fra + 20° til - 20°C. Normalt godkendelseskriterie for lakker er 30 cykler uden krakelering (sd).
<b>Colorimeter:</b>	Instrument til bestemmelse af nuancer (farver).
<b>Color-Standard:</b>	Et sæt standardiserede farveprøver til sammenligning og klassificering af nuancer (farver) fx NCS, RAL.
<b>Co-polymer:</b>	En polymer (plastmateriale), der er sammensat af 2 eller flere forskellige typer af molekyle-enheder (monomere).
<b>CPA:</b>	Central Product Classification of Activities. EU's centrale produktnomenklatur fra og med 1993. De fire første cifre i CPA svarer til de tilsvarende i NACE, d.v.s. at der er sammenhæng mellem brancher og produkter.
<b>D.</b>	
<b>DB93:</b>	Dansk Branchekode 1993. Den nomenklatur, hvorefter alle danske brancher er struktureret fra og med 1993, hvilket er obligatorisk for alle EU-lande.
<b>DBP:</b>	Dibutylphthalat, en klar væske, som anvendes hyppigt som blødgører i lakker.
<b>DEHP:</b>	Diethylhexylphthalat, blødgører, som anvendes til plast og lak.
<b>Dehydrere:</b>	At fjerne vand eller fugt.
<b>Delaminering:</b>	Fejl i adhæsion (sd) mellem to forskellige lag, fx to finerer eller finer/lak.
<b>Denatureret sprit:</b>	Ethyl-alkohol tilsat denatureringsmiddel, som gør alkoholen udrikkelig. De fleste denatureringsmidler er giftige.
<b>Densitet:</b>	Vægtfylde, massefylde (vægt pr. rumfangsenhed)

<b>Desmodur-Desmophen:</b>	Se Polyurethan.
<b>Det økologiske råderum:</b>	Angiver rammerne for, hvor meget det enkelte menneske eller må forbruge eller forurene, uden at Jordens bæreevne bringes i fare. Natur- og miljøpolitisk redegørelse 1995.
<b>DIN 4 bæger:</b>	Udløbsbæger til viskositetsbestemmelse.
<b>Dispersion:</b>	Fin, ensartet fordeling af fast eller flydende stof i en væske
<b>DOP:</b>	Diocetylphthalat, blødgører til plast og lak.
<b>Drivhuseffekt:</b>	Opvarmning af Jordens atmosfære, der skyldes, at dens indhold af gasser som CO <sub>2</sub> , metan og lattergas absorberer varmestråling fra jordoverfladen mod verdensrummet. Kan medføre ændringer af Jordens klima.
<b>Drivhusgasser:</b>	drivhusgasser indgår i atmosfæren og sørger for, at den infrarøde stråling fra Jorden (varme) ikke forsvinder ud i verdensrummet, men kastes tilbage mod Jorden. Naturligt forekommende luftarter eksempelvis som kuldioxid (CO <sub>2</sub> ), lattergas (N <sub>2</sub> O), Methan (CH <sub>4</sub> ).
<b>Dual-cure (double cure):</b>	Hærdning af materiale efter 2 forskellige principper. Anvendes fx i styrenfrie polyesterlaker.
<b>Død mat:</b>	Fuldstændig glansløs (se også glansmat og silkemat)
<b>E.</b>	
<b>Effektfaktor:</b>	Udtrykker det potentielle bidrag fra et stof til en miljøeffekttype. Effektfaktoren opgives som en ækvivalent mængde af en referenceforbindelse, f.eks. for bidrag til drivhuseffekten som g CO <sub>2</sub> /g stof.
<b>Effektkategori:</b>	Gruppe af effekttyper. UMIP-metoden opererer med tre effektkategorier: ressourceforbrug, miljøeffekter og arbejdsmiljøeffekter.
<b>Effektækvivalent:</b>	Potentielt bidrag til en miljøeffekt udtrykt som en ækvivalent mængde af referenceforbindelsen for miljøeffekten.
<b>Efterforbrænding:</b>	Metode til bortskaffelse af organiske opløsningsmidler, hvor opløsningsmidlerne opfanges, koncentrerer for derefter at blive forbrændt. Denne metode til bortskaffelse af organiske opløsningsmidler udnytter disses brændværdi.
<b>Elasticitet (fleksibilitet):</b>	Evnen til at strækkes og vende tilbage til oprindelig størrelse.
<b>Elektron strålehærdning:</b>	Hærdning ved hjælp af elektronstråler. Disse er så kraftige, at det ikke er nødvendigt, at lakken tilsættes fotoinitiatorer.
<b>Elektrostatisk sprøjtning:</b>	Sprøjteprincip, hvor den forstøvede lak påføres en elektrisk spænding, så den tiltrækkes af det emne, der skal sprøjtes. Emnet er jordet (har jordforbindelse, dvs. elektrisk ladning 0). Medfører en nedsættelse af spildet, idet oversprøjtet nedsættes. Ved anvendelse på træ kræves en vis fugtighed på træoverfladen. Såfremt træet er for tørt, kan overfladen fugtes op fx ved, at conveyoren kører gennem en vandtåge.
<b>Emission:</b>	Udledning af stof til luft, vand eller jord.
<b>Emulsion:</b>	Flydende stoffer fint fordelt som meget små dråber i en væske.
<b>Energiprofil:</b>	Grafisk afbildning af procesenergi eller energiindhold
<b>Ester:</b>	(Acetat) En forbindelse, som dannes ved reaktion mellem syre og alkohol. Mange estre anvendes som opløsningsmidler fx ethylacetat, butylacetat, isobutylacetat og andre estre dannet ud fra eddikesyre.
<b>Ethyl-acetat:</b>	Opløsningsmiddel. Se under acetat og ester.

<b>Ethyl-alkohol (Ethanol):</b>	"Ren" alkohol.
<b>F.</b>	
<b>Farligt affald:</b>	Affald, der på grund af sit indhold af miljøfarlige stoffer skal bringes til særlige behandlingsanlæg for farligt affald, som f.eks. Kommunekemi A/S i Danmark.
<b>Fiber:</b>	Trådlignende dele af fx træ. Træfibre består hovedsagelig af lignin og cellulose.
<b>Fiberplader:</b>	Hårde fiberplader med en densitet på over 900 kg/m <sup>3</sup> fremstillet enten ved en våd presseproces uden lim eller næsten ingen lim, eller ved en tør presseproces ved anvendelse af lim.
<b>Fiberrejsning:</b>	Opkvældning af træfibre, så de rejser sig fra overfladen. Forårsages mest af vand, men også af andre opløsningsmidler.
<b>Filler:</b>	Et materiale fx lak, der har til formål af "fylde" ujævnheder, porer eller lignende.
<b>Filter:</b>	Fx posefilter til tilbageholdelse af partikler (fx støv, sprøjtestøv).
<b>Fiskeøjne:</b>	Fejl, som ligner fiskeøjne i en færdiglakeret overflade. Kan bl.a. være forårsaget af silikone.
<b>Flammespredende:</b>	Betegnelse for et materiales evne til at "transportere" flammer. Der stilles ofte krav til flammespredning ved møbler til skibe, boreplatforme og i øvrigt også til kontraktmarkedet.
<b>Flash point:</b>	Den laveste temperatur, hvorved der kan ske antændelse i et materiale fx lak eller opløsningsmiddel.
<b>Flatting agent:</b>	Matteringsmiddel (i lak).
<b>Flis:</b>	Træ sønderdelt i partikler med en fiberlængde på 20 – 45 mm, primært beregnet på anvendelse i pladeproduktion og cellulosemasseproduktion.
<b>Formaldehyd:</b>	Luftart med en stikkende lugt. Indgår i og afgives fra nogle hærdende lime og lakker fx syrehærdende lak, fenollim, urealim og resorcinollim.
<b>Forsuring:</b>	Faldende pH i jord eller søer som følge af udledning af stoffer, der virker som syrer i miljøet. Forårsager skader på planter og vandorganismer. Også kendt som "syreregn"
<b>Forsyningshorisont:</b>	Den tidsperiode, regnet i år, som de kendte reserver vil vare med den nuværende forbrugshastighed. Opgøres som den kendte mængde af reserven for en bestemt ressource divideret med det årlige forbrug i verden af den pågældende ressource.
<b>Fortynder:</b>	En væske, som anvendes til at reducere lakkens viskositet. Se også opløsningsmiddel.
<b>Fotokemisk ozondannelse:</b>	Smog. Dannelse af ozon og andre reaktive gasser i atmosfæren ud fra flygtige organiske forbindelser, VOC. Forårsager skader på planter, mennesker og materialer.
<b>Fotosmog:</b>	Brugt i figurer som synonym for Fotokemisk ozondannelse, se denne.
<b>Fransk terpentiner:</b>	Også kaldet vegetabilsk terpentiner - et organisk opløsningsmiddel udvundet af træ.
<b>Fratrækninger:</b>	
<b>FSC:</b>	Forest Stewardship Council er en certificeringsordning skabt i samarbejde mellem over 100 internationale organisationer, der tæller både skovejere, træforhandlere, miljøorganisationer og repræsentanter for indfødte folk. FSC garanterer at tømmerprodukterne kommer fra bæredygtige tømmerproduktion

