

Miljøvurdering af råvarer

Livscyklusvurdering og dataindsamling

Birch & Krogboe A/S

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

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

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

Indhold

Forord	4
Sammenfatning	6
Summary in English.	10
1 Introduktion	14
2 LCA i lak- og farveindustrien	16
2.1 Livscyklusvurdering (LCA) generelt	16
2.2 Anvendelse af LCA i lak- og farveindustrien	18
2.2.1 Systemafgrænsning	19
2.2.2 Produktudvikling/-optimering	21
2.2.3 Valg mellem alternative råvareleverandører	22
3 Datakrav og -format	24
3.1 Dataformat generelt	24
3.2 FDLF-spørgeskema	25
3.3 SPOLD dataformat	25
4 Råvarer i lak- og farveindustrien	28
5 Datakilder	32
5.1 Virksomhedsspecifikke data	32
5.2 Miljørapporter	34
5.3 Branche-/gennemsnitsdata	37
5.3.1 APME/PWMI/CEFIC	37
5.3.2 BUWAL 232	38
5.4 Eksempler på andre datakilder	38
5.5 Datakvalitet	39
6 Datasøgning og resultater	42
6.1 Metodik for dataindsamling og spørgeskemaundersøgelse	42
6.1.1 Udsendelse af forespørgsler og spørgeskemaer	43
6.2 Resultater af datasøgning hos leverandører	44
6.2.1 Plastindustrien – EPDLA	44
6.2.2 Svar i form af udfyldte spørgeskemaer	45
6.2.3 Besvarelser i form af miljørapporter	45
6.3 Kommunikation med leverandører og producenter	46
6.4 Sammenfatning vedrørende datasøgning	47
7 Case-studier	50
8 Referencer	58
8.1 Datakilder	58
8.2 Metodebeskrivelser mv.	59
8.3 Andre relevante referencer	60

Bilagsgliste:

1. Resumé af projektforsøb og metodik
2. FDLF spørgeskema og følgebrev
3. Resultater af datasøgning (oversigtsskema)
4. Oversigt over tilgængelige og brugbare data
5. Prioritering af råvarekategorier

Forord

Denne rapport omhandler resultaterne af projektet ”Miljøvurdering af råvarer”, der er gennemført af Foreningen for Danmarks Lak og Farveindustri (FDLF) med støtte fra Rådet vedrørende genanvendelse og mindre forurenende teknologi.

Projektet er udført af en arbejdsgruppe bestående af:

- Vibeke Plambeck, FDLF, Projektchef
- Anders Gottlieb, Junckers Industrier A/S
- Beth Gydesen, Sadolin Nobel A/S
- Verner Koldsø, Schou Trykfarver A/S
- Per Langholz, S. Dyrup & Co A/S
- Niels Poulsen, Hygea A/S
- Klaus Pallesen, Birch & Krogboe A/S
- Leif Hoffmann, Heidi K. Stranddorf, Elisabeth Rasmussen, Lisbeth Engel Hansen, dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ
- Eva Wallström, EnPro Aps

Til at følge projektets forløb og resultater har der været nedsat en styregruppe bestående af:

- Erik Thomsen, Miljøstyrelsen (formand)
- Finn Toft Jensen, Amtsrådsforeningen
- Jette Lassen, Arbejdstilsynet
- Vibeke Plambeck, FDLF

Sammenfatning

Denne rapport omhandler anvendelse af livscyklusvurdering (LCA) af maling og trykfarve, med fokus på adgangen til data for råvarernes miljøbelastning som en forudsætning for anvendeligheden af LCA som værktøj hos den enkelte producent.

Det er generelt producenternes erfaring, at det er særdeles ressourcekrævende og langsomt at indsamle de data for råvarerne, der er påkrævede for at gennemføre en LCA for et specifikt produkt. I Lak- og Farveindustrien anvendes råvaretyper, som i vid udstrækning er fælles for flere produkter og producenter. På den baggrund har Foreningen for Danmarks Lak- og Farveindustri (FDLF) ønsket at undersøge, om der kunne skabes grundlag for etablering af en fælles database, der kunne lette producenternes adgang til valide data for råvarernes miljøbelastning under fremstilling, samt andre miljødata for råvarerne til brug for livscyklusvurdering af specifikke produkter.

Med dette formål igangsatte FDLF et projekt, som skulle afdække følgende problemstillinger:

- identificere forventninger og behov i branchen for en fælles råvare-database
- katalogisere og prioritere det meget store antal råvarer, der anvendes i branchen
- identificere databehov og kvalitetskrav til data i forskellige anvendelsesområder for LCA i lak- og farveindustrien
- afprøve indsamling af LCA data fra råvareproducenter
- gennemføre casestudier med henblik på at illustrere anvendelse af råvaredata i forbindelse med vurderingen af råvarer
- udarbejde en vejledning til virksomhederne i dataindsamling og -vurdering

I rapporten gengives resultaterne af de studier og dataindsamlinger, der er gennemført i projektet. Det vil fremgå, at der har været beskedne succes med fremskaffelse af data fra råvareproducenterne, og derfor er vejledning i dataindsamling nedtonet i rapporteringen, ligesom der ikke er givet konkret forslag til opbygning af en fælles database.

