

Miljøprojekt Nr. 382 1998

# Industriprodukters miljø- og sundhedseffekter

Forprojekt

Marchen Vinding Petersen og Søren Skjærbæk  
COWI

Det skal bemærkes, at de fremsatte synspunkter ikke nødvendigvis dækkes af Rådet eller Miljøstyrelsen.

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

# Indhold

<b>1 Forord</b>	<b>7</b>
<b>2 Sammenfatning</b>	<b>9</b>
<b>3 Formål</b>	<b>11</b>
<b>4 Baggrundsmateriale</b>	<b>13</b>
<b>5 Projektforløb</b>	<b>17</b>
<b>6 Valg af industriprodukter</b>	<b>19</b>
<b>7 Afgrænsning</b>	<b>21</b>
<b>8 Opstilling af standardrecepter og standardfremstillingsmåder for materialerne</b>	<b>27</b>
<b>9 Standardfremstilling af udvalgte industriprodukter</b>	<b>31</b>
<b>10 Kriterier for miljø- og sundhedsvurderingerne</b>	<b>33</b>
10.1 Klassificering	36
10.2 Effektpotentialer	39
10.3 Kategorisering og gruppering af miljøeffekt-potentialer	44
10.4 Industriprodukternes potentielle miljø- og sundhedseffekter relateret til det årlige forbrug	45
10.5 Normalisering	45
10.6 Vægtning	46
<b>11 Resultater og resultat- vurdering af forprojekt</b>	<b>47</b>
11.1 Standardrecepter og standardfremstillingsmåder	48
11.2 Potentielle miljø- og sundhedsfarer	53
<b>12 Kobling af data til den eksisterende produktdatabase</b>	<b>59</b>
<b>13 anbefalinger og ressource-forbrug i relation til iværk-sættelse af et hovedprojekt</b>	<b>63</b>
13.1 Værktøjets anvendelsesmuligheder	63
13.2 Skønnet ressourceforbrug forbundet med et hovedprojekt	64
<b>Bilag 1 1 Anvendte forkortelser</b>	<b>65</b>
<b>2 Materiale j010 Støbejern/kons.stål (u-/mikro-/lavtleg.)</b>	<b>67</b>
2.1 Standardrecept	67
2.2 Standardfremstilling	67
2.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter	68
<b>3 Materiale j012 Konstruktionsstål (højtlegeret)</b>	<b>71</b>

3.1 Standardrecept	71
3.2 Standardfremstilling	72
3.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter	72
<b>4 Materiale m050 Aluminium</b>	<b>75</b>
4.1 Standardrecept	75
4.2 Standardfremstilling	75
4.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter	76
<b>5 Materiale m053 Kobber</b>	<b>79</b>
5.1 Standardrecept	79
5.2 Standardfremstilling	79
5.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter	81
<b>6 Materiale m056 Sølv</b>	<b>83</b>
6.1 Standardrecept	83
6.2 Standardfremstilling	83
6.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter	84
<b>7 Materiale m059 Messing</b>	<b>87</b>
7.1 Standardrecept	87
7.2 Standardfremstilling	87
7.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter	88
<b>8 Materiale o407 Smeltelim</b>	<b>91</b>
8.1 Standardrecept	91
8.2 Standardfremstilling	92
8.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter	92
<b>9 Materiale o409 Trykfarve, org. opløsningsmidler</b>	<b>95</b>
9.1 Standardrecept	95
9.2 Standardfremstilling	96
9.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter	97
<b>10 Materiale p350 Acrylonitril butadien styren (ABS)</b>	<b>99</b>
10.1 Standardrecept	99
10.2 Standardfremstilling	99
10.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter	100
<b>11 Materiale p352 Epoxy (EP)</b>	<b>103</b>
11.1 Standardrecept	103
11.2 Standardfremstilling	103
11.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter	104
<b>12 Materiale p355 Termoplastisk polyester (PET, PBT)</b>	<b>107</b>
12.1 Standardrecept, PET	107
12.2 Standard fremstilling, PET	107
12.3 Standardrecept, PBT	108
12.4 Standardfremstilling, PBT	108
12.5 Potentielle miljø- og sundhedseffekter	109
<b>13 Materiale p356 Polyamid (PA)</b>	<b>111</b>
13.1 Standardrecept	111

13.2 Standardfremstilling	111
13.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter	111
<b>14 Materiale p359 Polyethylen (PE)</b>	<b>113</b>
14.1 Standardrecept	113
14.2 Standardfremstilling	113
14.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter	114
<b>15 Materiale p361 Polypropylen (PP)</b>	<b>117</b>
15.1 Standardrecept	117
15.2 Standardfremstilling	118
15.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter	118
<b>16 Materiale p362 Polystyren (PS)</b>	<b>121</b>
16.1 Standardrecept	121
16.2 Standard fremstilling	122
16.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter	122
<b>17 Materiale p365 Polyvinylchlorid, blød (PVC)</b>	<b>125</b>
17.1 Standardrecept	125
17.2 Standardfremstilling	126
17.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter	127
<b>18 Materiale p366 Polyvinylchlorid, hård (PVC)</b>	<b>131</b>
18.1 Standardrecept	131
18.2 Standardfremstilling	132
18.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter	132
<b>19 Materiale s160 Stentøj/ildfaste varer</b>	<b>137</b>
19.1 Standardrecept	137
19.2 Standardfremstilling	138
19.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter	138
<b>20 Materiale u305 Nitrilgummi (NBR)</b>	<b>141</b>
20.1 Standardrecept	141
20.2 Standardfremstilling	141
20.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter	143
<b>21 Materiale v200 Blødt træ, råforarbejdet</b>	<b>145</b>
21.1 Standardrecept	145
21.2 Standardfremstilling	145
21.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter	145
<b>22 Materiale v207 Cellulosefibre</b>	<b>147</b>
22.1 Standardrecept	147
22.2 Standardfremstilling	147
22.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter	150
<b>23 Materiale v210 Papir</b>	<b>153</b>
23.1 Standardrecept	153
23.2 Standardfremstilling	153
23.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter	155

<b>24 Materiale v213 Bomuld</b>	<b>159</b>
24.1 Standardrecept	159
24.2 Standardfremstilling	159
24.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter	162
<b>25 Materiale x600 Støbejern, konst.stål (lavtlegeret)</b>	<b>165</b>
25.1 Standardrecept	165
25.2 Standardfremstilling	165
25.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter	166
<b>26 Materiale x603 Papir</b>	<b>169</b>
26.1 Standardrecept	169
26.2 Standardfremstilling	169
26.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter	170
<b>27 Materiale x604 Pap</b>	<b>173</b>
27.1 Standardrecept	173
27.2 Standardfremstilling	173
27.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter	174
<b>Bilag 2 1 Brochurer og tryksager</b>	<b>177</b>
1.1 Dannede stoffer	177
1.2 Hjælpestoffer	177
1.3 Produktionsudstyr	178
1.4 Beregninger og produktscore	179
<b>2 T-shirts og undertrøjer</b>	<b>182</b>
2.1 Dannede stoffer	182
2.2 Hjælpestoffer	183
2.3 Produktionsudstyr	183
2.4 Beregninger og produktscore	184
<b>3 Elektriske kondensatorer</b>	<b>188</b>
3.1 Dannede stoffer	188
3.2 Hjælpestoffer	189
3.3 Produktionsudstyr	190
3.4 Beregninger og produktscore	190
<b>4 Støvsugere</b>	<b>194</b>
4.1 Dannede stoffer	194
4.2 Hjælpestoffer	194
4.3 Produktionsudstyr	194
4.4 Beregninger og produktscore	195







# 1 Forord

COWI udarbejdede i 1993 projektet “Miljøprioritering af industriprodukter, energi- og ressourcemæssig rangordning af industriprodukter” for Miljøstyrelsen. Projektet er i 1995 publiceret i Miljøprojekt nr. 281 med titlen “Miljøprioritering af industriprodukter”. Projektets formål var at rangordne alle industriprodukter, der omsættes i Danmark ud fra hvilket ressource- og energiforbrug, der er knyttet til produkterne.

Rangordningen var et første systematisk forsøg på at identificere hvilke industriprodukter i Danmark, der i særligt omfang forventes at belaste miljøet. Det er i projektet understreget, at den foretagne rangordning ikke i sig selv er en klarlægning af hvilke industriprodukter, der giver den største miljøbelastning, men alene en klarlægning af rangordenen i forhold til de valgte indikatorparametre (ressourcetab og energiforbrug). Projektet indeholder således ikke en systematisk vurdering af industriprodukternes indhold af sundheds- og miljøskadelige stoffer.

For at opnå et bredere grundlag for at rangordne industriprodukter og dermed opnå et bedre grundlag for at prioritere den videre miljøindsats på produktområdet, har Rådet for genanvendelse og mindre forurenende teknologi besluttet at yde økonomisk støtte til et forprojekt. I forprojektet skal det undersøges, om og hvordan data om produkternes sundheds- og miljøskadelige effekter kan knyttes til de foreliggende ressource- og energiopgørelser i projektet Miljøprioritering af industriprodukter (i det efterfølgende benævnt “Miljøprioriteringsprojektet”). Heri indgår en vurdering af, om data kan knyttes via den database, der blev etableret i forbindelse med “Miljøprioriteringsprojektet”.



## 2 Sammenfatning

Forprojektet er iværksat med henblik på at undersøge mulighederne for at få suppleret det databaseværktøj, der blev udviklet i forbindelse med projektet "Miljøprioritering af industriprodukter", Miljøstyrelsen 1995. I den eksisterende database findes oplysninger om materialesammensætning, ressourceforbrug og energiforbrug for en lang række industriprodukter (grupperet i 966 varegrupper). Forprojektet skal klarlægge, om databasen kan suppleres med oplysninger om samme industriprodukters miljø- og sundhedseffekter, samt hvordan disse data metodisk kan indsamles og opgøres. Målet med at supplere databasen er at opnå et bredere grundlag for at rang-ordne industriprodukterne og dermed opnå et bedre grundlag for at prioritere den videre miljøorienterede indsats på produktområdet.

Forprojektet skal således overordnet:

- Opstille og afprøve en metode til opgørelse af industriprodukternes miljø- og sundhedseffekter samt tage stilling til, om dataene kan kobles til den eksisterende database.

Derudover er formålet med forprojektet at:

- Klarlægge eventuelle problemområder således, at et hovedprojekt kan designes mest hensigtsmæssigt.
- Estimere hvilket ressourceforbrug, der er forbundet med udførelse af et hovedprojekt.

Helt overordnet vurderes det på baggrund af erfaringerne fra forprojektet, at den udarbejdede og afprøvede metode vil kunne anvendes til at supplere database værktøjet. Det vil, når oplysningerne er lagt ind i databasen, være muligt at generere oplysninger om de fremherskende karakteristika indenfor de enkelte varegrupper. Forprojektet indikerer således, at det bredere grundlag, som efterspørges i forbindelse med det tidligere udarbejdede "Miljøprioriterings-projektet" med hensyn til at kunne prioritere den videre indsats på produktområdet, kan etableres. Databasen vil endvidere kunne anvendes dynamisk, således at ændrede forudsætninger kan indtastes i basen og en ny prioritetsrækkefølge estimeres. Nye forudsætninger kunne eksempelvis være, at flere stoffer risikoklassificeres eller, at specifikke stoffer udfases.

Resultaterne fra forprojektet giver anledning til forventning om, at:

- Ca. 150 af de 173 materialer, der udgør byggestenene i industriprodukterne, vil kunne beskrives via standardrecepter og standardfremstillingsmåder, således, at de stoffer, der indgår/forbruges/dannes i forbindelse med fremstillingen af materialerne, bliver identificeret. De materialer, der ikke forventes at kunne beskrives, er typisk materialer beskrevet som "andre", f.eks. "andre metaller". Forprojektet indikerer, at de ikke beskrevne materialer vægtmæssigt udgør en mindre del af industriprodukternes samlede materialesammensætning (<5%).

- I de beskrevne materialer vil ca. 70-80% af stofferne kunne beskrives såvel kvalitativt (CAS-numer) som kvantitativt (den mængde de indgår, forbruges eller dannes i pr. kg industriprodukt).

Dette leder til en forventning om, at industriprodukterne (varegrupperne) vil kunne beskrives således, at en miljø- og sundhedsfarevurdering kan foretages for ca. 65-75% af vægtindholdet i et industriprodukt.

Erfaringerne fra forprojektet fører endvidere til, at følgende anbefalinger kan gives med hensyn til design af et hovedprojekt:

- Industrien bør i videst muligt omfang inddrages ved opstilling af standardrecepter og standardfremstillingsmåder indenfor de enkelte varegrupper.
- I dette projekt er der ikke taget højde for forskellig eksponering, og der er konsekvent regnet med ens score for eksponeringen. Det bør derfor overvejes, om graduerede scorer for stoffernes eksponeringsmuligheder og -omfang kan tages i anvendelse. Overvejelserne bør omfatte en afvejning af den øgede information, de graduerede scorer ville resultere i og de yderligere ressourcer vurderingerne lægger beslag på ved udførelse af hovedprojektet.
- Screeningsmæssige vurderinger af hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter, der er forbundet med de faser, der afgrænses fra, bør indgå i hovedprojektet.
- Fordele og ulemper ved at operere med en variabel nedre vægtgrænse for, hvornår stoffer inddrages i miljø- og sundhedsvurderingerne, bør overvejes.
- Nye projekter er blevet udarbejdet samtidig med udførelsen af forprojektet. Erfaringerne fra disse bør diskuteres i sammenhæng med resultaterne fra forprojektet, således at hovedprojektet kan designes videns- og ressourcemæssigt optimalt.

Ressourceforbruget til udførelse af et hovedprojekt vil naturligt afhænge af, hvordan projektet detaildesignes. Under forudsætning af at standardrecepter og standardfremstillingsmåder opstilles af industrien, at miljøvurderingerne udføres efter samme metode, som anvendt i forprojektet, at fremstillingsprocesserne forbundet med fremstillingen af industriprodukterne kun vurderes for yderligere 10 varegrupper, samt at data kobles til den eksisterende database (Oracle tegnbaseret udgave), skønnes hovedprojektet at kunne udføres inden for i størrelsesordenen:

*2.500 timer - 3.000 timer.*

### 3 Formål

Formålet med forprojektet er at:

1. Opstille og afprøve en metode efter hvilken et industriprodukts potentielle miljø- og sundhedseffekter kan kortlægges og opgøres.
2. Undersøge hvordan de opgjorte effekter kan kobles til de eksisterende oplysninger (ressourcetab og energiforbrug), der er lagret i den produkt-database, der blev udviklet i det tidligere udførte "Miljøprioriteringsprojekt."

Det overordnede formål er således at få etableret en viden, der kan anvendes som beslutningsgrundlag for, om og hvordan et hovedprojekt om industriprodukters potentielle miljø- og sundhedseffekter bør udføres samt hvilke ressourcer, der vil være forbundet med at udføre et hovedprojekt.



## 4 Baggrundsmateriale

Projektet er baseret på "Miljøprioriteringsprojektet". Det vil sige, at de kategoriseringer, der har fundet sted i "Miljøprioriteringsprojektet", for så vidt angår industriprodukternes placering i varegrupper, anvendes i nærværende projekt. Ligeledes anvendes Miljøprioriteringsprojektets materialeliste, der blev udarbejdet med henblik på at kunne beskrive varegruppernes materiale-sammensætning. Materialelisten kan opfattes som en række "byggeklodser", der omfatter de mest anvendte materialer i industriprodukter. Nedenfor vil der blive gjort rede for, hvilken indflydelse det har på nærværende projekt at basere sig på de givne varegrupper og den udarbejdede materialeliste.

### *Varegrupper*

Det har af operationelle årsager, været nødvendig at gruppere industriprodukterne i "Miljøprioriteringsprojektet", og da formålet med forprojektet er at undersøge, om det eksisterende datamateriale om industriprodukternes ressourceforbrug og energiforbrug kan suppleres med industriprodukternes potentielle miljø- og sundhedseffekter, er grupperingen implicit givet.

Hver varegruppe omfatter en række positionsnumre, der repræsenterer industriprodukterne<sup>1</sup>. I alt indgår 966 varegrupper med i alt 6.647 positionsnumre i "Miljøprioriteringsprojektet". I den sammenhæng er det vigtigt at pointere, at et industriprodukt ikke er en entydig betegnelse. Eksempelvis vil positionsnummeret for "kalendere af enhver art (herunder kalenderblokke), trykte" kunne opfattes som ét industriprodukt, men ville også kunne opfattes som en række industriprodukter, eksempelvis kalendere med spiralryg/kalendere uden spiralryg, kalendere med farvetryk/kalendere uden farvetryk etc. Dette betyder, at der indenfor ét positionsnummer kan være placeret industriprodukter, med større eller mindre forskelligartethed. Ved gruppering af flere positionsnumre under én varegruppe øges forskelligartetheden. Ved etablering af varegrupperne stræbes der imidlertid efter en homogenitet mellem de omfattede positionsnumre. Dette betyder bl.a., at industriprodukter i samme varegruppe så vidt muligt består af de samme materialer. Det bemærkes dog i "Miljøprioriteringsprojektet", at dette i mange tilfælde ikke var muligt at opfylde, da der selv indenfor samme positionsnummer var samlet industriprodukter, der er fremstillet af vidt forskellige materialer, jf. ovenstående eksempel<sup>2</sup>. Den materialesammensætning, der er listet i "Miljøprioriteringsprojektet" under hver varegruppe, er således en estimeret sammensætning for et "gennemsnitsprodukt" for den pågældende varegruppe. I de tilfælde hvor en varegruppe ikke har været homogen, er materialesammensætningen af typiske eksempler for de forskellige produkttyper estimeret. Herefter er materialesammensætningen for et "gennemsnitsprodukt" beregnet ved at vægte de pågældende produkttyper i forhold til deres skønnede markedsandele.

---

<sup>1</sup> Positionsnumrene refererer til den inddeling, der af toldvæsenet og Danmarks Statistik anvendes til klassificering af vareimport, vareeksport samt egenproduktion. Der er i "Miljøprioriteringsprojektet" foretaget en indskrænkning så positioner, der tydeligt kun omfatter råvarer og halvfabrikater, færdigvarer fremstillet ved håndværksprocesser samt serviceydelser, ikke indgår.

<sup>2</sup> Miljøprojekt nr. 281, 1995. "Miljøprioritering af industriprodukter", pp. 29-30. Miljø- og Energiministeriet. Miljøstyrelsen.

Materialesammensætningen af det enkelte industriprodukt er endvidere opgjort således, at emballage samt forbrug af driftsmidler og reservedele over produktets levetid er inkluderet. Eksempelvis er materialesammensætningen af en støvsuger opgjort som summen af materialer anvendt til fabrikation af støvsugeren, materialer anvendt til at emballere støvsugeren og det materialeforbrug støvsugeren har i brugsfasen (støvsugerposer, filtre etc. set over støvsugerens levetid). Således vil brugsfasens ressourceforbrug - og de potentielle miljø- og sundhedseffekter, der knytter sig til dette ressourceforbrug - blive medtaget, når vurderingerne baseres på industriproduktets materialesammensætning<sup>1</sup>.

Forprojektet baserer sig på den inddeling i varegrupper, der er anvendt i "Miljøprioriteringsprojektet". Når der fremover i rapporten henvises til et industriprodukt, er der således rettelig tale om en varegruppe, bestående af en række industriprodukter, grupperet under hensynstagen til en homogenitet indenfor gruppen.

Såfremt materialesammensætningen for det enkelte industriprodukt er væsentlig forskellig fra "gennemsnitssammensætningen" for varegruppen, vil den videre vurdering af industriproduktets potentielle miljø- og sundhedseffekt blive tilsvarende i uoverensstemmelse med de reelle forhold.

### *Materialebegrebet*

I "Miljøprioriteringsprojektet" er industriprodukternes sammensætning beskrevet via et "materialebegreb", der kan defineres som et mellemstadium mellem kemiske stoffer og produkter. Der er i alt listet 173 materialer, der udgør byggestenene i industriprodukterne.

For at finde data om industriprodukternes potentielle miljø- og sundhedseffekter skal materialesammensætningen specificeres yderligere. Specificeringen skal gøre det klart, hvilke stoffer materialet, og dermed industriproduktet, består af. Derved kan der, via stoffernes CAS-numre, søges oplysninger om stoffernes potentielle miljø- og sundhedseffekter.

For en række af de materialer, der er listet, vil det ikke umiddelbart være muligt at beskrive stofsammensætningen, idet materialet dækker over en gruppe af materialer, der er sammensat af forskellige kemiske stoffer. Som eksempel kan nævnes materialet "K452 - kemiske væsker (olie, benzin etc.)", der nærmere kan betegnes som en samleggruppe for en række produkter, for hvilke indholdsstofferne og dermed miljø- og sundhedseffekterne ikke vil være identiske. I sådanne tilfælde vil det ikke uden yderligere dataindsamling være muligt at beskrive materialets indholdsstoffer og dermed heller ikke de potentielle miljø- og sundhedseffekter, der er forbundet med materialet. Der er ikke i forprojektet anvendt ressourcer på at perfektionere materialelisten.

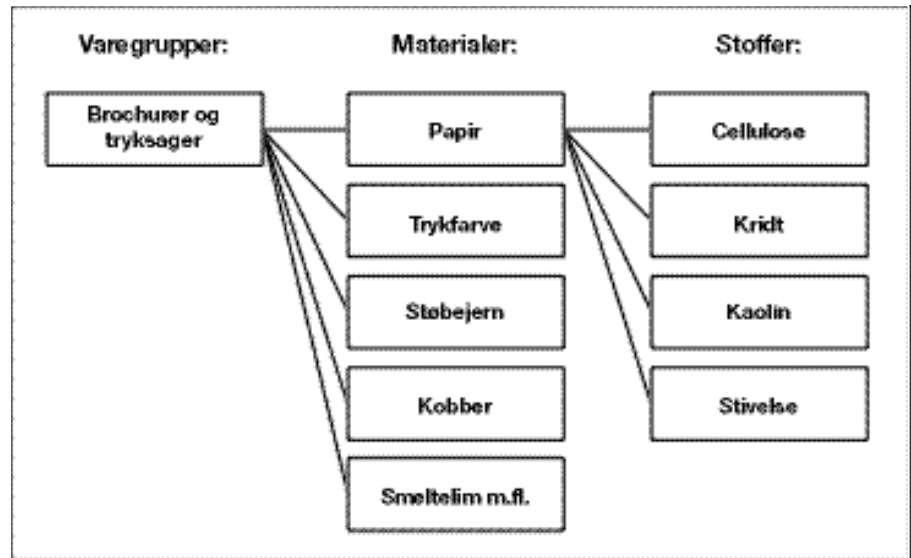
Ved beskrivelse af industriproduktets materialesammensætning er der i "Miljøprioriteringsprojektet" anvendt en tærskelværdi på 1% for, hvornår den reelle mængde er søgt estimeret. Dette betyder, at der i beskrivelsen af industriproduktets sammensætning listes en række materialer, hvor indholdet er angivet som 0%. Det vil ikke uden yderligere dataindsamling være muligt at

---

<sup>1</sup> Der henvises endvidere til Miljøprojekt nr. 281, 1995. "Miljøprioritering af industriprodukter", pp. 41-44. Miljø- og energiministeriet. Miljøstyrelsen.



præcisere den reelle mængde, disse materialer indgår i. I forprojektet vil disse materialer blive regnet, som indgik de med mængder på 1%.



**Figur 4.1**

*Byggesten til beskrivelse af industriproduktets potentielle miljø- og sundhedseffekter.*



## 5 Projektforløb

Projektet kan beskrives som et gennemløb af en række aktiviteter. Hver af aktiviteterne vil blive gennemgået i kapitel 6-13 og skal her udelukkende nævnes for kort at skitsere projektets indhold.

- Aktivitet 1: Indledningsvis udpeges de fire forskelligartede industriprodukter, der inddrages i afprøvning af den opstillede metode. For hver af de fire industriprodukter anvendes "Miljøprioriteringsprojektets" opgørelser af hvilke materialer, der indgår i produkterne.
- Aktivitet 2: Der foretages en afgrænsning i relation til livscyklus. Hermed menes en afgrænsning i forhold til hvor langt tilbage mod vugge og hvor langt frem mod grav, materialernes tilblivelse og omdannelse søges kortlagt. Derudover foretages der en kvantitativ afgrænsning af hvilke indholdsstoffer, dannede stoffer og hjælpestoffer, der medtages i miljø- og sundhedsvurderingerne.
- Aktivitet 3: Der opstilles standardrecepter for de indholdsstoffer, der generelt<sup>1</sup> indgår i hvert af de indgående materialer. Endvidere beskrives en standardfremstillingsmåde for fremstilling af hvert af de indgående materialer med henblik på at identificere stoffer, der generelt vil dannes under fremstillingen samt de hjælpestoffer, der generelt anvendes i forbindelse med fremstillingen af materialerne.
- Aktivitet 4: Standardfremstillingsmåder for fremstilling af de udvalgte industriprodukter beskrives med henblik på at identificere stoffer, der generelt dannes under fremstillingen af industriproduktet samt hjælpestoffer, der generelt anvendes i forbindelse med fremstillingen af industriprodukterne.
- Aktivitet 5: Vurdering og beskrivelse af hvilke parametre, der skal inddrages ved beskrivelse af indholdsstoffernes, de dannede stoffers og de anvendte hjælpestoffers potentielle miljø- og sundhedseffekter. Hermed menes hvilke effekttyper (økotoksikologiske effekter, drivhuseffekt, forsurende effekter, human toksikologiske langtidseffekter etc.), der medtages og hvilke kriterier, der anvendes for at klassificere stofferne som havende effekter indenfor de respektive effekttyper. Yderligere vurderes og beskrives et scoringssystem, der anvendes med henblik på at afbalancere de pågældende stoffers indbyrdes effektpotentialer. Eksempelvis vil et stof, der kan give anledning til human toksikologiske langtidseffekter blive tildelt en

---

<sup>1</sup> Generelt refererer til at der, under hver varegruppe, er placeret flere industriprodukter, der hver især har en specifik materialesammensætning. Den generelle sammensætning er, som hovedregel, opstillet ud fra en vurdering af hvilke stoffer, der indgår i de hyppigst indgående materialer.

højere score end et stof, der kan give anledning til human toksikologiske akutte skader. Endvidere foretages der en vurdering og beskrivelse af, hvordan miljøeffektpotentialerne kategoriseres og grupperes. Eksempelvis vil stoffer, der potentielt virker ozonnedbrydende, og stoffer, der potentielt har en drivhuseffekt, blive adderet og grupperet under stoffer med en potentiel global effekt. Endelig beskrives, hvorledes stoffernes potentielle miljø- og sundhedseffekter adderes til materialernes potentielle miljø- og sundhedseffekter og videre til industriproduktets potentielle miljø- og sundhedseffekter samt til de potentielle miljø- og sundhedseffekter forbundet med Danmarks samlede forbrug af industriproduktet.

Aktivitet 6: Beskrivelse og vurdering af resultaterne fra forprojektet.

Aktivitet 7: Vurdering og beskrivelse af, hvordan de givne resultater kan kobles til data i den eksisterende produktdatabase.

Aktivitet 8: Anbefaling i relation til et hovedprojekt samt overslag af hvilke tidsforbrug, der vil være forbundet med udførelse af et hovedprojekt.

## 6 Valg af industriprodukter

Der er udvalgt fire industriprodukter til udvikling og afprøvning af en metode for kortlægning og listning af produkternes potentielle miljø- og sundhedseffekter. Antallet af produkter er valgt dels udfra ressourcemæssige overvejelser, dels udfra en antagelse om, at de fire produkter repræsenterer en materialesammensætning, der er tilstrækkelig forskelligartet og omfattende, til at eventuelle metodemæssige problemer bliver synliggjorte.

De valgte industriprodukter og deres materialesammensætning<sup>1</sup> i henhold til "Miljøprioriteringsprojektet" fremgår af tabel 6.1. Materialesammensætningen inkluderer materialer anvendt til emballering af industriproduktet samt eventuelle driftsmidler forbundet med brugen af industriproduktet.

**Tabel 6.1**

*Produkter, der vurderes i forprojektet - Brochurer og tryksager, T-shirts og undertrøjer, elektriske kondensatorer og støvsugere.*

Varegruppe	Materiale		
49002 Brochurer og tryksager	Nr.	Navn	Indhold (%)
	v210	Papir	97
	o409	Trykfar-	3
	j010	ve/opløsningsmiddelholdig	<1
	m053	Støbejern/konstruktionsstål	<1
	o407	Kobber	<1
	p359	Smeltelim	<1
	v200	PE	<1
	v214	Blødt træ	<1
	Andre vegetabiliske fibre		
61011 T-shirts og undertrøjer	v213	Bomuld	79
	x604	Pap	13
	p355	Termoplastisk polyester	5
	v207	Cellulosefibre	2
	p359	PE	1

<sup>1</sup> Materialer der i "Miljøprioriteringsprojektet" angives som 0% er her ændret til <1%.

Varegruppe:	Materiale		
85053	Nr.	Navn	Indhold (%)
Elektriske kondensatorer	m050	Aluminium	45
	p361	PP	30
	p355	Termoplastisk polyester	9
	k452	Petrokemiske væsker (olie, benzin etc.)	5
			5
	m065	Andre metaller	1
	p352	Epoxy	5
	d500	“Andet”	<1
	m056	Sølv	<1
	p365	PVC, blød	<1
	s160	Stentøj/ildfaste varer	<1
	v210	Papir	<1
	x600	Støbejern/konstruktions stål	<1
	x604	Pap	<1

85014	x603	Papir	32
Støvsugere	p362	PS	12
	x600	Støbejern/konstruktionsstål	11
	p350	ABS	9
	p361	PP	9
	p365	PVC, blød	9
	x604	Pap	5
	m050	Aluminium	4
	p356	Polyamid	4
	m053	Kobber	3
	d500	“Andet”	2
	j012	Konstruktionsstål	<1
	k452	Petrokemiske væsker (olie, benzin etc.)	<1
			<1
	m059	Messing	<1
	p355	Termoplastisk polyester	<1
	p359	PE	<1
	p366	PVC, hård	<1
	u305	Nitrilgummi	<1

## 7 Afgrænsning

### *Afgrænsninger i relation til livscyklus*

Af ressourcemæssige årsager er der afgrænset fra en direkte vurdering af miljø- og sundhedseffekter i faserne:

- Udvinning af råvarer til materialefremstilling
- Oparbejdning af råvarer til materialefremstilling
- Brug af industriproduktet
- Bortskaffelse af industriproduktet

Derudover er der afgrænset fra "sidegrene". Hermed menes, at stoffer og processer, der er involveret i at fremstille eventuelle hjælpestoffer, ikke er medtaget. Der er ikke i forbindelse med afgrænsningen foretaget en vurdering af hvor store potentielle miljø- og sundhedseffekter, der skønsmæssigt er forbundet med de faser og "sidegrene", der ikke medtages. Dette ville være meget ressourcekrævende, idet der skulle etableres en viden om hvilke stoffer og processer, der indgår i de afgrænsede faser og "sidegrene" samt foretages et skøn over hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter, der er forbundet med disse stoffer.

Da opgørelserne omfatter de potentielle miljø- og sundhedseffekter (iboende egenskaber), vil de effekter et produkts indholdsstof kan have givet anledning til i de tidlige livscyklusfaser (råstofudvinning og oparbejdning) eller eventuelt vil give anledning til i de sene livscyklusfaser (brug og bortskaffelse) indirekte blive medtaget. De forhold, der ikke medtages, er potentielle miljø- og sundhedseffekter forbundet med hjælpestoffer, dannede stoffer eller stoffer, der på anden vis har været forbundet/forbindes med produktet i de afgrænsede livscyklusfaser. Afgrænsningerne fører således til, at potentielle miljø- og sundhedseffekter ikke opgøres for:

- Hjælpestoffer og stoffer, der dannes i de tidlige livscyklusfaser (udvinning af råvarer samt oparbejdning af råvarer til materialefremstilling). Endvidere stoffer, der i disse faser har været knyttet til fremstillingen af materialerne, men som ikke i de senere faser indgår som et indholdsstof (f.eks. stoffer, der er blevet fjernet ved en oprensning af et indholdsstof).
- Hjælpestoffer og stoffer, der anvendes eller dannes i de sene livscyklusfaser (brug af industriproduktet og bortskaffelse af industriproduktet). Dog vil stoffer der indgår i materialer, der forbruges under brugsfasen være medtaget idet sådanne materialer indgår i opgørelsen af produktets materialeforbrug. Eksempelvis vil stoffer til fremstilling af støvsugerposer være indregnet i materialesammensætningen af en støvsuger).
- Stoffer og processer, der er involveret i fremstillingen af eventuelt anvendte hjælpestoffer (anvendt i de vurderede livscyklusfaser).

Nedenstående eksempel kan anvendes til at belyse de foretagne afgrænsninger af livscyklus:

#### *Afgrænsning mod vugge*

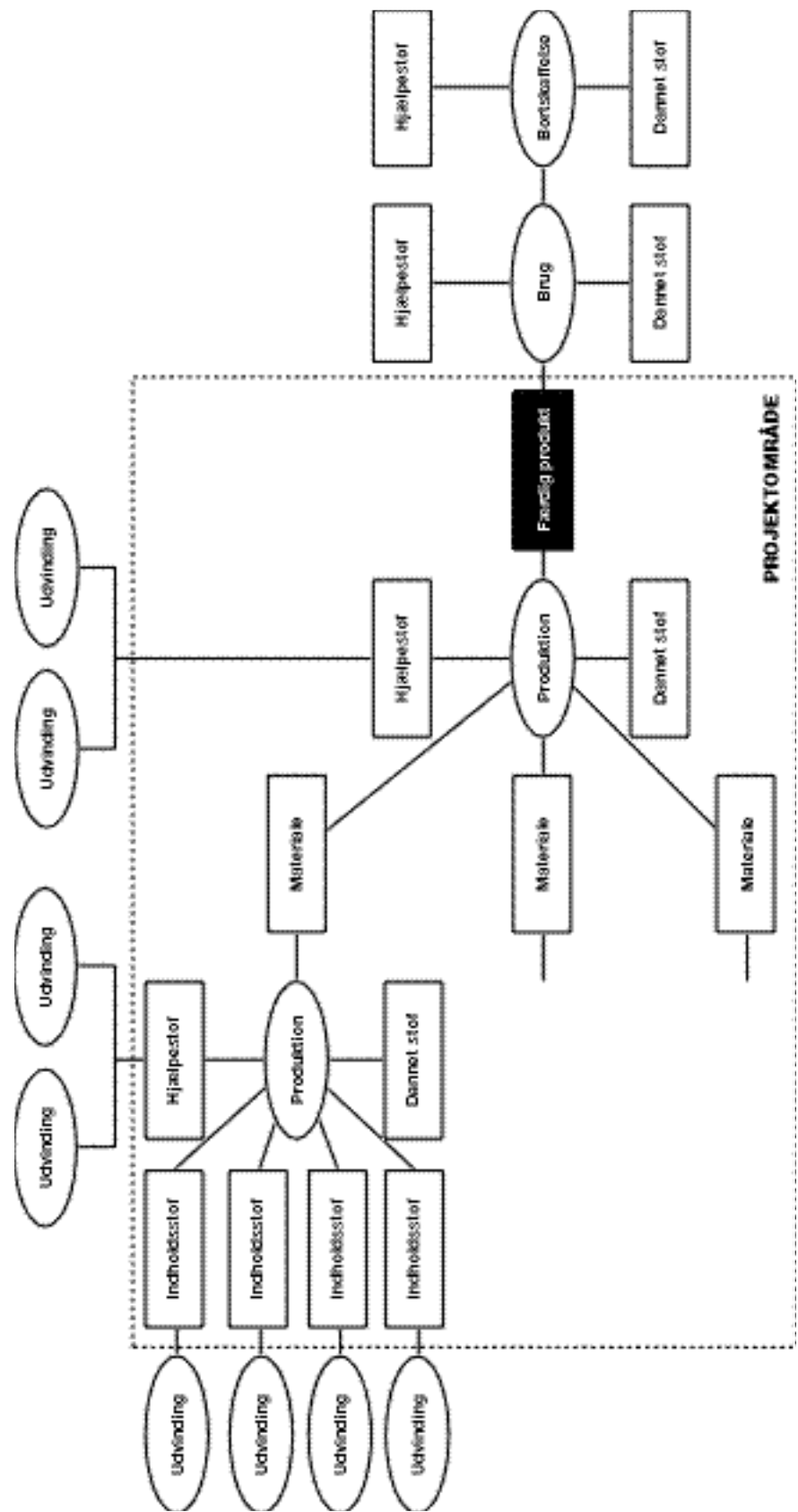
Polybutylenterephthalat (PBT) fremstilles af terephthalat syre og 1,4-butandiol. Standardrecept og standardfremstilling af materialet PBT baseres på disse to indholdsstoffers potentielle miljø- og sundhedseffekter samt de stoffer, der eventuelt måtte dannes ved polymeriseringen til PBT samt de hjælpestoffer, der eventuelt anvendes ved polymeriseringen. Der afgrænses imidlertid fra en opgørelse af, hvordan terephthalat syre, 1,4-butandiol og eventuelle hjælpestoffer er fremstillet og hermed fra hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter, der er involveret i fremstillingen af de to indholdsstoffer og de eventuelle hjælpestoffer.

#### *Afgrænsning mod grav*

PBT indgår (sammen med en lang række andre materialer i fremstillingen og emballeringen af) industriproduktet elektriske kondensatorer. Sammenføjnngen af de forskellige materialer beskrives ved en standardfremstilling og det vurderes hvilke stoffer, der eventuelt opstår ved sammenføjnngen, samt hvilke hjælpestoffer, der eventuelt anvendes ved fremstillingen af produktet. Vurderingerne stopper på dette trin hvilket betyder, at der er afgrænset fra at opgøre hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter, der er forbundet med, at stoffer dannes ved anvendelsen af de elektriske kondensatorer, samt ved bortskaffelse af de elektriske kondensatorer. (Såfremt der havde været forbundet et driftsmiddelforbrug med anvendelsen af produktet, ville dette imidlertid have været medtaget, idet et forbrug af driftsmidler indgår i materialsammensætningen af produkterne).

Afgrænsningen er grafisk illustreret i figur 7.1 på næste side.