	og at træet kan spores helt fra skoven, igennem alle produktionsprocesserne indtil det når slutbrugeren/træforarbejdende industri.
<b>Fungicid:</b>	Et middel, der forhindrer svampe- og skimmelangreb.
<b>Funktionel enhed:</b>	En kvantitativ og kvalitativ beskrivelse af produktets ydelse. Se vurderingens objekt.
<b>Følsomhedsvurdering:</b>	Bruges til at undersøge, hvor følsomt et resultat er for variationer i forskellige parametre.
<b>G.</b>	
<b>Glans:</b>	Evne til at reflektere lys. Glans 100 tilbagekaster 10% af lyset (spejlblank) Glans 50 tilbagekaster 5% af lyset (silkemat) Glans 0 tilbagekaster intet lys (dødmat)
<b>Glossmeter (glansmåler):</b>	Instrument til bestemmelse af glans på en overflade.
<b>Glykoler:</b>	Gruppe af organiske opløsningsmidler, som i møbellakker kun anvendes i små mængder, fx ethylenglykol-monoethylenether, ethylenglykol-monobutylether.
<b>Godskrivning:</b>	Når et materiale genvindes efter brug, fratrækkes i opgørelsen en del af påvirkningerne fra udvinding af de bagvedliggende ressourcer og produktion af materialet. Det samme gælder ved forbrænding af materialet, hvis den udviklede varme udnyttes.
<b>H.</b>	
<b>High solids:</b>	Betegnelse for lakker med højt tørstofindhold
<b>Hjælpestof:</b>	Et stof eller et materiale, der ikke indgår i produktet, men som indgår i en eller flere processer i produktets livsforløb.
<b>Hot-air:</b>	Sprøjteprincip, hvor forstøvningsluften opvarmes. Dette medfører, at der kan anvendes lakker med et højere tørstofindhold, idet opvarmningen også medfører en nedsættelse af viskositeten.
<b>Hot-airless:</b>	Sprøjteprincip (air-less), hvor lakken opvarmes i sprøjtepistolen. Medfører, at der kan anvendes lakker med et højere tørstofindhold.
<b>Human toksicitet:</b>	Toksicitet overfor mennesker i miljøet ved indånding, hudkontakt eller indtagelse f.eks. med føde eller væske.
<b>Hvidtoning:</b>	Tilsætning af små mængder hvidt pigment til en klar lak for at opnå et lyst udseende (White-wash).
<b>Hygrometer:</b>	Instrument til bestemmelse af luftens relative fugtighed.
<b>Hygroskopisk:</b>	Betegnelse for materialer, der kan optage/afgive fugtighed fra/til luften, fx træ.
<b>Højfrekvens:</b>	se "mikrobølge".
<b>I.</b>	
<b>Imin:</b>	Et stof, der dannes ud fra keton og amin.
<b>Indikator:</b>	Et materiale, der skifter farve eller anden egenskab, når det udsættes for påvirkning. Eks. indikatorpapir for bestemmelse af pH-værdi.
<b>Infrarød:</b>	Betegnelse for en stråling, der afgives fra en varm genstand. Anvendes ved hærkning/tørring af lakker. Bølgelængder fra 1 my meter til 1 mm.
<b>Inhibitor:</b>	Et kemikalie, som standser en kemisk reaktion, fx hærkning af en enkomponent syrehærdende lak (lagerholdbarhed).
<b>Ion:</b>	En elektrisk ladet partikel.
<b>Isoalifat:</b>	

<b>Isocyanat:</b>	Kemisk forbindelse, som ved reaktion med alkoholer danner polyurethan. Se polyurethan.
<b>J.</b>	
<b>Jernfosfatering:</b>	
<b>K.</b>	
<b>Kassation:</b>	Emner eller dele af emner fra produktionen, der ikke opfylder kvalitetskrav. Desuden i denne rapport emner fra tilskæring af massivt træ.
<b>Kassationsgrad:</b>	Opgives for en proces eller for den samlede produktionsfase som den andel af produktionen, der må kasseres.
<b>Katalysator:</b>	Et stof, som accelerer en kemisk proces uden, at stoffet forbruges ikke ved processen, fx paratoluensulfonsyre i syrehærdende lak.
<b>Kaustisk soda:</b>	Se Natriumhydroxid
<b>Keton:</b>	Organiske stoffer, der indeholder carbonylgrupper. Normalt gennemsigtige væsker, fx acetone og methyl-ethyl-keton (MEK) og methyl-isobutyl-keton (MIBK).
<b>Klorerede opløsningsmidler:</b>	For eksempel tetraklorkulstof og triklor. Disse anvendes ikke i møbellakker.
<b>Knopslibning:</b>	Let bortslibning af ujævn- og urenheder fra især første gang lak.
<b>Kogepunkt:</b>	Den temperatur, hvor en væskes damptryk er lig det ydre tryk. Ved 1 atm er vands kogepunkt 100° C. Ethanol er ca. 78° C
<b>Kohæsion:</b>	Sammenhængskraft for et materiale, fx lim eller lak. Ikke at forveksle med adhæsion (sd), som er materialets hæftning på et andet materiale.
<b>Kompleksdanner:</b>	Her stof, der tilsættes vaskevand for at hindre, at indholdet af metalioner skal danne udfældninger.
<b>Komponentniveau:</b>	Det niveau i skabelsen af produktet, hvor dets komponenter fastlægges i detaljer.
<b>Konceptniveau:</b>	Det niveau i skabelsen af produktet, hvor de overordnede koncepter lægges fast.
<b>Krakelering:</b>	Revnedannelse i et eller flere lag i en lak/malingsopbygning, fx som følge af, at dette eller disse lag er magre (sprøde) i forhold til et eller flere underliggende, blødere lag. På træ løber revner i lakken, som er forårsaget af krakelering normalt vilkårligt i forhold til træets fiberretning. Må ikke forveksles med <b>brag</b> (sd), som altid følger træets fiberretning.
<b>Kratere:</b>	Overfladedefekt i form af krateragtige huller.
<b>Kronisk:</b>	Bruges her om økotoksicitet eller toksicitet for mennesker, der indtræffer efter længere tids vedvarende eller gentagen udsættelse for en giftpåvirkning.
<b>Krydsfiner:</b>	Plader fremstillet ved sammenlimning af flere lag finer.
<b>Kutterspån:</b>	Små partikler frembragt ved høvling, fræsning og lign. af træ.
<b>L.</b>	
<b>Lagtykkelse:</b>	Overfladebehandlingens tykkelse, måles i µm (mikrometer eller my)
<b>Lamineret træ:</b>	Træ, der er limet sammen i lag af finer, stave mm.
<b>Levetid:</b>	Bruges for produkter om varigheden af deres brugsfase, typisk den gennemsnitlige varighed.

<b>Ligevægtsfugtighed:</b>	Træ og andre hygroskopiske materialer indstiller sit fugtindhold efter den relative luftfugtighed i omgivelserne. Dette fugtindhold kaldes <b>ligevægtsfugtigheden</b> . Som en tommelfingerregel kan for træ angives, at 50% af relativ luftfugtighed (RH) modsvarer en ligevægtsfugtighed på ca. 10%. (Den relative luftfugtighed divideret med 5).
<b>Lignin:</b>	Det naturlige bindemiddel, som holder fx træfibre sammen. Virker også som bindemiddel (lim) i hårde træfiberplader (formaldehydfri) i modsætning til MDF (Medium Density Fibreboard), som limes med Urea- eller urea – melamin lim.
<b>Limtræ:</b>	Lameller, stave eller planker af træ limet sammen til større emner som limtræsdrager, -buer og møbelplader.
<b>Linoleum:</b>	Belægningsmateriale for fx bordplader og gulve. Fremstillet på basis af linolie (sd) tilsat fyrreharpiks og træmel eller kork. Et fremragende materiale, som dog kræver påpasselighed og vedligeholdelse.
<b>Linolie:</b>	Olie fremstillet af hørfrø. Tidligere anvendt til fernis, malinger og til træolie. Anvendes som basis for Linoleum (sd). Som overfladebehandlingsmiddel har linolie fået sin renæssance ved produktion af de såkaldte "bio" møbler.
<b>Livsforløb:</b>	Samlebetegnelse for de processer, der er en forudsætning for eller en konsekvens af produktets eksistens, fra udvindingen af råstoffer over produktionen af materialer og fremstillingen og brugen af produktet til dets bortskaffelse.
<b>Lufttørring:</b>	Tørring af fx lakker ved almindelig indendørs temperatur.
<b>Lysægthed:</b>	Evne til at beholde sin farve ved bestråling med lys, i praksis sollys. Ved accelererede lysægthedsprøvninger anvendes xenon- eller UV lamper. Resultaterne er ofte svært sammenlignelige med praksis.
<b>Lødighed:</b>	For en malm: angiver andelen af rent metal i malmen. For et materiale: angiver materialets relative brugsværdi i forhold til nyt materiale.
<b>M.</b>	
<b>Mal:</b>	Kodenummer, som bruges ved arbejdsmiljø-mærkning af malinger, lakker, lime osv. MAL står for Måleteknisk Arbejdshygienisk Luftbehov. Kodenummeret består af to talkoder: Et <b>tal før bindestregen</b> og et <b>tal efter bindestregen</b> . Tallet før bindestregen angiver <b>fordampningen af sundhedsskadelige stoffer</b> (set i relation til behovet for luft/ventilation). Tallet efter bindestregen angiver <b>totalindholdet af sundhedsskadelige stoffer</b> (set i relation til brug af personlige værnemidler). For begge tal gælder, at jo større tal, jo mere luftbehov/sundhedsskadelig. Kodenummeret indikerer et produkts indhold af sundhedsskadelige stoffer, men kan IKKE anvendes ved en egentlig miljøvurdering.
<b>Massivt træ:</b>	Træ savet i tømmer, brædder mm.
<b>Mat:</b>	Det modsatte af blank. Glansløs.
<b>MDF (medium density fiberboards):</b>	Plader fremstillet ved sammenlimning af træfibre ved en tør presseproces med en densitet på mellem 400 – 900 kg/m <sup>3</sup> .
<b>MDI lim:</b>	Diphenylmetan-diisocyanat lim (isocyanat lim)
<b>MEKA-princip:</b>	Systematisering af miljøvurderingens resultater efter deres årsager i produktets livsforløb. M, E, K og A står for Materialer, Energi, Kemikalier og Andet.
<b>Melamin:</b>	Amin, som bl.a. anvendes til fremstilling af melamin-formaldehydharpiks. Anvendes i bl.a. de syrehærdende lakker.