En række af de erfaringer og konklusioner, som lak- og farveindustrien har gjort i projektet, vil kunne overføres til anden form for kemisk baseret produktion. Erfaringerne vil ligeledes kunne bruges, hvis det på et senere tidspunkt bliver aktuelt at arbejde med en fælles database.

LCA i lak- og farveindustrien

Diskussioner med producenterne under projektet samt gennemgangen af litteraturen viste, at vurderingen af lak- og farveprodukters miljømæssige egenskaber, og informationen herom til markedet, i vid udstrækning er

baseret på LCA'er af relativt komplekse produkter. Der er ikke i projektet fundet en metode, der tilgodeser både de internationale retningslinier og kravet om at kunne skelne imellem eksempelvis to tæt beslægtede malingsprodukter. Sidstnævnte krav gør det endvidere ofte nødvendigt at anvende producentspecifikke råvaredata.

Afgrænsning af de undersøgte LCA systemer blev undersøgt, herunder en udelukkelse af råmaterialer/halvfabrikata, der kun indgår med små mængder i slutproduktet. En sådan afgrænsning i LCA kan imidlertid være problematisk for maling og trykfarver, idet det dels kan være komponenter, der indgår i en relativ lille mængde, additiverne, der er afgørende for produktets toksikologiske og økotoksikologiske egenskaber, og dels fordi lak og maling indeholder så mange stoffer, at det kan blive svært at sætte grænser for, hvad der skal med og ikke skal, på et fornuftigt niveau.

Blandt de eksisterende, anerkendte LCA metoder og beregningsværktøjer valgtes det danske LCV-værktøj, der er udviklet i forbindelse med UMIP til projektets case studier.

Datakrav og -format

Med udgangspunkt i en simpel input-output model blev der udformet et spørgeskema, der på enkel og kortfattet måde specificerer de data, der er nødvendige fra råvareleverandøren. Ved udformningen af spørgeskemaet tog man udgangspunkt i lak- og farveindustriens egne erfaringer som modtager af spørgeskemaer vedrørende produkternes miljøpåvirkning. Spørgeskemaet blev anvendt til dataindsamlingen i projektet.

Råvarer i lak- og farveindustrien

Som forberedelse til dataindsamling og opbygning af en database blev der internt i lak- og farveindustrien foretaget en screening af de anvendte råvarer, hvor de mest relevante blev udpeget. Screeningen blev udført på basis af den generelle brug af de enkelte råvarer i branchen samt det typiske indhold af råvaren i produktet. Der blev endvidere udarbejdet en systematik og terminologi for grupperingen af råvarerne, baseret på den gængse teknisk-kemiske faglitteratur i branchen.

Den foreslåede gruppering og kategorisering medfører, at en database for råvarer vil omfatte 56 hovedgrupper, opdelt i ca. 325 undergrupper.

Datakilder

Der blev foretaget en grundig analyse af, hvilke datakilder der i praksis er til rådighed for lak- og farveproducenterne, samt hvilke begrænsninger, fordele og ulemper, der er knyttet til hver enkelt. Principielt kan der anvendes 3 typer af data:

- Producentspecifikke data, dvs. den aktuelle råvareleverandørs egne data, der kan skaffes via spørgeskemaer, fra miljørapporter eller evt. fra producentens egne LCA'er. I praksis er det ofte vanskeligt over-

hovedet at fremskaffe producentspecifikke data, og dernæst at sikre korrekt fortolkning og fuldstændighed af de udleverede data.

Det er karakteristisk, at mange af de større råvareproducenter gerne fremlægger en fyldig redegørelse for deres miljøpåvirkninger, i form af miljøregnskab/EMAS miljøredegørelse. Disse redegørelser indeholder imidlertid kun i meget sjældne tilfælde oplysninger, der gør det muligt at bestemme den specifikke miljøpåvirkning pr. produktenhed.

- Branche/gennemsnitsdata, typisk videnskabeligt indsamlede og bearbejdede LCA data fra udvalgte producentgrupper og brancher. Der er væsentligts to, hyppigt citerede kilder, der er relevante for lak- og farveindustrien.
- Andre datakilder, eksempelvis data for råvarer der er beslægtede med lak- og farveindustriens råvarer, eller fra LCA undersøgelser af helt andre produkter, hvor der indgår bredt anvendte ”basiskemikalier”, eksempelvis opløsningsmidler.

Datasøgning og resultater

Hovedsigtet med dataindsamlingen var at indsamle og afprøve producentspecifikke data, og der valgtes metode baseret på skriftlig henvendelse fra FDLF, bl.a. med henblik på at opnå størst mulig gennemslagskraft. I udformningen af forespørgslen indgik en lang række overvejelser, herunder hensyn til ønske om fortrolighed samt lettest mulig besvarelse hos leverandøren.