**Figur 7.1**  
Systemafgrænsning

*Afgrænsning når materialet er et grundstof*

En række af materialerne på materialelisten udgøres af grundstoffer, eksempelvis en række metaller. Den ovenfor nævnte afgrænsning, hvor udvinding og oparbejdning ikke beskrives, er ikke fundet egnet i forhold til beskrivelserne af metallerne (eller grundstoffer i øvrigt). De "almindelige" materialer fremstilles typisk ved at "addere" en række enkelt stoffer. Grundstofferne fremstilles derimod ved "subtraktion" af stoffer (eksempelvis oprensning fra malm, der ofte kun indeholder det relevante metal i små koncentrationer). For rene metaller er det derfor valgt at lade dele af oprensningsprocesserne indgå, således at beskrivelserne tager udgangspunkt i de oparbejdede koncenter, som de givne metaller udvindes fra. For metallegeringer er de generelle afgrænsninger fra udvinding og oparbejdning anvendt.

*Afgrænsning i forbindelse med energiforbrug*

Af ressourcemæssige grunde, er der endvidere afgrænset fra opgørelser over potentielle miljø- og sundhedseffekter, forbundet med anvendelsen af energi. Energiforbruget forbundet med fremstilling, anvendelse og bortskaffelse af de enkelte industriprodukter er opgjort i "Miljøprioriteringsprojektet"<sup>1</sup>. Det er antaget, at en kvantitativ sammenligning af industriprodukternes energiforbrug implicit angiver de kvantitative miljø- og sundhedseffekter forbundet med industriprodukternes energiforbrug. Denne antagelse vil være gældende, såfremt de industriprodukter, der sammenlignes, gør brug af samme type energikilde. I de tilfælde, hvor det ene industriprodukts energiforbrug er baseret på eksempelvis vandkraft, og det andet industriprodukts energiforbrug stammer fra f.eks. afbrænding af olie, vil de potentielle miljø- og sundhedseffekter forbundet med energiforbruget være forskelligt og burde inddrages i vurderingerne, før en sammenligning mellem produkterne kan finde sted.

*Afgrænsning i relation til produktionsudstyr*

I "Miljøprioriteringsprojektet" er der foretaget en afgrænsning i forhold til maskiner og øvrigt produktionsudstyr:

*"Det er oplagt, at i det omfang maskiner o.a. er en forudsætning for fremstillingen og brugen af industriproduktet, bør det ressourceforbrug og den miljøbelastning, som er knyttet til fremstillingen, driften og vedligeholdelsen af disse maskiner o.a., medregnes, når ressourceforbruget og miljøbelastningen for industriproduktet skal opgøres. På den anden side er det et vigtigt spørgsmål, hvor grænsen skal trækkes. Til eksempel skal anføres, at de maskiner, der bruges til fremstilling af industriproduktet, igen er fremstillet ved brug af andre maskiner, som igen er fremstillet ved brug af andre maskiner osv. I princippet er kæden uendelig. Løsningen på dette problem består i at overveje betydningen af maskiner o.a. for det samlede ressourceforbrug og miljøbelastning, der er knyttet til industriproduktet. Denne overvejelse bør gennemføres i alle tilfælde og kan i princippet baseres på, at mængden af materialer etc. i maskiner o.a. afskrives over den samlede mængde af industriprodukter, der produceres med det pågældende maskineri etc. Her skal*

---

<sup>1</sup> Energiforbrug i brugsfasen er medtaget i "Miljøprioriteringsprojektet" for de industriprodukter hvor dette er relevant. Energiforbruget er således en sum af energiforbruget til udvinding, oparbejdning og fremstilling af industriproduktet og det energiforbrug, der er forbundet med at anvende produktet i hele dets levetid. Endelig er der korrigeret for den energi, der er bundet i produktet og som kan udnyttes ved bortskaffelse af produktet (forbrænding). Der henvises endvidere til Miljøprojekt nr. 281, 1995. "Miljøprioritering af industriprodukter", pp. 56-62. Miljø- og energiministeriet. Miljøstyrelsen.

*vurderes, at hvis der er behov for at medregne betydningen af maskiner o.a., vil det kun være relevant for første led i kæden, og i mange tilfælde vil det være overflødig<sup>1</sup>.*

I praksis har den kvantitative afgrænsning på 1%, der opereres med i "Miljøprioriteringsprojektet", medført, at afskrivningen som følge af forbrug/slidtage af maskiner og produktionsudstyr kun undtagelsesvist er at genfinde som årsag til et produkts ressourcestab og/eller et energiforbrug. I dette projekt vil et materialeforbrug, som følge af afskrivning af maskiner o.a., kun blive medtaget, såfremt det fører til et forbrug/en slidtage af maskiner o.a. på minimum 0,1% (1 g/kg færdig produceret produkt).

#### *Kvantitativ afgrænsning*

De forskellige materialer, der indgår i industriprodukterne vil ofte være sammensat af så mange stoffer, at en opgørelse til brug for beskrivelserne af standardrecepter bliver meget ressourcekrævende. Der er derfor foretaget en kvantitativ afgrænsning af, hvor stor en procentdel et givent stof skal forekomme i, før det medtages ved miljø- og sundhedsfarevurderingen af materialet. Det er besluttet at anvende en kvantitativ grænse på 0,1 ww%. Der er ikke i forbindelse med den kvantitative afgrænsning foretaget en gradering af hvilke stoffer, der også i mindre mængder end de 0,1 ww%, kan have betydende miljø- og sundhedseffekter.

---

<sup>1</sup> Rådet for Genanvendelse og Renere Teknologi. "Industriprodukters Miljøbelastning". Januar 1993, p.19.



## 8 Opstilling af standardrecepter og standardfremstillingsmåder for materialerne

Standardrecepter og standardfremstilling af materialerne er opstillet med henblik på at kunne identificere miljø- og sundhedsdata for:

- Indholdsstoffer i materialerne
- Eventuelle hjælpestoffer anvendt til fremstilling af materialerne
- Eventuelle stoffer dannet under fremstilling af materialerne

Stofferne er søgt beskrevet kvalitativt og kvantitativt i standardrecepturerne og ved standardfremstillingsmåderne for materialerne.

Stofferne beskrives kvalitativt gennem deres CAS-nummer. CAS-nummeret er en entydig identifikationsnøgle for et kemisk stof eller en gruppe af stoffer. (CAS-numre tildeles af The American Chemical Society og står for Chemical Abstract Service nummer).

Kvantitativt beskrives stofferne ved den vægtprocent, de indgår med i det pågældende materiale. Mængden af materiale i det færdige produkt er givet i "Miljøprioriteringsprojektet" under de respektive varegrupper. Indholdsstofferne i hvert enkelt materiale identificeres og listes i standardrecepten, såfremt mængden overstiger den fastsatte kvantitative grænse på 0,1 ww%. Mængden af stof angives i g/kg færdig materiale.

### *Kilder og kildekritik*

Standardrecepter og standardfremstillingsmåder er udfærdiget på baggrund af informationer givet i "Miljøprioriteringsprojektet", "Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry", bind 1 til 25 udgivet af VCH Verlagsgesellschaft i perioden 1985-1995, samt i mindre udstrækning gennem special litteratur og ved at kontakte relevante producenter. Diverse håndbøger, som SAX<sup>1</sup> og Hawley's<sup>2</sup>, er anvendt som støtteværktøj bl.a til at identificere CAS numre.

Materialeoplysninger indhentet i "Miljøprioriteringsprojektet" stammer fra litteratur og telefoninterviews, primært med ansatte i produktionsvirksomheder.

Der var i forbindelse med projektet nedsat en arbejdsgruppe af COWI medarbejdere med stor kemisk indsigt. Arbejdsgruppen foretog en kritisk gennemgang af materialedokumentationerne, mens projektet blev udført og afslutningsvist ved en workshop. De oplyste materialesammensætninger i "Miljøprioriterings-projektet" er på denne baggrund anvendt uden yderligere kildekritisk gennemgang. Oplysninger givet i "Ullmann's Encyclopedia of

---

<sup>1</sup> Lewis, R.J. "SAX's Dangerous Properties of Industrial Materials", Eighth Edition, 1994 Van Nostrand Reinhold Company, New York

<sup>2</sup> Lewis R.J. "Hawley's Condensed Chemical Dictionary", Twelfth Edition, 1994 Van Nostrand Reinhold Company, New York

Industrial Chemistry” har oprindelig været genstand for et critical review. Imidlertid vil oplysningerne, specielt fra de første bind, være af ældre dato og kan derfor være uaktuelle. Ligeledes kan der være geografiske forskelle, der bevirker, at de anvendte oplysninger ikke er dækkende for danske forhold. Overordnet anses Ullmann's Encyclopedia imidlertid for et anerkendt værk med valide data, og oplysningerne er anvendt uden yderligere kildekritisk gennemgang.

Såfremt der ikke har kunne findes tilstrækkelige oplysninger i de to hovedkilder, er speciallitteratur anvendt eller, der er taget telefonisk kontakt til relevante produktionsvirksomheder. Dette har typisk været tilfældet, såfremt enkelte stoffer ikke har kunne bestemmes kvalitativt eller, hvor indhold og art af tilsætningsstoffer ikke har været tilstrækkelig udtømmende beskrevet i “Miljøprioriterings-projektet” eller i Ullmann's Encyclopedia.

Da en del af indholdsstofferne i materialerne ikke har kunnet beskrives kvalitativt og/eller kvantitativt på baggrund af de nævnte kilder, er standardrecepturerne sendt til produktregisteret, der har suppleret primært med kvalitative data.

#### *Anvendelsespecifikke recepter og fremstillingsmåder*

Hvor indholdsstofferne og forbruget af hjælpestoffer kan variere, afhængig af hvad materialet skal anvendes til, er den givne standardrecept og den givne standardfremstillingsmåde for materialet baseret på den mest fremherskende anvendelse/anvendelsesmåde. Det pointeres, at standardrecepterne kun er gældende, når materialerne har de nævnte specifikke anvendelser. Der tages således forbehold for overførsel af data, hvis materialerne har en anden anvendelse, eller materialerne fremstilles på anden vis, end hvad der ligger til grund for opstilling af standardrecepterne. Det vurderes imidlertid for muligt at anvende de givne standardrecepter som udgangspunkt for vurderinger, hvor enkelte af stofferne er forskellige eller indgår med en anden vægtprocent på grund af en anden anvendelse/anden anvendelsesmetode. Eksempelvis vil standardrecepten for trykfarve kunne korrigeres, såfremt trykfarven er baseret på terpentint fremfor den oplyste mineralolie. Det skal i sådanne tilfælde tillige undersøges, om en ændring af opløsningsmiddel samtidig betyder, at andre af trykfarvens indholdsstoffer er substitueret, samt om vægtprocenten af opløsningsmiddel er den samme, uanset om der anvendes terpentint eller mineralolie.

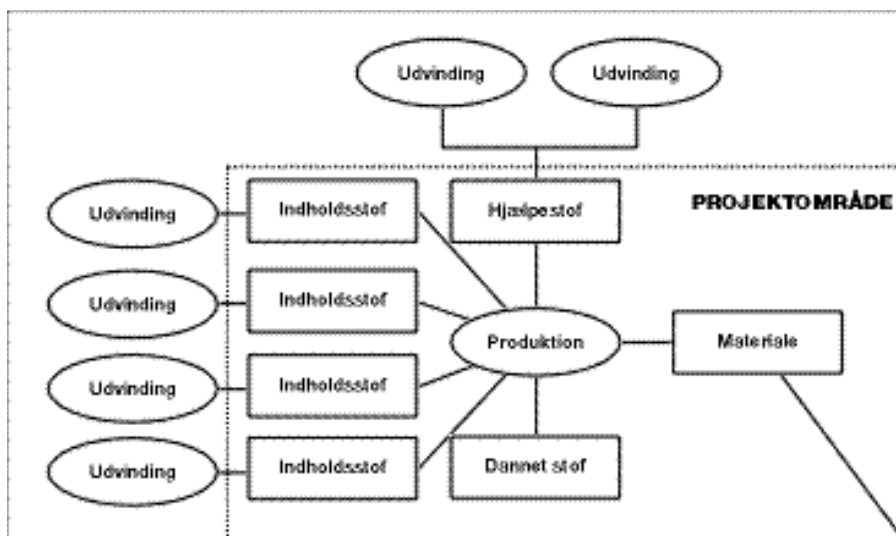
#### *Foretagne skøn*

Såfremt de tilgængelige oplysninger ikke har været tilstrækkelig detaljerede, er der ved opstilling af standardrecepter og standardfremstilling i en række tilfælde foretaget et skøn, eksempelvis:

- Indgår et givent indholdsstof i mængder over eller under den kvantitative grænse på 0,1 ww%, der er fastsat for, om stoffets miljø- og sundhedseffekt skal undersøges.
- Vil et givent materiale typisk indeholde stoffer, der giver materialet specifikke egenskaber. (F.eks. skal standardrecepten baseres på, at plastmaterialet indeholder anti-statmidler eller er det oftere, at plastmaterialet fremstilles uden anti-statmidler).

- Skal standardfremstillingen baseres på, at produktet fremstilles ved den ene eller den anden fremstillingsmetode. (F.eks. anvendes trykfarven til dybtryk eller offset).

Det fremgår af materialebeskrivelserne i bilag 1, hvornår oplysninger i standardbeskrivelser og standardfremstillingsmåder er baseret på skøn.



**Figur 8.1**  
Stofvurdering i forbindelse med fremstilling af materialer





## 9 Standardfremstilling af udvalgte industriprodukter

Standardfremstilling af de fire industriprodukter er opstillet med henblik på at kunne liste miljø- og sundhedsdata for:

- Eventuelle hjælpestoffer anvendt til fremstilling af produkterne
- Eventuelle stoffer dannet under fremstilling af produkterne

Hjælpestofferne og de dannede stoffer er søgt beskrevet kvalitativt og kvantitativt. Kvalitativt gennem deres CAS-nummer og kvantitativt ved den vægtprocent, de anvendes i eller opstår med i forbindelse med fremstilling af det pågældende industriprodukt. Stofferne er listet i standardfremstillingen af produktet, såfremt mængden af det enkelte stof overstiger den fastsatte kvantitative grænse på 0,1 ww%. Mængden af stof angives i g/kg færdig produkt.

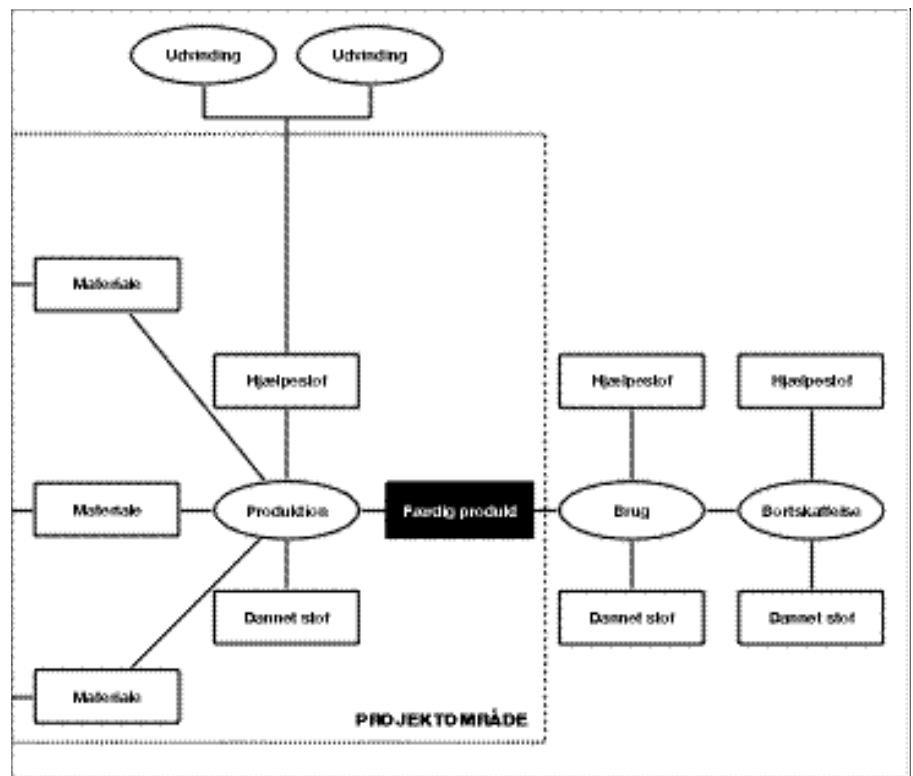
### *Kilder og kildekritik*

Standardfremstillingerne af de fire produkter er beskrevet med henvisninger til speciallitteratur og kontakter til branchekyndige. En gruppe af branchekyndige, ansatte i COWI er inddraget ved kvalitetssikring af de beskrevne standardfremstillingsmåder.

### *Specifikke fremstillingsmåder*

Hvor forbruget af hjælpestoffer og de dannede stoffer kan variere, afhængig af produktets fremstillingsmåde, er den givne standardfremstilling baseret på den mest fremherskende fremstillingsmåde i Danmark. Det pointeres, at de miljø- og sundhedsmæssige vurderinger kun er gældende, når produktet fremstilles på den nævnte måde. Der tages således forbehold overfor overførsel af data, hvis produkterne er fremstillet på anden vis, end hvad der ligger til grund for opstilling af standardrecepterne.

Figur 9.1 på næste side illustrerer afgrænsningen i forbindelse med stofvurderingen ved fremstilling af industriprodukterne.



**Figur 9.1**  
 Stofvurdering i forbindelse med fremstilling af industriprodukt.

## 10 Kriterier for miljø- og sundhedsvurderingerne

Industriprodukternes miljø- og sundhedsfarer beskrives ud fra et farlighedsbegreb, hvilket betyder, at det er industriproduktets potentielle effekter, der beskrives. Såfremt der indgår stoffer, dannes stoffer eller forbruges stoffer, der anses for at være miljø- eller sundhedsfarlige (jf. nedenstående kriterier), vil industriproduktet blive beskrevet som potentielt belastende. Risikoen for at de potentielle effekter kommer til udtryk, hænger sammen med om en påvirkelig recipient eksponeres. Da risikoen for eksponering imidlertid ikke er kortlagt, vil det udelukkende være muligt at beskrive industriproduktets potentielle effekter. På baggrund af disse data vil det, i konkrete situationer hvor eksponeringsforholdene er kendte, være muligt at estimere risikoen for, om de potentielle effekter kommer til udtryk.

Vurderingen af produkternes potentielle miljø- og sundhedsfarer tager metodisk udgangspunkt i UMIP<sup>1</sup> metodens opdeling i:

1. Klassificering
2. Effektpotentiale
3. Normalisering
4. Vægtning

### *Effekttyper*

Ved vurdering af industriprodukternes potentielle miljø- og sundhedsfarer er der opereret med følgende effekttyper:

- Bidragende til næringssaltbelastningen
- Bidragende til dannelsen af fotokemisk ozondannelse
- Bidragende til forsuren
- Bidragende til stratosfærisk ozonnedbrydning
- Bidragende til drivhuseffekten
- Akut giftighed
- Giftig ved længere tids påvirkning
- Carcinogenitet
- Mutagenitet
- Reproduktionsskadende
- Hudallergifremkaldende
- Luftvejsallergifremkaldende
- Neurotoksicitet
- Akumulerbart (kan ophobes i kroppen efter gentagen brug)
- Økotoksicitet

Effekttyperne er udvalgte under henvisning til UMIP, men dog således, at potentielle arbejdsmiljøeffekter samt potentielle effekter forbundet med af-

---

<sup>1</sup> UMIP er Udvikling af Miljøvenlige Industriprodukter. Et projekt udarbejdet af Institutet for Produktudvikling, Miljøstyrelsen og Dansk Industri.

fald ikke direkte indgår. For såvel arbejdsmiljø som affald vil de potentielle risici være medtaget indirekte, såfremt effekterne kan henføres til indholdsstoffer i produkterne.

For hvert materiale identificeres de mængder stof, der potentielt kan føre til effekter indenfor de respektive effekttyper. Kriterierne for hvornår et stof antages potentielt at kunne føre til en given effekt, fremgår af afsnit 10.1.

#### *Additiv virkning*

Med udgangspunkt i industriproduktets materialesammensætning summeres ved simpel addition de stofmængder, der potentielt giver anledning til effekter indenfor hver effekttype. At basere vurderingerne på en additiv virkning betyder samtidig, at der ikke tages højde for eventuel synergisme eller antagonisme mellem stofferne. Indenfor hver effekttype er mængden af stoffer, der potentielt fører til den pågældende effekt, anført som:

#### ***g stof/kg produkt med den potentielle effekttype***

#### *Effektkategorier*

Effekttyperne er samlet i 8 effektkategorier. Terminologien effektkategori stammer fra UMIP-projektet. Det bør bemærkes, at der i begrebet både indgår parametre for effekt og skæbne for enkeltstoffer.

Effekttyperne er samlet således, at de effekttyper, der omhandler humane langtidseffekter, samles i én kategori. Ved vurderingen af industriprodukternes potentielle miljø- og sundhedsfarer opereres således med følgende effektkategorier:

- Økotoksicitet, især vedr. vandmiljøet
- Humantoksicitet, langtid
- Humantoksicitet, akut
- Fotokemisk ozondannelse
- Forsurende effekter
- Nærings saltbelastende effekter
- Stratosfærisk ozonnedbrydende effekter
- Drivhuseffekter

#### *Scoring*

Der foretages en scoring på baggrund af stoffernes relative potentielle miljø- og sundhedsskadelige effekter, jf. fremgangsmåden beskrevet i afsnit 10.2. Indenfor hver effektkategori vil den samlede score for stoffer, der potentielt fører til effekttyper indenfor den pågældende effektkategori, blive anført som det samlede effektpotential:

#### ***score/kg produkt med den potentielle effekt indenfor effektkategorien***

Bemærk at den anvendte beregningsmåde medfører, at et stof, der potentielt fører til flere effekttyper, krediteres fuldt for alle effekttyper. Således vil et stof som f.eks. benzo-a-pyren blive tildelt en toksikologisk risikoscore for såvel potentielle carcinogene effekter, mutagene effekter samt reproduktionstoksikologiske effekter. Indgår der f.eks. 500 g benzo-a-pyren i et produkt, vil scoringen blive givet for 500 g x toksikologisk risikoscore for carcinogene effekter + 500 g x toksikologisk risikoscore for mutagene effekter + 500 g x toksikologisk risikoscore for reproduktionsskadelige effekter.

Denne beregningsmåde medfører, at effektpotentialerne udtrykker det maksimale effektpotentiale.

### *Gruppering af effektkategorier*

Der er yderligere foretaget en gruppering af effektkategorierne, således at det samlede effektpotentiale anføres for grupperne:

- Økotoksicitet
- Humantoksicitet (akut og/eller langtids effekt)
- Global effekt (stratosfærisk ozonnedbrydende effekt og/eller drivhuseffekt)
- Regional effekt (fotokemisk ozondannende effekt, forsurende effekt og/eller næringssalt belastende effekt).

Resultatet angives som:

### ***score/kg produkt indenfor den pågældende gruppe***

### *Potentielle effekter forbundet med det samlede forbrug af produktet*

De potentielle miljø- og sundhedsfarer forbundet med det samlede årlige forbrug af de pågældende industriprodukter (varegrupper), beregnes. Det samlede årlige forbrug i Danmark indenfor de respektive varegrupper, er opgjort i "Miljøprioriteringsprojektet". Data er baseret på oplysninger fra Danmarks Statistik over gennemsnitsforbruget i 1990-92 (egen produktion samt forsyning). Det skal bemærkes, at der i "Miljøprioriteringsprojektet" er foretaget et kunstgreb, der bevirker, at dansk producerede produkter tillægges større vægt<sup>1</sup> ved opgørelserne af ressourcetab og energiforbrug end udenlandsk producerede produkter. Denne større vægtning er givet ud fra en betragtning om, at det danske samfund belastes relativt mest, hvis produktionen foregår i Danmark. Såfremt forbrugsmængderne i "miljøprioriteringsprojektet" anvendes til vurdering af de potentielle miljø- og sundhedseffekter, fører det implicit til, at produkternes potentielle miljø- og sundhedseffekter "tæller dobbelt", såfremt produktionen foregår i Danmark. Dette vil også være gældende for produkternes potentielle globale miljø- og sundhedsfarer, hvilket umiddelbart må anses for fejlagtigt, idet potentielle globale effekter ikke bør afhænge af, hvor produktionen er foregået.

Yderligere inddrages en korrektionsfaktor i "Miljøprioriteringsprojektet", der tilstræber at tage højde for emballage, driftsmidler og reservedele over produktets livscyklus.

Det vil ikke være hensigtsmæssigt at anvende forskellige tal for forbruget afhængig af, om det er varegruppens ressourcetab og energiforbrug, der opgøres eller, om det er varegruppens potentielle miljø- og sundhedseffekter. Det er derfor besluttet, også for estimeringen af industriprodukternes potentielle miljø- og sundhedsfarer, at anvende de tal for forbrug, der anføres i "Miljøprioriteringsprojektet".

---

<sup>1</sup> I "Miljøprioriteringsprojektet" er mængden af produkter, der omsættes i Danmark beregnet som middelværdien af produktion og forsyning i Danmark, det vil sige: (dansk produktion + dansk produktion + import - eksport)/2.

Resultatet angives som:

**score/samlet forbrug i DK af pågældende produkt/år indenfor den pågældende effektgruppe.**

I underafsnittene 10.1-10.5 er der nærmere redegjort for de valg, der er truffet omkring klassificering og effektpotentialer samt begrundelserne for, at der ikke foretages en normalisering og vægtning af de potentielle miljø- og sundhedfarer.

## 10.1 Klassificering

### Effektkategorier

Der opereres med effektkategorierne: Økotoksikologiske effekter (primært effekter på vandmiljøet), humantoksikologiske langtidseffekter, humantoksikologiske akutte effekter, fotokemisk ozondannelse, forsuring, næringssaltbelastning, ozonnedbrydende effekt og drivhuseffekt.

Grundlaget for at klassificere stofferne har været:

- Bilag B i Miljøstyrelsens arbejdsrapport nr. 1, 1997, "Effektlisten 1997"<sup>1</sup>.
- Bilag 2 ("Listen over uønskede stoffer") i oplæg fra Miljøstyrelsen, 1996, "Status og perspektiver for kemikalieområdet"<sup>2</sup>.
- Bilag 1 i At-rapport nr. 13, 1990, "Nerveskadende stoffer i arbejdsmiljøet".
- Bilag 1 i Rådets forordning (EF) nr. 3093/94 af 15. december 1994, "Stoffer der nedbryder ozonlaget".
- Lister over effektfaktorer for stoffers bidrag til drivhuseffekt, fotokemisk ozondannelse, forsuring og næringssaltbelastning. Listerne er publiceret i UMIP, "Miljøvurdering af produkter". Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen, marts 1996.

---

<sup>1</sup> Stoffer figurerer på effektlisten, idet de vurderes at have særlig betænkelige sundheds- eller miljøeffekter. Vurderingen baseres på om stofferne er klassificeret med specifikke R-sætninger på "Listen over farlige stoffer" eller hvis det udfra computerberegninger er sandsynliggjort, at stofferne har særlig betænkelige miljøeffekter. Udgangspunktet er en vurdering af samtlige stoffer, der ifølge Produktregisteret (1993) findes på danske arbejdspladser, enten som rene stoffer eller i kemiske produkter, eller som findes på EU's liste over stoffer, der produceres/importeres i store mængder (bilag til Rådets Forordning nr. 793/93). I alt ca. 9.000 stoffer er gennemgået som udgangspunkt for opstilling af Miljøstyrelsens effektliste 1997.

<sup>2</sup> Listen over uønskede stoffer er baseret på Miljøstyrelsens effektliste 1997. Der er foretaget en supplerings med stoffer, der 1) er under afvikling på grund af stoffets sundheds- eller miljøegenskaber, 2) kun er delvis anvendelsesbegrænset, men hvor anden anvendelse også anses for sundheds- eller miljømæssig betænkelig, 3) i Danmark anses for betænkelige og hvor anvendelsesbegrænsning er i gang eller overvejes, 4) gør anvendelsen af restprodukter fra affaldsstrømme problematisk, 5) er på havkonferencernes udfasningslister, fordi stoffernes anvendelse i produkter ønskes udfaset, 6) er omfattet af en politisk målsætning om afvikling.

### **Kriterier for at et stof vurderes at bidrage til en specifik effektkategori**

Et stof er vurderet at kunne bidrage til de nævnte effekter såfremt:

#### *Økotoxikologisk*

Stoffet figurerer på bilag B i Miljøstyrelsens arbejdsrapport nr. 1, 1997, "Effektlisten 1997" som værende:

- Klassificeret miljøfarlig (R50, R 50/53, R51/53, R52/53, R53)
- Skadelig for vandmiljø. Systematisk udvalgt som opfyldende et af nedenævnte tre kriterier:
  1. Computerberegninger, der godtgør, at stoffet ikke er let nedbrydeligt, har en høj giftighed for vandlevende organismer og/eller har potentiale for ophobning i vandlevende organismer og sediment/slam
  2. Ud fra foreliggende viden om, at stoffets giftighed, nedbrydelighed og potentiale for ophobning i miljøet udgør en fare for vandmiljøet
  3. Stoffer, der vil opfylde et eller flere af EU's klassificeringskriterier for miljøfare, men som endnu ikke er officielt klassificeret).

Derudover, hvis stoffet er klassificeret som værende skadelig for vandmiljøet på bilag 2 ("Listen over uønskede stoffer") i oplæg fra Miljøstyrelsen, 1996, "Status og perspektiver for kemikalieområdet", på anden baggrund end den systematiske udvælgelse.

#### *Akut humantoksikologisk effekt*

Stoffer, der figurerer på bilag B i Miljøstyrelsens arbejdsrapport nr. 1, 1997, "Effektlisten 1997", som værende:

- Giftig (R23, R24 og/eller R25)
- Meget giftig (R26, R27 og/eller R28).

Derudover, hvis stoffet er klassificeret som havende en af ovennævnte effekter på bilag 2 ("Listen over uønskede stoffer") i oplæg fra Miljøstyrelsen, 1996, "Status og perspektiver for kemikalieområdet", på anden baggrund end den systematiske udvælgelse.

#### *Langtids humantoksikologisk effekt*

Stoffer, der figurerer på bilag B i Miljøstyrelsens arbejdsrapport nr. 1, 1997, "Effektlisten 1997", som værende:

- Kronisk giftig (R48/23, R48/24 eller R48/25)
- Kræftfremkaldende (R40, R45 eller R49)
- Mutagent (R40 eller R46)
- Reproduktionsskadende (R60, R61, R62, R63 eller R64)
- Hud- og/eller luftvejs allergifremkaldende (R42 og/eller R43)
- Bioakkumulerende (R33). Det skal bemærkes, at metabolisme (optagelse og udskillelse) ikke indgår i denne klassificering.

	Derudover, hvis stoffet er klassificeret som havende en af ovennævnte effekter på bilag 2 ("Listen over uønskede stoffer") i oplæg fra Miljøstyrelsen, 1996, "Status og perspektiver for kemikalieområdet", på anden baggrund end den systematiske udvælgelse.
	Derudover, hvis stoffet figurerer på bilag 1 i At-rapport nr. 13, 1990, "Nerveskadende stoffer i arbejdsmiljøet", med stofrisikoindeks (SRI) 4 eller 5 <sup>1</sup> .
<i>Stratosfærisk ozonnedbrydning</i>	Stoffer, der figurerer på bilag 1 i Rådets forordning (EF) nr. 3093/94 af 15. december 1994, "Stoffer der nedbryder ozonlaget".
	Derudover, hvis stoffet er klassificeret som værende ozonlagnedbrydende på bilag 2 ("Listen over uønskede stoffer") i oplæg fra Miljøstyrelsen, 1996, "Status og perspektiver for kemikalieområdet", på anden baggrund end den systematiske udvælgelse.
<i>Drivhuseffekt</i>	Stoffer der figurerer på tabel 1.5 i UMIP-rapporten "Baggrund for miljøvurdering af produkter". (Denne tabel omfatter flere stoffer end den tilsvarende tabel i UMIP rapporten "Miljøvurdering af industriprodukter" og er valgt på dette grundlag).
	Derudover, hvis stoffet er klassificeret som bidragende til drivhuseffekten på bilag 2 ("Listen over uønskede stoffer") i oplæg fra Miljøstyrelsen, 1996, "Status og perspektiver for kemikalieområdet", på anden baggrund end den systematiske udvælgelse.
<i>Fotokemisk ozondannelse</i>	Stoffer, der figurerer på tabel 23.3 i UMIP-rapporten "Miljøvurdering af produkter".
	Derudover, hvis stoffet er klassificeret som bidragende til den fotokemiske ozondannelse på bilag 2 ("Listen over uønskede stoffer") i oplæg fra Miljøstyrelsen, 1996, "Status og perspektiver for kemikalieområdet", på anden baggrund end den systematiske udvælgelse.
<i>Forsuring</i>	Stoffer, der figurerer på tabel 23.5 i UMIP-rapporten "Miljøvurdering af produkter".
	Derudover, hvis stoffet er klassificeret som bidragende til forsuring på bilag 2 ("Listen over uønskede stoffer") i oplæg fra Miljøstyrelsen, 1996, "Status og perspektiver for kemikalieområdet", på anden baggrund end den systematiske udvælgelse.
<i>Nærings saltbelastning</i>	Stoffer, der figurerer på tabel 23.6 i UMIP-rapporten "Miljøvurdering af produkter".
	Derudover, hvis stoffet er klassificeret som bidragende til nærings saltbelastningen på bilag 2 ("Listen over uønskede stoffer") i oplæg fra Miljøstyrelsen,

---

<sup>1</sup> Stoffer, der oplyses at medføre stor risiko for varige og/eller alvorlige skader på nervesystemet selv ved normalt arbejde med stofferne, er placeret i risikoindeks 4 (SRI 4). Stoffer, der oplyses at medføre en stor risiko for bevidstløshed, død eller alvorlig skade på nervesystemet ved normalt arbejde, er placeret i risikoindeks 5 (SRI 5).



1996, "Status og perspektiver for kemikalieområdet", på anden baggrund end den systematiske udvælgelse.

### **Resultatangivelse**

I projektet vil et industriprodukts potentielle miljø- og sundhedseffekter blive angivet som:

*g/kg produkt med den givne potentielle effekttype.*

Eksempelvis:

Produktet x medfører en potentiel kræftfremkaldende effekt fra 10g stoffer/kg produkt.

Der er ikke i denne betragtning taget hensyn til, om de forskellige stoffer, der tilsammen udgør 10g/kg produkt, har et forskelligt kræftpotentiale. Sagt med andre ord, indgår alle stoffer, der er klassificeret som kræftfremkaldende med samme vægtning.

## **10.2 Effektpotentialer**

Effektpotentialet er en måde at angive stoffernes forskellige evne til at fremkalde en effekt. Effektpotentialet udtrykker stoffets iboende miljø- og sundhedsfare, og dermed dets evne til at kunne udløse en given effekt.

### **Økotoksikologiske og humantoksiske effekter**

I UMIP beskrives en kvalitativ vurderingsmetode for stoffers økotoksikologiske og humantoksikologiske egenskaber. Metoden er udviklet med henblik på at rangordne alternative produkter ud fra økotoksiciteten og toksiciteten af de stoffer, der udledes gennem produkternes livsforløb. Såvel for økotoksiciteten som for toksiciteten foretages der for hvert enkelt stof en vurdering af:

- Mulighed for og omfang af eksponering.
- Stoffets økotoksicitet eller toksicitet.

I UMIP bestemmes stoffernes økotoksikologiske eller toksikologiske effektscore som produktet af eksponeringsscoren og (øko)toksicitetsscoren. Termen "effektscore" er i projektet her valgt udsiftet til "risikoscore", idet det der reelt tales om, er en potentiel effekt (og således mere korrekt en risiko).

### **Risikoscore = eksponeringsscore x toksicitetsscore**

*Eksponeringsscore*

I nærværende projekt skal der foretages en generel vurdering af industriprodukters potentielle miljø- og sundhedseffekter. Vurderingerne baseres på standardrecepter og beskrivelser af standardfremstillingsmåder. Der er ikke i projektet opstillet forudsætninger om, hvilke recipienter emissionerne udledes til eller risikoen for eksponering. Derimod er der tale om en potentiel risiko

for, at de stoffer, der er anvendt som indholdsstof, som hjælpestof eller er opstået under produktionen af materialer eller produkt, emitteres og dermed udgør en risiko for eksponering. Da hensigten med projektet er at vurdere, om der kan skabes overblik over i størrelsesordenen 1.000 industrivaregruppers miljø- og sundhedseffekter, er det af ressourcemæssige hensyn nødvendigt at foretage evalueringerne på et generelt niveau. Det anses således ikke for muligt at foretage en vurdering af, hvordan de enkelte stoffer hyppigst bliver udledt. Eksponeringen vil imidlertid reelt afhænge af til hvilken recipient udledningen sker (vand, luft eller jord) samt stoffets tilbøjelighed til at omfordele sig til de øvrige recipienter. En vurdering af de enkelte stoffers opførelse i miljøet (omfordelingen mellem recipienter samt evnen til at blive opkoncentreret), kan inddrages ved en specifik vurdering af enkelte industriprodukter, eventuelt ved brug af UMIP's retningslinier herfor<sup>1</sup>.

Det er af operationelle årsager, og hensynet til at et hovedprojekt skal kunne udføres med et acceptabelt ressourceforbrug, i forprojektet forudsat, at alle de indholdsstoffer, hjælpestoffer eller dannede stoffer, der er listet i standardrecepterne og i standardfremstillingerne, indebærer den samme mulighed for og i samme omfang giver anledning til eksponering. Årsagen hertil er manglende viden om, i hvor høj grad stoffernes farlighed reelt kommer til udtryk samt manglende viden om, hvor i livscyklus stoffernes farlighed kommer til udtryk.

For at få balance mellem de økotoksikologiske og toksikologiske scorer, og den score stofferne tildeles, såfremt de yderligere er placeret i andre effekt-kategorier, anvendes UMIP's middel eksponeringsscore på 4<sup>2</sup>.