<b>Mellemslibning:</b>	Slibning af en overflade mellem to lakeringer. Mellemslibningen har til formål dels at fjerne knopper (se: knopslibning) og urenheder samt at sikre en god overfladevedhæftning mellem de to lag lak.
<b>Methanol:</b>	Methyl alkohol, (træsprit).
<b>Mikrobølge:</b>	Elektromagnetisk stråling med en bølgelængde fra ca. 0,05 - 5 nm (højfrekvent)
<b>Miljødiagnose:</b>	At stille en miljødiagnose betyder her at udpege de miljømæssige fokuspunkter i produktet, dvs. at udpege hvilke ressourceforbrug og effektpotentialer, der anses at være problematiske og lokaliseres, hvor i produktet der kan findes forbedringer.
<b>Miljøeffekt:</b>	Observerbar effekt af en påvirkning af miljøet.
<b>Miljøeffektpotentiale:</b>	Potentiale for bidrag til miljøeffekt eller arbejdsmiljøeffekt.
<b>Miljømæssigt fokuspunkt:</b>	Se fokuspunkt.
<b>Miljømålsætning:</b>	En specifikation af, hvilke fokuspunkter der skal indgå i produktudviklingsprojektet eller i den langsigtede udvikling. Miljømålsætningen kan have form af en specifikation af optimeringsparametre for produktet eller en specifikation af krav, som det nye produkt skal overholde.
<b>Mineralsk terpentin:</b>	Organisk opløsningsmiddel, som udvindes af jordolie. Mineralsk terpentin indeholder ofte 15-20% aromatiske stoffer.
<b>Mono-cure:</b>	Hærdning ved én proces.
<b>Monomer:</b>	Betegnelse for et lille molekyle, som kan polymeriseres (sd). dvs. en polymer er opbygget af monomere.
<b>MUF lim:</b>	Melamin-urea-formaldehyd lim
<b>MUPF lim:</b>	Melamin-urea-phenol-formaldehyd lim
<b>Mutagen:</b>	Betegnelse for stoffer, der kan forårsage genetiske ændringer (celleforandringer).
<b>Mymeter:</b>	(Skrives $\mu\text{m}$ ) betyder en milliontedel af en meter, dvs. en tusindedel millimeter.
<b>Møbelindustri:</b>	Industri, der fremstiller møbler inklusive køkkener og andet inventar af træ.
<b>N.</b>	
<b>NACE:</b>	Nomenclature generale des Activités économiques dans les Communautés Européennes. EU's standarderhvervsgruppering, udarbejdet første gang i 1970. Indtil 1993 var der ingen sammenhæng mellem denne og de nationale og de nationale nomenkalturer. NACE Rev. 1 blev i 1990 gjort obligatorisk fra 1993 i hele EU, dog tillades nationale underopdelinger efter behov. DB93 er således underopdelt efter danske behov, men alle data kan aggregeres til NACE Rev. 1.
<b>Natriumhydroxid:</b>	Meget stærkt alkalisk stof, som bl.a. indgår i fremstillingen af sæbespånere. Natriumhydroxidopløsning indgår desuden som en del af visse typer af kemiske bejdsere fx til fyrretræ.
<b>Negativt billede:</b>	Opstår fx på fyrretræ, når en bejdse opsuges kraftigt i vårveddet, som derved fremtræder mørkere end høstveddet.
<b>Neutral:</b>	Hverken sur eller basisk. pH = 7
<b>Nitro-cellulose:</b>	Fremstilles ved at nitrere (behandle med svovl- og salpetersyre) cellulose, fx bomuld, træmasse.
<b>Normalisering:</b>	Vurdering af ressourceforbrug og potentialer for bidrag til miljøeffekter og arbejdsmiljøeffekter i forhold til

	baggrundsbelastningen.med en baggrundsbelastning.
<b>Næringsaltbelastning:</b>	Belastning af miljøet med næringssaltene kvælstof, N og fosfor, P. Kan forårsage tab af næringsfattige økosystemer i vandet og på landjorden og iltsvind i søer og indre farvande gennem algeopblomstringer.
<b>O.</b>	
<b>Olieslibning:</b>	Slibning af en overflade i olie. Overfladen kan både være ulakeret eller lakeret, og olien kan være både hærdende og ikke hærdende.
<b>Oligomer:</b>	Betegnelse for polymere, der er sammensat af få monomere.
<b>Opgørelse:</b>	Indsamling af data for de enkelte processer, herunder deres udvekslinger med omgivelserne.
<b>Opløsningsmiddel:</b>	Et opløsningsmiddel kan bringe faste bindemidler (stoffer) på flydende form.
<b>Overfladeholdbarhed:</b>	En overflades evne til at modstå forskellige påvirkninger. Se under prøvning.
<b>Overhead:</b>	Udvekslinger, der hidrører fra fællesfaciliteter, f.eks. opvarmning, belysning og fællesventilation af bygninger eller kontorlokaler og administration i øvrigt. Skal fordeles på alle produkter, der fremstilles på den pågældende lokalitet.
<b>Oxidation:</b>	En kemisk proces, som medfører, at et atom eller en atomgruppe afgiver en eller flere elektroner. Oxidation sker bl.a. ved blegning og ved oxidationstørring.
<b>Ozon:</b>	Luftart. Kemisk O <sub>3</sub> (tre iltatomer). Dannes bl.a. med UV lys, når iltatomer belyses. "Ozon frie" UV-rør kan købes. Her er 187 mm bølglængde skåret af. Ozon er giftig og meget reaktiv.
<b>Ozonlag:</b>	Brugt i figurer som synonym for ozonlagsnedbrydning.
<b>Ozonlagsnedbrydning:</b>	CFC'er og andre langtlivede, chlor- og bromholdige forbindelser bidrager til nedbrydning af ozon i stratosfæren 15-40 km over jordoverfladen. Kan medføre skader på økosystemer og menneskers helbred som følge af stærkere ultraviolet stråling ved jordoverfladen.
<b>P.</b>	
<b>PEFC:</b>	Pan European Forest Certification er en fælles europæisk Skovcertificering. Et certificeringssystem som er særligt velegnet for mindre skovejendomme i Europa herunder de fleste danske skovbrug.
<b>Penetrere:</b>	Trænge ind i.
<b>Permeabilitet:</b>	Et stofs evne til at lade et andet stof passere, fx vanddamp igennem træ.
<b>Peroxid:</b>	Peroxider er forbindelser, som indeholder 2 sammenhængende iltatomer (O-O). anvendes bl.a. som oxidationsmiddel (Blegning: Brintoverilte = hydrogenperoxid).
<b>Persistent toksicitet:</b>	Ophobning af stoffer i organismer.
<b>Personreserve:</b>	Den kendte reserve af en ressource, der vurderedes at være økonomisk tilgængelig for menneskets udnyttelse. Opgjort pr. person i verden i 1990.
<b>Personækvivalent:</b>	Samfundets samlede ressourceforbrug eller samfundets samlede bidrag til en miljøeffekt eller en arbejdsmiljøeffekt opgjort pr. person. Bruges som enhed i normaliseringen. I Miljøstyrelsens LCV-system bruges 1990 som referenceår.
<b>Petroleum:</b>	Organisk opløsningsmiddel. Udvindes af jordolie.
<b>PF lim:</b>	Phenol-formaldehyd lim (fenollim)
<b>pH værdi:</b>	Koncentration af brint ioner i et materiale. Betegnelse for et

	<p>materiale, normalt en væske, alkalitet eller aciditet.  pH 7 er neutral.  pH mindre end 7 er sur (syre)  pH større end 7 er alkalisk (basisk).</p>
<b>Phenol:</b>	En aromatisk forbindelse, som desuden indeholder en alkoholgruppe.
<b>Photo initiator:</b>	Et stof, som er i stand til at adsorbere lys og derved starte (initiere) en polymerisation eller hærdning.
<b>Pigment:</b>	Fine partikler, som kan anvendes til at farve eller give et materiale specielle egenskaber.
<b>Pimpsten:</b>	En lavaart, der i pulveriseret tilstand bruges som polerings- og slibemiddel.
<b>Pin hole:</b>	Betegnelse for fejl i en færdig, slebet eller upoleret overflade. Pin holes er ganske små, fine huller (pin = knappenål).
<b>Pladerester:</b>	Emner fra tilskæring af pladematerialer.
<b>Plasticizer:</b>	Se blødgørere.
<b>Plywood:</b>	Krydsfiner
<b>Polarisation:</b>	Ladningsforskydning
<b>Polere:</b>	Behandling af en overflade, så denne fremstår i højglans (blank) eller mat (matpolering). Der skelnes mellem polering med shellakpolitur (gammeldags polering) og polering, som foretages ved oppolering ved hjælp af slibemidler.
<b>Polish:</b>	Et hjælpestof, som anvendes ved visse typer af polering.
<b>Polymer:</b>	Se polymerisation.
<b>Polymerisation:</b>	En reaktion, hvor mange mindre molekyler (monomere) reagerer med hinanden og danner et nyt, stort molekyle (polymer).
<b>Polyurethan:</b>	Et stof, som dannes ved reaktion mellem en alkohol og en isocyanat. Anvendes bl.a. som bindemiddel i lakker og malinge.
<b>Porøs:</b>	Fuld af porer eller huller.
<b>Porøsitet:</b>	Det at være porøs.
<b>Positivt billede:</b>	Hvor en overfladebehandling bevirker, at vår- og høstveddets indbyrdes farveforskel bibeholdes.
<b>ppm:</b>	Parts per million (milliontedele). Anvendes især ved angivelse af mængden af et kemisk stof i luft eller vand, fx formaldehyd.
<b>Primer:</b>	Grundlak, grundmaling.
<b>Primær energi:</b>	Energiindholdet i den mængde energiresourcer, der udvindes fra jorden eller fra biomasse, samt energi udvundet fra vinden, direkte fra solindstråling, fra bølgebevægelser i havet, fra varme i jorden eller fra opdæmmed vand til vandkraft.
<b>Primær træindustri:</b>	Industri, der modtager rundt træ fra skovene som råmateriale, dvs. savværker, pladeindustri og emballageindustri.
<b>Primære farver:</b>	(Grundfarver) gul, rød og blå.
<b>Primært materiale:</b>	Nye materialer, der er fremstillet af nyudvundne ressourcer, ikke af genvundne materialer.
<b>Produktspecifik:</b>	Bruges her om data, der gælder processer, hvor det aktuelle produkt indgår.
<b>Prøvning:</b>	Se under: vedhæftning cold check lysægthed

overfladeholdbarhed  
ridsemodstandsdygtighed  
slagfasthed  
slidprøvning  
varmeprovning  
væskeprøvning