Der blev udsendt forespørgsler på i alt 43 forskellige råvarer og materialer, adresseret til 30 forskellige firmaer, i 2 søgerunder. De pågældende firmaer var udvalgt blandt de aktuelt anvendte leverandører til medlemsvirksomhederne, således at henvendelsen fra FDLF eventuelt kunne følges op individuelt. Der var endvidere en skriftlig rykkerprocedure.

Datasøgningen resulterede i 3 brugbare datasæt for de undersøgte råvaretyper. Dette resultat betegnes som magert – selv på baggrund af de forudsete vanskeligheder. Det er især skuffende, at ca. 30% af de adspurgte leverandører slet ikke har svaret på FDLF's henvendelse. Efter nøje granskning er der intet der tyder på, at den ringe svarprocent skyldes fejl og mangler i den anvendte metode.

I projektet er der indhøstet værdifulde erfaringer med datasøgning og LCA studier i relation til lak- og farveprodukter. Der blev gjort flere iagttagelser, der tyder på at kvaliteten af de positive svar ville kunne forbedres, såfremt der afsættes tid og ressourcer til en personlig opfølgning på de enkelte svar. En sådan fremgangsmåde ville dog være særdeles ressourcekrævende, og lå uden for projektets målsætning.

Det er sandsynligt, at en betydende del af råvareproducenterne fremover satser på at fremlægge fælles branchedata som svar på den stigende efterspørgsel på LCA dokumentation. Hvis dette bliver tilfældet vil adgangen til producentspecifikke data yderligere vanskeliggøres.

Case studier med LCV System

I projektet blev der udført case studier, hvor anvendelsen af de indsamlede data blev afprøvet i LCV beregningsmodellen med henblik på at illustrere:

- sammenligning af forskellige produkter med samme anvendelsesområde
- problematikken omkring valg imellem forskellige råvareleverandører
- betydningen af en afgrænsning af de undersøgte komponenter

Case studierne demonstrerede de muligheder og begrænsninger, der ligger i livscyklus metoden og LCV Systemet. Det skal understreges, at de produkter, der er beskrevet i case studierne, ikke er sammenlignelige ud fra en teknisk, kvalitetsmæssig betragtning.

Summary in English.

This report concerns the use of life cycle assessment (LCA) of paint and printing ink with focus on the access to data concerning the environmental impact of the raw materials as a condition for the applicability of LCA as a tool for the individual producer.

Generally the producers have experienced that it requires many resources and much time to collect the data on the raw materials necessary to make an LCA for a specific product. The paint industry uses types of raw materials that to a large extent are common among producers and products. Therefore, the Danish Paintmakers' Association (FDLF) wanted to investigate the possibility of establishing a common database, which would make it easier for the producers to obtain access to valid data on the environmental impact of raw materials during production and to other environmental data on the raw materials to be used in life cycle assessment of specific products.

For this purpose FDLF initiated a project in order to identify the following problems:

- identify expectations and requirements of the industry for a common raw material database
- catalogue and determine priorities for the very large number of raw materials used in the industry
- identify the need for data and the performance criteria for data in different fields of application of LCA in the paint industry
- test collection of LCA data from raw material producers
- make case studies with the purpose of illustrating the use of raw material data in connection with the evaluation of raw materials
- produce guidelines for the industry concerning data collection and data evaluation.

The results of the studies and the collection of data carried out in the project are rendered in the report. It will appear that the success in producing data from the raw material suppliers has been modest, and therefore the guidelines concerning data collection are reduced in the report, and for the same reason there are no specific proposals for creating a common database.

Some of the lessons learned and the conclusions drawn by the paint industry will be adaptable in other chemically based production and will also be useful if it should be possible to work with a common database at a later time.

LCA in the paint industry.

During discussions with the producers and by going over the literature it became clear that the evaluation of the environmental characteristics of paint products and information on these to the market is to a large extent based upon LCAs of relatively complex products. There has not been found a method which meet both the international guidelines and the demand for differentiation between for example two closely related paint products. A demand for the latter often necessitates the use of producer specific raw material data.

A delimitation of the studied LCA systems was investigated and so was an exclusion of raw materials/semimanufactured products which form part of the end products in only small quantities. However, such a delimitation of LCA may be problematic concerning paint and printing ink, because it may be components which form part of the product in relatively small quantities, additives, which are decisive for the product's toxicological and ecotoxicological qualities, and also because varnish and paint contains so many substances that it may prove difficult to define the limits for what to include and what not to include at a sensible level.

Among the existing, recognised LCA-methods and design tools the Danish LCV-tool was selected. This tool was developed in co-operation with UMIP for the project's case studies.

Data requirements and –format.

A questionnaire based on a simple input-output model was produced which specified simply and briefly the necessary data to be received from the raw material suppliers. The design of the questionnaire was based upon the paint industry's own experience as receiver of questionnaires concerning the environmental effect of the products. The questionnaire was used for the retrieval of data for the project.