***I nærværende projekt gives alle stoffer, der er økotoksiske eller human toksiske (jf. nedenfor), eksponeringsscoren 4.***

#### *Økotoksicitetscore*

Økotoksicitetscoren er i UMIP fastlagt som summen af scoren for akvatisk og terrestrisk økotoksicitet. Kriterierne for tildeling af score er baseret på R-sætninger. Der er endnu ikke fastsat kriterier for terrestrisk økotoksicitet, hvorfor der ikke er nogen stoffer, der bærer R-sætninger for terrestriske effekter. UMIP opererer derfor med, at alle de stoffer, der er toksiske for det akvatiske miljø, tillige gives en toksicitetsfaktor på 4 for terrestriske effekter, med mindre en ekspert-vurdering godtgør, at et konkret stof ikke vil være økotoksikologisk i jordøkosystemer. For akvatisk økotoksicitet opererer UMIP med en score på 1 (R52), 2 (R51) og 4 (R50)<sup>3</sup>. Den maksimale score for økotoksicitet vil således være 4 for terrestriske effekter + 4 for akvatiske effekter = 8.

---

<sup>1</sup> I UMIP er det foreskrevet, at det i forbindelse med konkrete opgørelser bestemmes hvilke recipienter udledningerne sker til. Stoffernes opførelse i miljøet og deres tendens til at opkoncentreres, er bestemmende for i hvilket omfang, en eksponering bliver en realitet. Stoffernes opførelse i miljøet bestemmes via begreber som stoffernes atmosfæriske halveringstider, Henry's lov konstant samt stoffernes potentiale for biokoncentrering ( $P_{ow}$ ).

<sup>2</sup> I UMIP tildeles eksponeringsscoren som summen af scoren for forventet emission (ja = 4, nej = 0) og scoren for mærkning med R53 eller R58 (mærket = 4, ikke mærket = 0). Scoren kan således antage værdierne 0; 4 eller 8.

<sup>3</sup> R51 kan kun anvendes i kombination med R53 ligesom R52 normalt kun kan anvendes i kombination med R53. I projektet vil dette derfor blive korrigeret i forhold til UMIP.

I nærværende projekt gives en akvatisk økotoksicitets score på 1 for stoffer klassificeret med R52 eller R52/53, scoren 2 for stoffer klassificeret med R51/53 og scoren 4 for stoffer klassificeret med R50 eller R50/53.

Effektlistens kriterier for økotoksicitet er inddraget supplerende, idet det endnu er relativt få stoffer, der er vurderet og klassificeret med R-sætninger for økotoksicitet. Effektlisten opererer med klassificering af et stofs økotoksicitet enten ud fra konkret viden om stoffets effekter eller på grundlag af estimering af stoffets økotoksicitet<sup>1</sup>. Effektlisten giver således en "+/-" beskrivelse af, om et stof anses for økotoksisk eller ej. Hovedparten af de stoffer, der er medtaget på effektlisten på grund af computerberegnete effekter, ville kunne klassificeres med R50 eller R50/53<sup>2</sup>. Udover effektlisten er de ikke-systematisk udvalgte stoffer på Miljøstyrelsens "liste over uønskede stoffer" inddraget, for så vidt de er klassificeret som skadelige for vandmiljøet. Klassificeringen her er som på effektlisten en "+/-" klassificering. Alle de stoffer på effektlisten eller "listen over uønskede stoffer", der anses for økotoksiske eller skadelige for vandmiljøet, tildeles scoren 4 for akvatisk toksicitet.

***I nærværende projekt gives de stoffer, der er klassificeret med R52 eller R52/53 en økotoksicitetsscore på 5 (summen af score for mulig terrestrisk effekt og scoren for akvatisk effekt), stoffer, der er klassificeret med R51/53 gives økotoksicitetsscoren 6, og stoffer, der er klassificeret med R50 eller R50/53, gives scoren 8. Alle stoffer, der med henvisning til effektlisten eller "listen over uønskede stoffer" anses for økotoksiske, tildeles en økotoksicitetsscore på 8.***

*Økotoksikologisk risikoscore*

Den økotoksikologiske risikoscore = eksponeringsscore x økotoksicitetsscore.

***Stoffer, der er klassificeret med R52 eller R52/53 tildeles en økotoksikologisk risikoscore på  $4 \times 5 = 20$ . Stoffer, der er klassificeret med R51/53, tildeles en økotoksikologisk risikoscore på  $4 \times 6 = 24$ . Stoffer, der er klassificeret med R50, R50/53 eller er klassificeret på effektlisten eller på "listen over uønskede stoffer" som værende økotoksikologiske eller skadelige for vandmiljøet, tildeles scoren  $4 \times 8 = 32$ .***

*Toksicitetsscore*

Toksicitetsscoren er i UMIP fastlagt som summen af scorer for akut toksicitet, irritation, ætsning, allergifremkaldende egenskaber, irreversibel skadevirkninger/organskader, genotoksicitet, kræftfremkaldende egenskaber samt reproduktionstoksicitet eller risiko for at medføre misdannelse. Kriterierne for tildeling af score er baseret på R-sætninger.

I nærværende projekt er klassificeringen baseret på de R-sætninger, der fører til, at stofferne registreres på effektlisten, "listen over uønskede stoffer" eller på listen over neurotoksiske stoffer (SRI 4 eller SRI 5). Der er således ikke anvendt præcis samme afgrænsninger for klassificering som i UMIP, hvorfor tildelingen af toksicitetsscorer ikke umiddelbart kan overføres.

---

<sup>1</sup> Estimeringen foretages ved en computerbaseret beregning af et stofs LC<sub>50</sub>-værdi overfor fisk, dafnier og alger, "lipofilicitet" eller potentiale for bioakkumulering udtrykt ved Log P-værdien samt bionedbrydelighed iflg. OECD's standardiserede undersøgelsesmetode herfor.

<sup>2</sup> Personlig oplysning. Miljøstyrelsen, Tyle H., 21.06.1997.

*I dette projekt er stoffer, der er klassificeret som havende akutte effekter (R R23, R24, R25, R26, R27 og/eller R28), tildelt en score på 4, mens stoffer, der har langtidseffekter (R33, R40, R42, R43, R45, R46, R48/23, R48/24, R48/25, R49, R60, R61, R62, R63, R64, SRI4 eller SRI5), er tildelt en score på 8.*

*Toksikologisk risikoscore*

Den toksikologiske risikoscore = eksponeringsscore x toksicitetsscore.

*Stoffer, der enten på effektlisten, "listen over uønskede stoffer" og/eller arbejdslisten over neurotoksiske stoffer er klassificeret som havende akutte eller langtids toksikologiske effekter, tildeles en akut toksikologisk risikoscore på  $4 \times 4 = 16$  og en langtids toksikologisk risikoscore på  $4 \times 8 = 32$ .*

*Resultatangivelse*

Mængden (g) af alle de stoffer, der er klassificeret som økotoksisk ganges med en score på 20, 24 eller 32 afhængig af stoffets økotoksikologiske risikoscore. Eksempelvis:

Produktet x giver anledning til en potentiel økotoksicitet på  $20 \times 10\text{g/kg brochure/tryksag} = \text{score } 200$ .

Mængden (g) af alle de stoffer, der er klassificeret som akut humantoksisk, ganges med en toksikologisk risikoscore på 16. Eksempelvis:

Produktet x giver anledning til en potentiel akut humantoksicitet på  $16 \times 10\text{g/kg brochure/tryksag} = \text{score } 160$ .

Mængden (g) af alle stoffer, der er klassificeret som langtids humantoksisk, ganges med en toksikologisk risikoscore på 32. Eksempelvis:

Produktet x giver anledning til en potentiel langtids humantoksicitet på  $32 \times 10\text{g/kg brochure/tryksag} = \text{score } 320$ .

Såfremt et stof, potentielt kan føre til flere effekttyper, krediteres fuldt for alle effekttyper. Indgår der f.eks. 10 g stof i et produkt, der potentielt fører til såvel carcinogene effekter som reproduktionsskadelige effekter, vil scoringen blive givet for  $10 \text{ g} \times 32$  for carcinogene effekter +  $10 \text{ g} \times 32$  for reproduktionstoksikologiske effekter.

*Risikofaktor*

#### **Stratosfærisk ozonnedbrydende potentiale**

I UMIP baseres effektfaktoren (i dette projekt benævnt risikofaktoren) på et ozonnedbrydningspotentiale beregnet af forskerne Solomon og Albritton (1992) og Solomon og Wuebbled (1994).

*I nærværende projekt er Rådets forordning nr. 3093/94 anvendt som kriterie for den stratosfæriske ozonnedbrydende effekt. Det er valgt at basere risikofaktoren for et stofs ozonnedbrydende potentiale på de i forordningen oplyste ODP (ozone depletion potentials).*

*Resultatangivelse*

Mængden (g) af hvert enkelt stof, der er klassificeret som ozonnedbrydende, ganges med stoffets ODP-værdi (g CFC11/g forbindelse), hvorefter der summeres til en samlet score. Eksempelvis:

Produktet x giver anledning til en potentiel ozonnedbrydende effekt på:

$$(5\text{g CFC-11} \times 1,0) + (2\text{g halon-1301} \times 10) = \text{score 25.}$$

*Risikofaktor*

### **Drivhuseffektpotentiale**

I UMIP baseres effektfaktoren (her benævnt risikofaktoren) for drivhuseffekt på et "global warming potential" (GWP) for tidshorisonterne 20 år, 100 år og 500 år. Med mindre særlige forhold taler for noget andet, foreslås tidshorisonten valgt til 100 år.

***I nærværende projekt anvendes UMIP's kriterier for drivhuseffekt baseret på GWP-værdier med en tidshorison på 100 år.***

*Resultatangivelse*

Mængden (g) af hvert enkelt stof, der er klassificeret som dannende drivhuseffekt, ganges med stoffets oplyste GPW-værdi (g CO<sub>2</sub>/g forbindelse), hvorefter der summeres til en samlet score. Eksempelvis:

Produktet x giver anledning til en potentiel drivhuseffekt på:

$$(5\text{g CH}_4 \times 25) + (2\text{g kulbrinter (NMHC)} \times 2) = \text{score 129.}$$

*Risikofaktor*

### **Potentiale for fotokemisk ozondannelse**

I UMIP baseres effektfaktoren (her benævnt risikofaktoren) for et potentiale for fotokemisk ozondannelse afhængig af, om udledningen sker til et område med lavt eller højt baggrundsniveau af NO<sub>x</sub>.

I nærværende projekt kendes recipienterne for udledningerne ikke.

***Det er valgt at basere sig på UMIP's effektfaktorer for fotokemisk ozondannelse ved et lavt baggrundskoncentrationen af NO<sub>x</sub>, hvilket UMIP anvender for danske forhold<sup>1</sup>***

*Resultatangivelse*

Mængden (g) af hvert enkelt stof, der er klassificeret som fotokemisk ozondannende, ganges med stoffets EF (fo)-værdi (g C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/g forbindelse), hvorefter der summeres til en samlet score. Eksempelvis:

Produktet x giver anledning til en potentiel fotokemisk ozondannende effekt på:

$$(10\text{g CH}_4 \times 0,007) + (30\text{g CO} \times 0,04) = \text{score 1.}$$

*Risikofaktor*

### **Forsuring**

I UMIP baseres effektfaktoren (her benævnt risikofaktoren) for forsuringspotentiale på et eget udviklet index.

***UMIP's effektfaktorer for forsuringspotentiale anvendes i nærværende projekt.***

---

<sup>1</sup> UMIP. "Baggrund for miljøvurdering af produkter", p. 162.

### Resultatangivelse

Mængden (g) af hvert enkelt stof, der er klassificeret som forsurende, ganges med stoffets EF(fs)-værdi (g SO<sub>2</sub>/g forbindelse), hvorefter der summeres til en samlet score. Eksempelvis:

Produktet x giver anledning til en potentiel forsurende effekt på:

$$(5\text{g HCl} \times 0,88) + (2\text{g HF} \times 1,60) = \text{score } 8.$$

### Risikofaktor

#### **Næringssaltbelastning**

I UMIP baseres effektfaktoren (her benævnt risikofaktoren) for næringssaltbelastning på et eget udviklet index. Der er beskrevet effektfaktorer for henholdsvis N og P adskilt og en samlet værdi.

***I nærværende projekt anvendes UMIP's effektfaktorer for N og P slået sammen.***

### Resultatangivelse

Mængden (g) af hvert enkelt stof, der er klassificeret som næringsstofbelastende, ganges med stoffets EF(bs)-værdi (g NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/g forbindelse), hvorefter der summeres til en samlet score. Eksempelvis:

Produktet x giver anledning til en potentiel næringssaltbelastende effekt på:

$$(15\text{g NO} \times 2,07) + (2\text{g CN}^- \times 2,38) = \text{score } 36.$$

## 10.3 Kategorisering og gruppering af miljøeffekt-potentialer

De potentielle effekter er kategoriseret i følgende effektkategorier:

- Økotoksikologiske effekter, især effekter på vandmiljøet
- Human toksikologiske langtidseffekter
- Human toksikologiske akutte effekter
- Fotokemisk ozondannelse
- Forsurende effekter
- Næringssaltbelastende effekter
- Stratosfærisk ozonnedbrydende effekter
- Drivhus effekter

Indenfor hver effektkategori vil den samlede score for stoffer, der potentielt fører til effekter indenfor effektkategorien blive anført som det samlede effektpotentiale:

***Score/kg produkt indenfor de pågældende effektkategorier.***

De potentielle effekter er grupperet i grupperne:

- Økotoksikologiske effekter
- Human toksikologisk effekt (akut eller langtidseffekt)

- Regional effekt (fotokemisk ozondannelse, forsurening og/eller nærings saltbelastning).
- Global effekt (ozonnedbrydende effekt og/eller drivhuseffekt)

Scorerne for akutte- og langtids human toksikologiske effekter er således lagt sammen. Ligeledes er scorerne for ozonlagsnedbrydende- og drivhuseffekt lagt sammen, og endelig er scorerne for fotokemisk ozondannelse, forsurening og nærings saltbelastning lagt sammen.

*Resultatangivelse*

Resultaterne anføres som:

***Score/kg produkt indenfor den pågældende gruppe.***

#### 10.4 **Industriprodukternes potentielle miljø- og sundhedseffekter relateret til det årlige forbrug**

Industriprodukternes score for potentielle miljø- og sundhedseffekter indenfor ovennævnte grupper relateres til forbruget af de respektive industriprodukter. Forbruget er beregnet som middelværdien af produktion og forsyning i Danmark, baseret på gennemsnitsværdier for perioden 1990-92.

*Resultatangivelse*

Resultatet angives som:

***Score indenfor den pågældende gruppe/forbrug/år.***

#### 10.5 **Normalisering**

Normalisering er en beregningsproces, der foretages for at kunne sammenligne en given miljø og sundhedspåvirkning i forhold til den påvirkning, som en gennemsnitlig person forårsager. Ved normaliseringen udtrykkes miljø- og sundhedspåvirkningerne i personækvivalenter og udtrykker således, hvor meget en påvirkning svarer til i forhold til en gennemsnitsperson.

I UMIP foretages normaliseringen for økotoksicitet og humantoksicitet specifikt afhængig af hvilken recipienttype, stofferne emitteres til. Som nævnt er recipienterne ikke fastlagt i nærværende projekt. Det vil derfor ikke være muligt at foretage en normalisering af økotoksiske og human toksiske stoffer ud fra de retningslinier, der er opstillet i UMIP-metoden. De normaliseringsreferencer, der listes i UMIP, er en faktor  $10^7$  forskellige for et humant toksisk stof alt efter, om det emitteres til jord eller til luft. Det vurderes derfor for misvisende at anvende gennemsnitsværdier for recipienttyperne.

Det vil være muligt at foretage en normalisering for globale effekter (drivhuseffekt og ozonnedbrydning). Imidlertid vil en normalisering kun på disse områder ikke give det overblik, der tilsigtes med en normalisering, såfremt ingen af de øvrige effektpotentialer normaliseres.

***Der foretages derfor ingen normalisering i nærværende projekt.***

## 10.6 Vægtning

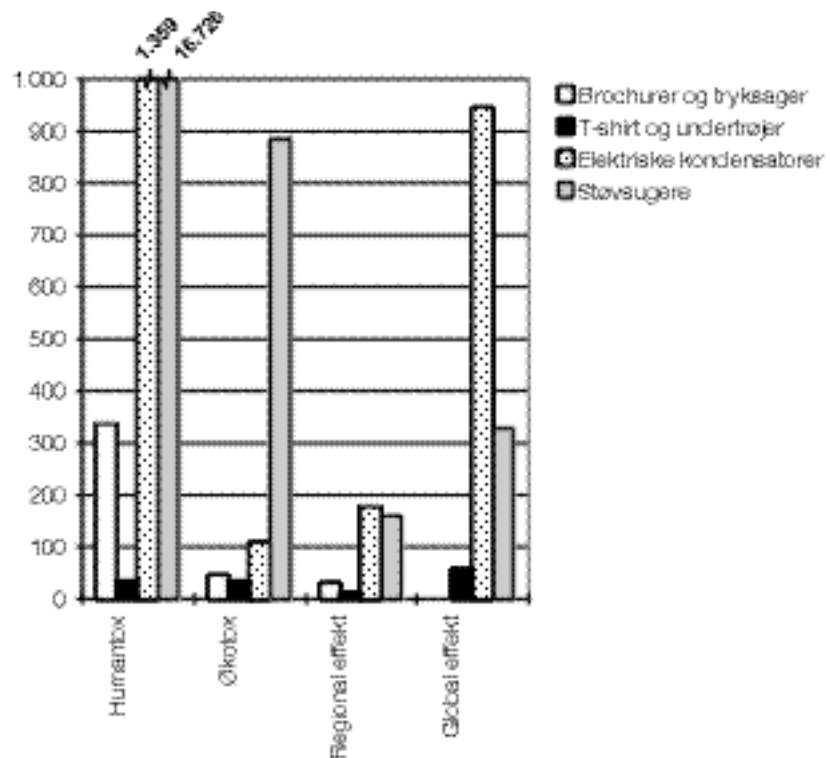
I UMIP foretages der en vægtning af de normaliserede effektpotentialer med henblik på at relatere til politiske målsætninger (det miljøpolitiske fastsatte råderum i år 2000).

*Der foretages ingen normalisering i nærværende projekt, og der vil derfor heller ikke blive foretaget en vægtning.*



# 11 Resultater og resultatvurdering af forprojekt

Resultaterne og beregningerne af de fire industriprodukters potentielle miljø- og sundhedseffekter fremgår af bilag 2. I figur 11.1 og 11.2 anskueliggøres industriprodukternes miljøprofiler grafisk ved de scorer, de fire industriprodukter er tildelt indenfor grupperne: Human toksikologiske effekter, økotoxikologiske effekter, regionale effekter samt globale effekter. Terminologien miljøprofil er en grafisk afbildning af et industriprodukts samlede score.

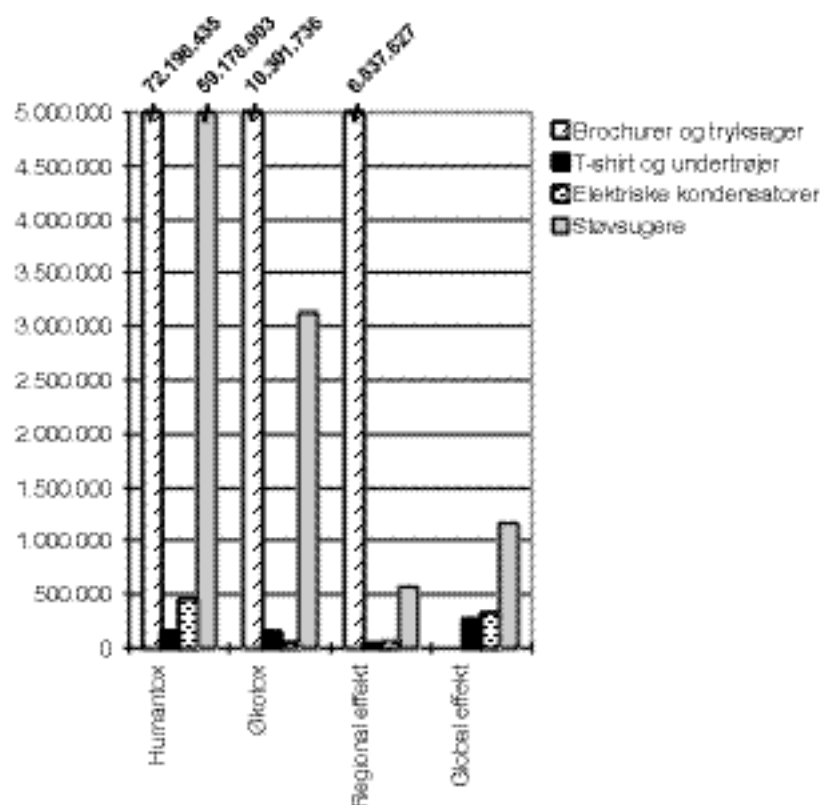


**Figur 11.1**  
*Industriprodukternes risikoscore pr. kg produkt.*

Figuren viser, at støvsugere har den markant højeste score for både humantoksicitet og økotoxicitet. Dette skyldes, at støvsugere indeholder større mængder af flere forskellige plasttyper og, at indholdsstofferne i de anvendte plasttyper generelt er klassificerede som relativt toksiske. Elektriske kondensatorer har tilsvarende en relativt høj score på humantoksikologi, hvilket skyldes indholdet af forskellige plasttyper samt aluminium. Elektriske kondensatorer har endvidere den højeste score for regionale og globale effekter, hvilket skyldes plastmaterialet polypropylen.

Overordnet er der en forskel mellem de relativt komplekse produkter (støvsugere og elektriske kondensatorer) og de mere simple produkter (brochurer og tryksager og T-shirt og undertrøjer) således, at jo mere kompleks et produkt bliver jo højere score.

I figur 11.2 nedenfor er produkternes score beregnet på grundlag af det årlige forbrug af produkterne.



**Figur 11.2**

*Industriprodukternes risikoscore baseret på det årlige forbrug (gennemsnitlige forbrugstal for 1990-92).*

Den høje score for brochurer og tryksager skyldes, at varegruppen omsættes i en meget stor mængde, og således vil selv en lav score pr. kg produkt give udslag i en høj score ved at inddrage det årlige forbrug.

Støvsugere har ligeledes høje score, men i modsætning til brochurer og tryksager skyldes dette reelt den høje score pr. kg produkt.

### 11.1 Standardrecepter og standardfremstillingsmåder

*Kvalitative og kvantitative data*

De 4 produkter, der er udvalgt til forprojektet, består tilsammen af 30 forskellige materialer.

Af de 30 materialer har standardrecept og standardfremstilling kunne opstilles for 26 materialer. De 4 materialer, der ikke har kunnet beskrives ved standardrecept og standardfremstilling, er:

- nr. d500 - "andet"
- nr. k452 - petrokemiske væsker (olie, benzin etc.)
- nr. m065 - andre metaller
- nr. v214 - andre vegetabiliske fibre.

Når der tages hensyn til den mængde de ikke beskrevne materialer indgår med, betyder det, at de 4 respektive produkter er beskrevet kvalitativt, kvantitativt eller både kvalitativt og kvantitativt i følgende udstrækning:

- Brochure og tryksager: 7 ud af 8 materialer er beskrevet, svarende til >99 ww%.
- T-shirts og uldtrøjer: 5 ud af 5 materialer er beskrevet, svarende til 100 ww%.
- Elektriske kondensatorer: 10 ud af 13 materialer er beskrevet, svarende til 85 ww%.
- Støvsugere: 16 ud af 18 materialer er beskrevet, svarende til >97 ww%.

I alt anvendes der 201 stoffer ved fremstillingen af de 26 materialer (indholds-stoffer, hjælpestoffer eller stoffer dannet under fremstillingen af materialerne). Heraf anvendes 67 af stofferne i mere end et af materialerne, hvilket medfører, at der i alt indgår 134 forskellige stoffer i de 26 materialer. Opstillingen af standardrecepter og standardfremstillingsmåder er (for hvert enkelt materiale) udført indenfor en tidsramme på ca. 10-15 timer. Dette har ført til at:

- 88% af stofferne er bestemt kvalitativt ved deres respektive CAS-numrer.
- 83% af stofferne er bestemt kvantitativt.
- 76% af stofferne er bestemt såvel kvalitativt som kvantitativt.

Beskrivelserne af standardrecepter og standard fremstillingsmåder fremgår af bilag 1.

Der er ikke grund til at antage, at de materialer, der indgår i de fire produkter, der er belyst i forprojektet, er mere eller mindre specifikke end de materialer, der som helhed indgår i industriprodukterne i "Miljøprioriteringsprojektet". Ved umiddelbart at overføre erfaringerne fra forprojektet anslås ca. 150 af de 173 materialer, der indgår i "Miljøprioriteringsprojektet", at kunne specificeres med standardrecepter og standardfremstillingsmetoder. Erfaringerne fra forprojektet indikerer, at de stoffer, der indgår eller anvendes i forbindelse med fremstillingen af materialerne, vil kunne beskrives kvalitativt og kvantitativt for ca. 70-80%'s vedkommende.

*Stoffer der ikke er kvalitativt bestemt ved CAS-nummer og kvantitativt bestemt i forhold til g stofmængde pr kg færdig produkt, medtages ikke i beregningerne af industriprodukternes miljøprofil.*

Imidlertid vil de stoffer, der er identificerede i forbindelse med materiale- eller produktfremstillingen, men som ikke har kunnet beskrives ved CAS-numrer og mængder, være kvalitativt beskrevne under de respektive materialer eller produkter.

### *Anvendelse af recepter og fremstillingsmåder*

En væsentlig erfaring fra forprojektet er, at varegrupperne er så brede (indeholder så forskelligartede industriprodukter), at opstillingen af standardrecepter og standardfremstillingsmåder i hovedparten af tilfældene må baseres på estimater og skøn over hvilke indholdsstoffer, der hyppigst indgår i de industriprodukter, varegruppen består af. På samme vis er fremstillingsmåderne for industriprodukter, placeret i samme varegruppe, forskellige, og det har tilsvarende været nødvendigt at skønne hvilke fremstillingsmåder, der hyppigst anvendes.

Dette betyder, at standardrecepter og standardfremstillingsmåderne er gennemsnitsbetragtninger og således sjældent karakteristiske for hvert af de enkelte industriprodukter, varegruppen omfatter. Eksempelvis omfatter varegruppen 85053 -"Elektriske kondensatorer" 10 brugstarifpositionsnumre, der spænder over så forskellige industriprodukter som store kondensatorbatterier til små dielektriske kondensatorer med forskellige isoleringsmaterialer. I "Miljøpriorite-ringsprojektet" er materialesammensætningen præget af, at kondensatorbatterierne vægtmæssigt dominerer varegruppen. Standardrecept og standardfremstillingsmåder for varegruppen vil tilsvarende være domineret af hvilke indholdsstoffer og fremstillingsmåder, der hyppigst anvendes ved fremstillingen af elektriske kondensatorer. Disse beskrivelser vil imidlertid ikke nødvendigvis være karakteristiske for samtlige kondensatorer placeret i varegruppen. Det er derfor vigtigt at holde sig for øje, at der, på samme vis som for ressource-tab og energiforbrug, vil være tale om hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter, der er fremherskende indenfor varegruppen, uden at hvert enkelt industriprodukt placeret i gruppen, nødvendigvis indebærer tilsvarende potentielle miljø- og sundhedseffekter.

*En database med oplysninger om ressource-tab, energiforbrug samt potentielle miljø- og sundhedseffekter vil derfor være egnet til at oplyse om de fremherskende karakteristika indenfor de enkelte varegrupper, mens der ved vurdering af et enkelt specifikt industriprodukt skal ske en vurdering af i hvor høj grad de standardrecepter og standardfremstillingsmåder, der er forudsætningerne for databasens oplysninger, er dækkende for det specifikke industriprodukt.*

### *Opstillingen af recepter og fremstillingsmåder*

Det har krævet relativt mange ressourcer at opstille standardrecepter og beskrive standardfremstillingsmåder. Skønt der er anvendt mange ressourcer, vurderes det, at beskrivelserne kan være behæftet med fejl, primært fordi beskrivelserne er udformet og kvalitetssikret af generalister, dog med et bredt kendskab til industrielle produktioner og med reference til udvalgte producenter, men også som følge af, at nye recepter og fremstillingsmåder kan være taget i brug, uden at litteraturen eller de kontaktede producenter har bragt viden herom.

*På baggrund af forprojektet, vurderes det hensigtsmæssigt, både af ressource-mæssige årsager, men også for at validere recepturer mv., at involvere industrien i selve udformningen af standardrecepter og standardfremstillingsmåder.*

Det må imidlertid forventes, at også industrien vil have vanskeligt ved at beherske detaljeret viden om alle de specifikke industriprodukter, en enkelt varegruppe omfatter. En vis fejlbehæftelse må derfor accepteres, når der opereres med de relativt brede varegrupper. Forprojektet viser endvidere, at de

enkelte producenter ofte er tilbageholdende overfor at udtale sig om standardrecepter og standardfremstillingsmåder, idet hver producent må opfatte sine forhold som særegne og kan finde det uheldigt, at det i projektet søges at sammenfatte det enkeltstående til generalisationer på varegruppeniveau.

#### *Omfanget af recepter og fremstillingsmåder*

Fremstillingsprocesserne, der indgår ved produktion af industriprodukterne, har vist sig kun i meget begrænset omfang at føre til, at andre stoffer/hjælpemidler skal vurderes. Hjælpemidlerforbrugene er vægtmæssigt ubetydelige, såfremt de relateres til de færdigproducerede produkters vægt. Det samme gør sig gældende for stoffer, der dannes under fremstillingen - også disse stoffer er i langt hovedparten af tilfældene vægtmæssigt under den anvendte afgrænsning på 1 g/kg færdig produceret produkt.

Forprojektet indikerer således, at selve fremstillingen af industriproduktet sjældent vil få indflydelse på miljø- og sundhedsvurderingerne, såfremt der opereres med en afgrænsning på 1 g/kg færdig produceret produkt. Det vurderes på denne baggrund at være formålstjenligt kun at inddrage selve fremstillingen af industriprodukterne i yderligere et begrænset antal varegrupper, f.eks. yderligere 10 varegrupper. Såfremt resultaterne herfra tilsvarende indikerer, at fremstillingen af industriprodukterne kun yderst sjældent fører til hjælpemidlerforbrug og dannede stoffer i mængder over 1 g/kg produkt, vurderes det forsvarligt, at lade industriprodukternes fremstilling ude af betragtning.

Fremstillingsprocesserne af materialerne har derimod en anderledes karakter og vil være relevante at inddrage. Hvor fremstillingen af produkterne ofte drejer sig om at få formgivet og sammenføjet materialerne (valse-, klæbe-, lodde-, samle- og svejseprocesser), vil fremstillingen af materialerne ofte omfatte synteser, oprensninger mv. Her ses hjælpemidler at kunne medgå i større mængder end 1 g/kg færdig produceret produkt.

*Forprojektet indikerer således, at det sandsynligvis vil være tilstrækkeligt at opstille standardrecepter for indholdsstoffer i materialerne samt beskrive standardfremstillingsmåder for fremstillingen af materialerne, med henblik på at opgøre eventuelt hjælpemidlerforbrug og stoffer dannet under fremstillingen af materialerne.*

#### *Afgrænsninger af livscyklusfaser*

Der er ikke i forprojektet foretaget en direkte vurdering af hvilke potentielle miljø- og sundhedsfarer, der kan være forbundet med udvinding og oparbejdning af råvarer til materialefremstilling samt brug og bortskaffelse af industriprodukterne. Da opgørelserne omfatter de potentielle miljø- og sundhedseffekter (iboende egenskaber), vil den toksicitet og økotoxicitet, indholdsstofferne kan have givet anledning til i de tidlige livscyklusfaser (råstofudvinding og oparbejdning) eller eventuelt vil give anledning til i de sene livscyklusfaser (brug og bortskaffelse), indirekte være belyst. De forhold, der ikke medtages, hverken direkte eller indirekte, er den potentielle miljø- og sundhedsfare forbundet med hjælpemidler, dannede stoffer eller stoffer, der på anden vis har været forbundet/forbindes med produktet i de afgrænsede livscyklusfaser. Derudover er der afgrænset fra "sidegrene", hvormed menes en afgrænsning fra de stoffer og processer, der er involveret i at fremstille eventuelle hjælpemidler anvendt ved materiale- og produktfremstillingen. Afgrænsningerne har således ført til, at den potentielle miljø- og sundhedsfare ikke er opgjort for:

- Hjælpestoffer og stoffer, der dannes i de tidlige livscyklusfaser (udvinding af råvarer samt oparbejdning af råvarer til materialefremstilling). Endvidere stoffer, der i disse faser har været knyttet til fremstillingen af materialerne, men som ikke i de senere faser indgår som et indholdsstof (f.eks. stoffer der er blevet fjernet ved en oprensning af et indholdsstof).
- Hjælpestoffer og stoffer, der dannes i de sene livscyklusfaser (brug af industriproduktet og bortskaffelse af industriproduktet).
- Fremstilling af eventuelt anvendte hjælpestoffer.

Det forventes at være relativt ressourcekrævende at indhente og vurdere oplysninger om de afgrænsede felter. Der ville i givet fald skulle etableres en viden om hvilke stoffer og processer, der indgår i de afgrænsede faser og "sidegrene" samt foretages et skøn over hvilken potentielle miljø- og sundhedsfare, der er forbundet med disse stoffer. Såfremt det i forbindelse med et hovedprojekt besluttes at anmode industrien om at udforme standardrecepter og standardfremstillingsmåder, vil oplysninger om de afgrænsede felter næppe kunne forventes indsamlet.

*Det vurderes derfor, at der i forbindelse med et hovedprojekt skal foretages en generel vurdering af, hvor stor indflydelse det har at afgrænse sig fra disse opgørelser.*

Forprojektet indikerer, at afgrænsningen kan være problematisk. Eksempelvis viser materialerne kobber og messing en markant forskellig miljøprofil. Kobberkoncentratet vil, afhængig af hvilken type malm det er udvundet fra, indeholde store mængder svovl (32% S pr. 30% Cu angives i litteraturen<sup>1</sup>). Dette medfører, at kobber vurderes at have en kraftig akut humantoksikologisk effekt (R 23) samt en regional forsurende effekt. Messing er en legering (7:3) af kobber og zink. For legeringer vurderes miljø- og sundhedsfaren for de indgående materialer, hvorimod råstofudvinding og oparbejdning ikke vurderes. Dette medfører, at de processer, der har været involveret i fremstillingen af indholdsstofferne (bl.a kobber), ikke medregnes. Den svovlemission, der er forbundet med fremstillingen af det kobber, der indgår i messing, kommer derfor ikke til udtryk i miljø- og sundhedsfaren for messing, der således fremstår som markant mindre belastende end kobber.

#### *Kvantitative afgrænsninger*

Kvantitativt er der anvendt en afgrænsning, der medfører, at udelukkende stoffer, der indgår/medgår i mængder på minimum 1 g/kg færdig produkt, inddrages i miljø- og sundhedsvurderingerne. Som nævnt førte dette til, at i alt 134 forskellige stoffers potentielle miljø- og sundhedsfare er blevet beskrevet. Det vurderes, at mindst et tilsvarende antal stoffer er involveret i fremstillingen af materialerne, men i mængder under 1 g/kg færdig produkt. Afgrænsningen er foretaget uden skelen til forbrugsmængden af de industriprodukter, materialerne anvendes i.

*Det bør i et hovedprojekt vurderes, om der hellere skal arbejdes med en variabel nedre afgrænsning således, at materialer, der indgår i va-*

---

<sup>1</sup> BPS, 1997, "Håndbog i miljørigtig projektering", bind 2, p.381 med henvisning til Bruch et al., 1995 "Sachbilanz einer Ökobilanz der Kupfererzeugung und -verarbeitung, teil 1. Metall 49(4):252:257).

*regrupper med stort forbrug, beskrives med en lavere kvantitativ grænse end materialer, der indgår i varegrupper med et lavt forbrug.*

Fordelen herved vil være, at stoffer der kun indgår i begrænsede mængder i det enkelte produkt, idet stoffets potentielle miljø- og sundhedseffekter er relevante i relation til det store forbrug, der er af produktet. Modsat spares der ressourcer på at beskrive stoffer, der indgår i større mængder i det enkelte produkt, men i en ubetydelig mængde, når der relateres til det samlede forbrug af produktet. I disse overvejelser skal inddrages, at jo mindre mængde stofferne indgår i, des mere usikkert/usystematisk må det forventes at være, om producenter og litteratur giver oplyser om, at stofferne anvendes eller indgår i materialerne. Samtidig må det forventes, at der indgår relativt flere stoffer i små mængder end i store mængder. En afgrænsning på f.eks. 0,1 g/kg produkt, kan således meget vel føre til, at det antal stoffer, der skal vurderes, bliver forholdsmæssig meget større end ved en afgrænsning på 1 g/kg produkt.

Hvis det tilstræbes at holde antallet af stoffer, der skal vurderes, på et niveau som i forprojektet, vil i størrelsesordenen 1.140 stoffer skulle vurderes for at få beskrevet de resterende 147 materialer, der indgår på "Miljøprioriteringsprojektets" materialeliste. Imidlertid vil flere af stofferne optræde i mere end ét materiale og derfor kun skulle vurderes en gang. Antages det, at der som i forprojektet minimum er 67 pr. 200 stoffer der tidligere er vurderet, vil i størrelsesordenen 750 stoffer skulle vurderes i hovedprojektet. Dette antal vurderes at være håndterligt, såfremt stofferne miljø- og sundhedsvurderes efter den i forprojektet anvendte metode. Hvis hver enkelt stofs fordeling på recipienter ønskes bestemt, med henblik på at kunne graduere en eksponeringscore, vurderes afgrænsningen på 1 g/kg produkt imidlertid at være for lav (fører til for mange stoffer).

*Ressourcemæssigt skal der i forbindelse med hovedprojektet således foretages en afvejning af at få beskrevet relativt flere stoffer under anvendelse af en ikke gradueret eksponeringscore eller, få vurderet relativt færre stoffer under anvendelse af specifikt estimerede eksponeringscore.*

## 11.2 Potentielle miljø- og sundhedsfarer

*Antal stoffer med potentielle miljø- og sundhedseffekter*

Forprojektet viser, at i alt 35 af de 134 forskellige stoffer, der indgår, anvendes eller dannes i forbindelse med de 26 materialer, har en potentiel effekt indenfor de givne typer. Dette svarer til, at i størrelsesordenen 26% af stofferne potentielt vil kunne føre til miljø- eller sundhedseffekter indenfor en eller flere af de givne effekttyper.