<b>Pudsestøv:</b>	Træstøv frembragt ved pudsning af træ. I denne rapport ikke særskilt behandlet, men repræsenteret i de andre fraktioner af resttræ.
<b>Pulvermaling:</b>	Tør maling. Pulver, som når det smelter sammen, danner et bestandigt og sammenflydende lag.
<b>PVAC lim:</b>	Polyvinylacetat lim
<b>Q.</b>	
<b>R.</b>	
<b>Radikal:</b>	Meget reaktiv kemisk stof, som kun har meget kort levetid.
<b>Radioaktivt affald:</b>	Nukleart affald. Anbringes på særlige depoter for radioaktivt affald.
<b>Reduktionsmålsætning:</b>	Politisk målsætning for reduktioner i samfundets belastning af miljøet. Udtrykkes f.eks. i handlingsplaner eller internationale konventioner. I UMIP-metoden baseres vægtningsfaktorerne for miljøeffekter på reduktionsmålsætninger interpoleret eller ekstrapoleret til at gælde for perioden 1990-2000.
<b>Referenceforbindelse:</b>	For flere af miljøeffekterne vælges en referenceforbindelse, typisk som et stof, der udgør en væsentlig del af bidraget til effekttypen. Effektpotentialerne for udledningerne udtrykkes i en ækvivalent mængde af referenceforbindelsen.
<b>Referenceprodukt:</b>	Eksisterende produkt, der bruges i indsamlingen af data til at repræsentere en måde at levere den funktionelle enhed på. Livsforløbet for referenceproduktet skal herunder repræsentere de processer, der vil forekomme i livsforløbet for det nye produkt.
<b>Referenceår:</b>	Fælles år for opgørelse af normaliseringsreferencer for ressourceforbrug, miljøeffekter og arbejdsmiljøeffekter.
<b>Reflektion:</b>	Tilbagekastning. Ru overflader reflekter fx lys, varme mv. i mange forskellige retninger, og refleksionen betegnes som "diffus". Glatte og blanke overflader reflekterer skarpt og i en bestemt vinkel.
<b>Reflektometer:</b>	Apparat, som måler tilbagekastning af fx lys eller varme.
<b>Relativ luftfugtighed:</b>	Betegnelse for luftens indhold af vanddamp i forhold til, hvor meget den kan indeholde. Fx angiver 50% RF, at luften indeholder halvdelen af, hvad den kan. Mængden af vanddamp er stærkt afhængig af temperaturen - jo lavere temperatur jo mindre vanddamp kan luften indeholde.
<b>Rent træ:</b>	Træ og materialer, der kun indeholder træets naturlige bestanddele uden limrester.
<b>Reserve:</b>	Den mængde af en ikke-fornyelig ressource, som det for tiden er økonomisk rentabelt at udnytte.
<b>Ressourceprofil:</b>	Grafisk afbildning af ressourceforbrug.
<b>Ridsemodstandsdygtighed:</b>	Betegnelse for en overflades modstandsdygtighed over for ridser. Disse kan være forårsaget af både skarpe og afrundede genstande samt ved skrabning.
<b>S.</b>	
<b>Savsmuld:</b>	Små partikler af træ fremkommet ved savning af træ.
<b>Scrubber:</b>	Rensning af luft ved at lede denne gennem en væske.

<b>Sekundær byggeindustri:</b>	Industri, der bruger træ bearbejdet på primær træindustri som råmateriale til fremstilling af komponenter til byggeri, dvs. vinduer, spær, limtræ m.m.
<b>Sekundær kvalitet:</b>	Kvalitet ved produktet, der har væsentlig betydning for brugeren, men som ved definitionen af den funktionelle enhed ikke er kvantificeret.
<b>Sekundære farver:</b>	(Blandingsfarver) violet, grøn, orange.
<b>Shellak:</b>	Også kaldet politur, når den er opløst i sprit. Råmaterialet udvindes af et sekret, der "tappes" af stoklusen, som lever på bestemte indiske træer.
<b>Sikkativ:</b>	Tørrelse. Betegnelse for en række stoffer, som kan igangsætte oxidation (sd). De mest anvendte sikkativer er zirkonium-, kobolt-, calcium- og manganoktoat.
<b>Silkemat:</b>	En ikke præcis betegnelse for overflader med en glansgrad på ca. 50.
<b>Skaller:</b>	Træ skåret af en rund stamme med ét savsnit og en barkside.
<b>Slagfasthed:</b>	Betegnelse for en overflades modstandsdygtighed overfor slag. Prøvning af "s" gennemføres oftest med en kugleformet genstand.
<b>Slagge og aske:</b>	Restprodukter fra forbrændingsprocesser. Anbringes på særlige deponier for slagge og aske eller bruges som tilsætningsmateriale ved andre produkter.
<b>Slibetør:</b>	Betegnelse for den tid, der går, før en overflade kan knop- eller mellemslibes. Fremgår af lakfabrikanternes datablade.
<b>Slidprøvning:</b>	Prøvning af en overflades eller et materiales modstandsdygtighed over for slid. De mest kendte metoder er "Taber Abraser" og "Faldende Sand".
<b>Sprit:</b>	Fællesbetegnelse for methyl- og ethylalkohol.
<b>Spånplade:</b>	Træ fremstillet af sammenlimede spåner af træ. I den statistiske behandling er OSB og Waferboard medtaget her, selv om de ikke er spånplader, og limindholdet er lavere.
<b>Stabilisator:</b>	Et middel, som gør lak mere stabil i pakningen eller under påføring.
<b>Stablingstør:</b>	Betegnelse for den tid, der skal gå, før lakerede emner kan stables ovenpå hinanden. Overfladens temperatur kan også have afgørende indflydelse på tiden. Se leverandørens datablade.
<b>Stedspecifik:</b>	Bruges her om data, der gælder aktuelle lokaliteter i produktets livsforløb, men som ikke gælder processer, hvor det aktuelle produkt indgår.
<b>Strukturniveau:</b>	Det niveau i skabelsen af produktet, hvor dets struktur lægges fast.
<b>Støvtør:</b>	Betegnelse for den tid, der går, indtil støvpartikler <b>ikke</b> mere sætter sig fast i lakoverfladen.
<b>Syntetisk:</b>	Fremstillet kunstigt eller kemisk i modsætning til naturmaterialer, som findes direkte i naturen.
<b>Syrehærdende lak:</b>	Laktype, hvor hærdningen igangsættes af en syre, for det meste paratoluensulfonsyre.
<b>T.</b>	
<b>Talkum:</b>	Et mineral, som består af vandholdigt magniumsilikat, som udvindes af krystallinsk skifer) – anvendes som fyldstof i fx lakker.

<b>Termohærdende:</b>	Hærder ved opvarmning (se også termoplastisk, som er det modsatte)
<b>Termoplastisk:</b>	Betegnelse for materialer, som blødgøres ved opvarmning, og som bliver hårdere ved afkøling. I modsætning til termohærdende (sd).
<b>Terpentin:</b>	Organisk opløsningsmiddel, dvs. mineralsk og vegetabilsk (fransk) terpentin. Mineralsk terpentin er en blanding af alifater og aromater i forholdet ca. 20/80.
<b>Tilbage til jord, jordtegn:</b>	Ved opgørelsen søges alle udvekslinger ført tilbage til jord eller frem til endelig recipient. Det betyder, at for indgående materialer, energi og hjælpestoffer inkluderes alle processer tilbage til udvindingen af råstoffer, og for alle udledninger inkluderes alle processer frem til den endelige udledning til luft, vand eller jord.
<b>Tixotrop(isk):</b>	Betegnelse for malinger og lakker, der er geleagtige, men som bliver flydende, når de rystes eller smøres på med pensel.
<b>To-komponent lak:</b>	Lak, som består af 2 komponenter (stoffer), som ved sammenblanding forener disse sig med hinanden og danner (hærder til) en sammenhængende og stærk overflade. Fx isocyanatlak (polyurethanlak).
<b>Toksicitet:</b>	Giftighed
<b>Toluen:</b>	Også kaldet toluol. Organisk opløsningsmiddel (aromatisk).
<b>Toxisk:</b>	Giftig
<b>Træ (blødt):</b>	Betegner nåletræ og andet blødt træ. Modsætning til løvtræ, der typisk er hårdt.
<b>Tyskere:</b>	Blærer i finerede eller foliebelagte overflader, hvor overfladebelægningen ikke er blevet limet fast til underlaget, og derfor danner flade blærer.
<b>Tømrervirksomhed:</b>	Industri, hvor produktionen primært er den sidste tilpasning og montage i bygningen af træbaserede materialer og produkter, inkl. bygningssnedkerier.
<b>Tørrende olie:</b>	Olie, som i tynde lag forener sig med luftens ilt til en kemisk forbindelse (oxiderer), der således udgør en fast film. Klude, der har været anvendt til tørrende olier kan selvantænde, og skal derfor opbevares i tætsluttende beholdere (metal).
<b>U.</b>	
<b>Udvanding:</b>	Befugtning af en overflade (normalt med vand) for at fremkalde fiberrejsning. Efter at overfladen igen er slebet, vil fiberrejsningen være minimal ved fx efterfølgende bejdning (såfremt der er anvendt skarpe pudsebånd).
<b>Udveksling:</b>	Fællesbetegnelse for vekselvirkningerne mellem en proces og omverden. Omfatter input til processen i form af ressourcer, materialer, energi og hjælpestoffer, output fra processen i form af udledninger til luft, vand, jord eller ikke form af affald samt påvirkninger af arbejdsmiljøet.
<b>UF-lim:</b>	Urea-formaldehyd lim
<b>Ultraviolet (UV):</b>	Korte lysbølger uden for det synlige spektrum. Bølgelængder: 100 - 400 nm (nanometer) Anvendes ved hærdning af UV-hærdende lakker. Strålerne har desuden en kemisk effekt (nedbrydende) på mange materialer, fx gummi (også skumgummi).
<b>Umættet polyester:</b>	En polymer, som fordi den er umættet, er i stand til at reagere med andre stoffer. Anvendes ofte i lakker, malinger.
<b>Urea-formaldehyd:</b>	Syntetisk stof på basis af urea og formaldehyd. Anvendes fx i lim og syrehærdende lak og i urealime (karbamidlime). Medfører normalt afgivelse af formaldehyd fra den hærdede

overflade/limfuge.

## V W.

<b>Vandbejdse:</b>	Bejdse fremstillet med vandopløselige farvestoffer og med vand som opløsningsmiddel.
<b>Varmeprøvning:</b>	Prøvning af en overflades modstandsdygtighed overfor varmpåvirkninger, både tør og fugtig.
<b>Vinyl:</b>	Stor gruppe af polymeriserede, syntetiske materialer, som er fremstillet på basis af acetylen og klorbrinte.
<b>Viskometer:</b>	Apparat, som måler viskositet.
<b>Viskositet:</b>	Tykflydenhed, sejhed. Den indre friktion i en væske.
<b>VOC (Volatile Organic Compound):</b>	Flygtige organiske forbindelser. Fællesbetegnelse for en lang række forbindelser (stoffer), som afgives fx fra lakerede overflader og lim.
<b>VOC:</b>	Flygtig organisk kulstofforbindelse, f.eks. opløsningsmiddel eller fordampet benzin.
<b>Volumenaffald:</b>	Husholdningsaffald, byggeaffald og lignende, dvs. inert affald, der anbringes på en (kontrolleret) kommunal losseplads. Kendetegnet ved, at det ikke indeholder miljøfarlige stoffer og kun udgår et problem i kraft af, at det optager plads.
<b>Væskeprøvning:</b>	Prøvning af en overflades modstandsdygtighed overfor væsker fx vand, alkohol, kaffe, rengøringsmidler, syre, baser osv.
<b>Weather-o-meter:</b>	Et apparat, som anvendes til accelereret prøvning af overfladebehandlings modstandsevne mod udendørs påvirkninger.