Raw materials in the paint industry.

In preparation for the collection of data and the creation of a database a screening of the raw materials used was carried out internally in the paint industry and the most relevant ones were selected. The screening was carried out on the basis of the general use of the specific raw materials in the industry and on the basis of the typical content of the raw material in the product. Further, a classification and a terminology for the grouping of the raw materials was made based upon the current technical-chemical literature of the industry.

The suggested grouping and categorisation causes the database for raw materials to include 56 main groups split into app. 325 sub-groups.

Data sources.

A thorough analysis was made concerning which data sources are practically at the disposal to the paint producers, and which limitations, ad-

vantages and drawbacks are connected to every single one. In principle 3 types of data are usable:

- Producer-specific data, i.e. the actual raw material supplier's own data, which can be obtained via questionnaires, from environmental reports or perhaps from the producer's own LCAs. In practice it is often difficult to obtain producer-specific data at all and to secure correct interpretation and completeness of the data.

It is characteristic that many of the larger raw material producers are happy to produce an expansive statement on their environmental effects in the form of environmental accounts/EMAS environmental account. However, these accounts rarely contain information which make it possible to determine the specific environmental effect per unit of the product.

- Trade/average data, typically scientifically retrieved and worked up LCA data from selected producer groups and trades. There are mainly two frequently quoted sources which are relevant to the paint industry.
- Other data sources, f.inst. data on raw materials related to the raw materials of the paint industry, or LCA examinations of completely different products containing broadly used "basic-chemicals", f.inst. solvents.

Data retrieval and results.

The main purpose of the data retrieval was to collect and test producer-specific data, and a method was selected based upon a written enquiry from FDLF in order to obtain the largest possible impact. Close consideration was given to the presentation of the questionnaire, f.inst. concerning the request for confidence and for finding the easiest possible way for the supplier to reply.

Enquiry was made on a total of 43 different raw materials and mailed to 30 different companies in 2 rounds. The companies were selected among the suppliers actually used by the member companies so that the enquiry from FDLF could be followed up individually. Further there was a reminder procedure in writing.

The data retrieval resulted in 3 usable sets of data for the studied types of raw materials. This result is considered thin – even considering the expected difficulties. Especially it is disappointing that app. 30% of the respondents did not reply at all. After a thorough study nothing indicates that the low percentage of response is due to defects of the applied method.

Valuable knowledge on data retrieval and LCA studies has been obtained in relation to varnish- and paint products. Several observations indicate that the quality of the positive response might be improved if time and resources were allocated for a personal follow up. Such a procedure

would, however, demand considerable resources and was outside the objective of the project.

It is likely that in the future a substantial part of the raw material producers will present common trade data in response to the increasing demand for LCA documentation. If this becomes the case, the access to producer-specific data will become more difficult.

Case studies with the LCV system.

Case studies were carried out, and the use of the collected data was tested in the LCV analysis model in order to illustrate:

- comparison of different products with the same scope
- the complex of problems concerning the choice among different raw material suppliers
- the significance of a delimitation of the examined components

The case studies demonstrate the possibilities and the limitations of the life cycle method and the LCV system. It must be emphasised that the products described in the case studies cannot be compared technically or on quality.

1 Introduktion

Lak- og farveindustrien mødes i stigende omfang af krav om professionel information om deres produkters miljømæssige egenskaber i form af miljøvurderinger eller livscyklusvurderinger (LCA). Der foreligger ikke for øjeblikket et færdigudviklet operationelt metode- og regelsæt på dette felt, og det er vanskeligt at tilvejebringe de nødvendige data. LCA anvendes i dag til en lang række formål inden for forskellige sektorer; blandt disse kan specielt nævnes:

- produktudvikling/produktforbedring
- markedsføring
- miljømærkning (ISO type I mærkning)
- miljø "statements" (ISO type II mærkning)
- miljøvaredeklarationer (ISO type III mærkning)
- strategisk planlægning
- grønne indkøb
- andre miljøpolitiske beslutninger
- produktstrategier
- valg af energikilder til f.eks. elproduktion
- affaldsbehandlingsstrategier
- emballagepolitik

Der har i en længere årrække eksisteret velindarbejdede metoder, regelsæt og hjælpeværktøjer til information om farve- og lakprodukters egenskaber med hensyn til sikkerhed og sundhed. Til støtte for producenterens arbejde på dette felt har FDLF bl.a. udarbejdet interne vejledninger i mærkning, og der vedligeholdes et bibliotek af "sikkerhedskort", med basisoplysninger om fysisk-kemiske og toksikologiske egenskaber for en lang række brancherelevante råvarer.