*Antal stoffer med potentielle miljø- og sundhedseffekter indenfor de enkelte effekttyper*

Indenfor de enkelte effekttyper ses relativt flest stoffer at give anledning til potentielle økotoksikologiske effekter. Antallet af stoffer, der giver anledning til potentielle effekter indenfor de enkelte typer, er således:

Økotoksicitet: 13 stoffer  
Carcinogenitet: 11 stoffer  
Akut giftighed: 10 stoffer

Neurotoksicitet: 10 stoffer  
 Hudallergifremkaldende: 6 stoffer  
 Bidragende til drivhuseffekten: 4 stoffer  
 Bidragende til dannelsen af fotokemisk ozondannelse: 3 stoffer  
 Bidragende til forsuren: 3 stoffer  
 Mutagenitet: 2 stoffer  
 Reproduktionsskadede: 2 stoffer  
 Akkumulerbart (kan ophobes i kroppen efter gentagen brug): 2 stoffer  
 Giftig ved længere tids påvirkning: 1 stof  
 Luftvejsallergifremkaldende: 1 stof  
 Bidragende til næringssaltbelastningen: 0 stoffer  
 Bidragende til ozondannelsen: 0 stoffer

Bemærk, at hvert enkelt stof kan give anledning til flere effekttyper. De 35 stoffer, der i forprojektet er klassificeret som værende miljø- og/eller sundhedsskadelige, har således potentielle effekter indenfor 1-5 effekttyper. Ses der på antallet af stoffer, der giver anledning til eller bidrager til effekter indenfor de effektgrupper, der opereres med i forprojektet, ses følgende fordeling:

*Antal stoffer med potentielle miljø- og sundhedseffekter indenfor de 4 effektgrupper*

Human toksikologiske effekter: 45 stoffer  
 Økotoksikologiske effekter: 13 stoffer  
 Regionale effekter: 6 stoffer  
 Globale effekter: 4 stoffer

Som ovenfor nævnt, vil hvert enkelt stof kunne give anledning til flere typer effekter og vil derfor "tælle med" i flere grupper og/eller flere gange under hver enkelt gruppe. Eksempelvis vil et stof som benzo-a-pyren tælle med tre gange i gruppen for human toksikologiske effekter, idet stoffet potentielt giver anledning til både carcinogene-, mutagene og reproduktionsskadede effekter.

Det er endvidere af betydning, at de potentielle miljø- og sundhedseffekter forbundet med et industriprodukts energiforbrug ikke er opgjort. Energiforbruget forbundet med fremstilling, brug og bortskaffelse af produkter indenfor de enkelte varegrupper er anført i "Miljøprioriteringsprojektet". Med hensyn til energiforbrugets afledte miljø- og sundhedseffekter, er der i forprojektet anvendt den forsimplede antagelse, at energiforbruget indirekte afspejler de potentielle miljø- og sundhedseffekter. Denne forsimpelse anses at være gyldig, såfremt industriprodukternes energiforbrug stammer fra energi fremstillet på samme vis. Hvis det var valgt at specificere miljø- og sundhedseffekter relateret til produkternes energiforbrug, ville antallet af stoffer, der bidrager til globale og regionale effekter (drivhuseffekt, forsuring og fotokemisk ozondannelse) være væsentlig højere, men relativt lige meget højere, hvis energifremstillingen er ens for de forskellige produkter.

*Klassifikationsgrundlag*

Baggrunden for at et stof vurderes at kunne bidrage til de pågældende effekttyper er, at de forekommer på lister, hvis udvælgelseskriterier som hovedregel er anerkendte i EU. For human- og økotoksikologiske effekter er således anvendt:

- Miljøstyrelsens "Effektliste"



- Miljøstyrelsens "Liste over uønskede stoffer
- Arbejdstilsynets arbejdsliste over neurotoksiske stoffer<sup>1</sup>.

For de miljøeffekter, der indirekte vil kunne føre til effekter på mennesker eller økosystemer, er dels anvendt EU-kriterier (Rådets forordning nr. 3093/94 om stoffer, der nedbryder ozonlaget) samt lister, der bygger på kriterier fastsat i UMIP (lister over stoffer der vurderes at bidrage til drivhuseffekt, fotokemisk ozondannelse, forsuring og/eller næringssaltbelastning). UMIP's kriterier er fastsat i henhold til internationalt accepterede retningslinier, hvor sådanne foreligger, (for næringssaltbelastning har UMIP dog måtte opstille egne kriterier).

Klassifikationsgrundlaget bevirker, at kun stoffer, der vurderes at være særlig potente i relation til at fremkalde human- eller økotoksikologiske effekter medtages. I forhold til de stoffer, der er EU-klassificeret<sup>2</sup> med R- og S-sætninger, er klassifikationsgrundlaget således mere restriktivt.

På den anden side medfører inddragelsen af Arbejdstilsynets arbejdsliste over neurotoksiske stoffer, at flere stoffer, end de der er klassificerede på "Listen over farlige stoffer", inddrages. Tilsvarende bevirker inddragelsen af stoffer, der ved computerberegning indikerer miljøfare, at flere stoffer end de nuværende EU-klassificerede stoffer inddrages. Endelig fører klassifikationsgrundlaget, der anvendes med reference til UMIP, til at flere stoffer end de nuværende EU-klassificerede stoffer inddrages.

#### *Effektkategorier*

Opdelingen af effekttyperne i effektkategorier har udelukkende betydning for de humantoksikologiske effekter, hvor kategoriseringen fører til, at effekttyperne kronisk giftighed, carcinogenitet, mutagenitet, reproduktionstoksicitet, allergi, neurotoksicitet samt stoffer med akkumulerende effekt place-res i én kategori - humantoksikologiske langtidseffekter.

#### *Scoresystem*

Resultaterne angives først som den masse (g) stof, der potentielt kan føre til eller bidrage til effekter indenfor hver effekttype. Herefter indføres et scoresystem, som vægter stofferne i forhold til deres relative potens.

Scoringen er foretaget med skelen til de scorer, der er anvendt i UMIP. Der er imidlertid væsentlige forskelle på hvad værktøjet udviklet i UMIP samt det værktøj, der her søges udviklet, skal anvendes til. UMIP er primært et værktøj til at opgøre et eller flere specifikke produkters miljø- og sundhedseffekter i livscyklus-perspektiv. Forprojektet her søger at udvikle et værktøj, så miljø- og sundhedseffekterne forbundet med en stor mængde industriprodukter kan opgøres. Der er således klart en forskel i, hvor detaljerede oplysninger, der rent ressourcemæssigt, bør tilstræbes opgjort. Dette har betydning for hvor specifikke scorekriterier, der er anvendt i forprojektet. Væsentligst har det betydet, at der i forbindelse med scoringen for human- og økotoksikologiske effekter, ikke anvendes differentierede scorer for stoffernes eksponeringsmulighed. Det er forsimplet antaget, at alle stoffer har samme mulighed for og i samme omfang vil føre til eksponering. Uden den-

<sup>1</sup> På Arbejdstilsynets opfordring er udelukkende stoffer, der er anført som værende særlig neurotoksisk potente, specificeret ved stofrisikoindex 4 eller 5 (SRI4 eller SRI5) medtaget. Personlig oplysning ved B. Horn, Arbejdstilsynet, 17/4-97

<sup>2</sup> Anført på Miljøstyrelsens liste over farlige stoffer. Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 69 af 7. februar 1996.

ne forsimplede antagelse ville recipienterne for samtlige stoffer skulle kortlægges. Også i andre mindre omfattende projekter anvendes der forsimplede antagelser for hvordan stofferne udledes og spredes. F.eks. er der projekter, der lægger op til, at spredningen beregnes efter en såkaldt Mackay-fordeling, der angiver hvorledes stoffet i ligevægtstilstand vil fordele sig mellem luft, vand, jord og sediment<sup>1</sup>.

*Som tidligere nævnt, vil det i forbindelse med et hovedprojekt være relevant at diskutere, om der skal søges udformet graduerede scorer for eksponeringsrisikoen.*

#### *Effekttyper i relation til scoringssystemet*

Det er relevant at fremdrage, at det antal effekttyper, der er valgt inddraget, får betydning for hvilken score, et enkelt stof kan resultere i. Jo flere effekttyper, der indgår i en effektgruppe, des højere score vil kunne opnås indenfor gruppen. Da gruppen for humantoksikologiske effekter består af 9 effekttyper, vil et stof kunne give anledning til 9 gange så mange markeringer som stoffer med effekter indenfor en gruppe, der kun består af en enkelt effekttype. Da det er valgt at kreditere et stof for samtlige af de effekttyper, stoffet potentielt giver anledning til, vil antallet af effekttyper således påvirke scoringen. Eksempelvis vil et stof som benzo-a-pyren give anledning til en scorer på 32 x den stofmængde, stoffet indgår med i et produkt, for hver af de langtidshumantoksikologiske effekttyper stoffer er klassificeret med. Da benzo-a-pyren er klassificeret som såvel carcinogent, mutagent som reproduktionsskadeligt fører dette til en scorer på 3 x 32 x den indgående stofmængde (g/kg produkt) i effektgruppen humantoksikologiske effekter. Stoffer med en økotoksikologisk effekt vil til sammenligning kun kunne blive placeret under 1 effekttype og vil således maksimalt give anledning til 1 x stoffets økotoksikologiske risikoscore x den stofmængde, der indgår pr. kg produkt.

Antallet af effekttyper anses imidlertid for at være konsistent med EU's klassifikationsmuligheder. Der er i EU sammenhæng mulighed for at klassificere for langt flere humantoksikologiske effekttyper end økotoksikologiske effekttyper. Der er således kun praksis for at miljøklassificere i forhold til stoffernes effekter på vandmiljø og organismer levende i vandmiljø. Såfremt EU's økotoksikologiske klassifikationer analogiseres til klassifikationsmulighederne for human toksikologi, vil der være tale om i alt to effekttyper: Akutte effekter (giftig og meget giftig) samt langtidseffekter (langtidseffekter i vandmiljø). Indenfor langtidseffekter skelnes der imidlertid ikke mellem forskellige effekttyper som i human toksikologien. Der eksisterer en klassifikation (R 58) der angiver langtidseffekter i miljøet, dvs. på andre recipienttyper end vand, men klassificeringskriterierne er endnu ikke formaliserede, og kun ganske få stoffer er derfor tildelt denne R-sætning.

I forprojektet kunne der således principielt være anvendt to effekttyper under den økotoksikologiske effektgruppe, én for akutte effekter på vand og vandlevende organismer og én for langtidsvirkninger på vandmiljøet. EU-klassifikationen rummer imidlertid mulighed for at anvende kombinationssætninger for akutte- og langtidseffekter (R50/53), og stoffer med sådanne kombinationssætninger ville ikke umiddelbart kunne placeres, hvis effektgruppen var opdelt. Det vurderes samlet, at antallet af medtagne effekttyper

---

<sup>1</sup> Internt arbejdsrapport udarbejdet af COWI juni 1997 i relation til projektet "Rangordning af problemstoffer på grundlag af miljøeffektpotentialer".

og grupperingen af disse er rimelig, og de givne kommentarer skal således blot ses som uddybende forklaring på, hvorfor én effektgruppe (humantoksikologiske effekter) som oftest er mere fremtrædende i miljøprofilerne end de øvrige tre effektgrupper.



## 12 Kobling af data til den eksisterende produktdatabase

Koblingen af de nye prioriteringsparametre til databasen tager udgangspunkt i den eksisterende struktur. Nedenfor beskrives, hvordan databasen forventes at skulle opbygges samt mulighederne i den udbyggede database.

### *Databasens struktur*

Databasen opererer med en overordnet struktur bestående af tre niveauer. Det øverste niveau er industriprodukterne, det næste er materialerne, og det sidste er stofferne. Strukturen kan opfattes som en kinesisk æske med de enkelte niveauer som æskerne inden i hinanden. Niveauerne er således:

1. Stofferne, identificeret ved deres CAS nummer
2. Materialerne, identificeret ved deres materialenummer
3. Produkterne, identificeret ved deres varegruppenummer

Sammenhængen mellem disse tre niveauer udgøres af to lister, der definerer henholdsvis:

- Materialernes relative sammensætning af stoffer
- Produkternes relative sammensætning af materialer

Produkternes relative sammensætning af materialer fremgår af varegruppernes materialesammensætningen, som er udarbejdet i forbindelse med "Miljøprioriteringsprojektet". Materialernes relative sammensætning af stoffer fremgår af standardrecepterne, udarbejdet som i nærværende forprojekt.



**Figur 12.1**

*Illustration over opbygningen af databasen.*

### *Standardrecepter*

Standardrecepterne for materialerne er opstillet således, at de dækker over:

- indholdsstoffer i materialet
- hjælpestoffer til fremstillingen af materialet
- dannede stoffer i forbindelse med fremstillingen af materialet

Alle ovenstående type stoffer er så vidt muligt identificeret ved deres CAS-nummer og kvantificeret som indgående/forbrugt/dannet mængde stof pr. kg materiale. Stoffernes potentielle miljø- og sundhedseffekter er derefter identificeret indenfor de udvalgte effekttyper.

#### *Materialernes miljø- og sundhedseffekter*

Materialernes potentielle miljø- og sundhedseffekter beregnes ud fra standardrecepterne og indholdsstoffernes potentielle miljø- og sundhedseffekter. Herved kan der beregnes og præsenteres en samlet miljøprofil for hvert enkelt materiale, idet databasen allerede indeholder data for energiforbrug og ressourceforbrug for hvert enkelt materiale (bilag 1).

Denne beregning er ikke nødvendigt for at præsentere produkternes potentielle miljø- og sundhedseffekter, men kan indføres i databasen, hvis det er ønskeligt. Beregning er foretaget i dette projekt af hensyn til gennemskueligheden.

#### *Produkternes miljø- og sundhedseffekter*

Med kendskab til produkternes materialesammensætning og standardrecepten for de indgående materialer i produktet kan produkternes indhold af stoffer beregnes. Ud fra stoffernes potentielle miljø- og sundhedseffekter kan produkternes ditto beregnes. Beregningen og angivelse af resultatet foretages i tre trin.

- Opgørelse af mængden af stoffer indenfor de enkelte effekttyper, udtrykt som g/kg færdig produceret produkt.
- Beregning af score indenfor de enkelte effektkategorier, udtrykt som score/kg færdigproduceret produkt.
- Beregning af score indenfor de enkelte effektgrupper, udtrykt som score/kg færdigproduceret produkt.

#### *Platform/systemmodernisering*

Den eksisterende database er udviklet under Oracle i en tegnbaseret udgave. En udvidelse med data, som skitseret ovenfor, kan foretages i dette miljø, men systemet skal for at kunne afvikles hos Miljøstyrelsen konverteres til RDB-plattformen. Firmaet Datasupport foretog denne konvertering i forbindelse med det oprindelige projekt og kan eventuelt bistå i forbindelse med gennemførelse af et hovedprojekt.

En alternativ løsning, vil være at gøre brug af Oracle's Work Group Server produkt og ovenpå opbygge windows-programmer med grafiske brugergrænseflader. Dette vil betyde, at de eksisterende programmer, som findes i "Miljø-prioriteringsprojektets" system i større eller mindre grad skal omprogrammeres. Til gengæld vil systemet kunne opstilles hos Miljøstyrelsen uden forudgående konvertering. Dette sidste kræver dog, at Miljøstyrelsen vil acceptere Client Server løsning eksempelvis med en NT-server.

Derudover indeholder den alternative løsning en mulighed for at gøre systemet mere brugervenlig i kraft af den grafiske brugergrænseflade.

#### *Søgninger i databasen*

Der vil være mulighed for at opbygge funktioner, der på en brugervenlig måde (via programmerede funktioner) gør det muligt at foretage søgninger i databasen. Dette kræver dog, at COWI på forhånd kender Miljøstyrelsens søgemønstre. For ad-hoc søgninger er der dog også mulighed for at benytte

relativt brugervenlige rapporteringsværktøjer - men det kræver viden om databasestrukturen.

I forbindelse med et hovedprojekt skal det afklares, hvilken løsning Miljøstyrelsen ønsker samt hvilke muligheder og rapporteringsværktøjer, der ønskes i systemet.





# 13 anbefalinger og ressource-forbrug i relation til iværk-sættelse af et hovedprojekt

## 13.1 Værktøjets anvendelsesmuligheder

På baggrund af erfaringerne fra forprojektet vurderes den anvendte metode at kunne anvendes til at udforme et database-baseret værktøj, der kan generere oplysninger om de fremherskende karakteristika indenfor de enkelte varegrupper. Forprojektet indikerer således, at det bredere grundlag, som efterspørges i forbindelse med det tidligere udarbejdede "Miljøprioriteringsprojektet" med hensyn til at kunne prioritere den videre indsats på produktområdet, kan etableres.

Værktøjet, der kan udformes ved at udbrede forprojektet til et hovedprojekt, vil have en række sidegevinster udover at kunne give en statisk, prioritering af varegruppernes potentielle miljø- og sundhedseffekter. Databasen vil således give mulighed for at lægge nye data ind og dermed foretage en ny prioritering af varegrupperne, såfremt nye stoffer klassificeres/ændrer klassificering. Ligeledes vil databasen kunne anvendes som modelleringsværktøj - der kan foretages skøn over hvorledes varegruppernes miljø- og sundhedseffekter, alt andet lige, reduceres, såfremt der foretages anvendelsesbegrænsninger af enkelte stoffer, som fører til, at visse stoffer reduceres/udfases fra produkterne. Andre anvendelsesmuligheder vil, afhængig af hvilke søgemønstre der beskrives, være mulige at indarbejde i systemet.

### *Andre prioriteringsværktøjer*

Indenfor det seneste år er der udført andre projekter, der på forskellig beslægtet vis har beskæftiget sig med at skabe grundlag for at foretage en produktorienteret miljøindsats. Bl.a kan nævnes følgende projekter:

- Projektet "Anvendelsesbegrænsningsarbejdet", der er et projekt, der sammenfattende giver en status for og skaber mulighed for at prioritere indsatsen indenfor anvendelsesbegrænsningsarbejdet i Miljøstyrelsens 10. kontor. I forbindelse med projektet er der udarbejdet et internt arbejdsnotat "Rangordning af problemstoffer på grundlag af miljøeffektpotentialer", Miljøstyrelsen juni 1997. Arbejdsnotatet fører til en vægtet rangorden af miljøeffekterne forbundet med de stoffer/stofgrupper, der er anført på Miljøstyrelsens liste over uønskede stoffer.
- Projektet "Overblik over industriprodukter i Danmark - Input til prioritering af en produktorienteret miljøindsats", Miljøstyrelsen juni 1997. Projektet giver et statusbillede af industriprodukternes miljøeffekter, baseret på en screening af deres energiforbrug, forbrug af mineralske ressourcer, indhold af sundhedsskadelige stoffer samt deres biologiske ressourceforbrug relateret til det forbrug, der er af de pågældende grupper af industriprodukter.

Det foreslås, at et endeligt hovedprojekt designes efter en dialog med Miljøstyrelsen, hvor erfaringerne fra forprojektet koordineres med den ny viden, der er tilvejebragt gennem udførelse af ovennævnte projekter. Derved kan det endelige hovedprojekt designes, så der opnås størst mulig viden- og resourceoptimering.

Udover de ovennævnte projekter har flere andre projekter afprøvet scoringssystemer, hvis primære formål har været at få opstillet en prioritetsrækkefølge for stoffers human- og økotoxikologiske effekter, f.eks:

- Nordnorm
- IPS ranking

Erfaringerne fra disse projekter kan supplerende inddrages, bl.a. i spørgsmålet om det hensigtsmæssige i at anvende graduerede eksponeringsscorer.

### 13.2 Skønnet ressourceforbrug forbundet med et hovedprojekt

Nedenstående skøn er baseret på erfaringerne fra forprojektet, hvilket betyder at der findes forhold og problemstillinger, der skal afklares inden et egentligt ressourceforbrug kan estimeres.

#### *Samlede ressourceforbrug*

Baseres ressourceforbruget på følgende forudsætninger:

- Standardrecepter og standardfremstillingsmåder opstilles af industrien
- Miljøvurderingerne udføres efter samme metode, som anvendt i forprojektet
- Fremstillingsprocesserne forbundet med fremstilling af industriprodukterne udføres kun for yderligere 10 varegrupper

skønnes et hovedprojekt at kunne udføres for i størrelsesordenen 2.500 timer - 3.000 timer.

# Bilag 1

## 1 Anvendte forkortelser

I tabellerne, der viser de enkelte materials potentielle miljø- og sundhedseffekter, er følgende forkortelser anvendt for effekttyper:

<i>CAS:</i>	Chemical Abstract Service number. Entydig identifikation af stoffet eller stofgruppen
<i>Stof:</i>	Stofnavn
<i>Mængde:</i>	Mængde af stoffet, der medgår til fremstilling af 1 kg af materialet
<i>Akut:</i>	Akut giftighed
<i>Kronisk:</i>	Giftig ved længere tids påvirkning
<i>Carc.:</i>	Carcionogen
<i>Mut.:</i>	Mutagent
<i>Repro.:</i>	Reproduktionsskadende
<i>Allergi, hud:</i>	Hudallergifremkaldende
<i>Allergi, luft:</i>	Luftvejsallergifremkaldende
<i>Neuro.:</i>	Neurotoksisk
<i>Akk.:</i>	Akkumulerbart, kan ophobes i kroppen efter gentagen brug
<i>Økotox.:</i>	Økotoxisk
<i>Drivhus:</i>	Bidrager til drivhuseffekten. Tallet indikerer stoffets potentielle drivhuseffekt udtrykt i CO <sub>2</sub> ækvivalenter
<i>Næring:</i>	Bidrager til næringssaltsbelastning. Tallet indikerer stoffets potentielle næringssaltbelastning udtrykt i NO <sub>3</sub> ækvivalenter
<i>Foto:</i>	Bidrager til dannelse af fotokemisk ozondannelse. Tallet indikerer stoffets potentielle bidrag til fotokemisk ozondannelse udtrykt i NO <sub>x</sub> ækvivalenter
<i>Forsuring</i>	Bidrager til forsuringen. Tallet indikerer stoffets potentielle bidrag til forsuringen udtrykt i SO <sub>2</sub> ækvivalenter
<i>Ozon:</i>	Bidrager til stratosfærisk ozonlagsnedbrygningen. Tallet indikerer stoffets potentielle nedbrydning af stratosfærisk ozon udtrykt i CFC11 ækvivalenter.



## 2 Materiale j010 Støbejern/kons.stål (u-/mikro-/lavtleg.)

### 2.1 Standardrecept

Under dette materiale medregnes støbejern og konstruktionsstål med op til 5 ww% legeringsstoffer. Konstruktionsstål adskiller sig bl.a. fra støbejern ved at indeholde max. 2 ww% kulstof, hvorimod støbejern indeholder mere end 2 ww% kulstof. Støbejern og konstruktionsstål indeholder naturligt desuden større eller mindre mængder silicium, mangan, fosfor og svovl. Dertil kommer en række legeringsstoffer, der kan tilsættes for at påvirke materialegenskaberne i forskellige retninger, f.eks. krom, nikkel, kobber, molybdæn, vanadium, titan og magnesium. Indholdet af legeringskomponenter vil typisk være af størrelsen 2 ww% eller mindre<sup>1</sup>.

En standardrecept for konstruktionsstål er udarbejdet med udgangspunkt i <sup>2,3</sup>:

- 964,5 g/kg jern, CAS [7439-89-6]
- 1-2 g/kg carbon, CAS [7440-40-0]
- Max 15 g/kg mangan, CAS [7439-96-5]
- 1,5-5 g/kg silicium, CAS [7440-21-3]
- 1-3 g/kg krom, CAS [7440-47-3]
- 1,5-4 g/kg kobber, CAS [7440-50-8]
- 6-10 g/kg nikkel, CAS [7440-02-0]
- 2-4 g/kg molybdæn, CAS [7439-98-7]

### 2.2 Standardfremstilling

Fremstillingen af råjern sker ud fra jernmalm, koks og kalk<sup>4</sup>. Jernmalmen brydes, males fint og sintres i ovn ved ca. 1300°C. Ved sintringen samles jernmalmen i større klumper, der smeltes i en højovn, hvor der tilføres koks og kalk. Koksen bruges som brændsel og som reduktionsmiddel for jernoxider i malmen. Kalken reagerer med urenheder og danner en letflydende smelte, der tappes fra ovnen.

---

<sup>1</sup> Hansen E. "Miljøprioritering af industriprodukter" Bilag 6 pp j010/1. Miljøstyrelsen, 1995.

<sup>2</sup> Andersen K. O. "Metallurgi for ingeniører" 5. udgave, Akademisk Forlag 1992.

<sup>3</sup> Almar-Næss A. "Metalliske materialer" tredje udgave, Tapir Forlag, Norge 1993

<sup>4</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol. A25 pp 77-133.

Jernsmelten fra ovnen indeholder forskellige urenheder f.eks. kulstof, fosfor etc. Disse fjernes ved at blæse ren ilt gennem jernsmelten, hvorved urenhederne oxideres og bindes i slaggen. Det raffinerede råjern er herefter klar til videre forarbejdning. Den videre forarbejdning består i tilsætning af legeringsmetaller og udstøbning og valsning.

I forbindelse med fremstilling af råjern er der miljømæssige problemer med emissioner til luft. Urenheder og legeringsmetaller damper af ved de høje temperaturer. De afdampede stoffer er hverken kvalitativ eller kvantitativ bestemt. Den faktiske emission afhænger af røggasrensningen.

### 2.3 **Potentielle miljø- og sundhedseffekter**

Skemaet på næste side viser samtlige stoffer, der enten er medgået til fremstilling af materialet eller dannet ved fremstilling af materialet samt hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter stofferne giver anledning til.

CAS	Stof	Mængde	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
7440-40-0	carbon	1,5															
7439-89-6	jern	964,5															
7439-96-5	mangan	15								SRI4							
7440-21-3	silicium	3,25															
7440-47-3	krom	2															
7440-50-8	kobber	2,75															
7440-02-0	nikkel	8				R40		R43									
7439-98-7	molybdæn	3															

Mængde stof	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
Mængde stof	0	0	0	8	0	8	0	15	0	0	0	0	0	0	0
Incl. eksponeringsscore	0	0	0	32	0	32	0	60	0	0	0	0	0	0	0
Incl. effektscore	0	0	0	256	0	256	0	480	0	0	0	0	0	0	0
Effektkategori, score	0					992				0	0	0	0	0	0
Effektgruppe, score						992				0		0			0





# 3 Materiale j012

## Konstruktionsstål (højtlegeret)

Materialet højtlegeret konstruktionsstål er i "Miljøprioriteringsprojektet" defineret som materiale med over 5% legeringmetaller.

Højtlegeret konstruktionsstål kaldes ofte også værktøjsstål. Værktøjsstål kan inddeles i følgende grupper:

1. Koldarbejdsstål
2. Stål til mejsler og slagværktøj
3. Hurtigstål
4. Varmarbejdsstål

Hvilket ståltype der anvendes er afhængig af kravene til hårdhed, slidbestandighed og styrke. Disse materialeparametre er igen afhængig af legeringselementerne og disses koncentrationer i materialet.

### 3.1 Standardrecept

Materialet konstruktionsstål omfatter mange forskellige ståltyper med meget varierende indhold af legeringsmetaller. Standardrecepten er udarbejdet med udgangspunkt i <sup>1,2</sup> og repræsenterer gennemsnitlig recept for de ståltyper, der er vurderet at være mest fremherskende.

- 810 g jern CAS [7439-89-6]
- 10 g/kg carbon, CAS [7440-40-0]
- 4 g/kg mangan, CAS [7439-96-5]
- 3 g/kg silicium, CAS [7440-21-3]
- 50 g/kg krom, CAS [7440-47-3]
- 5 g/kg nikkel, CAS [7440-02-0]
- 30 g/kg wolfram, CAS [7440-33-7]
- 2 g/kg kobolt, CAS [7440-48-4]

---

<sup>1</sup> Andersen K. O. "Metallurgi for ingeniører" Tabel 2 og 9 pp 603-612. 5. udgave, Akademisk Forlag, København 1992.

<sup>2</sup> Almar-næss A. "Metalliske materialer" pp 287-300. Tredje udgave, Tapir Forlag, Norge 1993.

- 1 g/kg vanadium, CAS [7440-62-2]
- 5 g/kg molybdæn, CAS [7439-98-7]

### 3.2 Standardfremstilling

Fremstillingsprocessen er identisk med fremstilling af lavlegeret stål/støbejern. Dog vil mængden af legeringsmetaller være højere.

Fremstillingen af råjern sker ud fra jernmalm, koks og kalk<sup>1</sup>. Jernmalmen brydes, males fint og sintres i ovn ved ca. 1300°C. Ved sintringen samles jernmalmen i større klumper, der smeltes i en højovn, hvor der tilføres koks og kalk. Koksen bruges som brændsel og som reduktionsmiddel for jernoxider i malmen. Kalken reagerer med urenheder og danner en letflydende smelte, der tappes fra ovnen.

Jernsmelten fra ovnen indeholder forskellige urenheder f.eks. kulstof, fosfor etc. Disse fjernes ved at blæse ren ilt gennem jernsmelten, hvorved urenhederne oxideres og bindes i slaggen. Det raffinerede råjern er herefter klar til videre forarbejdning. Den videre forarbejdning består i tilsætning af legeringsmetaller og udstøbning og valsning.

I forbindelse med fremstilling af råjern er der miljømæssige problemer med emissioner til luft. Urenheder og legeringsmetaller damper af ved de høje temperaturer. De afdampede stoffer er hverken kvalitativ eller kvantitativ bestemt.

### 3.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter

Skemaet på næste side viser samtlige stoffer, der enten er medgået til fremstilling af materialet eller dannet ved fremstilling af materialet samt hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter stofferne giver anledning til.

---

<sup>1</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol. A25 pp 77-133.

CAS	Stof	Mængde	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
7440-40-0	carbon	1,5															
7439-89-6	jern	964,5															
7439-96-5	mangan	15								SRI4							
7440-21-3	silicium	3,25															
7440-47-3	krom	2															
7440-50-8	kobber	2,75						R43									
7440-02-0	nikkel	8				R40											
7439-98-7	molybdæn	3															

Mængde stof	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
Mængde stof	0	0	0	8	0	8	0	15	0	0	0	0	0	0	0
Incl. eksponeringsscore	0	0	0	32	0	32	0	60	0	0	0	0	0	0	0
Incl. effektscore	0	0	0	256	0	256	0	480	0	0	0	0	0	0	0
Effektkategori, score	0					992				0	0	0	0	0	0
Effektgruppe, score						992				0		0			0



# 4 Materiale m050

## Aluminium

### 4.1 Standardrecept

- 1.000 g/kg Aluminium, CAS [7429-90-5]

### 4.2 Standardfremstilling

Aluminium udvindes fra bauxit, der knuses, tørres og tilsættes natriumhydroxid og calciumoxid. Efter en opvarmning til 105-290<sup>0</sup>C og en nedkøling til 100<sup>0</sup>C renses massen for sand, partikler mv. Fine krystaller af aluminium trihydrat tilsættes calcium og danner en krystallinsk form for aluminium der er egnet til elektrolytisk oparbejdning<sup>1</sup>. Industrielt foregår elektrolysen med kryolit og elektroder af 100% kulstof, ved en såkaldt "Hall-Heroult" proces (krystallinsk aluminiumoxid reduceres elektrolytisk til aluminiums-metal, under dannelse af kuldioxid  $2\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \rightarrow 4\text{Al} + 3\text{CO}_2$ ). Der forbruges ca. 0,4-0,5 kg kul-anoder pr. kg. produceret aluminium ved elektrolyse på basis af kryolit.<sup>2</sup> Forarbejdningsprocessen starter efter, at der er foretaget en grovsortering af den råaluminium, der skal smeltes. Det udvundne aluminium ledes til elektrolyse-ovne, hvor opvarmningen medfører at ilt bindes til kulstof-anoderne og brænder (reagerer) med anoderne. Det giver røggasser, der bl.a. indeholder calcium. Der er ikke data på røggassens sammensætning og mængder men det vurderes, at ingen af stofferne overstiger 0,1 ww%, hvorfor disse ikke tages med ved miljø- og sundhedsvurderingen.

Kryolit (mineralsk kryolit CAS nr. 15096-52-3) bliver tilsat som elektrolyt og som opløsningsmiddel for aluminiumet. Kryolit fungerer som aktivstof med henblik på at udskille aluminium fra andre metaller/stoffer (f.eks. Fe, Cu, Pb), der forekommer i rå-aluminium. Mængden af kryolit varierer afhængig af aluminiums renhed, men vurderes at være i størrelsesorden 4-10 g/kg aluminium (anvendelsen af kryolit er i aftagende til fordel for aluminium fluorid)<sup>3</sup>

Efter elektrolyse, ledes aluminiums-smelten til valser eller forme afhængig af, hvilken finish der ønskes. For at øge renhed og styrke af metallet, drives uønskede gasbobler ud med argon og nitrogen gas tilsat maksimum 5% svovlhexafluorid gas<sup>4</sup> (forekommer på Miljøstyrelsens liste over uønskede stoffer). Svovlhexafluoriden medfører, at der dannes aluminiumfluorid. For-

---

<sup>1</sup> Compilation of air pollutant emission factors, 5th. edition, AP-42, pp.12.1-1-12.1-11 <http://134.67.104.12/E-DRIVE/CHIEF/AP42PDF/C12S01>

<sup>2</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A1 pp.461-464

<sup>3</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A11 p.327

<sup>4</sup> Word Resources Institute, feb. 1995, p. 5.

bruget af gas og den dannede aluminiumfluorid antages mængdemæssigt at være < 0,1 ww%.

Når aluminium er færdigforarbejdet og fremstår som aluminiumsplader og lign. kan pladerne, afhængig af de ønskede egenskaber, overfladebehandles som en beskyttelse. Dette vil være typisk for aluminiumsplader, der skal videreforarbejdes med skære- og bukkeværktøjer, svejseudstyr eller stempler. Aluminiumspladerne overfladebehandles typisk med mineralolie, CAS [8012-95-1] eller andre fede olier på grund af de smørende og smudsafvisende egenskaber. Der er tale om små mængder, forventeligt < 0,1 ww%. For at fjerne mineralolien igen bruges der affedtningsmidler. Affedtningsmidler som f.eks. mineralsk terpentiner, CAS [8052-41-3], antages anvendt. Mængderne varierer men overstiger ikke 0,1 ww % af materialets vægt. Mineralolie og mineralsk terpentiner er, grundet de beskedne mængder der antages anvendt, ikke medtaget i miljø- og sundhedsvurderingen.

Følgende hjælpestoffer og dannede stoffer medregnes ved miljø- og sundhedsvurderingen:

- 1.890 g/kg Aluminium oxid, CAS [1344-28-1]
- 50 g/kg Carbon, CAS [7440-44-0]
- 7 g/kg Kryolit, CAS [15096-52-3]
- 150 g/kg Carbondioxid, CAS [124-38-9]

Ved smelteprocessen dannes der røggasser. Der er ikke fundet oplysninger om specifikke indholdsstoffer i røgen. Det vides imidlertid, at der vil forekomme fluorbrinte og PAH'ere fra bauxitfremstillingen<sup>1</sup>. Emissionen af fluorbrinte er oplyst til under den fastlagte grænse <0,1 ww%<sup>2</sup>. PAH'ere kan indeholde benzo(a)pyren og medtages i form af benzo(a)pyren i miljø- og sundhedsvurderingen. Der vurderes at fremkomme partikelforurening på samme niveau som ved fremstillingen af kobber, hvorfor data herfra medtages ved miljø- og sundhedsvurderingen.

- 35-90 g/kg Partikler<sup>3</sup>
- 1,2 g/kg PAH, benzo(a)pyren CAS [50-32-8]

#### 4.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter

Skemaet på næste side viser samtlige stoffer, der enten er medgået til fremstilling af materialet eller dannet ved fremstilling af materialet samt hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter stofferne giver anledning til.

---

<sup>1</sup> Hansen E., COWI. Personlig oplysning.

<sup>2</sup> UMIP LCV tool, N. Frees. samt pers. com. Berit Viig, Hydro Aluminium, Norge.

<sup>3</sup> US EPA. Air Chief CD-ROM Version 1.0 Beta. November 1991

CAS	Stof	Mængde	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
7429-90-5	aluminium	1000															
1344-28-1	aluminiumoxid	1890															
7440-44-0	carbon	50															
15096-52-3	kryolit	7		R48/23/25													1
124-38-9	carbondioxid	150															
	partikler	63															
7664-39-3	HF	0	R26/27/28														
50-32-8	benzo-a-pyren	1			R45	R46	R60-61								1,6		

Mængde stof	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
Incl. eksponeringsscore	0	7	1	1	1						0	0	0	0	150
Incl. effektscore	0	28	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Effektkategori, score	0	224	32	32	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150
Effektgruppe, score	0				320	320				0	0	0	0	0	150





# 5 Materiale m053

## Kobber

### 5.1 Standardrecept

- 1.000 g/kg Kobber, CAS [7440-50-8]

### 5.2 Standardfremstilling

Kobber fremstilles ud fra råmalm, hvor indholdet er 0,5 til 4ww%. Ca. 80% af det kobber, der udvindes og forarbejdes i dag, kommer fra "fattige" kilder med lave koncentrationer og mange urenheder. Kobber kan anvendes i en række legeringer (bronze, der indeholder op til 12% tin og zink, messing, der indeholder op til 50% zink og evt. 2-3% bly, nysølv, der indeholder 8-30% nikkel og rødgoods, der typisk indeholder 14-17% bly, tin og zink)<sup>1</sup>. Vurderingen der gives her, er for ikke legeret kobber.

Kobber forarbejdes typisk ved pyrometallurgiske metoder. Der er 4 trin ved fremstilling af kobber:

1. Opkoncentrering fra malm til kobberkoncentrat. Sammensætningen af kobberkoncentratet afhænger af den oprindelige malm. Typisk sker opkoncentreringen ved en grov flotation, hvor metalholdige mineraler adskilles og en fin flotation, der medfører yderligere opkoncentrering. Opkoncentreringen resulterer typisk i følgende stofmængder: 30% kobber, 26 % jern, 32% svovl, 7% siliciumdioxid, 0,2% bly, 1,5% zink, 0,1% arsen, 3% aluminiumoxid, calciumoxid, magnesiumoxid og mindre end 0,2% andre tungmetaller<sup>2</sup>. De < 0,2% tungmetaller kan være antimon, bismuth, cadmium, selen, cobolt, tin, nikkel, tellur, sølv, guld og palladium<sup>3</sup>. Ingen af disse metaller antages hver især i større mængder end 0,1 ww%, hvorfor de udelades ved miljø- og sundhedsvurderingen. Ved flotation (carboxylsyre metoden) tilsættes oleic syre og mineralolie. Der er ikke data på de anvendte flotationsmiddel-mængder.