## X.

<b>X-ray:</b>	Røntgenstråler.
<b>Xylen:</b>	Også kaldet xylol. Aromatisk organisk opløsningsmiddel.

## Y.

## Z.

<b>Zaponlak:</b>	Er i princippet en opløsning af nitrocellulose med tørstofindhold på ca. 10%. Den giver en meget tynd, farveløs film. Kan anvendes som isolationslak på lyse træsorter og på træsorter med generende indholdsstoffer.
------------------	---

## Æ.

<b>Ældning:</b>	Påvirkning af en overflade eller et materiale på en måde, som med tiden vil ændre overfladens/materialets udseende og/eller egenskaber. Ved accelereret ældning efterlignes tidens, temperaturens, fugtighedens og lysets indvirkning på materialer og overflader.
-----------------	--

## Ø.

<b>Økotoxicitet:</b>	Toksicitet overfor planter og dyr.
----------------------	------------------------------------

## A.





# Enheder

PE:	Personækvivalent. Forkortelse af det engelske "Person Equivalent".
mPE:	Millipersonækvivalent = Tusindedel af en personækvivalent. Optræder som $mPE_{W90}$ , $mPE_{W_{DK90}}$ eller $mPE_{DK90}$ , hvor indekset fortæller, at normaliseringsreferencen bag personækvivalenten er baseret på en opgørelse for verden (W) eller Danmark (DK) for året 1990.
AAS:	U anmeldte arbejdsskader, enhed for vægtede potentialer for arbejdsmiljøeffekter. Optræder som $AAS_{DK90}$ , hvor indekset fortæller, at vægtningsfaktoren er baseret på erfaringer fra Danmark (DK) i årene omkring 1990.
$C_2H_4$ -ækv.:	Ethylen-ækvivalenter, enhed for potentiale for fotokemisk ozondannelse, som i figurer også kaldes fotosmog.
$CO_2$ -ækv.:	Kuldioxid-ækvivalenter, enhed for potentiale for drivhuseffekt. Eksempel: 1g Methan = 25 g $CO_2$ -ækv.
$m^3$ luft:	Enhed for potentiale for human toksicitet ved indånding.
$m^3$ vand:	Enhed for potentiale for akut eller kronisk økotoksicitet i vand.
$m^3$ jord:	Enhed for potentiale for kronisk økotoksicitet i jord.
$NO_3$ -ækv.:	Nitrat-ækvivalenter, enhed for potentiale for næringssaltbelastning.
PEM:	Målsat personækvivalent, enhed for vægtede miljøeffektpotentialer, der ved vægtningen udtrykkes i forhold til samfundets målsatte belastninger for år 2000. Optræder som $mPEM_{W2000}$ eller $mPEM_{DK2000}$ afhængigt af, om vægtningsfaktorerne er baseret på globale (W) eller danske (DK) udledninger i år 2000.
PR:	Personreserve, enhed for vægtede forbrug af ikke-fornyelige ressourcer, der ved vægtningen udtrykkes som andele af personreserven, som den blev opgjort i 1990. Optræder som $mPR_{W90}$ , idet reserven af de ikke-fornyelige ressourcer er opgjort for verden (W) i 1990.
$SO_2$ -ækv.:	Svovldioxid-ækvivalenter, enhed for potentiale for forsurening.
CFC11-ækv.:	Enhed for potentiale for ozonlagsnedbrydning.



## Arbejdsmiljø i projektet

I den oprindelige projektbeskrivelse (DTI Træteknik, 1995) var arbejdsmiljø forudsat behandlet på lige fod med andre miljøparametre. Dette blev støttet af Arbejdstilsynet, som desuden fik en plads i projektets styregruppe.

En række drøftelser i projektet om, hvordan arbejdsmiljø bedst kunne inddrages, løser ikke vanskelighederne med at finde en god løsning på problemet, og spørgsmålet drøftes herefter direkte mellem Miljøstyrelsen og Direktoratet for Arbejdstilsynet.

I et brev fra Miljøstyrelsen til projektledelsen af 1998.11.11 slås det herefter fast:

- At arbejdsmiljø skal udelades af projektet
- At projektet skal udpege væsentlige arbejdsmiljøaspekter, som branchen anbefales at inddrage i LCA-arbejdet
- At der i afrapporteringen skal ske henvisninger til relevante udgivelser fra Arbejdstilsynet, Branchesikkerhedsråd o.lign., om hvordan arbejdsmiljøhensyn kan tages i branchen.

I det efterfølgende redegøres først for baggrunden for den trufne beslutning, dernæst en gennemgang af de to punkter ovenfor, som skal erstatte den oprindelige behandling af arbejdsmiljø i projektet.

### **Forsøg på inddragelse af arbejdsmiljø i projektets dataindsamling og miljøvurderinger**

På ansøgningstidspunktet var det fra DTI forudsat

- at projektet fulgte paradigmet fra tidligere brancheprojekter (Miljøstyrelsen, 35/1995 og 43/1995)
- at der skulle anvendes tilgængelige statistiske data vedr. arbejdsmiljø
- at disse data skulle danne grundlag for kvalitative vurderinger af konsekvenserne for arbejdsmiljøet ved renere teknologi løsninger.

Efter beslutningen om at anvende UMIP i projektet blev UMIP's muligheder for at håndtere arbejdsmiljøpåvirkninger vurderet i samarbejde med Arbejdstilsynet. Der blev her peget på flere svagheder ved UMIP's arbejdsmiljødel – generelt og især i forhold til Træ- og møbelindustrien:

- Set fra en arbejdsmiljøsynsvinkel synliggør UMIP PC-værktøjet ikke arbejdsmiljø på en hensigtsmæssig måde. Anvendelse af UMIP's arbejdsmiljødel kan derfor ikke alene tilfredsstille Arbejdstilsynets forventninger til belysning af arbejdsmiljø i projektet
- De arbejdsmiljøeffekter, som er operationaliseret i UMIP er ikke fuldt dækkende for de typiske arbejdsmiljøbelastninger i branchen, dvs. de vil ikke blive medtaget i vurderingen
- Arbejdsmiljø er i højere grad end andre miljøforhold er afhængige af den enkelte virksomheds teknologianvendelse og organisering, og data på brancheniveau vil derfor være svære at anvende for den enkelte virksomhed

- Der har ikke været afsat tilstrækkelige midler i projektet til at indsamle arbejdsmiljødata på samme niveau som de øvrige data – men at det heller ikke har været hensigten

De to første punkter har foruden i nærværende projekt også været fremført i ”Montana-projektet”, ref. 9 Miljøprojekt nr. 376, 1998. Her blev der gennemført målinger på de belastninger, som er operationaliseret i UMIP, men efterfølgende blev konklusionen, at modelleringerne ikke viste arbejdsmiljø på en anvendelig måde, hverken for arbejdsmiljøteknikere eller LCA-teknikere.

Ud over ovennævnte problemer er der et generelt modsætningsforhold mellem LCA-tankegangen og arbejdsmiljø. LCA ”fordeler” de enkelte miljøeffekter på enkeltprodukter, hvorimod arbejdsmiljø har mennesket og produktionsapparatet i fokus.

Tilsvarende konklusioner på et mere generelt niveau har efterfølgende ført til at inddragelse af arbejdsmiljø i alle typer af LCA er medtaget i et større LCA metodeprojekt. En foreløbig delrapport fra dette projekt foreligger (dk-TEKNIK, 1999).

### **Analysér af eksisterende data og metoder**

Ønsket om alligevel at kunne inddrage arbejdsmiljø i projektet førte til overvejelser om, hvordan eksisterende metoder og data kunne anvendes i sammenhæng med LCA. Følgende blev undersøgt:

#### *Arbejdspladsvurderinger (APV)*

APV er lovpligtige og Træets Arbejdsgivere samt Forbundet Træ-Industri-Byg har i fællesskab udarbejdet hjælpeskemaer specielt til branchen. Her er arbejdsmiljøvurderingen knyttet til personen, arbejdsprocesserne og arbejdspladsen og drejer sig konkret om

- fysiske forhold
- ergonomiske forhold
- psykiske forhold
- kemiske forhold
- biologiske forhold
- ulykkesfarer

Det blev opgivet at inddrage APV som datagrundlag, da de er meget person- og virksomhedsspecifikke og derfor ville kræves i et meget stort antal for at danne et rimeligt statistisk grundlag i en brancheanalyse.

#### *Arbejdstilsynets registreringer og kortlægninger*

Arbejdstilsynets Branchebilleder udarbejdes for i alt 20 brancheområder, herunder træ- og møbelindustri. De er baseret på dokumentation om arbejdsmiljøproblemer fra forskellige undersøgelser - interviewundersøgelser og diverse registerundersøgelser. Der er gjort et stort arbejde for at koble de kvalitative oplysninger fra interviewundersøgelserne med statistiske data fra registerundersøgelserne.

Arbejdstilsynet har desuden i 1992 foretaget en 5Arbejds miljøstatus i Træ- og Møbelindustrien<sup>4</sup>

Branchebillederne og statusnotatet tegner et godt billede af branchen, som vil kunne danne grundlag for en kvalitativ vurdering af arbejdsmiljø. Det vurderedes derimod ikke at være muligt at trække præcise data herfra til brug for livscyklusvurderinger, hvor datagrundlaget skal være på samme niveau for alle miljøpåvirkninger, herunder arbejdsmiljø.