For at støtte producenterens arbejde med at udvikle og tilvejebringe miljøinformation om farve- og lakprodukter har FDLF gennemført et projekt med henblik på at:

- identificere forventninger og behov i branchen til en fælles råvaredatabase
- katalogisere og prioritere råvaretyper
- identificere databehov og kvalitetskrav til data i forbindelse med forskellige anvendelsesområder for LCA
- gennemføre casestudier med henblik på at illustrere anvendelse af råvaredata i forbindelse med vurderingen af malevarer
- udarbejde en vejledning til virksomhederne i dataindsamling og -vurdering

På grund af den beskedne succes med fremskaffelse af miljødata fra de store europæiske råvareproducenter er udarbejdelse af vejledning i dataindsamling og forslag til strukturering af database nedtonet i den endelige afrapportering af projektet.

I rapporten lægges hovedvægten på livscyklusvurdering (LCA) og mulighederne for anvendelse heraf. Dette princip er grundlæggende i beskrivelse og vurdering af produkters miljøbelastning, og anvendes i bl.a. miljømærker og -varedeklarationer. Rapporten er opbygget på følgende måde:

I kapitel 2 gives en kort introduktion til LCA samt en beskrivelse af anvendelsesmuligheder for LCA i lak- og farveindustrien.

I kapitel 3 gives en vejledning i indsamling af data fra råvareleverandører til brug for LCA.

I kapitel 4 gives en oversigt over råvarer anvendt i lak- og farveindustrien.

I kapitel 5 gives en oversigt over datakilder til brug ved anvendelse af LCA.

I kapitel 6 beskrives forløbet af datasøgningen og resultatet heraf.

I kapitel 7 er vist eksempler på udførelse af LCA for forskellige farverecpter.

I kapitel 8 gives en detaljeret referenceliste opdelt i datakilder, metodebeskrivelser og andre relevante referencer.

Der har under projektet været et krav fra FDLF om fuld fortrolighed omkring anvendelse og leverance af råvarer. Af denne grund er alle navne på leverandører og producenter søgt udeladt eller anonymiseret i rapporten.

2 LCA i lak- og farveindustrien

2.1 Livscyklusvurdering (LCA) generelt

Miljøvurdering/livscyklusvurdering (LCA) - også kaldet “vugge-til-grav” analyse - er udviklet gennem de seneste 20 - 30 år især i Europa og USA. Udviklingen startede i større virksomheder med henblik på markedsføring af egne produkter frem for konkurrenternes produkter.

Vurderingerne var i starten præget af metodiske forskelle og ringe gennemsigthed, hvorfor sammenligneligheden mellem forskellige undersøgelser ikke var særlig stor, med deraf følgende uenigheder om undersøgelsesernes konklusioner. Det har ledt til udvikling af en lang række nationale og internationale LCA-metoder. Metodeudviklingen i de enkelte lande er i høj grad blevet koordineret ved samarbejde i internationale organisationer. Det er primært SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) og ISO (International Standards Organisation), der har stået for udviklingen. Den første gruppe har stået for den videnskabelige metodeudvikling, mens den anden gruppe har stået for den systematiske og konsensusprægede del af metodeudviklingen.

Gruppernes arbejde er blevet tæt koordineret pga. personsammenfald. Udviklingen og udbredelsen af LCA er blandt andet støttet af SPOLD (Society for the Promotion of LCA Development).

Forskellige detaljeringsniveauer

En livscyklusvurdering (LCA) kan gennemføres på forskellige detaljeringsniveauer, afhængig af det konkrete anvendelsesområde (Jensen *et al.*, 1998):

- Konceptuel LCA - dvs. anvendelse af livscyklustankegangen til at identificere trin i livscyklus og/eller potentielle miljøbelastninger af betydning. Ved hjælp af livscyklustankegangen rettes fokus mod de væsentligste trin og miljøbelastninger i livscyklus.
- Simplificeret LCA - dvs. anvendelse af LCA metodologien til en form for screening, som dækker hele livscyklus, men primært ved anvendelse af generiske data, gennemsnitsdata mv. Screeningen følges af en vurdering omfattende de væsentligste miljøeffekter i alle trin/faser af livscyklus. “Screening LCA” og “Streamlined LCA” bruges synonymt med simplificeret LCA.
- Detaljeret/fuld LCA - dvs. anvendelse af principperne i ISO standarden og så vidt muligt producentspecifikke data.

Grænsen mellem de forskellige typer af LCA er flydende. Resultaterne af de forskellige typer LCA vil i princippet være de samme, men der kan være forskelle med hensyn til resultaternes præcision. Visse anvendelser, f.eks. større politiske og økonomiske beslutninger, kræver naturligvis en mere detaljeret LCA. Forskellige anvendelser af LCA stiller ligeledes forskellige krav til data. Der kan være tale om:

Kategorier af LCA data

- producentspecifikke data (stedspecifikke data)
- branchespecifikke data (branchegennemsnit)
- generiske data (data fra produktion af analoge råvarer til andre formål f.eks. opløsningsmidler, polymerer etc.)

Grænsen mellem branchespecifikke gennemsnitsdata og generiske data er flydende.