2. Ristning af kobbermateriale og oxidering. Ved opvarmning til ca. 800-850 grader tørrer og oxiderer kobbermaterialet. Formålet med ristning er at reducere urenheder, såsom arsen og bly, samt reducere svovl-indholdet til

---

<sup>1</sup> Bruch et al "Sachbilanz einer ökobilanz der kuplererzeugung und verarbeitung, Teil 3. Metall 49(4): 252-257. Gengivet i PBS' "Håndbog for miljørigtig projektering", miljødata, bind 2, pp. 3.77-3.78.

<sup>2</sup> Bruch et al "Sachbilanz einer ökobilanz der kuplererzeugung und verarbeitung, Teil 3. Metall 49(4): 252-257. Gengivet i PBS' "Håndbog for miljørigtig projektering", miljødata, bind 2, p. 3.81.

<sup>3</sup> Compilation of air pollutant emission factors, 5th. edition, AP-42, pp.12.3-1-12.3-7 <http://134.67.104.12/E-DRIVE/CHIEF/AP42PDF/C12S03>

optimalt niveau for smeltning, (20-50 procent af svovlindholdet fjernes som svovldioxid<sup>1</sup>).

3. Ekstrahering foregår ved smeltning. Produktet af smelteprocessen (matte), indeholder typisk 75-80 ww% kobber. Matten udbrændes og der opnås et kobber indhold på ca. 99 ww%. Ved smeltning dannes endvidere en slagge, der indeholder ca. 40% jern - hovedsageligt som jern oxider og tilsvarende mængder silikater, primært jern(II)silikat<sup>2</sup>. Slaggen vil endvidere indeholde tungmetaller. Der er ikke fundet kvalitative og kvantitative oplysninger om slaggens sammensætning. Det er antaget, at indholdet af de enkelte tungmetaller er under 0,1% per kg produceret kobber, hvorfor tungmetallerne ikke figurerer i miljø- og sundhedsvurderingen.

4. Raffinering ved elektrolyse hvor kobber separeres fra urenheder i en opløsning indeholdende kobber og svovlsyre (35-45 g kobber/l og 150-220 g svovlsyre/l). Kobber anoden opløses og deponeres på katoden med en renhed på 97-99% Cu. Herefter kan kobberen forarbejdes til wire, tråde, kobberbar etc.<sup>3,4</sup>. Ved miljø- og sundhedsvurderingen er det antaget at støbning af kobber-anoder samt den elektrolytiske raffinering medfører 1,88 kg svovlsyre, 1,12 kg slagge samt 10 g anodeslam per kg raffineret kobber<sup>5</sup>. Slaggen og anodeslammet antages at indeholde en mængde af de tungmetaller, der er beskrevet som indholdsstof i kobberkoncentratet.

Miljø- og sundhedsvurderingen tager udgangspunkt i kobberkoncentratet. Det vil sige, at miljø- og sundhedsvurdering af de stoffer der fremkommer ved opkoncentreringen og de hjælpestoffer der anvendes til flotationen ikke indgår i vurderingen.

Ved smeltning, emitteres partikler, svovldioxid, og arsen i form af arsen-trioxid. Arsen-trioxid emitteres kun i ganske små mængder - < 1ww%<sup>6</sup>. Mængderne af emitteret SO<sub>2</sub> vil være meget varierende, afhængig af råmalm og produktionsforhold. Forskellige kilder giver følgende oplysninger: 0,038kg SO<sub>2</sub>- 3,5 kg SO<sub>2</sub>/kg Cu<sup>7</sup>, 0,5 kg SO<sub>2</sub> - 140 kg SO<sub>2</sub>/kg Cu<sup>8</sup>. Såfremt mængden beregnes ud fra chalcopyrit (CuFeS<sub>2</sub>) vil forholdet ifølge reaktionsligningen  $2 \text{CuFeS}_2 + 5 \text{O}_2 = 2 \text{Cu} + 2 \text{FeO} + 4 \text{SO}_2$  tilnærmelsesvist være 1:2, således at der dannes 2 kg SO<sub>2</sub>/kg Cu. Dette tal anvendes i miljø- og sundhedsvurderingen.

Følgende hjælpestoffer og dannede stoffer medregnes ved miljø- og sundhedsvurderingen:

- ca. 2.000 g/kg Kobbersulfid, CAS [22205-45-4]

---

<sup>1</sup> Compilation of air pollutant emission factors, 5th. edition, AP-42, pp.12.3-1-12.3-7 <http://134.67.104.12/E-DRIVE/CHIEF/AP42PDF/C12S03>

<sup>2</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A7, p.484

<sup>3</sup> Compilation of air pollutant emission factors, 5th. edition, AP-42, pp.12.3-1-12.3-7 <http://134.67.104.12/E-DRIVE/CHIEF/AP42PDF/C12S03>

<sup>4</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A7, pp.479-485

<sup>5</sup> Bruch et al "Sachbilanz einer ökobilanz der kuplererzeugung und verarbeitung, Teil 3. Metall 49(4): 252-257. Gengivet i PBS' "Håndbog for miljørigtig projektering", miljødata, bind 2, p. 3.82.

<sup>6</sup> US EPA. Air Chief CD-ROM Version 1.0 Beta. November 1991

<sup>7</sup> PRÉ Consultants, SimaPro 3.1, June 1995. Oplysninger stammer fra 1993.

<sup>8</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A7 pp. 481

- 400 g/kg Jern oxid, CAS [1309-37-1]
- 400 g/kg Jern silikat, CAS [?]
- 1.650-9.200 g/kg Svovldioxid, CAS [7446-09-5]<sup>1</sup>
- 35-90 g/kg Partikler
- 70 g/kg Siliciumdioxid, CAS [14808-60-7]
- 2 g/kg Bly, CAS [7439-92-1]
- 1,5 g/kg Zink, CAS [7440-66-6]
- 1 g/kg Arsen, CAS [7440-38-2]
- 1 g/kg Aluminiumoxid, CAS [1344-28-1]
- 1 g/kg Calciumoxid, CAS [1305-78-8]
- 1 g/kg Magnesiumoxid, CAS [1309-48-4]

Derudover ses følgende stoffer at emitteres eller blive forbrugt som hjælpestoffer:

- Max 10 g/kg Arsen-trioxid, CAS [1327-53-3]
- 1.800 g/kg Svovlsyre, CAS [7664-93-9]

### 5.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter

Skemaet på næste side viser samtlige stoffer, der enten er medgået til fremstilling af materialet eller dannet ved fremstilling af materialet samt hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter stofferne giver anledning til.

---

<sup>1</sup> US EPA. Air Chief CD-ROM Version 1.0 Beta. November 1991

CAS	Stof	Mængde	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
7440-50-8	kobber	1000															
22205-45-4	kobbersulfid	4000															
7446-09-5	svovldioxid	2000	R23												1		
1309-37-1	jernoxid	400															
13309-37-1	jernsilikat	400															
	partikler	63															
14808-60-7	siliciumdioxid	70															
7439-92-1	bly	2															
7440-66-6	zink	1,5															
7440-38-2	arsen	0	x		x					SRI5		x					
1344-28-1	aluminiumoxid	1															
1305-78-8	calciumoxid	1															
1309-48-4	magnesiumoxid	1															
1327-53-3	arsentrioxid	10	x		x							x					
7664-93-9	svovlsyre	1800													0,65		

	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
Mængde stof	2010	0	10	0	0	0	0	0	0	10	0	0	3800	0	0
Mængde stof incl. eksponeringsscore	8040	0	40	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0
Mængde stof incl. effektscore	32160	0	320	0	0	0	0	0	0	320	0	0	3170	0	0
Effektkategori, score	32160					320				320	0	0	3170	0	0
Effektgruppe, score					32480					320		3170			0

# 6 Materiale m056

## Sølv

### 6.1 Standardrecept

1.000 g/kg Sølv, CAS [7440-22-4]

### 6.2 Standardfremstilling

Sølv er et vigtigt biprodukt ved bly, zink, kobber, nikkel og tinfremstilling. Tidligere var der store sølv-årer med høje koncentrationer, men der er ikke længere økonomi i denne form for minedrift. I dag udvindes omkring halvdelen af verdens sølv fra sølvholdig bly eller bly-zink malm.

Udvinding og forarbejning af sølv er således mere eller mindre identisk med forarbejdning af andre metaller. Ved udvinding fra blymalm eller bly-zink malm følges sølv og bly i oparbejdningen gennem flotation, malm sintering, smeltning, oprensning med svovl for fjernelse af kobber og oxidationen for oprensning af arsen, antimon og tin. I dag koncentrerer sølv sammen med guld og platin metaller ved en proces kaldt Parks proces. Miljø- og sundhedsvurderingen tager udgangspunkt i den opkoncentrerede sølv malm, hvorfor stoffer og hjælpematerialer anvendt før sølvkoncentratet er produceret ikke indgår i vurderingen.

Sølvkoncentratet består af bly-ædel metal indeholder op til 50% sølv, 5-10% bly<sup>1</sup> og ca. 1% zink og mindre mængder kobber, arsen, antimon og bismut<sup>2</sup>. Koncentratet gennemgår følgende procestrin:<sup>3</sup>

1. Selektiv oxidation. Luft blæses ind i malmen ved 900-1100<sup>0</sup>C og danner blyoxid, der sætter sig på overfladen af malmen i et lag der til stadighed fjernes. For at opnå en fuldstændig fjernelse tilsættes til sidst calciumcarbonat. Forbruget af calciumcarbonat antages at være < 0,1 ww% per kg fremstillet sølv. I alt fjernes i størrelsesordenen 100 kg bly per 1.000-2.000 kg sølv.
2. Raffinering ved elektrolyse. Den smeltede sølv formes til anoder for en elektrorafinering. Kobber og bly indholdet er nu typisk under henholdsvis 1,0 ww% og 0,1 ww%. De øvrige urenheder, nævnt som indhold i sølvkoncentratet, fjernes oftest sammen med blyoxiden, men vil også forekomme i den slagge, der opstår ved smelteprocessen. Der er ikke fundet kvalitative eller kvantitative oplysninger om indholdsstofferne i slaggen. Enkeltvis forventes indholdet at være < 0,1 ww% af de forskellige urenheder. Der er ikke fundet særskilte oplysninger om elektrolytten til raffinering af sølv. Det antages, at

---

<sup>1</sup> Hansen E., COWI, personlig oplysning.

<sup>2</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A24 p.118

<sup>3</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A24 pp.110-125

elektrolytten er identisk med den der anvendes til raffinering af bly, nemlig en vandig opløsning indeholdende 60-100 g bly fluosilikat ( $\text{PbSiF}_6$ ) og 70-120 g fri fluosilikat syre ( $\text{H}_2\text{SiF}_6$ ). Forbruget er ca. 2 g  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  per kg elektrolytisk bly. Ved miljø- og sundhedsvurderingen er forbruget til sølvraffineringen antaget identisk.

3. Støbning. Sølvstøbes i induktionsovne hvor en beskyttelsesgas anvendes til at sikre reducerede forhold. Der er ikke fundet kvalitative eller kvantitative oplysninger om beskyttelsesgassen. Det antages at der i lighed med magnesium og aluminium fremstilling anvendes en svovlhexafluorid og at forbruget er mindre end 0,1ww% per kg fremstillet sølv.

Følgende hjælpestoffer og dannede stoffer medregnes ved miljø- og sundhedsvurderingen:

- min 2.000 g/kg bly-ædelmetal legering
- 103 g/kg Blyoxid, CAS [1317-36-8]
- 1 g/kg Kobber, CAS [7440-50-8]
- 2 g/kg Fluosilikat syre, CAS [16961-83-4]

Ved smelteprocessen dannes der røggasser. Der er ikke fundet oplysninger om specifikke indholdsstoffer i røgen. Der vurderes, at fremkomme partikel-forurening på samme niveau som ved fremstillingen af kobber, hvorfor data herfra medtages ved miljø- og sundhedsvurderingen.

- 35-90 g/kg Partikler<sup>1</sup>
- 5-10 g/kg Bly, CAS [7439-92-1]

### 6.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter

Skemaet på næste side viser samtlige stoffer, der enten er medgået til fremstilling af materialet eller dannet ved fremstilling af materialet samt hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter stofferne giver anledning til.

---

<sup>1</sup> US EPA. Air Chief CD-ROM Version 1.0 Beta. November 1991

CAS	Stof	Mængde	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
7440-22-4	sølv	1000															
	bly-malm	2000								SR14							
1317-36-8	blyoxid	103															
7440-50-8	kobber	1															
16961-83-4	flourosilikat-syre	2															
	partikler	63															
7439-92-1	bly	8								SR14							

Mængde stof	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
Incl. eksponeringsscore	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0
Incl. effektscore	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0
Effektkategori, score	0	0	0	0	0	0	0	256	0		0	0	0	0	0
Effektgruppe, score						256				0		0			0





# 7 Materiale m059

## Messing

### 7.1 Standardrecept

Messing er en blanding af grundstofferne kobber og zink. Blandingen består hovedsageligt af kobber, men kan forekomme med et zink-indhold på op til 50%. Ofte fremstilles messing ud fra genbrugs skrot. Urenheder som f.eks. bly og jern kan forekomme, men i mængder under 0,1 ww%<sup>1</sup>, hvorfor disse ikke er medtaget i miljø- og sundhedsvurderingen.

Forholdet mellem kobber og messing er funktionsbestemt og der findes adskillige messinglegeringer. Dog er det mest almindelige blandingsforhold for messing<sup>2</sup>:

- 700 g/kg Kobber, CAS [7440-50-8]
- 300 g/kg Zink, CAS [7440-66-6]

### 7.2 Standardfremstilling

Messing fremstilles ved sammensmeltning af kobber og zink i afmålt forhold. Forud for denne smelteproces har der været den individuelle udvinding af de to grundstoffer - der henvises til beskrivelsen i kobber-afsnittet. Under smelteprocessen kan der, hvis zink er tilsat i mindre end 5%, tilsættes fosfor for at sikre deoxidation ved smelteprocessen<sup>3</sup>.

Messing pladerne overfladebehandles typisk med mineralolie, CAS [8012-95-1] eller andre fede olier på grund af de smørende og smudsafvisende egenskaber. Der er tale om små mængder, forventeligt < 0,1 ww%. For at fjerne mineralolien igen bruges der affedningsmidler. Affedningsmidler som f.eks. mineralsk terpentin, CAS [8052-41-3], antages anvendt. Mængderne varierer, men overstiger ikke 0,1 ww% af materialets vægt. Mineralolie og mineralsk terpentin er, grundet de beskedne mængder der antages anvendt, ikke medtaget i miljø- og sundhedsvurderingen.

Ved smelteprocessen dannes der røggasser. Der er ikke fundet oplysninger om specifikke indholdsstoffer i røgen. Smeltning af zink, oplyses at give anledning til emission af zink, bly og arsen<sup>4</sup>. Zink antages at forekomme som zinkoxid. Dataene for emission ved smeltning af zink anvendes her som retningsgivende for hvilke stoffer der emitterer. Derudover forventes emitteret

---

<sup>1</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A7 p.535

<sup>2</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A7 p.534

<sup>3</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A7 p.534

<sup>4</sup> PBS' "Håndbog i miljørigtig projektering", bind 2, miljødata, p.3.88.

kobberoxid. Der vurderes at fremkomme partikelforening på samme niveau som ved fremstillingen af kobber, hvorfor data herfra medtages ved miljø- og sundhedsvurderingen.

- Zinkoxid, CAS [1314-13-2]
- Bly, CAS [7439-92-1]
- Arsen (CAS-nr. for arsenical flue dust), CAS [8028-73-7]
- Kobberoxid, CAS [1317-39-1]
- 35-90 g/kg Partikler<sup>1</sup>

### 7.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter

Skemaet på næste side viser samtlige stoffer, der enten er medgået til fremstilling af materialet eller dannet ved fremstilling af materialet samt hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter stofferne giver anledning til.

---

<sup>1</sup> US EPA. Air Chief CD-ROM Version 1.0 Beta. November 1991

CAS	Stof	Mængde	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
7440-50-8	kobber	700															
7440-66-6	zink	300															
1314-13-2	zinkoxid									SRI4							
7439-92-1	bly									SRI5		x					
8028-73-7	arsen		x		x							x					
1317-39-1	kobberoxid partikler	63										x					

	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
Mængde stof	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incl. eksponeringsscore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incl. effektscore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Effektkategori, score	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Effektgruppe, score	0														



# 8 Materiale o407

## Smeltelim

Smeltelim består hovedsageligt af bindemidler - primært ethylvinylacetat (EVA) eller epoxy og mættede polyestere. Karakteristika ved smeltelim er, at limen bliver elastisk ved opvarmning og hærder ved nedkøling<sup>1</sup>.

### 8.1 Standardrecept

Smeltelime er udviklet til bestemte funktionsspecifikke formål, bl.a. lim til bogbinding, karton- og kasselukning, kantlimning og limstick til pistol. Et fællestræk for hovedparten af smeltelimene er, at EVA bruges som bindemiddel. Dog er der også smeltelime med andre bindemidler som f.eks. kulbrinte-harpikser med stoffer som styren og phenoler.

Indholdsstoffer i smeltelim afhænger i nogen grad af limens funktion. Nedenstående standardrecept er opstillet på baggrund af recepten på smeltelim til bogbinding. Det er den smeltelim, der bruges i de største mængder<sup>2</sup>. Generelt varierer indholdet i smeltelime ikke radikalt.

Smeltelimens hovedkomponent, bindemidlet EVA-507 er sammensat af PVA, vinylacetat og 2,6-bis(ethylen-imino)-4-amino-s-triazin<sup>3</sup>. Naturharpiksen (Staybelite resiner) består af abietinsyre og dehydroabietinsyre<sup>4</sup>.

- Ca. 270 g/kg Polyvinylacetatchlorid, CAS [34149-92-3]
- Ca. 110 g/kg Vinylacetat, CAS [108-05-4]
- Ca. 20g/kg 2,6-bis(ethylen-imino)-4-amino-s-triazin, CAS [6708-69-6]
- Ca. 125 g/kg Abietinsyre, CAS [514-10-3]
- Ca. 125 g/kg Dehydroabietinsyre, CAS [1740-19-8]

Herudover indeholder smeltelimen:

- Ca. 225 g/kg Pentalyn H (en pentaerythritol-ester, der beskrives som harmløs<sup>5</sup>), CAS [64365-17-9]
- Ca. 125 g/kg Mikrokrystallisk voks, CAS [63231-60-7]

---

<sup>1</sup> Lime til metal, Thernøe, Lerche. Arbejds miljøfonden 1985.

<sup>2</sup> Hot melt lime og arbejdsmiljø. Chr. Libak Pedersen, BST Århus Nord, 1988

<sup>3</sup> EVA's sammensætning er baseret på en antagelse af fordeling mellem polyvinylen og 2,6 bis-4-amino-s-triazine. Vinylacetat udgør 28% (Chr. Libak Pedersen).

<sup>4</sup> Hot melt lime og arbejdsmiljø. Chr. Libak Pedersen, BST Århus Nord, 1988 s.5.

<sup>5</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A23 p. 87.

- Ca. 2,5 g/kg Antioxidant BHT - (tertbutylhydroxytoluen), CAS[128-37-0]

## 8.2 Standardfremstilling

Fremstilling af smeltelim er en blandeproces, hvor indholdsstoffer blandes efter recepter. Det er nicheproduktioner i farve- og lak industrien, der producerer smeltelime og der er ingen danske producenter.

Der er ingen organiske opløsningsmidler forbundet med produktion af hot melt lime.

Ved anvendelse opvarmes limen til ca. 160-180 grader, hvilket giver en mindre frigivelse af stoffer. Opvarmes limen mere, f.eks. til 250 grader, øges emissionerne betydeligt. Kvantificering af miljø- og sundhedsbelastning afhænger således meget af opvarmningstemperatur. I litteraturen beskrives følgende stoffer at være kvalitativt bestemt i emissionen fra smeltelim: BHT, Abietin-syre, ringe mængde vinylacetat og eddike-syre samt phthalater (hvis de er tilsat limen). For de stoffer, der direkte indgår som indholdsstoffer, vil emissionen ikke kvantitativt betyde noget. I forhold til miljø- og sundhedsvurderingen medtages dog de stoffer, der dannes som termiske nedbrydningsprodukter ved brug af limen, således:

- Eddikesyre, CAS [64-19-7]
- Di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP), CAS [117-81-7]

Der afgives generelt ikke aromatiske forbindelser (kræver højere temperaturer), men teoretisk kan disse forekomme på grund af limens indhold af voks.

## 8.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter

Skemaet på næste side viser samtlige stoffer, der enten er medgået til fremstilling af materialet eller dannet ved fremstilling af materialet samt hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter stofferne giver anledning til.

CAS	Stof	Mængde	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
34149-92-3	polyvinyl-acetatchlorid	270															
108-05-4	vinylacetat	110								SRI4							
6708-69-6	2,6-bis(ethylenimino)-4-amino-s-triazin	20															
514-10-3	abietinsyre	125															
1740-19-8	dehydroabietinsyre	125															
64365-17-9	pentalyn H	225															
63231-60-7	mikrokrySTALLINSK voks	125										x					
128-37-0	BTH	2,5															
64-19-7	eddikesyre																
117-81-7	DEHP											x					

Mængde stof	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
Incl. eksponeringscore	0	0	0	0	0	0	0	110	0	3	0	0	0	0	0
Incl. effektscore	0	0	0	0	0	0	0	440	0	10	0	0	0	0	0
Effektkategori, score	0	0	0	0	0	0	0	3520	0	80	0	0	0	0	0
Effektgruppe, score	0	0	0	0	0	3520	3520	80	0	80	0	0	0	0	0
						3520	3520	80	0	80	0	0	0	0	0





# 9 Materiale o409

## Trykfarve, org. opløsningsmidler

Trykfarver baseret på organiske opløsningsmidler indeholder mindre flygtige, flygtige eller letflygtige opløsningsmidler afhængig af trykmetoden.

Trykfarver baseret på flygtige organiske opløsningsmidler anvendes især til dybtryk. Ved off-set anvendes der trykfarver baseret på mindre flygtige opløsningsmidler, typen afhænger bl.a. af trykhastigheder og tørringsevne.

I oxidationstørrende trykfarver til off-set og bogtryk blev der tidlige brugt tørrede olier - primært linolie, men de er efterhånden erstattet af alkyder og andre syntetiske harpikser med "fede" egenskaber.

Trykmetoden definerer i stort omfang, hvilke opløsningsmidler og bindemidler, der bruges. Ved off-set bruges tungt-flygtige organiske opløsningsmidler som mineralolier, der er langsomt tørrende. De flygtige organiske opløsningsmidler bruges i trykfarver til flexografi og serigrافي. Det er bl.a. sprit, propylalkohol og ethylacetat. Ved andre trykmetoder som dybtryk, bruges toluen - i alt bruges der ca. 30 forskellige opløsningsmidler i trykfarver, afhængig af den ønskede funktion.

### 9.1 Standardrecept

Standardrecepten for trykfarve på basis af organiske opløsningsmidler er kvantificeret ud fra en gennemsnitsrecept for arkoff-set trykfarve, som mængdemæssigt er de mest anvendte. Det skal bemærkes at trykfarver, beregnet til f.eks. dybtryk, generelt indeholder en større mængde kunstharpiks og org. opløsningsmiddel end denne standardrecept<sup>1</sup>. Der kan være miljøproblemer forbundet med pigmentfremstillingen<sup>2</sup>

- 120 g/kg Carbon Black, CAS [1333-86-4]
- 70 g/kg Miloriblå, CAS [14038-43-8]
- 20 g/kg Pigment blå, CAS [147-14-8]
- 20 g/kg Pigment rød, CAS [5281-04-9]
- 20 g/kg Pigment gul, CAS [6358-85-6]
- 100 g/kg Phenolharpiks, CAS [9003-35-4]
- 150 g/kg Alkyd resiner, CAS [63148-69-6]

---

<sup>1</sup> Standardrecepten er udviklet på baggrund af notat fra William Hansen, Nordic ink and research institute, "Papir og farver", Erik Silfverberg og egne skøn.

<sup>2</sup> Hansen E., COWI. Personlig oplysning.

- 150 g/kg Mineralolie<sup>1</sup>, CAS [8012-95-1]
- 300 g/kg Linolie<sup>2</sup>, CAS [8001-26-1]
- 50 g/kg Metalnaphtenater<sup>3</sup>

## 9.2 Standardfremstilling

Trykfarver produceres af farve- og lak industrien og fremstillingsprocessen er i princippet en simpel blandeproces. På basis af recepter afvejes indholdsstofferne og sammenblandes i mixere. Derefter aftappes trykfarverne.

Det generelle procesforløb består af følgende faser:

1. Afvejning (recept foreskriver mængde)
2. Dispergering (pigment opløses i perlemølle tilsat opløsningsmiddel)
3. Mixning (øvrige indholdsstoffer tilsættes)
4. Aftapning (på tanke eller anden emballageform)

Rækkefølgen hvorved indholdsstofferne sammenblandes er som følger: Bindemiddel, konserveringsmiddel og pigmenter mixes i blandekar med omrører. Når disse indholdsstoffer er godt blandet, tilsættes opløsningsmidlet gradvist. Pigmenter dispergeres først i dissolver (perlemølle) for at homogenisere pigmentet. "Møllen" fungerer som en lukket centrifuge med perler, der dispergerer indholdet ved høj hastighed.

Der forventes ikke anvendt nogen hjælpestoffer i mængder > 0,1 ww% til fremstilling af materialet.

Produktionsprocessen er typisk halvautomatisk med manuelle operationer ved dosering, intern transport og kvalitetskontrol og ved skift mellem de forskellige procestrin. Ved produktion af større ensartet batch, er produktionen i højere grad fuldautomatisk.

Der formodes ikke at emitteres stoffer ud over de, der forekommer som indholdsstoffer. Det vil sige der forventes ikke dannet yderligere stoffer eller brugt hjælpestoffer under produktionen, der skal medtages ved miljø- og sundhedsvurderingen.

---

<sup>1</sup> Der er tale om en mineralolie med kogepunkt mellem 350 og 400 grader. Foreløbig er alm. mineralolie medtaget.

<sup>2</sup> Linolie i modificeret form er mere typisk, men også funktionsspecifikt. Linolie var det mest udbredte før i tiden.

<sup>3</sup> Kan ikke præciseres nærmere

### 9.3 **Potentielle miljø- og sundhedseffekter**

Skemaet på næste side viser samtlige stoffer, der enten er medgået til fremstilling af materialet eller dannet ved fremstilling af materialet samt hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter stofferne giver anledning til.

CAS	Stof	Mængde	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
1333-86-4	carbon black	120															
14038-43-8	miloriblå	70															
147-14-8	pigment blå	20															
5281-04-9	pigment rød	20															
6358-85-6	pigment gul	20										x					
9003-35-4	phenolharpiks	100															
63148-69-6	alkyd resiner	150															
8012-95-1	mineralolie	150															
8001-26-1	linolie	300															
	metalnaphthenater	50															

Mængde stof	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
Incl. eksponeringsscore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0
Incl. effektscore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0
Effektkategori, score	0	0	0	0	0	0	0	0	0	640	0	0	0	0	0
Effektgruppe, score	0	0	0	0	0	0	0	0	0	640	0	0	0	0	0
						0				640		0			0

# 10 Materiale p350

## Acrylonitril butadien styren (ABS)

### 10.1 Standardrecept

ABS er en termopolymer, opbygget på basis af tre forskellige monomere: acrylnitril, butadien og styren. Opbygningen er heterogen og består af en hård copolymer fase og en blød gummi fase, polybutadien podet med styren og acrylnitril. Den hårde fase indeholder sædvanligvis 15-35ww% acrylnitril. Gummiindholdet varierer fra 5-30ww%<sup>1</sup>. Styren udgør hovedbestanddelen i ABS<sup>2</sup>.

Der udover kan der være tilsat antioxidanter, f.eks phenoler eller thioesters eller fosfitter 0.1-1ww%, smøremidler, f.eks esterer, amider eller metalstea-rater 0,5-2 ww% samt antistatmidler, f.eks kation, anion eller nonioner 0,5-3 ww%<sup>3</sup>. For specielle applikationer kan være tilsat brandhæmmere. Yderligere kan plasten være farvet med farvestoffer, f.eks. baseret på tungmetaller eller chlorholdige, organiske forbindelser<sup>4</sup>. Hovedparten af ABS antages fremstillet uden indhold af antioxidanter, smøremidler, antistatmidler, brandhæmmere og farvestof, hvorfor disse stoffer udelades af standardrecepten.

- 350g/kg Acrylonitril CAS [107-13-1]
- 200g/kg 1,3-Butadien CAS [106-99-0]
- 450g/kg Styren CAS [100-42-5]

### 10.2 Standardfremstilling

Den mest anvendte fremstillingsproces er emulsion polymerisation, hvor butadiengummi mixes med separat fremstillet styrenacrylonitril. Butadienen polymeriseres ved ca. 65°C. Ikke polymeriseret monomere fjernes under vakuum. Butadienpolymeren og styrenacrylonitril monomer blandes ved ca. 60-65°C. Derpå tilsættes additiver, f.eks. farve<sup>5</sup>.

Indholdet af ureageret monomer, kan variere fra 0,05-1,0 ww%<sup>6</sup>. Den normale forarbejdningstemperatur for ABS oplyses til 140-270°C<sup>7</sup>. Ved almin-

---

<sup>1</sup> Teknisk forlag. Plast og gummi ståbi

<sup>2</sup> Arbejdsmiljøfondets forskningsrapport. Plastbase, p23-24

<sup>3</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol. A21, p633-659

<sup>4</sup> Arbejdsmiljøfondets forskningsrapport. Plastbase, p23-24

<sup>5</sup> Ullmann's Encyclopedis of industrial chemistry, vol. A21, p633-659

<sup>6</sup> Arbejdsmiljøfondets forskningsrapport. Plastbase, p23-24

<sup>7</sup> Arbejdsmiljøfondets forskningsrapport. Plastbase, p23

delig forarbejdning af ikke brandhæmmet ABS, antages der ikke at ske dannelse af nye stoffer.

### 10.3 **Potentielle miljø- og sundhedseffekter**

Skemaet på næste side viser samtlige stoffer, der enten er medgået til fremstilling af materialet eller dannet ved fremstilling af materialet samt hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter stofferne giver anledning til.

CAS	Stof	Mængde	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
107-13-1	acrylonitril	350	R23/24/25		R45					SRI5							
106-99-0	1, 3-butadien	200			R45												
100-42-5	styren	450								SRI4							

	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
Mængde stof	350	0	550	0	0	0	0	800	0	0	0	0	0	0	0
Incl. eksponeringsscore	1400	0	2200	0	0	0	0	3200	0	0	0	0	0	0	0
Incl. effektscore	5600	0	17600	0	0	0	0	25600	0	0	0	0	0	0	0
Effektkategori, score	5600					43200									
Effektgruppe, score					48800					0		0			0





# 11 Materiale p352

## Epoxy (EP)

### 11.1 Standardrecept

Hovedparten af kommerciel anvendt epoxy resin fremstilles ud fra epichlorhydrin (glycidyl-baseret resin). Epichlorhydrin kobles med stoffer, der som minimum indeholder to reaktive hydrogen atomer. 75% af verdens produktion af epoxy resin er fremstillet ud fra epichlorhydrin (90ww%) og bisphenol A (10ww%)<sup>1</sup>

Ovenstående mængdeangivelser er gældende for lav molekylær resin, der bl.a. anvendes til støbning af emner, såsom elektrisk isoleringsmateriale i transformere etc.<sup>2</sup>

Epoxy resin kan først anvendes efter det er hærdet med hærdere som f.eks. syreanhydrider, polyamider eller -aminer<sup>3</sup>. Aminer anvendes ofte ved koldhærdning og syrer ved varmhærdning<sup>4</sup>. Typisk anvendes epoxy resin og hærdere i et blandingsforhold på 1:1 eller 1:½, når hærdere er en amin<sup>5,6</sup>. Derudover kan, afhængig af produktet, tilsættes fylder eller armering. Typisk anvendes overfladebehandlet glas, boron, grafit eller aromatiske polyamider, f.eks. kevlar. I de fleste tilfælde hvor epoxy anvendes til strukturelle formål udgør fylderen omkring 60ww%. Fylder er udeladt i standardrecepten.

For epoxy baseret på lav molekylær resin og hærdet med en amin kan standardrecepten beskrives således:

- 450 g/kg Epichlorhydrin, CAS [106-89-8]
- 50 g/kg Bisphenol A, CAS [80-05-7]
- 500 g/kg Diethyltriemin, CAS [111-40-0]

### 11.2 Standardfremstilling

Ovennævnte epoxy resin kan fremstilles ved brug af forskellige katalysatorer, f.eks. natriumhydroxid eller ammoniumsalte. Der vil bestå et restindhold af monomer i den færdige resin. I ovennævnte tilfælde er hærdere en

---

<sup>1</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol. A21, p633-659

<sup>2</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol. A21, p633-659

<sup>3</sup> Miljøprioritering af industriprodukter, miljøprojekt nr. 281, 1995. Bind 6, materiale p352. Miljøstyrelsen

<sup>4</sup> Arbejdsmiljøfondets forskningsrapport. Plastbase, p29-30

<sup>5</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol. A21, p633-659

<sup>6</sup> Thuesen og Funck kemikalier, Helle Nielsen, telefonisk 16.12.96

væske, der reagerer umiddelbart med epoxy resinen ved stuetemperatur. Da der er tale om katalysatorer anses de anvendte mængder at være <0,1ww%, hvorfor disse ikke indgår i den miljø- og sundhedsmæssige vurdering.

Epoxyplast hærder ikke 100% og der vil derfor kunne frigøres rester af monomer og amin ved f.eks. mekanisk bearbejdning af plasten. Nedbrydningsprodukter af epoxy-harapiks dannes først og fremmest ved svejsning og skærebrænding af metal belagt med epoxy, hvor specielt acrolein kan nå grænseværdien<sup>1</sup>. Den miljø- og sundhedsmæssige vurdering medtager ikke nedbrydningsprodukter fremkommet ved så høje temperaturer som svejsning og skærebrænding. Miljø- og sundhedsvurderingen baseres således på, at fremstillingen ikke giver anledning til stoffer forskellige fra indholdsstofferne i epoxy.

### 11.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter

Skemaet på næste side viser samtlige stoffer, der enten er medgået til fremstilling af materialet eller dannet ved fremstilling af materialet samt hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter stofferne giver anledning til.

---

<sup>1</sup> Arbejds miljøfondets forskningsrapport. Plastbase, p29-30

CAS	Stof	Mængde	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
106-89-8	epichlorhydrin	450	R23/24/25		R45			R43		SRI5							
80-05-7	bisphenol A	50						R43									
111-40-0	diethylenetriamin	500						R43									

	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
Mængde stof	450	0	450	0	0	1000	0	450	0	0	0	0	0	0	0
Incl. eksponeringsscore	1800	0	1800	0	0	4000	0	1800	0	0	0	0	0	0	0
Incl. effektscore	7200	0	14400	0	0	32000	0	14400	0	0	0	0	0	0	0
Effektkategori, score	7200					60800									
Effektgruppe, score					68000					0		0			0



# 12 Materiale p355

## Termoplastisk polyester (PET, PBT)

Beskrivelsen dækker først PET (Polyethylenterephthalat) [25038-59-9] og derefter PBT (Polybutylenterephthalat) [24968-12-5].

### 12.1 Standardrecept, PET

PET er en polymer af ethylenglycol og terephthalic syre<sup>1</sup>. Der kan tilsættes pigmenter og forskellige additiver f.eks. stabilisatorer og fyldstoffer. Standardrecepten er baseret på at der anvendes zinksulfid som stabilisator og zinkstearat som fyldstof.

- 390-470 g/kg Ethylenglycol, CAS [107-21-1].
- 510-590 g/kg Terephthalic syre, CAS [100-21-0].
- 15 g/kg Zinksulfid, CAS [1314-98-3].
- 5 g/kg Zinkstearat, CAS [557-05-1].

### 12.2 Standard fremstilling, PET

Den mest anvendte fremstillingsproces i moderne produktion er en direkte esterificering af terephthalic syre med ethylenglycol. Reaktionen foregår under tryk ved høj temperatur (ca. 260<sup>0</sup>C)<sup>2</sup>. Under processen anvendes tungmetalkatalysatorer, f.eks. cobalt opløst i eddike<sup>3</sup>. Overskydende diethylenglycol/tetrahydrofuran destilleres fra, op til 300kg/ton fremstillet PET<sup>4</sup>. Det antages at destillaterne geninvindes og derved kun skal medregnes som stoffer, der gennem diffus udledning kan belaste miljø- og/eller sundhed. Ved miljø- og sundhedsvurderingen antages diffuse udslip af disse stoffer at være max. 3 g/kg fremstillet PET.

Derpå deaktiveres katalysatoren med phosphorestre og polykondensationen startes med en anden katalysator, f.eks. antimon, germaniumoxid, titan eller

---

<sup>1</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A10, p581

<sup>2</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A10, p581

<sup>3</sup> "Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternative materialer, Miljøprojekt nr. 131, 1990" Miljøstyrelsen, p240.

<sup>4</sup> "Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternative materialer, Miljøprojekt nr. 131, 1990" Miljøstyrelsen, p240.

blyforbindelser<sup>1</sup>. Katalysatorerne anvendes i mindre mængder end 0,1ww%<sup>2</sup> og medtages således ikke i miljø- og sundhedsvurderingen.

PET's smeltepunkt er 265<sup>0</sup>C, hvilket er klart under nedbrydningsstemperaturen<sup>3</sup>, hvorfor der ikke antages at emitte nedbrydningsprodukter ved fremstillingen af PET-produkter.

Fremstillingsprocessen giver således anledning til at også diethylenglycol og tetrahydrofuran miljø- og sundhedsvurderes. Fordelingen mellem diethylenglycol og tetrahydrofuran er ikke oplyst. Diethylenglycol har en væsentlig lavere grænseværdi end tetrahydrofuran og anses således for mere potent, konservativt betragtet baseres standardfremstillingen derfor på at afdampningen sker som diethylenglycol.