## Arbejds miljøaspekter i træ- og møbelindustrien og LCA

Det første punkt i den reviderede projektformulering omkring arbejdsmiljø i projektet: At projektet skal udpege væsentlige arbejdsmiljøaspekter, som branchen anbefales at inddrage i LCA-arbejdet – kalder umiddelbart på at blive delt i to:

1. Hvad er væsentlige arbejdsmiljøaspekter i træ- og møbelindustrien?
2. Hvordan inddrages disse i LCA-arbejdet?

### Væsentlige arbejdsmiljøaspekter i træ- og møbelindustrien

Arbejdstilsynet (AT) beskriver i sin seneste publikation, Arbejds miljøvejviser 20: Vejviser til de vigtigste arbejdsmiljøproblemer i træ- og møbelindustri (AT, 1999) som værende ulykker, kemiske belastninger, løft og andet tungt arbejde, ensidigt gentaget arbejde og arbejdsstillinger (bevægeapparatbelastninger), støj, vibrationer samt unge. Med sidstnævnte menes, at unge kommer ud for relativt mange ulykker i den første tid efter de er startet i branchen. Listen er i øvrigt uprioriteret.

De kemiske belastninger er primært foresaget af organiske opløsningsmidler og træstøv. Fordelingen af belastninger er lidt skæv, når man betragter enkeltbrancher inden for den samlede træ- og møbelindustri: Lidelser foresaget af stoffer og materialer er størst i træmøbelindustrien mens ulykkesrisikoen og støj er størst på savværker (AT, Branchebillede 9/1995).

Medtager man skovbrug, fremhæves bevægeapparatbelastninger, støj og ulykker som væsentlige problemer. Generelt er dødeligheden lav, men ulykkesfrekvensen er højere end i industrien, specielt ulykker med håndværktøj og udskridning/fald (AT, Branchebillede 18/1995).

#### *Ulykker*

Ulykker i træ- og møbelindustrien sker oftest ved betjening af stationære arbejdsmaskiner, ved transport af materialer og ved ophold og færdsel på produktionsstedet. Forebyggelse af ulykker bør baseres på

- planlægning af arbejdsopstillinger og –opgaver,
- god instruktion/uddannelse i brug af maskiner samt sikring af, at anvisninger og sikkerhedsforanstaltninger følges,
- opfølgning (hvad kan man lære af det), når ulykken er sket,
- speciel opmærksomhed omkring opstilling og justering af maskiner
- systematisk oprydning og rengøring som alles ansvar

#### *Kemiske belastninger*

Forebyggelse af belastninger fra kemiske stoffer – primært organiske opløsningsmidler – sker ved

- Effektiv instruktion
- Udskiftning af farlige stoffer og arbejdsmetoder med mindre farlige
- Indkapsling af processen samt ventilation
- Personlige værnemidler

Set i sammenhæng med ydre miljøeffekter bør punkt to prioriteres højt.

Træstøv er en af de væsentlige årsager til skader i branchen (slimhindeirritation, bronchitis og forhøjet risiko for næsehulekræft). Forebyggelse bygger på indkapsling af de processer og maskiner, hvor træstøvet produceres samt ventilation. En kombination af disse to er udviklingen af tilpasset punktudsug, hvor sugehovedet er så tæt på og omkranser det

støvproducerende værktøj, at luftbevægelser rundt om udsuget reduceres. Samtidig med en væsentlig bedre udsugning kan energiforbruget til udsugning reduceres med op til 50% ved tilpasning af punktudsug (DTI, 1998).

### *Bevægeapparatbelastninger*

Belastninger på bevægeapparatet stammer først og fremmest fra tung løft, skub og træk samt fra ensidigt gentaget arbejde. I begge tilfælde forstærkes belastningerne ofte af dårlige arbejdsstillinger. Teknologiuudviklingen i retning af mekanisering og automatisering har dog reduceret belastningerne væsentligt, især i de mellemstore og store virksomheder. Nøgleordene i forebyggelse er:

- Tekniske hjælpemidler til tunge løft og andet tungt arbejde
- Planlægning og organisering, justering af arbejdstempo samt begrænsning af belastende arbejdsfunktioner ved ensidigt gentaget arbejde
- Arbejdspladsindretning med mulighed for individuel indstilling, så belastningerne minimeres

### *Støj*

De værste støjklender er den vedvarende støj fra træbearbejdende maskiner samt impulsstøj fra slag, trykluft og klamme-/sømpistoler. Udover høreskader giver støj også øget risiko for ulykker samt reproduktionsfejl, stress og dårligt psykisk arbejdsmiljø. Forebyggelse sker ved:

- Dæmpning af støjklenden (støjsvage maskiner, indkapsling af støj samt arbejdstilrettelæggelse, så støj minimeres)
- Støjdæmpning af rummet samt reduktion af efterklang
- Støjdæmpning ved brugeren (arbejdstilrettelæggelse, fjernstyring af særligt støjende maskiner, personlige høreværn)

Støjproblemer hænger ofte sammen med andre belastninger som støv, vibrationer og ulykkesrisici, hvorfor problemerne også skal løses i sammenhæng. Som nævnt under støv kan der samtidig også reduceres energiforbrug og andre ydre miljøbelastninger.

### *Vibrationer*

Vibrationer kan deles i helkropsvibrationer og hånd- og armvibrationer. I træ- og møbelindustri og skovbruget er det primært vibrationer fra elektrisk/motoriseret håndværktøj, der foresager vibrationsskader som ”hvide fingre”. Disse kan igen være medvirkende årsag til arbejdsulykker, da finmotorikken nedsættes. Vibrationsskader forebygges ved:

- Vibrationsdæmpning af værktøj
- Planlægning og organisering, så længere tids konstant brug af værktøjet undgås
- Ophængning af værktøjet, så løft af det aflastes

### **Arbejds miljø inddraget i LCA på branche- og virksomhedsniveau**

AT påpeger, at alle arbejdsmiljøproblemer skal med i den enkelte virksomheds APV – ikke blot de generelt vigtigste. Dette er i tråd med projektets synspunkt, at arbejdsmiljødata i LCA-sammenhæng ikke kan forventes at give et dækkende billede af den enkelte virksomheds arbejdsmiljøeffekter på samme måde som branchedata for ydre miljø kan anvendes til virksomhedens miljøvurderinger.

De ovennævnte betragtninger om væsentlige arbejdsmiljøbelastninger på brancheniveau kan derfor ikke indarbejdes direkte i LCA-værktøjet. Anbefalingen er i stedet at evaluere

den enkelte produktvariant, som der laves en miljøvurdering over, med ”arbejds miljøøjne” og tænke produktændringer igennem, om de kan have indflydelse på arbejdsmiljøet.

Her er det vigtigt at huske arbejdsmiljøeffekterne i alle produktets livscyklusfaser: Vil en ændret overfladebehandling medføre en anden vedligeholdelse i brugsfasen med flere eller færre arbejdsmiljøbelastninger? Bliver håndteringen i bortskaffelsesfasen farligere? Kan man separere produktet for genanvendelse uden at skabe arbejdsmiljøbelastninger? ”Flytter” man et problem fra det ydre miljø til arbejdsmiljøet eller indeklimaet i brugsfasen ved en teknologiændring, fx ændret overfladebehandling?

## **Relevant litteratur om arbejdsmiljø**

Indgangen til relevant litteratur om træ- og møbelindustriens arbejdsmiljøproblemer og deres forebyggelse er Arbejdstilsynets Arbejds miljøvejvisere. Der findes i alt 48 vejvisere for 48 erhverv inden for industri, håndværk, bygge- og anlægssektoren, landbrug og skovbrug, service og handel.

Hver vejviser tager udgangspunkt i erhvervets væsentligste arbejdsmiljøproblemer og har til formål at pege på problemfelterne, problemernes opståen og hvordan de lokaliseres samt gode råd om forebyggelse. Et vigtigt redskab i virksomhedernes arbejdsmiljøarbejde er Arbejdspladsvurderinger (APV), som er lovpligtige for virksomheder med flere end 5 ansatte.

Vejviserne giver ikke løsningerne på problemerne men en generel information. Det tilrådes i stedet at søge rådgivning hos brancheorganisationer, bedriftsundhedstjenester og andre rådgivere i det konkrete arbejdsmiljøarbejde i virksomhederne. Bagest i hver vejviser findes desuden en oversigt over relevante regler og vejledninger, herunder anvisninger fra Arbejdstilsynet og vejledninger fra branchesikkerhedsrådene (BSR).

For træ- og møbelindustrien, inklusiv skovbrug, polstervirksomhed og byggebranchen er især følgende vejledninger relevante (se i øvrigt referenceliste, bilag A):

10. Murer-, snedker- og tømrerforretninger
19. Tekstil, beklædning og læder
20. Træ- og møbelindustri
43. Gartneri og skovbrug





# Effektfaktorer

## Miljøeffektfaktorer for opløsningsmidler i møbellak i Montana referencereol

Nedenstående data er hentet fra bilag 4 i Renere teknologi integreret i udvikling af et reolsystem for Montana Møbler A/S (Miljøstyrelsen, 1998)

### Effektfaktorer for opløsningsmidler ved udledning til luft bestemt ved UMIP-metoden

Stof	Drivhuseffekt <sup>a)</sup>	Ozonedbr.	Fotokemisk ozondannelse, lav NO <sub>x</sub> <sup>b)</sup>	Fotokemisk ozondannelse, høj NO <sub>x</sub> <sup>c)</sup>	Forsuring	Næringssalt-belastning
	g CO <sub>2</sub> /g.	g CFC11/g	g C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /g	g C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /g	g SO <sub>2</sub> /g	g NO <sub>3</sub> /g
Xylen (bl. o-,m og p-)	3	0	0,4	0,9	0	0
Ethanol	2	0	0,2	0,3	0	0
Isopropanol	2	0	0,2	0,2	0	0
n-Butanol	2	0	0,2	0,4	0	0
Isobutanol	2	0	0,3	0,3	0	0
Butylacetat	2	0	0,3	0,3	0	0
Ethylacetat	2	0	0,3	0,2	0	0
Methoxypropanol	2	0	0,5	0,5	0	0
Methoxypropylacetat	2	0	0,2	0,1	0	0

a) gennem en 100 årig periode,

b) udledningen foregår i et område med lav koncentration af NO<sub>x</sub>, i atmosfæren, f.eks. Danmark,

c) udledningen foregår i et område med høj koncentration af NO<sub>x</sub>, i atmosfæren, f.eks. Central-Europa

### Effektfaktorer for opløsningsmidler ved udledning til luft (globale forhold), bestemt ved UMIP-metoden (m<sup>3</sup>/g)

Stof	Økotoksicitet			Humantoksicitet		
	EF(øtvk) <sup>a)</sup>	EF(øtva) <sup>b)</sup>	EF(øtjk) <sup>c)</sup>	EF(htt) <sup>d)</sup>	EF(htv) <sup>e)</sup>	EF(htj) <sup>f)</sup>
Xylen (blandede o-,m-, og p-)	4,00E+00	0	4,00E-01	6,67E+03	1,09E-03	6,73E-05
Ethanol	1,08E-03	0	1,03E-02	1,14E+02	2,91E-07	1,48E-04
Isopropanol	5,06E-02	0	4,62E-01	1,16E+02	7,47E-06	2,80E-03
n-Butanol	1,45E-02	0	9,20E-02	1,11E+07	1,13E-04	1,12E-02
Isobutanol	4,2E-03	0	2,93E-02	1,00E+07	2,85E-05	3,67E-03
Butylacetat	5,56E-01	0	1,00E+00	4,76E+03	6,99E-03	4,95E-02
Ethylacetat	8,29E-02	0	5,86E-01	5,00E+05	8,86E-06	1,21E-03
Methoxypropanol	0	0	0	1,83E+01	0	0
Methoxypropylacetat	0	0	0	3,33E+03	0	0

a) økotoksicitet, vand kronisk, b) økotoksicitet, vand akut, c) økotoksicitet, jord kronisk, d) humantoksicitet via luft e) humantoksicitet via overfladevand, f) humantoksicitet via jord.