Generelle metodebeskrivelser

Det metodiske grundlag for LCA kan beskrives med udgangspunkt i ISO-standarderne (14040 serien), som udstikker en ramme for gennemførelse af en livscyklusvurdering. En mere detaljeret beskrivelse af selve gennemførelsen af en LCA findes i forskellige metodebeskrivelser, hvoraf der er i det følgende gives en oversigt over de mest relevante.

ISO har gennem flere år arbejdet med udvikling af standarder for gennemførelse af livscyklusvurderinger, hvoraf den generelle standard 14040 er vedtaget/tiltrådt, mens de øvrige standarder endnu er under udvikling. De relevante standarder er vist i boks 1.

Boks 1 ISO standarder for LCA

- DS/EN ISO 14040: Miljøledelse - Livscyklusvurdering - Principper og struktur (Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework) (ISO, 1997).
- ISO/FDIS 14041: Environmental management - Life cycle assessment - Goal and scope definition and life cycle inventory analysis (ISO, 1998a).
- ISO/CD 14042.3: Environmental management - Life cycle assessment - Life cycle impact assessment (ISO, 1998c).
- ISO/CD 14043.2: Environmental management - Life cycle assessment - Life cycle interpretation (ISO, 1997).

Der findes en lang række danske og udenlandske LCA-metodebeskrivelser. I boks 2 nedenfor gives en oversigt over udvalgte danske og udenlandske metoder med hovedvægt på de danske og nordiske metodebeskrivelser.

For en introduktion og henvisning til andre videnkilder henvises til "Life cycle assessment (LCA) - A guide to approaches, experiences and information sources" (Jensen *et al.*, 1998), som sammen med en database indeholdende en oversigt over forskningsinstitutioner, virksomheder, myndigheder og konsulenter, der arbejder med LCA, kan findes på internettet, <http://www.eea.eu.int/>

Boks 2

Eksempler på eksisterende metodebeskrivelser og koncepter for LCA

Udvikling af Miljøvenlige IndustriProdukter (UMIP)

- Miljødimensionen i produktet (Alting *et al.*, 1996).
- Miljøvurdering af produkter (Wenzel *et al.*, 1996).
- Baggrund for miljøvurdering af produkter (Hauschild, 1996).
- Miljøvurdering i produktudviklingen - 5 eksempler (Wenzel, 1996).
- Miljørigtig konstruktion (Olesen *et al.*, 1996).
- Environmental Assessment of Products. Volume 1: Methodology, tools and case studies in product development (Wenzel *et al.*, 1997).
- Environmental Assessment of Products. Volume 2: Scientific background (Hauschild & Wenzel, 1998).

Materialeteknologisk UdviklingsProgram (MUP)

- Livscyklusmodel til vurdering af nye materialer. Baggrund, principper og anvendelse (Schmidt *et al.*, 1994b)
- Metoder, vurderingsgrundlag og fremgangsmåde. Livscyklusvurdering af nye materialer (Schmidt *et al.*, 1994a).

LCA-Nordic

- Nordic Guidelines on Life-Cycle Assessment (Lindfors *et al.*, 1995c).
- LCA-Nordic. Technical Reports No. 1 - 9 (Lindfors *et al.*, 1995a).
- LCA-Nordic. Technical Report No. 10 and Special Reports No. 1 - 2 (Lindfors *et al.*, 1995b).

Andre relevante metoder

- Life Cycle Assessment in Environmental Policy (Update of LCA methodology: Guide & Backgrounds (Heijungs *et al.*, 1992))

EDB værktøjer

Gennemførelse af en LCA er bl.a. karakteriseret ved store datamængder, hvorfor forskellige konsulent-/rådgivningsmiljøer har udviklet software til håndtering af store datamængder i LCA-sammenhæng.

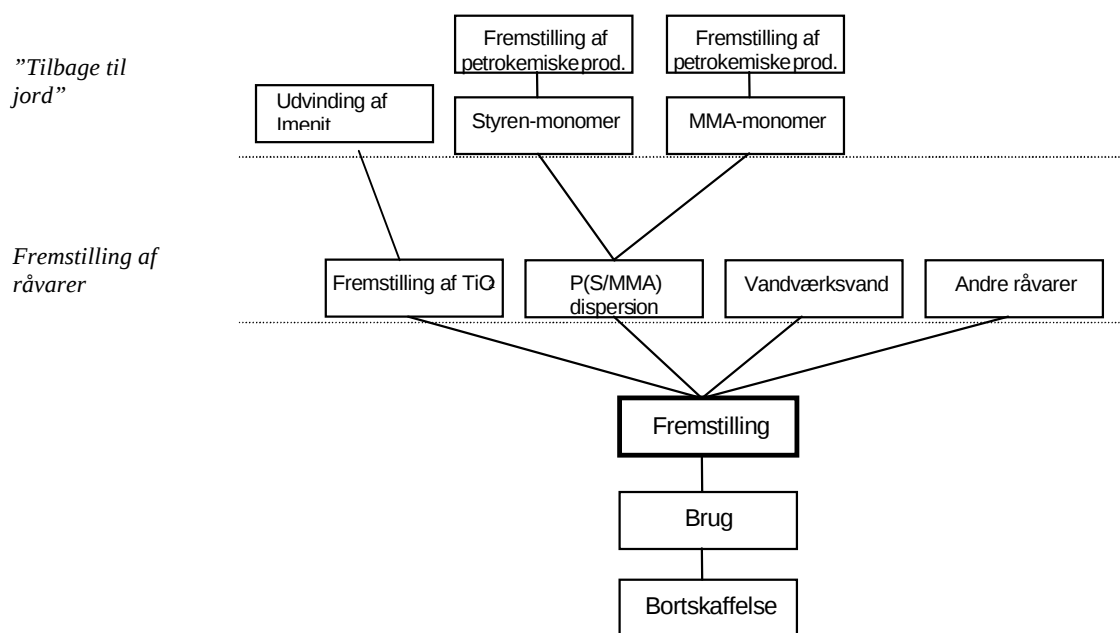
2.2 Anvendelse af LCA i lak- og farveindustrien