- 3g/kg Diethylenglycol, CAS [111-46-6]

### 12.3 Standardrecept, PBT

PBT er en polymer af 1,4-butandiol og terephthalic syre. Mængdeforholdet mellem de 2 indholdsstoffer fremgår ikke af den anvendte litteratur. Imidlertid ses det af den kemiske strukturformel at stofferne indgår i forholdet 1:1. Under forbehold af at stofferne kan genfindes 100% i polymeren, vil forholdsregning ud fra molvægtene bevirke en vægtfordeling på 35:65. Foruden grundtyperne af PBT, findes en række brandhæmmede og glasfiberforstærkede typer med et rigt varieret glasindhold. Disse stoffer medtages ikke i standardrecepten, der således består af:

- 350 g/kg 1,4-butandiol, CAS [110-63-4].
- 650 g/kg Terephthalic syre, CAS [100-21-0].

### 12.4 Standardfremstilling, PBT

Produktionen af PBT er tilsvarende PET's, bortset fra de anvendte katalysatorer. Ved fremstilling af PBT anvendes et stof som tetraisopropyl titanat både ved startprocessen og ved polymerisationen. Da katalysatoren skønnes anvendt i mindre mængde end 0,1ww%, inddrages stoffet ikke i den miljø- og sundhedsmæssige vurdering.

PBT krystalliserer spontant, hvorfor formning af PBT-emner kan ske ved en lav temperatur. Formtemperaturen er almindeligvis mellem 30-60<sup>0</sup>C<sup>4</sup>, der antages ikke at opstå nedbrydningsprodukter ved disse temperaturer.

---

<sup>1</sup> "Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternative materialer, Miljøprojekt nr. 131, 1990" Miljøstyrelsen, p240.

<sup>2</sup> "Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternative materialer, Miljøprojekt nr. 131, 1990" Miljøstyrelsen, p240.

<sup>3</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A10, p581

<sup>4</sup> Plast og gummi ståbi. Red. Hastrup K. Teknisk forlag, 1992. p90

## 12.5 **Potentielle miljø- og sundhedseffekter**

Af hensyn til koblingen til den eksisterende database og formålet med at operationalisere beregningerne bliver de to standardrecepter adderet i skemaet på næste side.

Skemaet viser samtlige stoffer, der enten er medgået til fremstilling af de to materialer eller dannet ved fremstilling af materialerne samt hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter stofferne giver anledning til.

CAS	Stof	Mængde	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
107-21-1	ethylenglycol (1)	430															
100-21-1	terephthalic syre	583															
1314-98-3	zinksulfid (1)	15															
557-05-1	zinkstearat (1)	5															
111-46-6	diethylenglycol (1)	3															
110-63-4	1,4-butandiol (2)	350															

	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
Mængde stof	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incl. eksponeringsscore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incl. effektscore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Effektkategori, score	0					0				0	0	0	0	0	0
Effektgruppe, score						0				0	0	0	0	0	0

(1) Indgår kun i PET

(2) Indgår kun i PBT



# 13 Materiale p356

## Polyamid (PA)

### 13.1 Standardrecept

Linære polyamidfibre, der er dannet ud fra alifatiske monomerer kan deles i 2 grupper. De der er fremstillet ud fra aminocarboxylsyrer og de fremstillet ud fra diamindicarboxylsyrer. Nylon 6, der tilhører gruppen fremstillet ud fra aminocarboxylsyrer, udgør ca. halvdelen af den kommercielle produktion<sup>1</sup>. Nedenstående standardrecept dækker nylon 6 (CAS 25038-54-4).

Nylon 6 fremstilles ud fra caprolactam og små mængder vand (vand er ikke medtaget i standardrecepten).

- 1.100 g/kg Caprolactam, CAS [105-60-2].

### 13.2 Standardfremstilling

Nylon 6 fremstilles ved en hydrolisering af ringforbindelsen ved 260-270<sup>0</sup>C, hvorved de linære polymerkæder dannes. Overskydende caprolactam og større ringforbindelser (i alt 10-11ww%) fjernes inden fiberproduktion. Granulat fremstilles ved at ekstrudere polymeren, lade den størkne, granulere og vaske gentagne gange med kogende vand og sluttelig vakuum tørre granulatet<sup>2</sup>. Polyamiderne er for det meste opalhvide eller svagt gullig materialer. De amorfe typer er dog transparente. Udsættes polyamid i en længere periode for UV-lys vil de nedbrydes. Til udendørs brug må materialet derfor beskyttes. Den foretrukne stabiliseringsform for produkter, der udsættes for langvarig påvirkning af sollys er indfarvning med carbon black (kønrøg)<sup>3</sup>. Polyamider er svært antændelige materialer. Imidlertid kan der til visse formål være tilsat brandhæmmere. Miljø- og sundhedsvurderingen er baseret på at plasten ikke er farvet eller brandhæmmet.

### 13.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter

Skemaet på næste side viser samtlige stoffer, der enten er medgået til fremstilling af materialet eller dannet ved fremstilling af materialet samt hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter stofferne giver anledning til.

---

<sup>1</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A10, p572

<sup>2</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A10, p572

<sup>3</sup> Plast og gummi ståbi, Red. Hastrup K. Teknisk Forlag 1992. pp45-46

CAS	Stof	Mængde	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
105-60-2	caprolactam	1100															

	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
Mængde stof	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incl. eksponeringscore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incl. effektscore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Effektkategori, score	0					0				0	0	0	0	0	0
Effektgruppe, score						0				0	0	0	0	0	0

# 14 Materiale p359

## Polyethylen (PE)

### 14.1 Standardrecept

Polyethylen kan, afhængig af massefylden, opdeles i LDPE (low density) og HDPE (high density). I de senere år har flere og flere specialtyper fået selvstændig betydning, f.eks. LLDPE (linear low density) og UHMWPE (ultra high molecular weight polyethylene)<sup>1</sup>. LDPE produceres i størst mængde<sup>2</sup> og udgør grundlaget for standardrecepten. LDPE fremstilles ved additionspolymerisering af ethylen under højtryk og ved brug af en peroxid initiator<sup>3</sup>. Indholdet af peroxid antages at være mindre end 0,1ww%, hvorfor stoffet ikke indgår i miljø- og sundhedsvurderingen.

De vigtigste additiver er UV- og varme stabilisatorer, antioxidanter, brandhæmmere, anti "blok"-midler, slip- og antislipmidler, pigmenter, opskumningsmidler og fyldstoffer. Stabilisatorer og antioxidanter anvendes typisk i koncentrationer mellem 0,03ww%-0,015ww%. I standardrecepten regnes der med at indholdet er <0,1ww%. Det samlede indhold af brandhæmmere kan være op til 40ww% ligesom indholdet af fyldstoffer kan nå op på 40ww%<sup>4</sup>. Standardrecepten baseres på en PE uden brandhæmmere og fyldstof, hvilket antages at være tilfældet for hovedparten af de emner, der er produceret af LDPE. Omkring halvdelen af emnerne fremstillet af LDPE antages at være indfarvet. Det hyppigst anvendte pigment er titandioxid (hvid), der tilsættes som en masterbatch i koncentrationer på 1-4ww%, indeholdende ca. 70% pigment<sup>5</sup>.

- 972 g/kg Ethylen, CAS [74-85-1]
- 28 g/kg Titandioxid, CAS [13463-67-7]

### 14.2 Standardfremstilling

LDPE fremstilles ved homogen højtrykspolymerisation med en peroxid initiator. Processen giver et lavt indhold af oligomere (størrelsesorden promiller), bestående af en kompliceret blanding af alkener og alkener/cykloalkaner<sup>6</sup>. Fremstillingsprocessen vurderes ikke at give anledning til dannelse af stoffer i koncentrationer > 0,1ww%.

---

<sup>1</sup> Plast og gummi ståbi. Red. Hastrup K. Teknisk Forlag 1992. p60

<sup>2</sup> European Commission. Panorama of EU Industry, p17-8

<sup>3</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A10, p46

<sup>4</sup> Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternative materialer, miljøprojekt nr. 131, 1990. Miljøstyrelsen. pp.168-171

<sup>5</sup> Personlig oplysning, P-industri, H. Petersen, 28-01-1997.

<sup>6</sup> Dansk Kemi. Termisk nedbrydning af plast. Nr. 11 1987, pp 343-346

Produktionen af LDPE emner, foregår normalt ved forarbejdningstemperaturer på 120-240<sup>0</sup>C. Nedbrydning, pyrolyse af polymeren, vil normalt ikke kunne forekomme inden for disse temperaturer. En målelig pyrolyse begynder først ved temperaturer over 350<sup>0</sup>C<sup>1</sup>. Under almindelig forarbejdning antages der således ikke at dannes nedbrydningsprodukter fra polymeren.

### 14.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter

Skemaet på næste side viser samtlige stoffer, der enten er medgået til fremstilling af materialet eller dannet ved fremstilling af materialet samt hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter stofferne giver anledning til.

---

<sup>1</sup> Dansk Kemi. Termisk nedbrydning af plast. Nr. 11 1987, pp 343-346

CAS	Stof	Mængde	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
74-85-1	ethylen	972												1			6
13463-67-7	titandioxid	28															

	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
Mængde stof	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	972	0	0	972
Incl. eksponeringsscore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	972	0	0	972
Incl. effektscore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	972	0	0	5832
Effektkategori, score	0					0					0	972	0	0	5832
Effektgruppe, score						0				0		972			5832



# 15 Materiale p361

## Polypropylen (PP)

### 15.1 Standardrecept

Polypropylen fremstilles ud fra gas- eller væskeformig propen og hydrogen. Hydrogen anvendes i mængder på 0,05-1 vol% for at kontrollere molekylemassefordelingen<sup>1</sup>. Indholdet af hydrogen er dermed under 0,1 ww% og medtages derved ikke i nedenstående standardrecept. Polymerisationen foregår ved tilsætning af en katalysator. 3.generations katalysatorersystemer er baseret på magnesiumchlorid, og et titaniumchlorid triethylaluminiumkompleks<sup>2</sup>. 3. generations katalysatorer skønnes, ud fra foreliggende oplysninger, tilsat i mængder på ca. 1g katalysator per 20-30 kg polymer<sup>3</sup>, hvilket medfører at katalysatoren ikke medtages i standardrecepten (<0,1 ww%). Umiddelbart efter polymeriseringen tilsættes additiver og polymeren ekstruderes til et granulat.

PP oxideres let, hvorfor antioxidant er nødvendige additiver i alle kommercielle kvaliteter<sup>4</sup>. Typisk anvendes stoffer som organisk phosphit, f.eks. diphenylpentaerythritol diphosphite ("Dipentite") og phenolderivater, f.eks. 2,6-Di-tert-Butyl-p-Cresol (BHT) i mængder på 0,05-0,2 ww%<sup>5</sup>. I standardrecepten forudsættes hver af stofgrupperne at indgå i mængder på 0,1 ww%.

Derudover kan, afhængig af hvad plasten skal anvendes til, være tilsat brandhæmmere, fyldstoffer, pigmenter, anti"blok"midler, slip- og antislipmidler og opskunningsmidler. Det samlede indhold af brandhæmmere kan være op til 40ww% ligesom indholdet af fyldstoffer kan nå op på 40ww%<sup>6</sup>. Standardrecepten baseres på en PP uden fyldstof og brandhæmmere, hvilket antages at være tilfældet for hovedparten af de emner, der er produceret af PP. Omkring halvdelen af emnerne fremstillet af PP antages at være indfarvet. Det hyppigst anvendte pigment antages at være titandioxid (hvid), der tilsættes som en masterbatch i koncentrationer på 1-4ww% indeholdende ca. 70% pigment.

- 970 g/kg Propylen, CAS [115-07-1]
- 1 g/kg diphenylpentaerythritol diphosphite ("Dipentite"), CAS [144-35-4]
- 1 g/kg 2,6-Di-tert-Butyl-p-Cresol (BHT), CAS [128-37-0]

---

<sup>1</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A21, p521

<sup>2</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A21, pp520-521

<sup>3</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A21, p521

<sup>4</sup> Plast og gummi ståbi. Red. Hastrup K. Teknisk Forlag, 1992, p72

<sup>5</sup> Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternative materialer, miljøprojekt nr. 131, 1990. Miljøstyrelsen, pp.168-171

<sup>6</sup> Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternative materialer, miljøprojekt nr. 131, 1990. Miljøstyrelsen. pp.168-171

- 28 g/kg Titandioxid, CAS [13463-67-7]

## 15.2 Standardfremstilling

Polypropylen fremstilles ved additionspolymerisation af gasarten propylen<sup>1</sup>. Industrien benytter sig af to metoder, der er forskellige med hensyn til fjernelse af reaktionsvarmen. For den metode der anvendes af Unipol-Shell er der tale om en konstant fødnings med katalysator, hydrogen og propylen. Overskudsvarme fjernes i forbindelse med recirkuleringen af gas. Reaktionsbetingelserne er en temperatur < 88°C og et tryk på < 4Mpa. Restmonomer fjernes afslutningsvis.<sup>2</sup> Der er ikke fundet oplysninger på hvor store mængder restmonomer, der fjernes. Ved den beskrevne fremstillingsproces genereres der ikke yderligere stoffer, der skal medtages i den miljø- og sundhedsmæssige vurdering.

Forarbejdningen af polypropylen kan ske ved temperaturer op til 310°C<sup>3</sup>. Den anbefalede forarbejdningstemperatur er imidlertid nede på 100-120°C for at undgå ændringer i plaststrukturen (kortvarig temperaturforhøjelser til 140°C kan tolereres)<sup>4</sup>. Ved forarbejdning indenfor de anbefalede temperaturer, vurderes der ikke at være risiko for termooxidation. Nedbrydningsprodukter fra termooxidationsforsøg (220-280°C) er primært formaldehyd, acetaldehyd, eddikesyre, acetone og alfamethylacolein<sup>5</sup>. Ved miljø- og sundhedsvurderingen forudsættes forarbejdningen at foregå indenfor det anbefalede temperaturområde, hvorfor der ikke medregnes nedbrydningsprodukter.

## 15.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter

Skemaet på næste side viser samtlige stoffer, der enten er medgået til fremstilling af materialet eller dannet ved fremstilling af materialet samt hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter stofferne giver anledning til.

---

<sup>1</sup> Plast og gummi ståbi. Red. Hastrup, K. Teknisk Forlag 1992. p72.

<sup>2</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A21, pp526-528

<sup>3</sup> Arbejdsmiljøfondets forskningsrapport. Plastbase, p71

<sup>4</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A21, p536

<sup>5</sup> Arbejdsmiljøfondets forskningsrapport. Plastbase, p71



CAS	Stof	Mængde	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
115-07-1	propylen	970												0,6			3
144-35-4	diphenyl-penta-erythritol-diphosphite	1															
128-37-0	BHT	1										x					
13463-67-7	titandioxid	28															

Mængde stof	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
Incl. eksponeringsscore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	970	0	0	970
Incl. effektscore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	970	0	0	970
Effektkategori, score	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	582	0	0	2910
Effektgruppe, score	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	582	0	0	2910
						0				32		582			2910



# 16 Materiale p362

## Polystyren (PS)

### 16.1 Standardrecept

Polystyren fremstilles ved additionspolymerisation af styren. Styrenen er tilsat en inhibitor, f.eks. 4-tert-butylcatechol, så polymerisation under transport og ved opbevaring undgås. Inhibitoren fjernes enten ved adsorption til aluminium eller ved en destillation<sup>1</sup>. Der er ikke fundet data for hvor store mængder inhibitor, der tilsættes.

Da polystyren nedbrydes af UV-lys vil der som oftest være tilsat UV-stabilisatorer, f.eks benzotriazoler. Mængdemæssigt tilsættes ca. 0,25 %. Derudover kan der være tilsat andre additiver, såsom antioxidant , (f.eks alkylerede phenoler og/eller organiske phosphitthioestre i mængder på ca. 1ww%), blødgører (f.eks mineralolie i mængder under 4ww%), fyldstoffer (f.eks glasfiber i mængder op til ca. 30ww%), flammehæmmere, (f.eks hydreret aluminiumoxid, antimonoxid samt alkyl- og arylphosphater), antistatmidler, (oftest etoxylerede fede aminer<sup>2</sup>) og pigmenter.<sup>3</sup> Der er ikke fundet data om pigment tilsætning. Pigmenttilsætningen antages at være som pigment tilsætningen i polyethylen, hvilket vil sige at det hyppigst anvendte pigment er titandioxid (hvid), der tilsættes som en masterbatch i koncentrationer på 1-4ww%, indeholdende ca. 70% pigment. Hovedparten af polystyren antages fremstillet uden fyldstoffer<sup>4</sup> og flammehæmmere (omkring 10% af alt plast, specielt PVC, ABS, polystyren, umættet polyester, polypropylen, polyethylen og polyurethan, indeholder flammehæmmere<sup>5</sup>). Antistatmidler antages anvendt i mængder under 0,1ww% per kg polystyren. Disse stoffer indgår derfor ikke i standardrecepten.

- 1.533 g/kg Styren, CAS [100-42-5]
- 4-tert-butylcatechol, CAS [98-29-3]
- 2,5 g/kg 2-(2-hydroxy-5-methylphenyl)benzotriazol, CAS [2440-22-4]
- 10 g/kg 1,3,5-trimethyl-2,4,6-tris(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxybenzyl)benzen, CAS [1709-70-2]
- 40 g/kg mineralolie, CAS [8012-95-1]
- 28 g/kg titandioxid, CAS [13463-67-7]

---

<sup>1</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A21, pp.617-618

<sup>2</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A20, p.502

<sup>3</sup> Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternative materialer, miljøprojekt nr. 131, 1990. Miljøstyrelsen. pp.203-204

<sup>4</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A20,p.496

<sup>5</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A20, p.491

## 16.2 Standard fremstilling

Den hyppigst anvendte fremstillingsproces er en bulk proces hvor polymerisationen foregår kontinuerlig i en enkelt reaktor ("Continuous-stirred tank reaktor", CSTR). Råvarerne (styren, smørremiddel (mineralolie) og små mængder recirkuleret polystyren, antioxidant og andre additiver), pumpes kontinuerligt til en reaktionsbeholder, hvor polymeriseringen foregår under varmeudvikling. Restmonomer og polymerer med lav molekylvægt kondenseres, oprenses ved destillation og recirkuleres. De ikke kondenserede dampe emitteres. Non-methan-VOC emissionen er i størrelsesordenen 0,21-3,34 g VOC/kg polystyren.<sup>1</sup> Den kontinuerlige proces giver et ringere polymerisations udbytte end batchvise processer. I størrelsesordenen vil 60% af styrenen blive polymeriseret ved den kontinuerlige proces<sup>2</sup>. I forhold til standardrecepten, medfører fremstillingsprocessen mulighed for emission af oligomere, her sammenfattet som non-methan VOC'ere.

- 3g/kg non-methan VOC'ere

Den færdige polymer kan forarbejdes på de fleste gængse måder som sprøjtstøbning, ekstrudering, termoformning og blæsestøbning. Omkring halvdelen forarbejdes ved sprøjtstøbning, hvor forarbejdningstemperaturen er 200-280°C<sup>3</sup>. Ved forarbejdning af polystyren kan lave koncentrationer af styren påvises, ved korrekt forarbejdning giver polystyren kun anledning til få arbejdsmiljøgener. Vigtigste nedbrydningsprodukt er monomeren styren. I forhold til de mængder styren der indgår i standardrecepten vurderes forarbejdningen ikke at give et væsentlig kvantitativt bidrag. Forarbejdningen vurderes således ikke at bidrage med særskilte stoffer til miljø- og sundhedsvurderingen.

## 16.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter

Skemaet på næste side viser samtlige stoffer, der enten er medgået til fremstilling af materialet eller dannet ved fremstilling af materialet samt hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter stofferne giver anledning til.

---

<sup>1</sup> Compilation of air pollutant emission factors, 5th. edition, AP-42, pp.6.6.3-1-6.6.3-8 <http://134.67.104.12/E-DRIVE/CHIEF/AP42PDF/C06S6-03>

<sup>2</sup> Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternative materialer, Miljøprojekt nr. 131, 1990. p.198. Miljøstyrelsen.

<sup>3</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A21, p623

CAS	Stof	Mængde	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
100-42-5 98-29-3	styren 4-tertbuthyl-catechol	1533								SRI4							
2440-22-4	2(2-hydroxy-5-methylphenyl)- benzotriazol-benzen	2,5															
1709-70-2	1,3,5-trimethyl-2,4,6-tris(3,5- di-tert-butyl-4-hydroxybenzyl)- benzen	10															
8012-95-1	mineralolie	40															
13463-67-7	titandioxid	28															
	NM-VOC	3												2,3			3

Effektpotentialet for NM-VOC er estimeret ud fra UMIP "Baggrund for miljøvurdering af produkter" p. 235.

Mængde stof	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
Mængde stof	0	0	0	0	0	0	0	1533	0	0	0	3	0	0	3
Incl. eksponeringsscore	0	0	0	0	0	0	0	6132	0	0	0	3	0	0	3
Incl. effektscore	0	0	0	0	0	0	0	49056	0	0	0	7	0	0	9
Effektkategori, score	0					49056				0	0	7	0	0	9
Effektgruppe, score					49056					0		7			9



# 17 Materiale p365

## Polyvinylchlorid, blød (PVC)

### 17.1 Standardrecept

PVC fremstilles ud fra vinylchlorid. Polymeriseringen igangsættes af en initiator (f.eks. peroxid), der tilsættes i mængder  $< 0,1\text{ww}\%$ . Derudover tilsættes der et suspenderingsmiddel (f.eks. magnesiumsilikat) i mængder op til  $0,5\text{ww}\%$ <sup>1</sup>. Polymeriseringen stoppes ved en 85% polymeriseringsgrad ved at bortventilere ikke-reageret monomer samt eventuelt tilsætte en kæde terminator<sup>2</sup>.

Ved compoundingen blandes rå-PVC med en række additiver, såsom blødgørere, varmestabilisatorer, smøremidler, pigment, fyldstof, brandhæmmere og antistatmidler. Når der ses bort fra blødgørere, udgør de resterende additiver i alt  $< 10\text{ww}\%$ <sup>3</sup>.

Som blødgørere anvendes oftest phthalsyreestere, afhængig af hvilke produkter, der skal produceres kan der være tilsat op til  $60\text{ww}\%$  blødgørere<sup>4</sup>. Almindeligvis er indholdet mellem  $20\text{-}60\text{ww}\%$  og i standardrecepten regnes med et indhold på  $30\text{ww}\%$ , hvilket stort set svarer til gennemsnitskoncentrationen, når indholdet relateres til forbruget i de forskellige produktgrupper. Omkring halvdelen af forbruget af phthalater udgøres af di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)<sup>5</sup>.

PVC har ringe varmebestandighed, og vil altid være tilsat varmestabiliserende additiver<sup>6</sup>. Varme- og UV stabilisatorerne i blødgjort PVC udgøres f.eks. af barium- calcium- og zinkstabilisatorer i mængder på omkring  $1,5\text{ww}\%$ <sup>7</sup>.

Smøremidler tilsættes i mængder på ca.  $0,5\text{ww}\%$  i blødgjort PVC. Valget af smøremiddel afhænger af typen af stabilisator, flydende typer såsom mineralolie (paraffinolie) anvendes ofte<sup>8</sup>.

Farvepigmenterne kan være både organiske og uorganiske, f.eks. titandioxid, carbon black, cobalt- og jernoxider<sup>9</sup>. Standardrecepten er baseret på det mest

---

<sup>1</sup> Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternative materialer, miljøprojekt nr. 131, 1990. Miljøstyrelsen. p.60

<sup>2</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A21, p.724.

<sup>3</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A21, pp.719-720.

<sup>4</sup> Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternative materialer, miljøprojekt nr. 131, 1990. Miljøstyrelsen. p.75

<sup>5</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A20, p.740

<sup>6</sup> Plast og gummi ståbi. Red. Hastrup K. Teknisk Forlag, 1992. p.86.

<sup>7</sup> Jönsson Å. LCA of flooring materials i PBS' "Håndbog for miljørigtig projektering", bind 2, miljødata, p.3.128.

<sup>8</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A20, p 482

<sup>9</sup> Jönsson Å. LCA of flooring materials i PBS' "Håndbog for miljørigtig projektering", bind 2, miljødata, p.3.128

anvendte uorganiske farvepigment, titandioxid. Koncentrationen af pigment er ca. 2,5 ww%<sup>1</sup>

Fyldstoffer kan være tilsat, dels for at skabe styrke eller øge varmelednings-  
evnen, men også for at billiggøre produktet. Typiske fyldstoffer er f.eks.  
kridt, zinkoxid, træmel, kønrøg, stenmel og talkum, tilsat i mængder op til  
50ww% (indenfor byggeriet dog ikke højere end 5ww%)<sup>2</sup>. Standardrecepten  
er baseret på at der ikke er tilsat fyldstoffer.

Brandhæmmere kan afhængig af hvilke type produkt PVC'en skal anvendes  
til være tilsat betydelige mængder brandhæmmere, f.eks. til byggeartikler,  
hvor der tilsættes op til 20ww% brandhæmmere. I standardrecepten er der  
ikke tilsat brandhæmmere (hovedparten af blødgjort PVC vil ikke være tilsat  
brandhæmmer, idet det fordyrer plasten og forringer plastens egenskaber i  
øvrigt). Hovedparten af PVC byggematerialer er dog tilsat brandhæmmer.  
Oftest tilsættes brandhæmmeren under fremstillingsprocessen som en ma-  
sterbatch, der indeholder 50-80ww% brandhæmmer. Op til halvdelen af  
blødgøren kan i disse tilfælde erstattes med brandhæmmere som chlorerede  
paraffiner.<sup>3 4</sup>

- 760g/kg Vinylchlorid, CAS [75-01-4]
- 5 g/kg Magnesiumsilikat, CAS [1343-90-4]
- 300g/kg Di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP), CAS [117-81-7]
- 15 g/kg Bis(isooctyloxycarbonylmethylthio)dioctyl tin, CAS [26401-97-8]  
(tinstabilisator).
- 5 g/kg Mineralolie, CAS [8012-95-1]
- 25 g/kg, Titandioxid, CAS [13463-67-7]

## 17.2 Standardfremstilling

Den mest anvendte polymeriseringsproces er en suspensionspolymerisering,  
hvor vinylchloridmonomeren suspenderes i vand, og polymeriseringen fore-  
går ved en temperatur på 45-75<sup>0</sup>C ved tilsætning af en initiator. Ikke polyme-  
riseret monomer fjernes ved stripning, og resinnet tørres ved en centrifuge-  
ring. Vanddampen fra stripningsanlægget og centrifugatet vil indeholde vi-  
nylchlorid, koncentrationen af monomer er under 1ppm<sup>5</sup>. Spildevand fra pro-  
cesserne vil ligeledes indeholde opløst vinylchlorid, hjælpestof og detergent.  
Der er ikke fundet data for disse mængder, men i relation til de mængder,  
der indgår som råvarer, vurderes tabet ikke at være kvantitativt betydende.

---

<sup>1</sup>Jönsson Å. LCA of flooring materials i PBS' "Håndbog for miljørigtig projektering", bind 2,  
miljødata, p.3.128

<sup>2</sup>Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternative materialer, miljøprojekt nr. 131, 1990. Mi-  
ljøstyrelsen. p.78

<sup>3</sup>Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A20, p.484

<sup>4</sup>Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A20, p.491

<sup>5</sup>Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A21, p.721



Der anvendes en lang række forskellige metoder til forarbejdning af PVC, såsom sprøjttestøbning, ekstrudering, folieblæsning, kalandrering, presning, coating og sammenføjning (limning, svejsning). De processer hvor emnet fremstilles kontinuerligt (f.eks. ekstrudering), forventes at give større luftforurening end f.eks. sprøjttestøbning<sup>1</sup>. Nedbrydningen af polymer PVC ved normale forarbejdningstemperaturer medfører kun dannelse af små mængder af flygtige forbindelser, herunder monomer. Især blødgørere kan imidlertid optræde som en respirabel aerosol, der kan indeholde aldehyder, ketoner, anhydrider o.a.<sup>2</sup>. Ved varmesvejsning af PVC-emballage kan optræde hydrogenchlorid, benzen, toluen, carbonmonoxid, benzylchlorid, 2-ethyl-1-hexen og acrolein<sup>3</sup>. De dannede forbindelser formodes under normal forarbejdning hver især at være i koncentrationer <0,1 ww%, hvorfor fremstillingsprocessen ikke giver anledning til miljø- og sundhedsvurdering af yderligere stoffer.

### 17.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter

Skemaet på næste side viser samtlige stoffer, der enten er medgået til fremstilling af materialet eller dannet ved fremstilling af materialet samt hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter stofferne giver anledning til.

---

<sup>1</sup> Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternative materialer, miljøprojekt nr. 131, 1990. Miljøstyrelsen. p.102.

<sup>2</sup> Arbejds miljøfondets forskningsrapport. Plastbase, p.88.

<sup>3</sup> Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternative materialer, miljøprojekt nr. 131, 1990. Miljøstyrelsen. p.101

CAS	Stof	Mængde	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
75-01-4	vinylchlorid	760			R45					SRI5							
1343-90-4	magnesiumsilikat	5															
117-81-7	DEHP	300										x					
26401-97-8	tinstabilisator	15															
8012-95-1	mineralolie	5															
13463-67-7	titandioxid	25															

	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
Mængde stof	0	0	760	0	0	0	0	760	0	300	0	0	0	0	0
Incl. eksponeringsscore	0	0	3040	0	0	0	0	3040	0	1200	0	0	0	0	0
Incl. effektscore	0	0	24320	0	0	0	0	24320	0	9600	0	0	0	0	0
Effektkategori, score	0					48640				9600	0	0	0	0	0
Effektgruppe, score						48640				9600		0			0





# 18 Materiale p366

## Polyvinylchlorid, hård (PVC)

### 18.1 Standardrecept

PVC fremstilles ud fra vinylchlorid. Polymeriseringen igangsættes af en initiator (f.eks. peroxid), der tilsættes i mængder  $< 0,1\text{ww}\%$ . Derudover tilsættes der et suspenderingsmiddel (f.eks. magnesiumsilikat) i mængder op til  $0,5\text{ww}\%$ <sup>1</sup>. Polymeriseringen af hård PVC stoppes ved en  $90\text{ww}\%$  polymeriseringsgrad ved at bortventilere ikke-reageret monomer samt eventuelt tilsætte en kæde terminator<sup>2</sup>.

Ved compoundingen blandes rå-PVC med en række additiver, såsom varmemestabilisatorer, smøremidler, pigment, fyldstof, antistatmidler og proceshjelpestoffer.

PVC har ringe varmebestandighed, og vil altid være tilsat varmemestabiliserende additiver<sup>3</sup>. Oftest foretrækkes blandinger eller faste varme- og UV stabilisatorerne i hård PVC, hyppigst calcium/zinkforbindelser, tinforbindelser eller blyforbindelser. Blyforbindelserne vil toksisk være mest potente, hvorfor standardrecepten baseres på, at der tilsættes  $3\text{ww}\%$  blystearat<sup>4</sup>.

Smøremidler tilsættes i mængder på ca.  $1-4\text{ww}\%$  i hård PVC. Valget af smøremiddel afhænger af typen af stabilisator, stearinsyre anvendes ofte sammen med blystabilisatorer<sup>5</sup>.

Farvepigment kan være både organisk og uorganisk. Standardrecepten er baseret på det mest anvendte uorganiske farvepigment, titandioxid. Pigmentet antages tilsat i mængder tilsvarende anvendelsen i PE.

Fyldstoffer kan være tilsat, dels for at skabe styrke eller øge varmeledningsevnen, men også for at billiggøre produktet. Typiske fyldstoffer i hård PVC er (coated) calcium carbonat, tilsat i mængder på  $10-20\text{ww}\%$ ,<sup>6</sup>.

- 852 g/kg Vinylchlorid, CAS [75-01-4]
- 5 g/kg Magnesiumsilikat, CAS [1343-90-4]
- 30 g/kg Blystearat, CAS [1072-35-1].

---

<sup>1</sup> Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternative materialer, miljøprojekt nr.131, 1990. Miljøstyreslen, p.60

<sup>2</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A21, p.724.

<sup>3</sup> Plast og gummi ståbi. Red. Hastrup K. Teknisk Forlag, 1992 p.86.

<sup>4</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A20, p 479.

<sup>5</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A20, p 482

<sup>6</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A20, p.496.

- 20g/kg Stearinsyre, CAS [57-11-4]
- 28 g/kg, Titandioxid, CAS [13463-67-7]
- 150 g/kg Calcium monocarbonat, CAS [471-34-1]

## 18.2 Standardfremstilling

Den mest anvendte polymeriseringsproces er en suspensionspolymerisering, hvor vinylchloridmonomeren suspenderes i vand, og polymeriseringen foregår ved en temperatur på 45-75<sup>0</sup>C ved tilsætning af en initiator. Ikke polymeriseret monomer fjernes ved stripping, og resinnet tørres ved en centrifugering. Vanddampen fra stripningsanlægget og centrifugatet vil indeholde vinylchlorid, koncentrationen af monomer er under 1ppm<sup>1</sup>. Spildevand fra processerne vil ligeledes indeholde opløst vinylchlorid, hjælpestof og detergent. Der er ikke fundet data for disse mængder, men i relation til de mængder, der indgår som råvarer, vurderes tabet ikke at være kvantitativt betydende.

Der anvendes en lang række forskellige metoder til forarbejdning af PVC, såsom sprøjtetøbning, ekstrudering, kalandrering, termoformning, hullegemestøbning og blæsetøbning. De processer hvor emnet fremstilles kontinuerligt (f.eks. ekstrudering), forventes at give den største luftforurening<sup>2</sup>. Nedbrydningen af polymer PVC ved normale forarbejdningstemperaturer medfører kun dannelse af små mængder af flygtige forbindelser, herunder monomer. De dannede forbindelser formodes under normal forarbejdning hver især at være i koncentrationer <0,1ww% og medtages derfor ikke ved en miljø- og sundhedsvurdering.

For at forbedre PVC's smelteforhold ved forarbejdning af hård PVC tilsættes f.eks. 1-5ww% styrenacylonitril-copolymer.

- 2 g/kg Styrenacylonitril-copolymer, CAS [9003-54-7].

Udover ovenstående proceshjælpemiddel, vurderes der ikke at være yderligere stoffer, der skal miljø- og sundhedsvurderes.

## 18.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter

Skemaet på næste side viser samtlige stoffer, der enten er medgået til fremstilling af materialet eller dannet ved fremstilling af materialet samt hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter stofferne giver anledning til.

<sup>1</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A21, p.721

<sup>2</sup> Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternative materialer, miljøprojekt nr. 131, 1990. Miljøstyrelsen, p.102.

CAS	Stof	Mængde	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
75-01-4	vinylchlorid	852			R45					SRI5							
1343-90-4	magnesiumsilikat	5															
1072-35-1	blystearat	30			x		x			SRI4	x	x					
57-11-4	stearinsyre	20															
13463-67-7	titandioxid	28															
471-34-1	calciummonocarbonylat	150															
9003-54-7	styrenacrylonitril copolymer	2															

Mængde stof	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
Mængde stof	0	0	882	0	30	0	0	882	30	30	0	0	0	0	0
Incl. eksponeringsscore	0	0	3528	0	120	0	0	3528	120	120	0	0	0	0	0
Incl. effektscore	0	0	28224	0	960	0	0	28224	960	960	0	0	0	0	0
Effektkategori, score	0					58368				960	0	0	0	0	0
Effektgruppe, score						58368				960		0			0









# 19 Materiale s160

## Stentøj/ildfaste varer

Keramik er defineret som en gruppe af uorganiske, ikke metalliske forbindelser, der fremstilles og kan anvendes ved høje temperaturer. Betegnelsen keramik dækker over en lang række af materialer med forskellige egenskaber, hvoraf stentøj er en af dem. Stentøj fremstilles ofte ud fra ildfast ler, der har et højt indhold af kaolinite<sup>1</sup>.

### 19.1 Standardrecept

Råmaterialerne, der indgår til fremstillingen er ler, kaolin, kvarts, feldspat, wollastonit, kridt og dolomit<sup>2</sup>.

- Kaolin består hovedsagelig af aluminiumoxid og aluminiumsilikat med formelen  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . CAS [1318-74-7] er for kaolinit
- Kvarts (siliciumoxid  $\text{SiO}_2$ ), CAS [7631-86-9]
- Feldspat er alkaliske aluminiumsilikat mineraler med CAS [68476-25-5]
- Wollastonit er et calciumsilikat, CAS [13983-17-0]
- Kridt (kalk), CAS [471-34-1]
- Dolomit, består af ca. 540-580 g/kg  $\text{CaCO}_3$  og ca. 400-440 g/kg  $\text{MgCO}_3$ . CAS [16389-88-1]

Idet materialet “stentøj/ildfaste varer” anvendes til forskellige formål er det ikke muligt at angive den relative sammensætning nøjagtigt. Nedenstående sammensætning er vurderet som en gennemsnitlig sammensætning for normalt anvendt stentøj.<sup>3</sup>

- 280 g/kg Kaolinit CAS [1318-74-7]
- 700 g/kg Kvarts CAS [7631-86-9]
- 10 g/kg Kridt CAS [471-34-1]
- 10 g/kg Dolomit CAS [16389-88-1]

---

<sup>1</sup> Compilation of air pollutant emission factors, 5th. edition, AP-42, <http://134.67.104.12/EDRIVE/CHIEF/AP42PDF/C11S25.PDF>

<sup>2</sup> Hansen E. “Miljøprioritering af industriprodukter” Miljøprojekt nr. 281, Bilag 6 “Materialedata”, Miljøstyrelsen, København. 1995.

<sup>3</sup> Ullmann’s Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A7 pp.442

## 19.2 Standardfremstilling

Råmaterialerne til fremstilling af stentøj brydes ofte i åbne brud eller miner. Råmaterialerne undergår herefter en mekanisk behandling, hvorved urenheder fjernes og materialer opnår en mere ensartet struktur og partikelstørrelse. I visse tilfælde foretages en udglødning under smeltetemperaturen af materialet, hvorved uønskede gasser og vandindhold fordamper. De indgående materialer blandes til den ønskede blanding og produktet formes, tørres og glasseres inden produktet brændes.

I forbindelse med brændingen af stentøj dannes<sup>1</sup>:

- Cristoballit (udfra kvarts), CAS [14464-46-1]

Cristoballit kan ved efterfølgende behandling, f.eks. slibning give anledning til støvproblemer. Mængden af dannet cristoballit er ikke kvantificeret.

## 19.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter

Skemaet på næste side viser samtlige stoffer, der enten er medgået til fremstilling af materialet eller dannet ved fremstilling af materialet samt hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter stofferne giver anledning til.