### Effektfaktorer for opløsningsmidler ved udledning til luft (danske forhold), bestemt ved UMIP-metoden (m<sup>3</sup>/g)

Stof	Økotoksicitet			Humantoksicitet		
	EF(øtvk) <sup>a)</sup>	EF(øtva) <sup>b)</sup>	EF(øtjk) <sup>c)</sup>	EF(htt) <sup>d)</sup>	EF(htv) <sup>e)</sup>	EF(htj) <sup>f)</sup>
Xylen (blandede o-,m-, og p-)	1,00E+01	0	2,50E-01	6,67E+03	2,73E-03	4,21E-05
Ethanol	2,69E-03	0	6,41E-03	1,14E+02	7,27E-07	9,24E-05
Isopropanol	1,27E-01	0	2,89E-01	1,16E+02	1,87E-05	1,75E-03
n-Butanol	3,64E-02	0	5,75E-02	1,11E+07	2,83E-04	7,00E-03
Isobutanol	1,05E-02	0	1,83E-02	1,00E+07	7,13E-05	2,29E-03
Butylacetat	1,39E+00	0	6,28E-01	4,76E+03	1,75E-02	3,10E-02
Ethylacetat	2,07E-01	0	3,66E-01	5,00E+05	2,21E-05	7,57E-04
Methoxypropanol	0	0	0	1,83E+01	0	0
Methoxypropylacetat	0	0	0	3,33E+03	0	0
Terpentin	-	-	-	-	-	-

a) økotoksicitet, vand kronisk, b) økotoksicitet, vand akut, c) økotoksicitet, jord kronisk, d) humantoksicitet, luft, e) humantoksicitet, vand, f) humantoksicitet, jord.

## Miljøeffektfor faktorer for opløsningsmidler udregnet af Institut for Produktudvikling

Nedenstående data er hentet fra notat udarbejdet af Institut for Produktudvikling (Olesen, Stig Irving *et.al.*, 1998)

### Effektfor faktorer for opløsningsmidler ved udledning til luft bestemt ved UMIP-metoden

Stof	Drivhuseffekt <sup>a)</sup>	Ozonedbr.	Fotokemisk ozondannelse, lav NO <sub>x</sub> <sup>b)</sup>	Fotokemisk ozondannelse, høj NO <sub>x</sub> <sup>c)</sup>	Forsuring	Nærings-salt-belastning
	g CO <sub>2</sub> /g.	g CFC11/g	g C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /g	g C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /g	g SO <sub>2</sub> /g	g NO <sub>3</sub> /g
Naptha (råolie)	3,1	0	0,4	0,4	0	0
Toluen	3,3	0	0,5	0,6	0	0
Isobutylacetat	2,3	0	0,4	0,3	0	0
Butyldiglycol	2,2	0	0,4	0,4	0	0
Butoxypropanol	2,3	0	0,4	0,4	0	0
Butoxypropylacetat	2,3	0	0,2	0,2	0	0
Butylglykol (2-butoxyethanol)	2,2	0	0,4	0,4	0	0

a) gennem en 100 årig periode,

b) udledningen foregår i et område med lav koncentration af NO<sub>x</sub>, i atmosfæren, f.eks. Danmark,

c) udledningen foregår i et område med høj koncentration af NO<sub>x</sub>, i atmosfæren, f.eks. Central-Europa

### Effektfor faktorer for opløsningsmidler ved udledning til luft bestemt ved UMIP-metoden (m<sup>3</sup>/g) Tabellen gælder for emissioner ved danske forhold. Tallene i parentes gælder ved generelle globale forhold

Stof	Økotoxicitet			Humantoxicitet		
	EF(øtvk) <sup>a)</sup>	EF(øtva) <sup>b)</sup>	EF(øtjk) <sup>c)</sup>	EF(htl) <sup>d)</sup>	EF(htv) <sup>e)</sup>	EF(htj) <sup>f)</sup>
Naptha (råolie)	5,0*10 <sup>3</sup> (2,0*10 <sup>3</sup> )	0 (0)	1,67 (2,67)	5,56*10 <sup>4</sup>	23,2 (9,28)	1,04*10 <sup>-4</sup> (1,66*10 <sup>-4</sup> )
Toluen	10,0 (4,0)	0 (0)	0,61 (0,97)	2,5*10 <sup>3</sup>	9,96*10 <sup>-3</sup> (4,0*10 <sup>-3</sup> )	6,28*10 <sup>-4</sup> (1,0*10 <sup>-3</sup> )
Isobutylacetat	0,13 (0,05)	0 (0)	0,057 (0,09)	22,2	4,67*10 <sup>-3</sup> (1,8*10 <sup>-3</sup> )	8,32*10 <sup>-3</sup> (1,33*10 <sup>-2</sup> )
Butyldiglycol	0	0	0	2,0*10 <sup>6</sup>	0	0
Butoxypropanol	0	0	0	1,54*10 <sup>4</sup>	0	0
Butoxypropylacetat	0	0	0	7,69*10 <sup>2</sup>	0	0
Butylglykol (2-butoxyethanol)	0	0	0	2,1*10 <sup>4</sup>	0	0

a) økotoxicitet, vand kronisk, b) økotoxicitet, vand akut, c) økotoxicitet, jord kronisk, d) humantoxicitet via luft e) humantoxicitet via overfladevand, f) humantoxicitet via jord.

## Miljøeffektfor faktorer udregnet af Teknologisk Institut

Nedenstående effektfor faktorer er udarbejdet af Teknologisk Institut (Nielsen, Pernille Bech; *et.al.*, 1999).

### Effektfor faktorer for økotoxicitet og toksicitet overfor mennesker ved udledninger til luft, vand og jord for udvalgte stoffer.

Effektfor faktorer for opløsningsmidler ved udledning til luft (globale forhold), bestemt ved UMIP-metoden (m <sup>3</sup> /g)						
Stof	Økotoxicitet			Humantoxicitet		
	EF(øtvk) <sup>a)</sup>	EF(øtva) <sup>b)</sup>	EF(øtjk) <sup>c)</sup>	EF(htl) <sup>d)</sup>	EF(htv) <sup>e)</sup>	EF(htj) <sup>f)</sup>
Tebukonazol	0 (0)	0 (0)	0 (0)	9,52E3 (9,52E3)	0 (0)	0 (0)
Propiconazol	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1,43E4 (1,43E4)	0 (0)	0 (0)
Phenol	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2E6 (2E6)	0 (0)	0 (0)
Permethrin	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5,71E3 (5,71E3)	0 (0)	0 (0)

Myresyre	3,27E-1 (1,49E-1)	0 (0)	8,64E-1 (1,38)	1,33E7 (1,33E7)	5,1E-5 (2,04E-5)	9,89E-4 (1,58E-3)
Methanol	7,69E-3 (3,08E-3)	0 (0)	1,79E-2 (2,86E-2)	1,33E5 (1,33E5)	7,42E-4 (2,97E-4)	2E-4 (3,2E-4)
Kobber(II)oxid	4,55E4 (1,82E4)	0 (0)	3,76E4 (6,02E4)	4E6 (4E6)	1,53E3 (6,14E2)	1,09 (1,74)
Kobbersulfat	2,27E2 (9,09E1)	0 (0)	5,40E2 (8,64E2)	1E4 (1E4)	4,27 (1,71)	1,55E-3 (2,48E-3)
2-aminoethanol	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4E6 (4E6)	0 (0)	0 (0)
Dinatriumoctaborat-tetrahydrat	2,50E1 (1,00E1)	0 (0)	5,61E1 (8,98E1)	1,07E4 (1,07E4)	0 (0)	4,6E-2 (7,36E-2)
Dichlorflouranid	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2,29E4 (2,29E4)	0 (0)	0 (0)
Bis-(N-cyclohexyl-diazenium-dioxy)-kobber	8,92E4 (3,57E4)	0 (0)	1,84E4 (2,95E4)	4E6 (4E6)	8,53 (3,41)	1,12E-3 (1,8E-3)
3-iodo-2-propynyl butyl-carbanat	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4E5 (4E5)	0 (0)	0 (0)
Kobber hydroxycarbonat	8,92E4 (3,57E4)	0 (0)	2,23E5 (3,57E5)	4E6 (4E6)	3,16E2 (1,26E2)	1,09E-4 (1,75E-4)

Effektfaktorer for opløsningsmidler ved udledning til vand (globale forhold), bestemt ved UMIP-metoden (m<sup>3</sup>/g)