I dette afsnit gives eksempler på anvendelse af LCA med udgangspunkt i lak- og farveindustrien. De mest relevante anvendelser vurderes at være:

- Produktudvikling/-optimering
- valg mellem forskellige råvareleverandører
- udvikling af miljømærkekriterier
- udarbejdelse af miljøvaredeklarationer (se f.eks. Toldsted *et al.*, 1997 og Møller *et al.*, 1998)

Der kan i øvrigt henvises til COWI (1998), Zackrisson og Jansson (1997) samt Rønning *et al.* (1993), hvor der kan ses eksempler på anvendelse af LCA i lak- og farveindustrien.

Udgangspunktet for gennemførelse af en LCA kan være opstilling af et flowdiagram for det relevante produkt. Flowdiagrammet bør omfatte alle processer i alle faser i livscyklus som eksemplificeret ved det forenkledede diagram for fremstilling af en vandbaseret hvid maling baseret på en styren-acrylat-copolymer, se figur 1.



Figur 1

Eksempel på livscyklus for lak- og farveprodukt

"Tilbage til jord"

Miljøbelastningen ved produktion af en færdigvare indeholder såvel blandeprocessen og anden bearbejdning hos producenten som fremstillingen af råvarerne. Den potentielle miljøbelastning fra sidstnævnte skal i princippet følges hele vejen tilbage til "vuggen" dvs. de primære udgangsmaterialer som mineraler og råolie. Dette kaldes også "tilbage til jord".

Fremskaffelse af data for produktionsprocessens miljøbelastning forudsættes at ske hos den enkelte producent og volder sjældent vanskeligheder. Mangler en producent eventuelt egne, aktuelle data kan vejledende nøgletal findes i f.eks. "Brancheorientering for Lak- og Farveindustrien" (Miljøstyrelsen, 1996).

Den komplette livscyklus for et lak- eller farveprodukt indeholder naturligvis også elementerne "brug" og "bortskaffelse", men disse faser vil ikke blive berørt i denne sammenhæng.

2.2.1 Systemafgrænsning

Fastlæggelse af systemgrænser er en del af første trin af en livscyklusvurdering "Definition af formål og omfang", og denne aktivitet har som formål at sætte klare grænser for, hvad der medtages, og hvad der udelades af vurderingen. Systemgrænserne bestemmes primært af formålet med undersøgelsen sekundært af f.eks. datatilgængelighed, sammenholdt med, hvilke ressourcer, der er til rådighed til gennemførelse af undersø-

gelsen. Systemgrænserne kan fastsættes ud fra to principper (prioriteret rækkefølge):

1. Gennemførelse af en detaljeret LCA, hvor alle råvarer/halvfabrikata føres ”tilbage til jord”.
2. Gennemførelse af en LCA, hvor de væsentligste råvarer/halvfabrikata føres ”tilbage til jord”. I denne sammenhæng vurderes væsentligheden ud fra andelen af råvaren i det færdige produkt, og skæringsværdien fastsættes i det aktuelle tilfælde. Som udgangspunkt vælges at inddrage råvarer, der indgår med mere end en given vægt-%:
 - Råmaterialer/halvfabrikata, der indgår med mere end f.eks. 5 vægt-% i slutproduktet føres tilbage til jord, dvs. potentielle miljøbelastninger ved alle processer tilbage til udvinding af råvarer medtages i den samlede vurdering.
 - *Alle materialer/halvfabrikata*, der indgår i slutproduktet, indgår i vurdering af lokale effekter (humantoksikologiske, økotoxikologiske og arbejdsmiljø) i fremstillings-, brugs- og bortskaffelsesfasen.