---

<sup>1</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A28 p.246

CAS	Stof	Mængde	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
1318-74-7	kaolinit	280															
471-34-1	kridt/kalk	10															
16389-88-1	dolomit	10															
14464-46-1	crystalballit																
7631-86-9	kvarts	700															

	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
Mængde stof	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incl. eksponeringscore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incl. effektscore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Effektkategori, score	0					0									
Effektgruppe, score						0						0			0



# 20 Materiale u305

## Nitrilgummi (NBR)

### 20.1 Standardrecept

Nitrilgummi er en copolymer af butadien og acrylnitril<sup>1</sup>. Indholdsstofferne findes i nitrilgummi med følgende andele<sup>2</sup>:

- 380 g/kg acrylnitril, CAS [107-13-1]
- 620 g/kg butadien, CAS [106-99-0]

### 20.2 Standardfremstilling

Nitrilgummi er en syntetisk gummi af samme type som f.eks. SBR, styren butadien gummi. Fremstillingsmetoden er principielt ens for de to forskellige typer gummi og i det efterfølgende vil der i enkelte tilfælde blive anvendt data for fremstilling af SBR gummi.

Fremstillingen er baseret på en kemisk mekanisme, der kaldes radikalpolymerisation. Fremstillingen foregår ved opløsning af råvarerne i en procesblanding og udfældning af gummiet efter at reaktionen er foregået.

NBR gummi fremstilles ud fra monomererne acrylnitril og butadien. Acrylnitril og butadien emulgeres i vand ved hjælp af en eller flere emulgatorer i blandingsforholdet 38ww% acrylnitril og 62ww% butadien og polymeriseringen startes af en initiator.

Emulgatorerne er overfladeaktive stoffer f.eks. alkalisalte af arylalkylsulfon syre, "rosin acids" (harpiks syre), langkædede mættede eller umættede fedtsyrer (C<sub>12</sub>-C<sub>18</sub>), alkylsulfon syre, alkyl sulfater. I standardfremstillingen er der taget udgangspunkt i at stearinsyre anvendes som emulgator.

Initiatorer er typisk redox systemer f.eks. organiske peroxider, hydroperoxider eller persulfater. I praksis anvendes ofte peroxydisulfat (CAS nr. 7775-27-1). Derudover tilsættes en mercaptan f.eks. dodecylmercaptan (CAS nr. 25103-58-6). Mercaptanen virker både som donor af fri radikaler og som

---

<sup>1</sup>Hansen E. "Miljøprioritering af industriprodukter" Miljøprojekt nr. 281. Miljøstyrelsen 1995. Bilag 6 "Materialedata" materiale u305

<sup>2</sup>Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol 23 pp259

regulator af polymerlængden<sup>1</sup>. Organiske peroxider er en gruppe af ofte meget giftige stoffer<sup>2</sup>.

Polymeriseringen stoppes med en stopreaktant, der reagerer hurtigt med radikaler og oxidatorer. Stopreaktanten er ofte hydroquinon (CAS nr. 123-31-9).

Efter at have stoppet polymeriseringen fjernes de resterende monomerer og en stabilisator (antioxidant) tilsættes gummet, f.eks. diphenylamin (CAS nr. 122-39-4).

Det stabiliserede gummi fældes derefter ved tilsætning af f.eks. NaCl, CaCl<sub>2</sub> eller Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>). I standardrecepten er taget udgangspunkt i at aluminiumsulfat anvendes til fældning.

Hjælpestoffer til fældningen er ofte polysaccharider, polyaminer eller methyl cellulose.

Herefter vaskes gummet, tørres og pakkes. Gummet er nu klar til vulkaniseringen. Vulkanisering af gummi er en proces hvor gummiets kemiske struktur ændres, f.eks. ved cross-linking. Vulkaniseringen medfører at gummet bevarer sine elastiske egenskaber i et større temperaturinterval.

Vulkanisering af NBR-gummi foretages med en kombination af svovl, organiske acceleratorer og aktivatorer<sup>3</sup>.

Nedenfor er anført de hjælpestoffer der anvendes til fremstilling og vulkanisering af NBR gummi:

- Natrium dithionit, CAS [7775-14-6]
- Jernoxid, CAS [1332-37-2]
- Stearin syre (emulgator), CAS [57-11-4]
- Peroxydisulfat, CAS [7775-27-1]
- Dodecylmercaptan, CAS [25103-58-6]
- Hydroquinon, CAS [123-31-9]
- Diphenylamin, CAS [122-39-4]
- Aluminiumsulfat, CAS [10043-01-3]
- Methyl cellulose, CAS [9004-67-5]

---

<sup>1</sup> Christiansen K et. al. "Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternativer" Miljøprojekt nr.131, pp 337. 1990, Miljøstyrelsen.

<sup>2</sup> Lewis R. J. "SAX's Dangerous Properties of Industrial Materials. Eighth Edition, p.2708. 1992. VNR.

<sup>3</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A23 p 371. Mængderne til vulkanisering er i litteraturen opgivet i phr (parts per hundred rubber) men er her anvendt som var der tale om vægt procent.



- 15 g/kg svovl, CAS [7704-34-9]
- 50 g/kg zinkoxid, CAS [1314-13-2]
- 15 g/kg MBTS, CAS [120-78-5]

Bortset fra indholds/hjælpstoffer anvendt til vulkanisering, har det ikke været muligt at kvantificere hjælpestofferne.

### 20.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter

Skemaet på næste side viser samtlige stoffer, der enten er medgået til fremstilling af materialet eller dannet ved fremstilling af materialet samt hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter stofferne giver anledning til.

CAS	Stof	Mængde	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
107-13-1	acrylonitril	380	R23/24/25		R45												
106-99-0	butadien	620			R45												
7775-14-6	natriumthionit																
1332-37-2	jernoxid																
57-11-4	stearinsyre	10															
7775-27-1	peroxydisulfat											x					
25103-58-6	dodecylmercaptan																
123-31-9	hydroquinon																
122-39-4	diphenylamin		R23/24/25								R33	R50/53					
10043-01-3	aluminiumsulfat																
9004-67-5	methylcellulose																
7704-34-9	svovl	15															
1314-13-2	zinkoxid	50															
120-78-5	MBTS	15															

Mængde stof	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
Mængde stof	380	0	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incl. eksponeringsscore	1520	0	4000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incl. effektscore	6080	0	32000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Effektkategori, score	6080					32000									
Effektgruppe, score					38080					0		0			0

# 21 Materiale v200

## Blødt træ, råforarbejdet

### 21.1 Standardrecept

Materialet blødt træ fremkommer ved skovning af fyr- og grantræ.

Hovedbestanddelene i træ er<sup>1</sup>:

410-430 g/kg Cellulose, CAS [9004-34-6]

270-280 g/kg Lignin, CAS [9005-53-2]

250-300 g/kg Hemicellulose, CAS [99025-56-3]

### 21.2 Standardfremstilling

Materialet fremstilles ved skovning af træ efterfulgt af opskæring til givne dimensioner. Ud over træets hovedbestanddele indeholder træ en række andre organiske og uorganiske stoffer. Koglebærende træ indeholder hovedsagelig terpener<sup>2,3</sup>. De væsentligste terpener fra fyr og gran er:

$\alpha$ -pinen, CAS [80-56-8]

$\beta$ -pinen, CAS [127-91-3]

3-careen, CAS [498-15-7]

Indholdet af terpener i træ er meget afhængigt af bl.a. årstiden og geografisk hvor træet er fældet. Den gennemsnitlige afdampning af terpener til omgivelserne er således vanskelig at bestemme entydigt, men generelt er afdampningen under 0,1 ww% for selv de mest afgassende træsorter<sup>4</sup>. Terperne medtages derfor ikke ved miljø- og sundhedsvurderingen.

### 21.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter

Skemaet på næste side viser samtlige stoffer, der enten er medgået til fremstilling af materialet eller dannet ved fremstilling af materialet samt hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter stofferne giver anledning til.

---

<sup>1</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A28 pp 314

<sup>2</sup> Thomassen T. "Træ og træmaterialer" Dansk Teknologisk Institut Forlaget, 1977.

<sup>3</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A28 pp 315

<sup>4</sup> Pers. com. Anne Lise Larsen, DTI Træteknik, 4/4-1997.

CAS	Stof	Mængde	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
9004-34-6	cellulose	420															
9005-53-2	lignin	275															
9025-56-3	hemicellulose	275															

	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
Mængde stof	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incl. eksponeringsscore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incl. effektscore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Effektkategori, score	0					0				0	0	0	0	0	0
Effektgruppe, score						0				0	0	0	0	0	0

# 22 Materiale v207

## Cellulosefibre

### 22.1 Standardrecept

Cellulose er kemisk set et polysaccharid. Den vigtigste kilde til cellulose er træ og langt størsteparten af cellulosen anvendes til fremstilling af papir og pap<sup>1</sup>.

- 1.000 g/kg Cellulosefibre, CAS [9004-34-6]

### 22.2 Standardfremstilling

Cellulose fremstilles primært udfra træ, men kan principielt fremstilles udfra mange forskellige naturlige fibre f.eks. halm/strå, hamp, sisal, bomuld o.lign.

Fremstilling af cellulosefibre kaldes også pulpfremstilling og kan opfattes som første trin i papirfremstillingen.

Pulpfremstilling er således omdannelse af træ til cellulose. Pulp kan fremstilles ved forskellige metoder: kemisk, halv-kemisk og mekanisk. Nedenfor gennemgås fremstilling af mekanisk og kemisk pulp. De potentielle miljø- og sundhedseffekter beskrives for henholdsvis cellulose fremstillet af mekanisk pulp og af kemiske pulp.

#### **Mekanisk pulp**

Mekanisk pulp fremstilles ved at findele træet ved hjælp af mekanisk energi, således at fibre frigøres. En væsentlig proces i forbindelse med mekanisk pulpfremstilling er termomekanisk pulp, TMP.

TMP fremstilles ved fugte og opvarme træstykkerne inden de føres ind i refineren, hvor træstykkerne findeles. Refineren indeholder en eller flere modsat kørende skiver hvorimellem træstykkerne findeles til pulp. Pulpen bliver efterfølgende bleget. Blegning af mekanisk pulp foregår i Norden udelukkende med hydrogenperoxid<sup>2</sup>. Forbruget af brintoverilte varierer alt efter kravene til pulpens farve/klarhed men ligger typisk mellem 0,4-4 ww% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (50%)<sup>3</sup>. Efter blegning af pulpen tørres den til et tørstofindhold på ca. 90%, hvorefter den pakkes og sendes videre, hovedsageligt til papirproduktion. Fremstillingen af mekanisk pulp forventes således alene at give anledning til supplerende miljø- og sundhedsvurdering af hydrogenperoxid.

---

<sup>1</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A5 pp391

<sup>2</sup> Pers. com. Marie Berglund, MoDo, Sverige, tlf. 004666075000, 21/3-97.

<sup>3</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A18 pp 602

- max 40 g/kg Hydrogenperoxid, CAS [7722-84-1]

### Kemisk pulp

Pulpproduktion kan foregå ved forskellige processer hvor træflis koges med forskellige kemikalier. Den altdominerende proces i Norden kaldes kraft- eller sulfatpulpprocessen<sup>1</sup>. Kraftpulpprocessen udgør tillige 80% af pulpproduktionen baseret på nye fibre på verdensplan<sup>2</sup>. I forbindelse med selve pulpprocessen koges træflis med følgende "aktive" pulpingkemikalier: NaOH og Na<sub>2</sub>S. Derudover findes i små mængder Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> og Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> som følge af alkalitilsætning og sidereaktioner. Træflis koges ved 165-175° C i 1-2 timer afhængig af træsort. Ved kogningen af flisen dannes methylmercaptan (CH<sub>3</sub>SH) der kan omdannes til dimethylsulfid (CH<sub>3</sub>SCH<sub>3</sub>) eller dimethyldisulfid (CH<sub>3</sub>SSCH<sub>3</sub>).

Efter kogningen består pulpen af ca. 45-55ww% opløst træ, cellulosefibre stadig i flisform og kemikalier ca. 200-500 kg/ton pulp afhængig af processtype og graden af ligninbrydning. Kemikaliemængden angiver ikke direkte kemikalieforbruget til pulpprocessen, idet der senere sker en genindvinding af kemikalier. Efter pulpprocessen vaskes pulpen. Først vaskes ubrugte kemikalier af pulpen og derefter vaskes den "sorte væske", (bl.a. organiske opløsningsmidler og lettere alkoholer). I praksis udføres disse to vaske næsten samtidigt og det er nødvendigt at adskille dem idet den sorte væske kan anvendes som brændsel til opvarmning af kogekarret. Herefter screenes pulpen og rester af bark og f.eks. knaster fjernes. I forbindelse med afbrænding af den sorte væske sker en række kemiske reaktioner og der dannes blandt andet natriumcarbonat, der ved reaktion med læsket kalk giver natriumhydroxid, der igen kan anvendes i pulpprocessen.

Idet lignin ikke opløses fuldstændigt ved pulpprocessen er der nødvendigt at blege pulpen. Rest indholdet af ikke opløst lignin udgør ca. 2-5%. Blegprocessen er delt i to, dels en forblegning hvor restlignin elimineres og en efterblegning, der øger pulpens klarhed. En almindelig anvendt blegproces i Norden involverer NaOH, O<sub>2</sub> og ClO<sub>2</sub> og er opdelt i fem trin<sup>3</sup>. Forbruget af ClO<sub>2</sub> er ca. 3,5g/g rest lignin<sup>4</sup>. Ved blegningen dannes der AOX'ere, der kan udgøre et spildevandsproblem. AOX'erne kan bestå af chlorerede phenolholdige forbindelser, der kan være stærkt toksiske og kan akkumuleres i fedtvæv<sup>5</sup>. Nyere danske undersøgelser peger imidlertid på at substitutionen af Cl<sub>2</sub> med ClO<sub>2</sub> og ikke-klorholdig blegning, omtrent har elimineret produktionen af dioxin. Dette betyder at giftigheden af spildevandet ikke længere skyldes indholdet af AOX'ere, men i højere grad skyldes phenoler, herunder polychlorerede phenoler<sup>6</sup>. Koncentrationerne af AOX'ere, skønnes at være under 0,1 ww%.

---

<sup>1</sup> Pers. com. 7/1-1997 Lennarth Svensson, Assi Domän, Sverige tlf. 004611245300.

<sup>2</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A18 pp556

<sup>3</sup> Pers. com. 9-1-1997 Tom Larsén, Assi Domän, Sverige tlf. 004611245300.

<sup>4</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A18 pp384-385

<sup>5</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A18 p593.

<sup>6</sup> E. Hansen, COWI, personlig oplysning (referer til undersøgelser udført af J.Folke og Novo Nordisk)

Sluttelig vaskes og screenes pulpen inden den tørres og pakkes. Pulpen forlader produktionsstedet med et tørstofindhold på typisk 90%<sup>1</sup>.

Ses samlet på fremstillingen af kemisk pulp indgår nedenstående hjælpestoffer. Mængden er skønnet (forbruget af ClO<sub>2</sub> er dog beregnet på baggrund af de givne oplysninger):

- min. 10 g/kg natriumhydroxid, CAS [1310-73-2]
- min. 10 g/kg natriumsulfid, CAS [1313-82-2]
- min. 10 g/kg oxygen, CAS [7782-44-7]
- 70-175 g/kg Klordioxid, CAS [10049-04-4]

Herudover dannes og emitteres forskellige stoffer blandt andet som følge af sidereaktioner. Under kogningen af pulp dannes:

- Methylmercaptan (CH<sub>3</sub>SH), CAS [74-93-1]
- Dimethylsulfid (CH<sub>3</sub>SCH<sub>3</sub>), CAS [75-18-3]
- Dimethyldisulfid (CH<sub>3</sub>SSCH<sub>3</sub>), CAS [624-92-0]

Disse forbindelser og en række andre er at finde i den såkaldte "sorte væske", der udvaskes af pulpen efter kogning. Væsken indeholder opløste fibre samt en række organiske forbindelser som træ indeholder. Den sorte væske opkoncentreres og anvendes senere som brændsel og består af følgende kemikalier:

- 5 g/kg pulp Methanol, CAS [67-56-1]
- 100-200 g/kg Pulp acetater
- 350-400 g/kg Pulp nedbrudte kulhydrater, f.eks. lactone, sukkersyre etc.
- 80-100 g/kg Pulp terpentin
- 20-100 g/kg Pulp tall olie, CAS [8002-26-4]
- 400-600 g/kg Pulp alkalisk lignin

Det antages, at den opkoncentrerede sorte væske recirkuleres. Stoffer fra koncentratet medtages derfor ikke i miljø- og sundhedsvurderingen.

Derudover findes der en række alifatiske svovlforbindelser, f.eks. methylmercaptan, dimethylsulfid, dimethyldisulfid i mængder mindre end 0,1ww% (1 kg/t pulp). Disse medtages derfor ikke ved miljø- og sundhedsvurderingen.

---

<sup>1</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A18 pp 575.

### 22.3 **Potentielle miljø- og sundhedseffekter**

Skemaet på næste side viser samtlige stoffer, der enten er medgået til fremstilling af materialet eller dannet ved fremstilling af materialet samt hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter stofferne giver anledning til.



CAS	Stof	Mængde	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
9004-34-6	cellulose	1000															
7722-84-1	hydrogenperoxid	40															
1310-73-2	natriumhydroxid	10															
1313-82-2	natriumsulfid	10															
7782-44-7	oxygen	10															
10049-04-4	klordioxid	125															
74-93-1	methylmercaptan																
75-18-3	dimethylsulfid																
624-92-0	dimethyldisulfid																

	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
Mængde stof	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incl. eksponeringscore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incl. effektscore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Effektkategori, score	0					0				0	0	0	0	0	0
Effektgruppe, score						0				0	0	0	0	0	0



# 23 Materiale v210

## Papir

### 23.1 Standardrecept

Papir fremstilles ud fra cellulosemasse. Fremstilling af cellulosemasse (pulp) er beskrevet under materiale v207 Cellulosefibre.

Papir anvendt til ugeblade, tryksager, reklamer og lignende er baseret på både kemisk og mekanisk fremstillet pulp. Det er imidlertid ikke muligt at angive en overordnet fordeling mellem de forskellige pulptyper i papir anvendt til fremstilling af brochurer og tryksager<sup>1,2</sup>. Det antages derfor, at papir anvendt til ugeblade, tryksager, reklamer og lignende er baseret på 50% kemisk pulp og 50% mekanisk pulp.

Papir består udelukkende af cellulosefibre, fyldstof og stivelse. Typiske fyldstoffer er kridt og kaolin (CAS-nr. fra Ullmann):

- 700-850 g/kg Cellulosefibre, CAS [9004-34-6]
- 100 g/kg Kridt, CAS [471-34-1]
- 100 g/kg Kaolin, CAS [1332-58-7] (gruppe) CAS [1318-74-7] (kaolinit)
- 88 g/kg Stivelse, CAS [9005-25-8]

### 23.2 Standardfremstilling

Papirfremstilling kan overordnet opdeles i to forskellige rækker af procestrin. Først en forbehandling/klargøring af pulpen, dernæst selve formningen af papiret.

Forbehandling af pulpen indebærer bl.a. oprensning, opslemning og findeling af fibre i pulpen, tilsætning af hjælpestoffer<sup>3</sup>. De fleste af processerne i forbehandlingen foregår mekanisk og indebærer ikke forbrug af kemikalier.

De tilsatte hjælpestoffer er dels produktspecifikke dvs. tilsat for at opnå specifikke egenskaber af papiret og dels processpecifikke dvs. for at imødekomme krav fra det anvendte produktionsudstyr.

De produktspecifikke hjælpestoffer er typisk kridt, kaolin og stivelse. Disse stoffer har alle betydning for papirets egenskaber, herunder styrke, glans og

---

<sup>1</sup> Pers. com. Marie Berglund, MoDo, Sverige, tlf. 004666075000, 21/3-97.

<sup>2</sup> Pers. com. Birger Nilsson, Stora, tlf. 33120700, 21/3-97.

<sup>3</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A18 pp 617

opacitet. Mængderne anvendt i ovenstående standardrecept er skønnet<sup>1</sup>. Stivelse er tilsat bl.a. som limstof med det formål at gøre papirets overflade bestandigt og trykbart, således at tryksværten ikke flyder ud over papiret. Som lim kan f.eks. anvendes stivelse. Mængden udgør ca. 88 g/kg papir<sup>2</sup>.

De processpecifikke hjælpestoffer er f.eks. retentionsmidler, skumdræbere, biocider og afvandingsmiddel. Generelt anvendes disse stoffer i begrænsede mængder<sup>3</sup>. Data fra danske papirfabrikker, der fremstiller mange forskellige papirkvaliteter, angiver et organisk kemikalieforbrug på gennemsnitlig 5,4 g/kg papir og et gennemsnitligt forbrug af uorganisk kemikalier på 12,5 g/kg papir<sup>4</sup>.

Der er ikke fundet oplysninger om hvilke specifikke uorganiske kemikalier der er tale om. De organiske processpecifikke kemikalier/hjælpestoffer beskrives nedenfor:

Retentionsmidler anvendes til at tilbageholde de fine fibre i papiret ved afvandingen. Som retentionsmiddel anvendes ofte polyethylenimin. Retentionsmidler fungerer tillige som afvandingsmiddel, idet midlet, ved at binde de fine fibre, forhindrer at hullerne i fibernettet i papiret forstoppes. Retentionsmidler skønnes anvendt i mængder på max. 5 g/kg.

Skumdræbere forhindrer skumdannelse i forbindelse med afvandingen. Skumdræbere er ofte natriumsalte af fedtsyrer, iblandet højere alkoholer og fosfatester. Der er ikke fundet oplysninger om hvilke konkrete stoffer, der anvendes. Skumdræbere skønnes anvendt i mængder på max. 5 g/kg.

Biocid anvendes for at forhindre slimdannelse i procesvandet. Biociderne er karakteriseret som pesticider. Biociderne skønnes anvendt i mængder under 0,1 g/kg fremstillet papir, hvorfor de udelades ved miljø- og sundhedsvurdering.

Formningen af papiret foregår ved at den færdige pulp afsættes på et kørende bånd med vakuum under (viren), hvorved vandet i pulpen suges væk og efterlader papiret på båndet. Vandindholdet er på dette tidspunkt stadig højt og papiret føres derfor gennem adskillige opvarmede valser og tørres inden det færdige produkt opsamles på store ruller.

De processpecifikke hjælpestoffer giver således anledning til miljø- og sundhedsvurdering af:

- 12,5 g/kg uorganiske kemikalier
- Max 5 g/kg Polyethylenimin, CAS [9002-98-6]

---

<sup>1</sup> Miljøprioritering af industriprodukter, miljøprojekt nr. 281, 1995. Hansen E. Bilag 6 materiale v210, anonym kilde.

<sup>2</sup> Folke J., Mogensen U. "Produktion og miljøforhold i papirindustrien". Miljøprojekt nr. 257, 1994, p.75. Miljøstyrelsen. De anvendte tal er gennemsnit fra Dalum og Silkeborg Papirfabrikker.

<sup>3</sup> Pers. com. Thomas Drivsholm, COWI, 8/4-1997.

<sup>4</sup> Folke J., Mogensen U. "Produktion og miljøforhold i papirindustrien". Miljøprojekt nr. 257, 1994, p.75. Miljøstyrelsen. De anvendte tal er gennemsnit fra Dalum og Silkeborg Papirfabrikker.

- Max 5 g/kg Skumdræber, f.eks silikoneolie<sup>1</sup>

### 23.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter

Skemaet på næste side viser samtlige stoffer, der enten er medgået til fremstilling af materialet eller dannet ved fremstilling af materialet samt hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter stofferne giver anledning til.

---

<sup>1</sup> Personlig oplysning, produktregisteret Orlof A., 09.07.1997



CAS	Stof	Mængde	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
9004-34-6	cellulosefibre	775															
471-34-1	kridt	100															
1332-58-7	kaolinit	100															
9005-25-8	stivelse	88															
	uorg. kemikalier	13															
9002-98-6	polyethylen-imim	5															
	siliconeolie,																
	skumhæmmer	5															

	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
Mængde stof	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incl. eksponeringsscore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incl. effektscore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Effektkategori, score	0					0				0	0	0	0	0	0
Effektgruppe, score						0				0	0	0	0	0	0





# 24 Materiale v213

## Bomuld

### 24.1 Standardrecept

Ved materialet bomuld forstås bomuldstråd og -garn samt vævet og strikket bomuldstekstil.

Bomuld er frøhårene fra bomuldsplanter, som primært dyrkes i troperne. Bomuld består næsten udelukkende af cellulose<sup>1</sup>.

- 1.000 g/kg Cellulose, CAS [9004-34-6]

### 24.2 Standardfremstilling

Bomuld dyrkes hovedsageligt i tropisk og subtropisk klima og indebærer i lighed med andet landbrug forbrug af kunstgødning og bekæmpelsesmidler. Forbruget af kunstgødning udgøres udelukkende af NPK-gødning og bekæmpelsen af skadedyr og svampeangreb medfører brug af pesticider.

Af pesticiderne, der anvendes til bomulden udgør insekticiderne langt hovedparten. Insekticidforbruget er på verdensplan opgjort til gennemsnitlig 2,6 kg aktivt stof/ha<sup>2</sup>. Et gennemsnitligt bomuldsudbytte på 560 kg/ha giver et insekticidforbrug på 4,6 g/kg bomuld<sup>3</sup>. De væsentligste insekticider er organochloriner, organofosfater, pyrethroider og carbamater. Fordelingen af insekticiderne er følgende:

- 0,4 g/kg Organochloriner
- 2,1 g/kg Organofosfater
- 1,8 g/kg Pyrethroider
- 0,3 g/kg Carbamater

Fordelingen er et gennemsnit beregnet på baggrund af indberetninger fra 18 lande omkring anvendelsen af insekticider indenfor de nævnte typer<sup>4</sup>. Dog mangler f.eks. USA's insekticidforbrug i datamaterialet, men det har ikke været muligt at opnå bedre datagrundlag.

---

<sup>1</sup> Hansen E. "Miljøprioritering af industriprodukter" Miljøprojekt 281, 1995. Miljøstyrelsen.

<sup>2</sup> <http://www.icac.org/icac/cottoninfo/research/agrochem/pest95.html>. "ICAC - Agrochemicals Used on Cotton, October 1995" Complete Agrochemicals Report pp 8.

<sup>3</sup> Aflæst værdi ud fra <http://www.icac.org/icac/cottoninfo/trends/graphics/bull4.GIF>.

<sup>4</sup> <http://www.icac.org/icac/cottoninfo/research/agrochem/pest95.html>. "ICAC - Agrochemicals Used on Cotton, October 1995" Complete Agrochemicals Report pp 8.

Udover bekæmpelse af skadedyr forbruges også herbicider. Herbicider udgør efter insekticiderne den næststørste gruppe af pesticider, der anvendes til bomuldsproduktion. De mest anvendte herbicider er kemiske baseret på følgende stoffer<sup>1</sup>:

- Diuron, CAS [330-54-1]
- Trifluralin, CAS [1582-09-8]
- DSMA/MSMA
- Methyl carbamat
- Fluometuron, CAS [2164-17-2]
- Pendimethalin, CAS [40487-42-1]
- Fluazifop

Det har ikke været muligt at finde de anvendte mængder for disse kemikalier, men den totale markedsværdi af herbiciderne er ca. 29% af markedsværdien for insekticider. Hvis prisen på kemikalierne er ens, kan herbicidforbruget beregnes til ca. 1,3 g/kg bomuld. Miljø- og sundhedsvurderingen er baseret på at der anvendes trifluralin som herbicid.

- Trifluralin, CAS [1582-09-8]

Det har ikke været muligt at klarlægge forbruget af vækstregulatorer.

Høstning af bomuld foregår i lande med lave lønomkostninger primært ved håndkraft, men i lande med relative høje lønomkostninger anvendes ofte mekanisk høstning. Den mekaniske høstning kræver dog, at bomuldsbuskene bliver afløvet inden høstningen af bomuld kan finde sted. Afløvningen indebærer forbrug af kemikalier.

Afløvningsmidlerne er typisk stoffer af følgende type<sup>2</sup>:

- Meta-arsensyre, CAS[10102-53-1]
- Orto-arsensyre, CAS[7778-39-4]
- Paraquat (1-1dimethyl-4,4-bipyridium bis methylsulfate), CAS [2074-50-2]
- Natriumklorat, CAS [7775-09-9]
- 2,4-dichlorphenoxyacetic syre (2,4-D), CAS [94-75-7]

Det har ikke været muligt at finde data for anvendt mængde af disse stoffer.

---

<sup>1</sup> Hansen J., Holme I. "Eco-label criteria for textile products, Phase 2: life cycle inventory for textile products: bed linen and t-shirts" Intern arbejdsrapport, Miljøstyrelsen, 1993.

<sup>2</sup> Hansen J., Holme I. "Eco-label criteria for textile products, Phase 2: life cycle inventory for textile products: bed linen and t-shirts" Intern arbejdsrapport, Miljøstyrelsen, 1993.

Efter høst af bomuld skal frøhårene adskilles fra selve frøene. Denne proces kaldes også egrenering. Processen er udelukkende mekaniske og indebærer ikke forbrug af kemikalier<sup>1</sup>.

Ved fremstilling af bomuldstråd og -garn samt vævet og strikket bomuldstekstil indgår forskellige kemiske hjælpestoffer, herunder blegemidler.

Bomulden kartes og spindes til bomuldstråd. For at gøre tråden mere fleksibel tilsættes olie ved spindingen. Der anvendes 5% mineralolie som spindolie. I strikkeprocessen tilsættes nåolie for at hindre slid på tråden og for at styrke tråden. Der tilsættes 0,3% paraffinolie.

- 50 g/kg mineralolie CAS [8012-95-1]
- 3 g/kg paraffinolie CAS [8012-95-1]

Efterfølgende behandles bomuldstekstil overordnet i nedenstående procestrin:

1. Forbehandling (vask, blegning m.v.)
2. Farvning eller trykning (kan udelades)
3. Efterbehandling

Kemikalieforbruget til behandling af bomuldstekstil, der anvendes til T-shirts, er opgjort til følgende<sup>2</sup>:

- 5 g/kg Dispergeringsmiddel
- 1 g/kg Stabilisator
- 10 g/kg Vand glas [1344-09-8]
- 10 g/kg Detergenter
- EDTA, CAS [60-00-4]
- Optisk hvidt

Herunder både anioniske, kationiske, amfotere og nonioniske forbindelser. Desuden brug af kompleksbindere, f.eks. EDTA og optisk hvidt.

- 40 g/kg Hydrogenperoxid, CAS [7722-84-1]
- 60 g/kg Natriumhydroxid, CAS [1310-73-2]
- 21 g/kg Eddikesyre 80%, CAS [64-19-7]

---

<sup>1</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A5 pp396.

<sup>2</sup> Hansen J., Holme I. "Eco-label criteria for textile products, Phase 2: life cycle inventory for textile products: bed linen and t-shirts" Bilag 3 pp. 161. Intern arbejdsrapport, Miljøstyrelsen, 1993.

- 20 g/kg Farvestof (i tilfælde af farvet tekstil)
- 100 g/kg Blødgører, CAS [107-64-2]

Blødgørerne er kationiske, hovedsagelig kvartære ammonium forbindelser, f.eks. dioctadecyldimethyl kvartær ammonium klorid, CAS [107-64-2]

Det har ikke været muligt at fastsætte en fordeling mellem farvet og ufarvet bomuldstekstil. Det har heller ikke været muligt at finde frem til dominerende typer eller grupper af farvestoffer. Miljø- og sundhedsvurderingen er baseret på ikke farvet tekstil.

I forbindelse med den afsluttende efterbehandling anvendes ofte antitrølmidler. Det har ikke været muligt at kvantificere disse, men det er ofte stoffer baseret på og indeholdende fri formaldehyd. Et anvendt stof er dimethylol-dehydroxy-ethylen urea (DMDHEU), CAS [1854-26-8].

### 24.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter

Skemaet på næste side viser samtlige stoffer, der enten er medgået til fremstilling af materialet eller dannet ved fremstilling af materialet samt hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter stofferne giver anledning til.

CAS	Stof	Mængde	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
	organochloriner	0,4															
	organofosfater	2,1															
	pyrethroider	1,8															
	carbarnater	0,3															
1582-09-8	trifluralin	1,3						R43				x					
10102-53-1	metaarsensyre		x		x							x					
7778-39-4	ortoarsensyre		x		x							x					
2074-50-2	paraquat 1,1-dimethyl-4,4-bipyridiumbismethylsulfat																
7775-09-9	natriumklorat																
94-75-7	2,4-dichlor-phenoxycetic syre																
	dispersionsmiddel	5															
	stabilisator	1															
1344-09-8	vandglas	10															
	detergenter	10															
60-00-4	edta																
	optisk hvidt																
7722-84-1	hydrogenperoxid	40															
1310-73-2	natriumhydroxid	60															
64-19-7	eddikesyre	21															
107-64-2	dioctadecyldimethyl kvartær ammoniumklorid	100															
8012-95-1	mineralolie	50															
8012-95-1	paraffinolie	3															
1854-26-8	dimethyloledehydroxyethylen urea (DMDHEU)																
9004-34-6	cellulose	1000															

Mængde stof	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
Incl. eksponeringscore	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Incl. effektscore	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Effektkategori, score	0	0	0	0	0	42	0	0	0	42	0	0	0	0	0
Effektgruppe, score	42														
	42														
	0														



# 25 Materiale x600

## Støbejern, konst.stål (lavtlegeret)

### 25.1 Standardrecept

Indholdsstofferne i genbrugsstøbejern vurderes at være de samme som for materialet j010 støbejern/konstruktionsstål.

En standardrecept for konstruktionsstål er udarbejdet med udgangspunkt i <sup>1,2</sup>:

Derudover vil der kunne forekomme tungmetaller som Cr, Co, Ni, As, Mo, Cd, Sn, Hg, Pb, Zn og Cu. Mængderne af tungmetal der udledes med produkt, i luft, i vand eller deponeres er ca 5 g/kg produktion. Zink og kobber udgør den største mængde heraf, ca. 69% i alt<sup>3</sup>. Antages det at mængderne af zink og kobber er lige store vil der forekomme ca. 1,7 g/kg fremstillet stål. Antages det at de øvrige 9 tungmetaller er ligelig fordelt udgør hver af de øvrige tungmetaller ca. 0,2 g/kg, hvilket er under den grænse for hvornår stoffer medtages i sandheds- og miljøvurderingen. Dette medfører at standardfremstillingen givet i j010 udvides med 1,7 g/kg kobber og 1,7 g/kg zink.

- 930 g/kg jern, CAS [7439-89-6]
- 1-2 g/kg carbon, CAS [7440-40-0]
- Max 15 g/kg mangan, CAS [7439-96-5]
- 1,5-5 g/kg silicium, CAS [7440-21-3]
- 1-3 g/kg krom, CAS [7440-47-3]
- 3-6 g/kg kobber, CAS [7440-50-8]
- 6-10 g/kg nikkel, CAS [7440-02-0]
- 2-4 g/kg molybdæn, CAS [7439-98-7]
- 1,7 g/kg zink, CAS [7440-66-6]

### 25.2 Standardfremstilling

Fremstilling af skrotbaseret stål er kort beskrevet nedenfor:

---

<sup>1</sup> Andersen K. O. "Metallurgi for ingeniører" 5. udgave, Akademisk Forlag 1992.

<sup>2</sup> Almar-Næss A. "Metalliske materialer" tredje udgave, Tapir Forlag, Norge 1993

<sup>3</sup> Grønt Regnskab, 1995. Det Danske Stålvalseværk A/S.

1. Råvarerne smeltes i lysbueovn, hvortil også gas- og oliebrændere er tilkoblet som støtte-varmekilder.
2. Efter smeltning tappes smelten over i forvarmede skeer og føres til anden lysbueovn, hvor legering finder sted.
3. Derefter støbes stålet kontinuert.
4. Yderligere forarbejdning til stangstål, pladestål etc.

Der udvikles røggasser ved smeltning og der forekommer støvemissioner bestående af Pb, Cd, Hg, Ni, Zn. Emissionerne af tungmetaller er medregnet i standardrecepten.

### 25.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter

Skemaet på næste side viser samtlige stoffer, der enten er medgået til fremstilling af materialet eller dannet ved fremstilling af materialet samt hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter stofferne giver anledning til.



CAS	Stof	Mængde	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
7439-89-6	jern	970															
7440-40-0	carbon	2															
7439-96-5	mangan	15								SRI4							
7440-21-3	silicium	3															
7440-47-3	krom	2															
7440-50-8	kobber	5															
7440-02-0	nikkel	8				R40		R43									
7439-98-7	molybdæn	3															
7440-66-6	zink	2															

	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
Mængde stof	0	0	0	8	0	8	0	15	0	0	0	0	0	0	0
Incl. eksponeringsscore	0	0	0	32	0	32	0	60	0	0	0	0	0	0	0
Incl. effektscore	0	0	0	256	0	256	0	480	0	0	0	0	0	0	0
Effektkategori, score	992														
Effektgruppe, score	992														
	0														



# 26 Materiale x603

## Papir

### 26.1 Standardrecept

Genbrugspapir anvendes hovedsageligt til avispapir, hygiejnepapir eller til fremstilling af pap. Genbrugspapir indeholder de samme bestanddele som materiale v210 papir. Disse er:

- 700-850 g/kg cellulose, CAS [9004-34-6]
- 100 g/kg kridt, CAS [471-34-1]
- 100 g/kg kaolin, CAS [1332-58-7] (gruppe) CAS [1318-74-7] (kaolinit)
- 88 g/kg stivelse, CAS [9005-25-8]
- 12,5 g/kg Uorganiske kemikalier
- Max 5 g/kg Polyethylenimin, CAS [9002-98-6]
- Max 5 g/kg Skumdræber, f.eks silikoneolie<sup>1</sup>

### 26.2 Standardfremstilling

Fremstillingsprocessen adskiller sig fra jomfrueligt papir ved ikke at inkludere skovbruget og omdannelse af træ til cellulosefibre (pulp).

Det indsamlede papir blandes med vand og sønderdeles en "stor blender". Den herved fremkomne masse svarer til pulp.

Tryksværten fra papiret fjernes herefter ved en deinkingproces, hvorefter de videre procestrin svarer til fremstillingen af papir.