Stof	Økotoxicitet			Humantoxicitet		
	EF(øtvk) <sup>a)</sup>	EF(øtva) <sup>b)</sup>	EF(øtjk) <sup>c)</sup>	EF(htl) <sup>d)</sup>	EF(htv) <sup>e)</sup>	EF(htj) <sup>f)</sup>
Tebukonazol	1,56E2 (1,56E2)	1,56E1 (1,56E1)	0 (0)	0 (0)	9,65E-1 (9,65E-1)	0 (0)
Propiconazol	3,77E1 (3,77E1)	1,89E1 (1,89E1)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)
Phenol	6,25E-1 (6,25E-1)	5E4 (5E4)	0 (0)	0 (0)	2,47E-3 (2,47E-3)	0 (0)
Permethrin	8E4 (8E4)	4E4 (4E4)	0 (0)	0 (0)	7,12E-1 (7,12E-1)	0 (0)
Myresyre	3,72E-1 (1,49E-1)	3,72E-1 (3,72E-1)	8,64E-1 (1,38)	1,33E7 (1,33E7)	5,1E-5 (2,04E-5)	9,89E-4 (1,58E-3)
Methanol	1,54E-2 (1,54E-2)	7,69E-3 (7,69E-3)	0 (0)	0 (0)	1,48E-3 (1,48E-3)	0 (0)
Kobber(II)oxid	9,09E4 (9,09E4)	9,09E3 (9,09E3)	0 (0)	0 (0)	3,07E3 (3,07E3)	0 (0)
Kobbersulfat	4,54E2 (4,54E2)	1,00E4 (1,00E4)	0 (0)	0 (0)	8,53 (8,53)	0 (0)
2-aminoethanol	6,08E-1 (6,08E-1)	3,04E-1 (3,04E-1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Dinatriumoctaborat-tetrahydrat	2,50E1 (1,00E1)	1,00 (1,00)	5,61E1 (8,98E1)	1,07E4 (1,07E4)	0 (0)	4,6E-2 (7,36E-2)
Dichlorflouranid	2,00E3 (2,00E3)	1,00E3 (1,00E3)	0 (0)	0 (0)	4,16E-1 (4,16E-1)	0 (0)
Bis-(N-cyclohexyl-diazenium-dioxy)-kobber	1,79E4 (1,79E4)	1,79E5 (1,79E5)	0 (0)	0 (0)	1,71E1 (1,71E1)	0 (0)
3-iodo-2-propynyl butyl-carbanat	3,57E1 (3,57E1)	1,79E1 (1,79E1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Kobber hydroxycarbonat	1,79E4 (1,79E4)	1,79E5 (1,79E5)	0 (0)	0 (0)	6,32E2 (6,32E2)	0 (0)

Effektfaktorer for opløsningsmidler ved udledning til jord (globale forhold), bestemt ved UMIP-metoden (m<sup>3</sup>/g)

Stof	Økotoxicitet			Humantoxicitet		
	EF(øtvk) <sup>a)</sup>	EF(øtva) <sup>b)</sup>	EF(øtjk) <sup>c)</sup>	EF(htl) <sup>d)</sup>	EF(htv) <sup>e)</sup>	EF(htj) <sup>f)</sup>
Tebukonazol	0 (0)	0 (0)	7,85 (7,85)	0 (0)	0 (0)	8,33E-2 (8,33E-2)
Propiconazol	0 (0)	0 (0)	1,38 (1,38)	0 (0)	0 (0)	1,6E-2 (1,6E-2)
Phenol	0 (0)	0 (0)	7,4E-2 (7,4E-2)	0 (0)	0 (0)	2,95E-4 (2,95E-4)
Permethrin	0 (0)	0 (0)	2,13E2 (2,13E2)	0 (0)	0 (0)	2,12E-4 (2,12E-4)
Myresyre	3,72E-1 (1,49E-1)	0 (0)	8,64E-1 (1,38)	0 (0)	5,1E-2 (2,04E-2)	9,89E-4 (1,58E-3)
Methanol	0 (0)	0 (0)	3,57E-2 (3,57E-2)	0 (0)	0 (0)	3,99E-4 (3,99E-4)
Kobber(II)oxid	0 (0)	0 (0)	7,53E4 (7,53E4)	0 (0)	0 (0)	2,18 (2,18)
Kobbersulfat	0 (0)	0 (0)	1,08E3 (1,08E3)	0 (0)	0 (0)	3,11E-3 (3,11E-3)
2-aminoethanol	0 (0)	0 (0)	1,1 (1,1)	0 (0)	0 (0)	4,91E-4 (4,91E-4)

Dinatriumoctaborat-tetrahydrat	2,50E1 (1,00E1)	0 (0)	5,61E1 (8,98E1)	0 (0)	0 (0)	4,6E-2 (7,36E-2)
Dichloflouranid	0 (0)	0 (0)	5,99E1 (5,99E1)	0 (0)	0 (0)	2,38E-2 (2,38E-2)
Bis-(N-cyclohexyl-diazenium-dioxy)-kobber	0 (0)	0 (0)	3,69E4 (3,69E4)	0 (0)	0 (0)	2,25E-3 (2,25E-3)
3-iodo-2-propynyl butyl-carbanat	0 (0)	0 (0)	3,15E-1 (3,15E-1)	0 (0)	0 (0)	4,27E-3 (4,27E-3)
Kobber hydroxycarbonat	0 (0)	0 (0)	4,46E5 (4,46E5)	0 (0)	0 (0)	2,19E-4 (2,19E-4)
a) økotoksicitet, vand kronisk, b) økotoksicitet, vand akut, c) økotoksicitet, jord kronisk, d) humantoksicitet via luft e) humantoksicitet via overfladevand, f) humantoksicitet via jord.						
b) økotoksicitet, vand kronisk, b) økotoksicitet, vand akut, c) økotoksicitet, jord kronisk, d) humantoksicitet via luft e) humantoksicitet via overfladevand, f) humantoksicitet via jord.						
1 Toks.data ikke tilgængelige ved gennemgang af almindelige databaser.						

# Opdaterede enhedsprocesser

#	Procesnavn	Procestype
1	Affaldsforbrænding, træ	Bortskaffelsesproces
2	Affaldsforbrænding, PA inkl. energiindvinding	Bortskaffelsesproces
3	Affaldsforbrænding, træ inkl. energiindvinding	Bortskaffelsesproces
4	Pulver epoxy	Hjælpermateriale
5	Impregneringsvæske	Hjælpermateriale
6	Lak til møbler	Hjælpermateriale
7	Lim til møbler	Hjælpermateriale
8	Urea*	Hjælpermateriale
9	VAC-væske	Hjælpermateriale
10	Ask	Materiale
11	Birk	Materiale
12	Bøg	Materiale
13	Eg	Materiale
14	Elm	Materiale
15	Finer, skrællet bøg	Materiale
16	Kirsebær	Materiale
17	Løn	Materiale
18	Nåletræ	Materiale
19	Rød-el	Materiale
20	Trævarer af gran og fyr	Materiale
21	Træ, blødt TS (brændsel)	Materiale
22	Ær/Ahorn	Materiale
23	Metalforarbejdning af møbeldele	Produktionsproces
24	Båndpudsning, træplade	Produktionsproces
25	Båndpudsning, træstel	Produktionsproces
26	CNC-fræsning, træplade	Produktionsproces
27	CNC-fræsning, træstel	Produktionsproces
28	Formspændt fineret bøg	Produktionsproces
29	Kehling, træplade	Produktionsproces
30	Kehling, træstel	Produktionsproces
31	Lakering af træ m. vandbaseret lak	Produktionsproces
32	Lakering, træplade	Produktionsproces
33	Lakering, træmøbelstel	Produktionsproces
34	Montage af møbeldele	Produktionsproces
34	Overfladebehandling af stålstel . ved pulverlakering	Produktionsproces
36	Overfladebehandling af træ med lak	
37	Svejsning af møbelstel af stål	Produktionsproces
41	Tørring af løvtræ	Produktionsproces
42	Tørring af nåletræ	Produktionsproces
43	Udsugning fra trælakering – lakering af træplade	Produktionsproces
44	Udsugning fra trælakering – lakering af træstel	Produktionsproces
45	Udsugning, båndpudsning træplade	Produktionsproces
46	Udsugning, båndpudsning af træstel	Produktionsproces
47	Udsugning – generel træforarbejdning	Produktionsproces
48	Bøg, TS, råmateriale	Ressource
49	Nåletræ	Ressource
50	2-aminoethanol	Udveksling
51	3-iodo-2-propynyl butyl-carbamid	Udveksling
52	Bis-(N-cyclohexyl-diazenium-dioxy)-kobber (Cu-HDO), Danske forhold	Udveksling
52	Bis-(N-cyclohexyl-diazenium-dioxy)-kobber (Cu-HDO), Globale forhold	Udveksling
53	Butoxypropanol	Udveksling
53	Butoxypropylacetat	Udveksling
54	Butylacetat, Danske forhold	Udveksling
55	Butylacetat, Globale forhold	Udveksling
56	Butyldiglycol, Danske forhold	Udveksling

#	Procesnavn	Procestype
57	Butyldiglycol, Globale forhold	Udveksling
58	Butylglycol (2-butoxyethanol)	Udveksling
59	Di-chlorfluanid	Udveksling
60	Dinatriumoctaborat-tetrahydrat, Danske forhold	Udveksling
61	Dinatriumoctaborat-tetrahydrat, Globale forhold	Udveksling
62	Ethanol, Danske forhold	Udveksling
63	Ethanol, Globale forhold	Udveksling
64	Ethylacetat, Danske forhold	Udveksling
65	Ethylacetat, Globale forhold	Udveksling
66	Isobutanol, Danske forhold	Udveksling
68	Isobutanol, Globale forhold	Udveksling
69	Isobutylacetat, Danske forhold	Udveksling
70	Isobutylacetat, Globale forhold	Udveksling
71	Isopropanol, Danske forhold	Udveksling
72	Isopropanol, Globale forhold	Udveksling
73	Kobber hydroxy carbonat, Danske forhold	Udveksling
74	Kobber hydroxy carbonat, Globale forhold	Udveksling
75	Kobber(II)oxid, Danske forhold	Udveksling
76	Kobber(II)oxid, Globale forhold	Udveksling
77	Kobbersulfat	Udveksling
78	Methanol, Danske forhold	Udveksling
79	Methanol, Globale forhold	Udveksling
80	Methoxypropanol, Danske forhold	Udveksling
81	Methoxypropanol, Globale forhold	Udveksling
82	Methoxypropylacetat, Danske forhold	Udveksling
83	Methoxypropylacetat, Globale forhold	Udveksling
84	Myresyre, Danske forhold	Udveksling
85	Myresyre, Globale forhold	Udveksling
86	Naphtha, Danske forhold	Udveksling
87	Naphtha, Globale forhold	Udveksling
88	n-Butanol, Danske forhold	Udveksling
89	n-Butanol, Globale forhold	Udveksling
90	Permethrin	Udveksling
91	Phenol	Udveksling
92	Propiconazol	Udveksling
93	Tebuconazol	Udveksling
94	Toluen, Danske forhold	Udveksling
95	Toluen, Globale forhold	Udveksling
96	Xylen, Danske forhold	Udveksling
97	Xylen, Globale forhold	Udveksling