Til deinkingprocessen anvendes typisk følgende kemikalier<sup>2,3</sup>:

- 30-50 g/kg Natriumhydroxid, CAS [1310-73-2]
- 10 g/kg Hydrogenperoxid, CAS [7722-84-1]
- 5-50 g/kg fedtsyresæber, f.eks. Stearinsyresæbe CAS [57-11-4]

---

<sup>1</sup> Personlig oplysning, produktregisteret Orlof A., 09.07.1997

<sup>2</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A18 pp 625

<sup>3</sup> Folke J., Mogensen U. "Produktion og miljøforhold i papirindustrien" Miljøprojekt nr. 257, 1994. Miljøstyrelsen.

Den videre papirfremstilling foregår på tilsvarende vis som beskrevet under materialer v210 papir.

### 26.3 **Potentielle miljø- og sundhedseffekter**

Skemaet på næste side viser samtlige stoffer, der enten er medgået til fremstilling af materialet eller dannet ved fremstilling af materialet samt hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter stofferne giver anledning til.

CAS	Stof	Mængde	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
9004-34-6	cellulosefibre	775															
471-34-1	kridt	100															
1318-74-7	kaolinit	100															
9005-25-8	stivelse	88															
1310-73-2	natriumhydroxid	40															
7722-84-1	hydrogenperoxid	10															
57-11-4	stearinsyresæbe	28															
9002-98-6	uorganiske kemikalier	13															
	polyethylenimin	5															
	skumdåber, silikoneolie	5															

Mængde stof	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
Mængde stof	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incl. eksponeringscore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incl. effektscore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Effektkategori, score	0					0				0	0	0	0	0	0
Effektgruppe, score						0				0		0			0



# 27 Materiale x604

## Pap

### 27.1 Standardrecept

Pap kan både være karton, pap og bølgepap. Alle typer svarer i sammensætning til materiale x603 papir. Bølgepap indeholder tillige lim anvendt til sammenføjning af de tre lag.

### 27.2 Standardfremstilling

Fremstillingen af pap foregår på samme måde som for papir. Limen der anvendes til fremstilling af bølgepap består udelukkende af vand og majsstivelse. Derudover tilsættes boraks og salt for at limen ikke skal mugne. Boraks og salt tilsættes limen i mængder svarende til få promiller<sup>1</sup>. Den totale mængde af lim, der tilsættes papmassen er under 1 promille, hvorfor disse stoffer ikke medtages i miljø- og sundhedsvurderingen.

Tryksværten fra indsamlet pap og papir fjernes herefter ved en deinkingproces, hvorefter de videre procestrin svarer til fremstillingen af papir.

Til deinkningsprocessen anvendes typisk følgende kemikalier<sup>2,3</sup>:

- 30-50 g/kg Natriumhydroxid, CAS [1310-73-2]
- 10 g/kg Hydrogenperoxid, CAS [7722-84-1]
- 5-50 g/kg fedtsyresæber, f.eks. Stearinsyresæbe CAS [57-11-4]

Forbruget af organiske og uorganiske hjælpestoffer til papfremstillingen er sammenligneligt med forbruget til papirfremstilling. Data for pap fremstillet i Danmark angiver følgende forbrug:

5 g/kg organiske kemikalier

12,5 g/kg uorganiske kemikalier

Det organiske kemikalieforbrug fordeler sig på forskellige midler. Retentionsmidler anvendes til at tilbageholde de fine fibre i papiret ved afvandingen. Som retentionsmiddel anvendes ofte polyethylenimin. Retentionsmidler fungerer tillige som afvandingsmiddel idet midlet ved at binde de fine fibre for-

---

<sup>1</sup> Pers. com. Jeff Bowring, Danisco Pack Øst, tlf. 43964611, 3/1-1997.

<sup>2</sup> Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol A18 pp 625

<sup>3</sup> Folke J., Mogensen U. "Produktion og miljøforhold i papirindustrien" Miljøprojekt nr. 257, 1994. Miljøstyrelsen.

hindrer at hullerne i fibernettet i papiret forstoppes. Retentionsmidler skønnes anvendt i mængder på max. 5 g/kg.

Skumdræbere forhindrer skumdannelse i forbindelse med afvandingen. Skumdræbere er ofte natriumsalte af fedtsyrer, iblandet højere alkoholer og fosfatestere. Der er ikke fundet oplysninger om hvilke konkrete stoffer, der anvendes. Skumdræbere skønnes anvendt i mængder på max. 5 g/kg.

Biocid anvendes for at forhindre slimdannelse i procesvandet. Biociderne er karakteriseret som pesticider. Biociderne skønnes anvendt i mængder under 0,1 g/kg fremstillet papir, hvorfor de udelades ved miljø- og sundhedsvurdering.

De processpecifikke hjælpestoffer giver således anledning til miljø- og sundhedsvurdering af:

- 12,5 g/kg Uorganiske kemikalier
- Max 5 g/kg Polyethylenimin, CAS [9002-98-6]
- Max 5 g/kg Skumdræber, f.eks silikoneolie<sup>1</sup>

Den videre fremstilling af pap svarer principielt til fremstillingen af papir.

### 27.3 Potentielle miljø- og sundhedseffekter

Skemaet på næste side viser samtlige stoffer, der enten er medgået til fremstilling af materialet eller dannet ved fremstilling af materialet samt hvilke potentielle miljø- og sundhedseffekter stofferne giver anledning til.

---

<sup>1</sup> Personlig oplysning, produktregisteret Orlorf A., 09.07.1997



CAS	Stof	Mængde	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
9004-34-6	cellulosefibre	775															
471-34-1	kridt	100															
1332-58-7	kaolinit	100															
9005-25-8	stivelse	88															
1310-73-2	natriumhydroxid	40															
7722-84-1	hydrogenperoxid	10															
57-11-4	stearinsyresæbe	28															
9002-98-6	uorganiske kemikalier	13															
	polyethylenimin	5															
	skumdræber, silikoneolie	5															

Mængde stof	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
Mængde stof	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incl. eksponeringsscore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Incl. effektscore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Effektkategori, score	0					0				0	0	0	0	0	0
Effektgruppe, score						0				0		0		0	0



# Bilag 2

## 1 Brochurer og tryksager

Offset er den mest anvendte plantrykmetode. Ved denne teknik overføres trykfarven af en trykplade i ét plan. Forskellen mellem trykgivende og ikke-trykgivende partier opnås ad kemisk vej således, at pladen fremstår med et mønster bestående af vandafvisende og vandbindende områder. Pladen fugtes med fugtevand og indfarves herefter med trykfarve, som afsættes på de vandafvisende områder. Farven aftrykkes på en gummibeklædt cylinder, der afsætter trykket til papiret ved hjælp af en modtrykscylinder. Tørring af trykfarverne sker ved en oxidationsproces under opvarmning eller ved hærning i UV-lys. Offset teknikken anvendes indenfor emballagetrykning, trykning af aviser, tidsskrifter, ugeblade, reklamer, blikemballage o.lign.<sup>1</sup>. Arkoffset anvendes primært til reklametryk, der udkommer i mindre oplag.

### 1.1 Dannede stoffer

Der forventes ikke at dannes nye stoffer under fremstillingen af brochurer og tryksager. Emissionerne ved fremstillingsprocessen vil primært bestå af afdampning af det i trykfarven anvendte opløsningsmiddel. Opløsningsmidlet indgår i standardrecepten for trykfarve og antages at dampe af, uden der foregår en kemisk omdannelse.

### 1.2 Hjælpestoffer

Selve trykprocessen foregår under anvendelse af fugtevand, der udover vand primært består af en alkohol, f.eks. 10-15% isopropanol. Endvidere er der tilsat små mængder buffer for at holde pH på 5,5-6,5 samt eventuelt små mængder fungicider. Forbruget af fugtevand er ca. 1,6g/kg tryksag<sup>2</sup>, hvilket fører til et forbrug af isopropanol på ca. 0,2 g isopropanol/kg færdige tryksager (0,02%). De øvrige bestanddele i fugtevandet anses tilsvarende for anvendt i mængder under 0,1%. Ved miljø- og sundhedsvurderingen ses der således bort for anvendelsen af fugtevand.

Udover fugtevand udgør afvaskemiddel til rengøring af trykplader, valser, farvekasser, andre maskindele samt afrensning af indtørret offsetfarve og til opfriskning af gamle valser og gummiduge. Vegetabiliske olier er mange steder indført som erstatning for tidligere tiders afvaskning med mineralisk terpentin eller petroleum. Det vurderes imidlertid, at petroleum lejlighedsvist

---

<sup>1</sup> Arbejdstilsynet. Arbejds miljøinstituttet. "Grafiske virksomheder". Rapport nr. 15/1984, p.8.

<sup>2</sup> Miljø- og Energiministeriet. Miljøstyrelsen. "Ressourceforbrug og miljøbelastning for tre grafiske produkter i et livscyklusperspektiv". Arbejdsrapport nr. 63, 1996.

anvendes til at vedligeholde gummivalsernes overflade. Forbruget af afvaskemiddel skønnes mængdemæssigt at være mindre end 0,1% pr. kg færdig trykt brochurer/tryksag, og der foretages derfor ingen miljø- og sundheds-vurdering af afvaskemidlet.

Til fremkaldelse og fiksering af filmmontagen, der anvendes til fremstilling af printpladen samt til fremkaldelse på printpladen, anvendes der fremkaldervæske, oftest hydroquinon, samt fixersalt, f.eks. natriumthiosulfat eller ammoniumthiosulfat<sup>1</sup>. Udover hydroquinon indeholder fremkaldervæsken p-phenylendiamin-derivater samt methol og fixeren sølv. Forbruget af koncentreret fremkaldervæske er ca. 0,6 l/m<sup>2</sup> film, og forbruget af fixer er ca. 0,3 l/m<sup>2</sup>. Væskerne fortyndes med 70-80% vand. I den fortyndede fixer er der et sølvindhold på ca. 0,5-1 mg/l væske<sup>3</sup>. Det aktuelle forbrug pr. kg færdig tryksag afhænger af hvor stort et oplag, der trykkes med den samme tekst samt af gramvægten for det papir tryksagen/brochuren trykkes på. Såfremt en film anvendes til et oplag på 50.000 brochurer med 4 A4 sider, og papiret har en gramvægt på 120 g/m<sup>2</sup>, vil forbruget af koncentrerede væsker være omkring 0,06%. Forbruget af sølv vil være i størrelsesordenen 0,03-0,06%. Da også filmforbruget skønnes at være marginalt, foretages der ingen miljø- og sundheds vurdering af de anvendte fotografiske materialer.

Fremstillingsprocesserne giver således ikke anledning til at medtage yderligere stoffer ved miljø- og sundhedsvurderingen.

### 1.3 Produktionsudstyr

En offsetpresse består af 3 cylindre - pladecylinder, gummidugscylinder og modtrykscylinder samt fugtevalser og farvevalser. Offsetpladen, der monteres omkring pladecylinderen er en tynd metalplade (primært af aluminium (>95% af pladerne) eller en kombination af chrom og kobber eller af chrom, kobber og messing). Overføringen af tekst og billede til trykpladen sker ved at en filmmontage kopieres over på pladen, der er belagt med en lysfølsom kopihinde. Pladen fremkaldes, fixeres eventuelt og kan blive behandlet med beskyttelsesfarve og lak. Eventuelt foretages der en korrektur og afrensning inden pladen behandles med et gummieringsmiddel.<sup>4</sup> Gummidugen på gummidugscylinderen består af 3-4 lag væv med mellemliggende gummilag, yderst ca. 0,5 mm gummilag. Vævet er oftest af bomuld.<sup>5</sup> Mængden af trykplade samt slidtage af gummivalse vurderes kvantitativt at udgøre under 1g pr kg færdig trykt brochurer/tryksag og der foretages derfor ingen miljø- og sundhedsvurdering af produktionsudstyrets materialer/stoffer.

---

<sup>1</sup> Silfverberg E. "Papir og farve". Grafisk Litteratur, 1992, pp.102-103.

<sup>2</sup> Personlig oplysning, COWI Kærgard P., 04.07.1997.

<sup>3</sup> Personlig oplysning, COWI Kærgard P., 04.07.1997.

<sup>4</sup> Petersen H.J.S. og Sørensen F. "Produktionsteknisk vurdering af arbejdsmiljøets kemiske belastning i den grafiske branche". DtH, 1981.

<sup>5</sup> Törnkvist L. "Grafisk Tryck Teknik". Spektras håndboksserie, 1987.

#### 1.4 **Beregninger og produktscore**

Tabellerne på de næste to sider viser resultaterne af beregningerne.

Varegruppe	Produkt	Materiale		
		nr	navn	indhold
49002	Brochurer og tryksager	v210	papir	97
		o409	trykfarve, opl.	3
		j010	støbejern, lavtlegeret	1
		m053	kobber	1
		o407	smeltelim	1
		p359	PE	1
		v200	blødt træ	1
		v214	andre veg. fibre	1

Gram stof/kilogram færdigproduceret produkt indenfor de enkelte effekttyper

	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
v210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
o409	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
j010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
m053	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0
o407	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p359	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Sum</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>38</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Score/kilogram færdigproduceret produkt indenfor de enkelte effekt kategorier

Humantoksikologiske langtidseffekter															
	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
v210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
o409	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0
j010	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
m053	322	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	32	0	0
o407	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p359	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Sum</b>	<b>322</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Score/kilogram færdigproduceret produkt indenfor de enkelte effektgrupper

Humantoksikologiske langtidseffekter																	
	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox. effekter			Regionale effekter			Globale effekter	
										Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus		
v210										0	0	0	0	0	0	0	
o409										19	0	0	0	0	0	0	
j010					10					0	0	0	0	0	0	0	
m053	325				325					3	0	32	0	0	0	0	
o407					0					25	0	0	0	0	0	0	
p359					0					0	0	0	0	0	0	0	
v200					0					0	0	0	0	0	0	0	
<b>Sum</b>					<b>335</b>					<b>48</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

Miljø- og sundhedsscore for den årlige mængde af varegruppen

<b>Sum</b>	<b>72198435</b>	<b>10301736</b>	<b>6837627</b>	<b>0</b>
------------	-----------------	-----------------	----------------	----------

## 2 T-shirts og undertrøjer

Fremstillingen af T-shirts og undertrøjer af bomuld, bomuld/polyester og bomuld/viskose foregår på systuer, hvor processen kan opdeles i følgende tre trin:

- Tilskæring
- Syning
- Færdiggørelse (kvalitetskontrol, presning og pakning)

Bortset fra damppresning er fremstillingsprocesserne udelukkende mekaniske og foregår uden brug af hjælpestoffer. Tilskæringen af stof kan foregå ved brug af laserstråle eller ved en udstandsning. Forud for dette designes/konstrueres modellerne samt gradueres (fastlæggelse af hvilke størrelser produktet skal fremstilles i). Derpå kan placeringen på stoffet ske ved brug af computerteknologi med henblik på at reducere materialespildet mest muligt.

Mellem tilskæring og syning kan der applikeres på de tilskårne stykker stof, f.eks. kan der påføres frontryk eller broderi. Det er antaget, at hovedparten af T-shirts/undertrøjer er uden applikering, omend det må anses for relativt almindeligt, at T-shirts forsynes med tryk/broderi (for T-shirts vil ca. 50% være forsynet med tryk og 20% med broderi). Tryk på T-shirts foregår primært med vandbaserede farver eller med plastisol farver. Plastisolfarverne er primært PVC-holdige og indeholder blødgørere. Forud for trykningen fremstilles en filmmontage med motivet. Montagen fremkaldes og fixeres med fremkaldevæske og fixer og fotograferes over på en trykramme. Farverne påføres stoffet enten ved direkte tryk eller ved transfertryk. Direkte tryk foregår ved, at farven påføres trykrammen og trykkes direkte på stoffet. Transfertryk foregår ved, at farven påføres trykrammen og overføres til transferpapir. Farven påføres via en opvarmning på 180-190<sup>0</sup>C fra papir til stof. Hver farve påføres særskilt.<sup>1</sup> Mængdemæssigt afhænger materialeforbruget af, om trykket er i en enkelt eller flere farver. Skønsmæssigt vil frontryk gennemsnitlig udgøre 5g pr. færdig T-shirts<sup>2</sup>. Da hovedparten af varegruppen T-shirts/undertrøjer fremstilles uden tryk, medtages materialerne hertil ikke ved miljø- og sundhedsvurderingen.

### 2.1 Dannede stoffer

Under fremstillingen af T-shirts og undertrøjer vil der opstå bomuldsstøv. Tendensen er et lavere støvindhold gennem produktionen (det meste støv genereres ved spinning af bomuldstråden). Der er udelukkende fundet data på støvkonzentrationen i luften på specifikke virksomheder. Koncentrationerne afhænger af bomuldstyperne samt rum- og procesventilation. Koncentrationen af produceret støv pr. kg færdig T-shirts/undertrøje er således

---

<sup>1</sup> Personlig oplysning, Printex, Rehn M., 04.07.1997.

<sup>2</sup> Personlig oplysning. Anonym kilde. 04.07.1997.



ikke opgivet, men den skønnes at være lav. I miljø- og sundhedsvurderingen sættes støvkonzentrationen til 1g/kg færdig T-shirts/undertrøje.

Ved syningen kan temperaturen på nålen blive så høj (flere hundrede grader), hvorved der kan ske en afdampning af eventuelle restkemikalier i stoffet. Det antages, at der kan ske en nedbrydning og omdannelse af restkemikalierne i forbindelse med afdampningen, og der derfor dannes nye stoffer, f.eks. nedbrydningsprodukter fra spinde- og spoleolier<sup>1</sup>. Mængderne antages imidlertid at være mindre end 1g/kg færdig T-shirts/undertrøje, hvorfor de ikke medtages i miljø- og sundhedsvurderingen. Damppresning kan ligeledes tænkes at lede til nedbrydning og omdannelse af eventuelle restkemikalier, så der opstår mindre mængder nye forbindelser (skønsmæssigt under 1g/kg færdig T-shirts/undertrøje).

Fremstillingsprocesserne giver således anledning til, at følgende dannede stoffer medtages ved miljø- og sundhedsvurderingen:

- 1 g/kg bomuldsstøv

## 2.2 Hjælpestoffer

Rengøring af spindemaskiner, texturerings- og spolemaskiner foregår med opløsningsmidler (f.eks. triklorethan) eller med sæber og vand. Hvor afrensningen sker med sæbe og vand, anvendes der tillige olie til smørring af tandhjul m.v. for at undgå rustdannelse<sup>2</sup>. Forbruget af afrensningsmidler skønnes at være mindre end 1g/kg færdig T-shirts/undertrøje<sup>3</sup>, hvorfor stofferne ikke medtages ved en miljø- og sundhedsvurdering. Endvidere anvendes der pletrensingsmidler til at fjerne eventuelle pletter på stoffet. I dag anvendes der ofte vand og trykluft til pletrensning, mens der tidligere primært blev anvendt trichlorethylen. Mængderne af pletrensingsmidler skønnes at være mindre end 1 g/kg færdig T-shirts/ undertrøje.<sup>4</sup>.

## 2.3 Produktionsudstyr

Anvendelsen af maskiner fra bomulden plantes, til T-shirten eller undertrøjen er færdigsyet, er omfattende. Slidtage af de enkelte maskiner skønnes imidlertid ikke i noget tilfælde at give anledning til et vægtmæssigt forbrug (slidtage) på mere end 1g stof pr. kg færdig T-shirts/undertrøje. Der foretages derfor ingen miljø- og sundheds vurderinger af de stoffer, produktionsudstyret er sammensat af.

---

<sup>1</sup> Hansen J.K. et al. "Kemisk forurening af tekstiler". Arbejdsmiljøfondet, 1987.

<sup>2</sup> Arbejdsmiljø-avisen til tekstil- og beklædningsindustrien, 1.udgave. 1.oplag 1988 "Put metallet i vaskemaskinen".

<sup>3</sup> Personlig oplysning, Novotex, Simonsen L., 23.06.1997.

<sup>4</sup> Personlig oplysning, COWI, Drivsholm T., 30.06.1997.

## 2.4 **Beregninger og produktscore**

Tabellerne på de næste to sider viser resultaterne af beregningerne.

Varegruppe	Produkt	Materiale		
		nr	navn	indhold i %
61011	T-shirts og undertrøjer	v213	bomuld	79
		x604	genbrugspap	13
		p355	PET, PBT	5
		v207	Cellulosefibre	2
		p359	PE	1

Gram stof/kilogram færdigproduceret produkt indenfor de enkelte effekttyper

	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
v213	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
x604	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p355	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p359	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	10
<b>Sum</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10</b>

Score/kilogram færdigproduceret produkt indenfor de enkelte effekt kategorier

Humantoksikologiske langtidseffekter															
	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
v213	0				33					33	0	0	0	0	0
x604	0				0					0	0	0	0	0	0
p355	0				0					0	0	0	0	0	0
v207	0				0					0	0	0	0	0	0
p359	0				0					0	0	10	0	0	58
<b>Sum</b>	<b>0</b>				<b>33</b>					<b>33</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>58</b>

Score/kilogram færdigproduceret produkt indenfor de enkelte effektgrupper

Humantoksikologiske langtidseffekter																
	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox. effekter			Regionale effekter		Globale effekter	
										Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus	
v213					33					33		0			0	0
x604					0					0		0			0	0
p355					0					0		0			0	0
v207					0					0		0			0	0
p359					0					0		10			58	58
<b>Sum</b>					<b>33</b>					<b>33</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>58</b>	<b>58</b>

Miljø- og sundhedsscore for den årlige forsyning af varegruppen

<b>Sum</b>	<b>149597</b>	<b>44245</b>	<b>149597</b>	<b>265473</b>
------------	---------------	--------------	---------------	---------------



## 3 Elektriske kondensatorer

Kondensatoren består generelt af to plader af ledende materiale og et mellem-liggende isolerende lag (dielektrikum). For at undgå direkte mekanisk kontakt mellem de ledende plader indsættes et isolerende lag. Elektriske kondensatorer kan, afhængig af hvilket materiale det isolerende lag består af, groft opdeles i: faststof, flydende eller gasformige samt i kondensatorer, der anvender en kombination heraf. Den simplest form for kondensatorer er en kondensator, hvor det isolerende lag består af luft. I andre almindelig anvendte kondensatorer kan det isolerende lag bestå af mica, papir, glas, svovl, mineralsk og vegetabilsk olie, voks og syntetiske isoleringsmaterialer. PCB har tidligere været anvendt som isolerende lag i kondensatorer. PCB optræder ikke i materialesammensætningen for varegruppen, men det kan ikke udelukkes, at der stadig findes kondensatorer på markedet indeholdende PCB<sup>1</sup>.

Det er almindelig praksis at opdele kondensatorer i mica-kondensatorer, olie kondensatorer og papir kondensatorer samt elektrolytiske kondensatorer.<sup>2</sup> I de elektrolytiske kondensatorer er der kun én metalplade, mens den anden overflade er en elektrolyt. I de tørre typer vil elektrolytten (oftest aluminiumborat) være opsugt på et tyndt chloridfrit kondensatorpapir (normalt 10-25 µm) og placeret i en aluminiumsbeholder. Det isolerende lag (dielektrikum) består af en tynd film af oxideret metal (aluminiumoxid). I de keramiske kondensatorer udgøres det isolerende lag af keramisk materiale (indeholdende titaniumdioxid og magnesiumdioxid) eller silikatglas, mens det i de øvrige faststofkondensatorer kan være et lag af plastfolie, eventuelt en metalliseret plastfolie.<sup>3</sup> Kapaciteten af kondensatoren er direkte proportionel med dielektricitetskonstanten af det valgte materiale, med overfladearealet af de ledende plader og omvendt proportionelt med tykkelsen af det isolerende lag.

I "Miljøprioriteringsprojektet" er materialesammensætningen præget af at kondensatorbatterier udgør langt den største del af varegruppen, hvis man ser på mængden (kg). Kondensatorbatterier er kategoriseret under olie-kondensatorer, hvor olie (mineralolie eller en chloreret hydrocarbon) er anvendt som isolator. Kondensatorbatterier indsættes mellem faser og nul, for at kompensere for induktive belastninger på nettet. Kondensatorbatterier bruges normalt i transmissionsnettet (>50 kV).<sup>4</sup>

### 3.1 Dannede stoffer

Der er ikke fundet tilstrækkelige litteraturoplysninger om produktionsmetoderne til at vurdere, om der dannes nye stoffer ved fremstillingen. Der har været rettet kontakt til en dansk producent og agent af bl.a elektriske kondensatorer, hvorfra det oplyses, at der ikke dem bekendt dannes stoffer i

---

<sup>1</sup> Personlig oplysning, COWI, Hansen E. 23.07.97

<sup>2</sup> [Http://www.faradnet.com/deelay/chapt\\_01.htm](http://www.faradnet.com/deelay/chapt_01.htm), p.4.

<sup>3</sup> Personlig oplysning, Furono, Højergaard P., 24.06.1997.

<sup>4</sup> Personlig oplysning, COWI, Luczynski B., 24.06.1997.

forbindelse med fremstillingen af elektriske kondensatorer<sup>1</sup>. Det skønnes således, at der ikke dannes stoffer under fremstillingen i mængder over 1 g/kg produkt.

### 3.2 Hjælpstoffer

Mest anvendt som plademateriale er aluminiumsfolier, der fremstilles ved koldvalsning. Pladerne afrenses og ætzes for at få en større overflade. Koldvalsningen er en mekanisk proces, der ikke antages at medføre et hjælpestofforbrug. Afrensningen foregår typisk med natriumhydroxid, og ætsningen kan foregå kemisk eller elektrolytisk i et chloridholdigt bad<sup>2</sup>. Typisk anvendes der saltsyre til ætsningen. For at undgå senere kemiske angreb er det vigtigt, at aluminiumsfolien renses omhyggeligt for chloridioner efter ætsningen. Afrensningen kan foregå med kaliumdichromat svovlsyre opløsning<sup>3</sup>. Mængderne af de forskellige væsker er ikke oplyst i den anvendte litteratur, men skønnes af en producent<sup>4</sup> at være små. Det har dog ikke været muligt at opnå mere specifikke data for denne anvendelse.

Det vurderes på den baggrund, at hjælpestofforbruget af de forskellige væsker er mindre end 1 g/kg færdig produceret elektrisk kondensator.

Fremstillingen af de indre isoleringslag vil være forskellig afhængig af hvilket materiale, disse baserer sig på. Hvor isoleringslaget er af papir, og papiret skal imprægneres med olie, foregår der en flere dage lang tørring af papiret ved 100-120<sup>0</sup>C. Derpå foretages imprægneringen ved tilsætning af olie under vakuum<sup>5</sup>. Forbruget af olie skønnes at være mindre end 1g/kg produkt.

Der kan ved fremstilling af højspændingskondensatorer foregå en metallisering af det materiale, der udgør isoleringslaget. Et metal (f.eks. sølv) placeres som pasta på substratet og dampes fast herpå, for keramiske kondensatorer foregår fastbrændingen ved 750-1.000<sup>0</sup>C. Fastbrændingen forventes at kunne give anledning til metalrøg, der dog vurderes at være mindre end 1g/kg færdigproduceret elektrisk kondensator, hvorfor der ikke foretages en miljø- og sundhedsmæssig vurdering af metalrøgen<sup>6</sup>.

Folier af plast kan være fremstillet ved biaxial koldpresning, hvor termoplast i folie- eller trådform strækkes i kold tilstand op til flere gange deres oprindelige længde og bredde<sup>7</sup>. Koldpresningen formodes ikke at medføre et hjælpestofforbrug.

Derudover indgår lodning som en proces (f.eks. lodning af terminale kontaktag i kondensatorer med plastlag og lodning af det keramiske lag til metal ved gennemføringer til olie-kondensatorer). Ved lodning skal oxidlaget fra de overflader, der skal loddet, fjernes. Dette sker ved brug af flusmiddel (f.eks.

---

<sup>1</sup> Personlig oplysning, Følsgaard A/S, Bull P., 15.07.1997.

<sup>2</sup> Balslev N. "Elektroteknisk materiallære". Akademisk Forlag, 3.udgave, 1979, p.81.

<sup>3</sup> [http://www.faradnet.com/deeley/chapt\\_05.htm](http://www.faradnet.com/deeley/chapt_05.htm)

<sup>4</sup> Personlig oplysning, Følsgaard A/S, Bull P., 15.07.1997.

<sup>5</sup> Balslev N. "Elektroteknisk materiallære". Akademisk Forlag, 3.udgave, 1979, p.247.

<sup>6</sup> Balslev N. "Elektroteknisk materiallære". Akademisk Forlag, 3.udgave, 1979, p.242

<sup>7</sup> Balslev N. "Elektroteknisk materiallære". Akademisk Forlag, 3.udgave, 1979, p.198.

zinkchlorid tilsat ammoniumchlorid) eller ved brug af ultralyd. Lodningen foregår ved anvendelse af et loddemetal, f.eks. loddetin, der typisk består af 65% tin og 35% bly. Lodning skønnes ikke at give anledning til et hjælpestof-forbrug, der vægtnæssigt overstiger 1 g/kg færdigproduceret elektrisk kondensator, hvorfor disse ikke inddrages ved miljø- og sundhedsvurderingen.

Endelig vil svejsning af f.eks. tilledninger af tynde aluminiums- eller guldråde til det pådampede metallag forekomme. Svejsningen skønnes ikke at give anledning til et hjælpestofforbrug på over 1 g/kg færdig produceret elektrisk kondensator og medtages således heller ikke ved miljø- og sundhedsvurderingen.

Fremstillingsprocesserne giver således anledning til at medtage 50g/kg mineralolie i miljø- og sundhedsvurderingen af kondensatorer.

### 3.3 **Produktionsudstyr**

Der er ikke fundet oplysninger om produktionsudstyr og slidtage heraf. Umiddelbart vurderes der ikke at indgå produktionsudstyr, der forbruges/slides i mængder over 1 g/kg produkt, hvorfor der ikke foretages nogen miljø- og sundheds vurderinger af de stoffer, produktionsudstyret er sammensat af.

### 3.4 **Beregninger og produktscore**

Tabellerne på de næste to sider viser resultaterne af beregningerne.



Varegruppe	Produkt	Materiale		
		nr	navn	indhold i %
85053	Elektriske kondensatorer	m050	aluminium	45
		p361	PP	30
		p355	PET, PBT	9
		k452	petrokemiske væsker	5*
		m065	andre metaller	5*
		p352	epoxy, EP	1
		d500	andet	5*
		m056	sølv	1
		p365	PVC, blød	1
		s160	stentøj og ildfaste varer	1
		v210	papir	1
		x600	genbr. støbejern lavtleg.	1
		x604	genbrugspap	1

\* angiver at materialet ikke er vurderet

Gram stoffkilogram færdigproduceret produkt indenfor de enkelte effekttyper

	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
m050	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68
p361	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	291	0	0	291
p355	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p352	5	0	5	0	0	10	0	5	0	0	0	0	0	0	0
m056	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p365	0	0	8	0	0	0	0	8	0	3	0	0	0	0	0
s160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x604	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Sum</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>291</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>359</b>

Score/kilogram færdigproduceret produkt indenfor de enkelte effekt kategorier

Humantoksikologiske langtids effekter															
	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
m050	0				144					0	0	0	0	0	68
p361	0				0					10	0	175	0	0	873
p355	0				0					0	0	0	0	0	0
p352	72				608					0	0	0	0	0	0
m056	0				3					0	0	0	0	0	0
p365	0				486					96	0	0	0	0	0
s160	0				0					0	0	0	0	0	0
v210	0				0					0	0	0	0	0	0
x600	0				10					0	0	0	0	0	0
x604	0				0					0	0	0	0	0	0
<b>Sum</b>	<b>72</b>				<b>1251</b>					<b>106</b>	<b>0</b>	<b>175</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>941</b>

Score/kilogram færdigproduceret produkt indenfor de enkelte effektgrupper

Humantoksikologiske langtids effekter															
	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
m050					144					0	0	0	0	0	68
p361					0					10	0	175	0	0	873
p355					0					0	0	0	0	0	0
p352					680					0	0	0	0	0	0
m056					3					0	0	0	0	0	0
p365					486					96	0	0	0	0	0
s160					0					0	0	0	0	0	0
v210					0					0	0	0	0	0	0
x600					10					0	0	0	0	0	0
x604					0					0	0	0	0	0	0
<b>Sum</b>					<b>1323</b>					<b>106</b>	<b>0</b>	<b>175</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>941</b>

Miljø- og sundhedsscore for den årlige forsyning af varegruppen

<b>Sum</b>	<b>440519</b>	<b>58142</b>	<b>35165</b>	<b>313187</b>
------------	---------------	--------------	--------------	---------------



## 4 Støvsugere

Fremstillingen af støvsugere består af fremstillingen af delkomponenter (motor, plastkapper, ledninger og elektronik dele (f.eks. printplader)) samt montage af komponentdelene.

### 4.1 Dannede stoffer

Det skønnes, at der ikke opstår nye stoffer i forbindelse med fremstilling af støvsugere.

### 4.2 Hjælpestoffer

I forbindelse med fremstillingen af motoren anvendes der olier under udstandsningen, opløsningsmidler eller vandbaserede midler til affedtning samt lakker til overfladebehandling.

Forbruget af hjælpestoffer til fremstillingen af plastkomponenter antages at begrænse sig til små mængder smørelolie, der anvendes til smøring af formværktøj.

En del støvsugere indeholder elektronisk styring. I forbindelse med fremstillingen af elektronik dele vil lodning være en anvendt proces. Ved lodning skal oxidlaget fra de overflader, der skal loddet, fjernes. Dette sker ved brug af flusmiddel (f.eks. zinkchlorid tilsat ammoniumchlorid) eller ved brug af ultralyd. Lodningen foregår ved anvendelse af et loddemetal, f.eks. loddetin, der typisk består af 65% tin og 35% bly<sup>1</sup>.

Selve montagen foregår primært ved, at komponentdelene skrues sammen<sup>2</sup>. Forbruget af skruer vil være indeholdt i det stålforbrug, der er angivet i standardrecepten for støvsugeren.

Ingen af fremstillingsprocesserne skønnes at give anledning til et hjælpestofforbrug, der vægtnæssigt overstiger 1g/kg færdigmonteret støvsuger. Hjælpestofferne inddrages derfor ikke ved miljø- og sundhedsvurderingen.

### 4.3 Produktionsudstyr

Fremstillingen af de enkelte delkomponenter sker henholdsvis i metalindustrien (motor og eventuel kappe (Nilfisk's metalkapper), i plastindustrien (plastkappe og slange/rør), i elektronikindustrien (såfremt der anvendes elektronisk styring) samt i papir/kartonage industrien (støvsugerposer). Der indgår

---

<sup>1</sup> Gram N., "Bogen om loddetin", Paul Bergsøe & søn A/S, p.11, 1981.

<sup>2</sup> Personlig oplysning, NKT, Thiesen N., 23.06.1997.

således mange forskellige produktionsmaskiner, men for intet af udstyret forventes der at være tale om slidtage, der fører til inddragelse af yderligere stoffer i miljø- og sundhedsvurderingerne.

#### 4.4 **Beregninger og produktscore**

Tabellerne på de næste tre sider viser resultaterne af beregningerne.

Varegruppe	Produkt	Materiale		
		nr	navn	indhold i %
85014	Støvsugere	x603	genbrugspapir	32
		p362	PS	12
		x600	genbr. støbejern, løvtleg.	11
		p350	ABS	9
		p361	PP	9
		p365	PVC, blød	9
		x604	genbrugspap	5
		m050	aluminium	4
		p356	polyamid	4
		m053	kobber	3
		d500	andet	2*
		j012	støbejern, højtleg.	1
		k452	petrokemiske væsker	1*
		m059	messing	1
		p355	PET, PBT	1
		p359	PE	1
		p366	PVC, hård	1
u305	nitrilgummi	1		

\* angiver at materialet ikke er vurderet

Gram stof/kilogram færdigproduceret produkt indenfor de enkelte effekttyper

	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
x603	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p362	0	0	0	0	0	0	0	184	0	0	0	0	0	0	0
x600	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0
p350	32	0	50	0	0	0	0	72	0	0	0	0	0	0	0
p361	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	0	0	0	87
p365	0	0	68	0	0	0	0	68	0	27	0	0	0	0	0
x604	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
m050	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
p356	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
m053	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114	0	0	0
j012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
m059	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p355	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
p359	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10
p366	0	0	9	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0
u305	4	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Sum</b>	<b>96</b>	<b>0</b>	<b>137</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>335</b>	<b>0</b>	<b>28</b>	<b>0</b>	<b>97</b>	<b>114</b>	<b>0</b>	<b>103</b>

Humantoksikologiske langtidseffekter															
	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus
x603	0					0				0	0	0	0	0	0
p362	0				5887					0	0	1	0	0	1
x600	0				109					0	0	0	0	0	0
p350	504				3888					0	0	0	0	0	0
p361	0				0					3	0	52	0	0	262
p365	0				4378					864	0	0	0	0	0
x604	0				0					0	0	0	0	0	0
m050	0				13					0	0	0	0	0	6
p356	0				0					0	0	0	0	0	0
m053	965				10					10	0	0	95	0	0
j012	0				6					0	0	0	0	0	0
m059	0				0					0	0	0	0	0	0
p355	0				0					0	0	0	0	0	0
p359	0				0					0	0	10	0	0	58
p366	0				584					10	0	0	0	0	0
u305	61				320					0	0	0	0	0	0
<b>Sum</b>	<b>1530</b>				<b>15194</b>					<b>886</b>	<b>0</b>	<b>63</b>	<b>95</b>	<b>0</b>	<b>327</b>

## Score/kilogram færdigproduceret produkt indenfor de enkelte effektgrupper

	Humantoksikologiske langtidseffekter											Økotox. effekter		Regionale effekter			Globale effekter	
	Akut	Kronisk	Carc.	Mut.	Repro.	Allergi, hud	Allergi, luft	Neuro.	Akk.	Økotox	Næring	Foto	Forsuring	Ozon	Drivhus			
x603					0					0								
p362					5887					0					1			
x600					109					0					0			
p350					4392					0					0			
p361					0					3					262			
p365					4378					864					0			
x604					0					0					0			
m050					13					0					6			
p356					0					0					0			
m053					974					10					95			
j012					6					0					0			
m059					0					0					0			
p355					0					0					0			
p359					0					0					10			
p366					584					10					0			
u305					381					0					0			
<b>Sum</b>					<b>16723</b>					<b>886</b>				<b>158</b>	<b>327</b>			

Miljø- og sundhedsscore for den årlige forsyning af varegruppen

<b>Sum</b>	<b>59166682</b>	<b>3134951</b>	<b>559103</b>	<b>1157987</b>
------------	-----------------	----------------	---------------	----------------