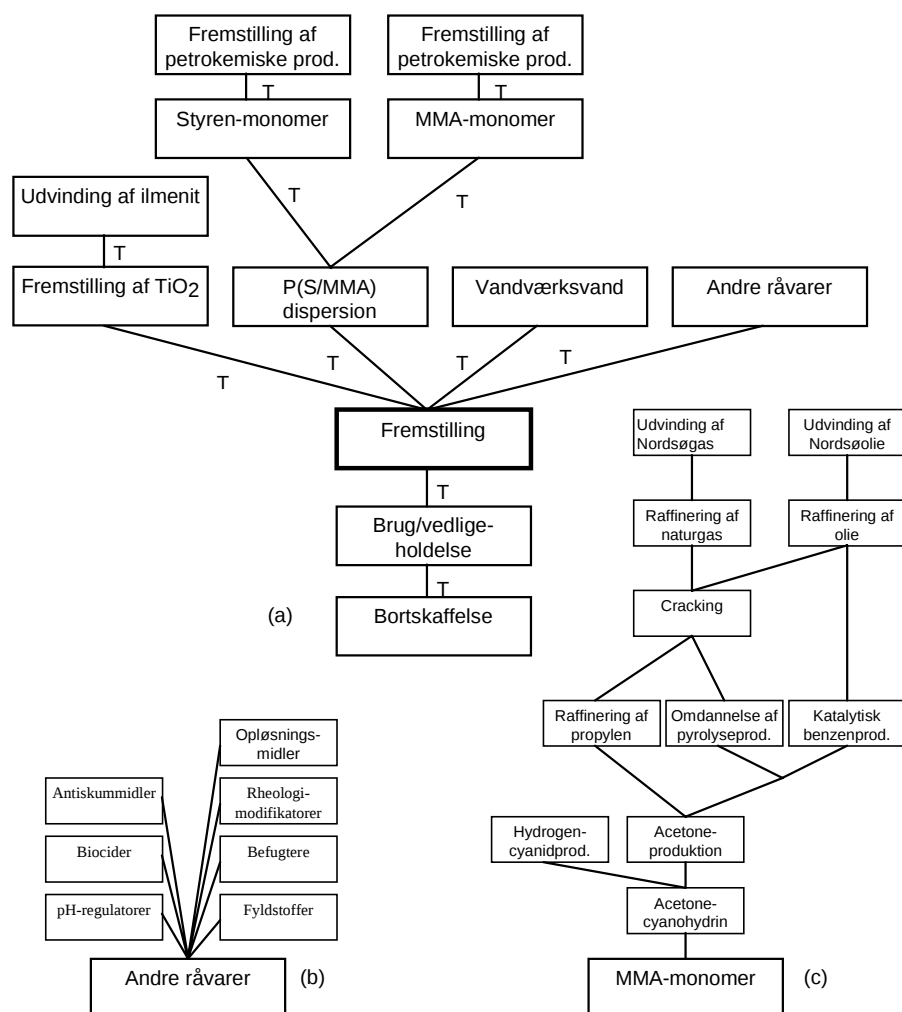
For begge valg gælder, at fremstilling af bygninger og maskiner udelades.

Problematikken omkring udeladelse (”cut-off”) af visse råvarer/halvfabrikata i opgørelsen er bl.a. diskuteret i det nordiske LCA-projekt (Lindfors *et al.*, 1995c), hvor der skitseres tre metoder:

- udeladelse af delsystemer, der ligger mere end ét, to eller tre trin bagud
- udeladelse af delsystemer, der udgør mindre end f.eks. 2 vægt-%
- udeladelse af delsystemer, der udgør mindre end x vægt-%, hvor x fastsættes efter, at summen udeladte råvarer/halvfabrikata er mindre end en fastsat vægt-%

Anvendelsen af forskellige ”cut-off” metoder er nærmere belyst i Linfors *et al.* (1995a), hvor bl.a. malingproduktion er anvendt som case. Fælles for de nævnte metoder er, at de baserer sig på antagelsen om korrelation mellem emissioner og massestrømme. Den antagelse holder så længe, der er tale om energirelaterede emissioner, mens produktion af visse råvarer kan give anledning til særlige emissioner, som kan påvirke det samlede resultat af en LCA.

Den foreslåede afskæringsværdi er vejledende og bør f.eks. sænkes, hvis den medfører, at i alt mere end given vægt-% af råvarerne udelades af opgørelsen. Ved f.eks. følsomhedsanalyser kan det dog ofte vises, at det samme resultat kan opnås ved kun at inddrage de mængdemæssigt væsentligste råvarer, når der skal skaffes data for fremstillingen af råvarer. Problemstillingen omkring afgrænsning ved en given vægt-% er belyst nærmere i eksemplerne, kapitel 7.



Figur 2

Malings livscyklus illustreret ved et forenklet flowdiagram (a). Den fremhævede box viser den danske producent. Eksempler på andre råvarer (b) og produktion af MMA monomer (methylmethacrylat) (c) fra Nordsøgas og Nordsøolie er ligeledes vist. T angiver transport.

2.2.2 Produktudvikling/-optimering

Ved produktudvikling/-optimering kan der være tale om, at der gennemføres en detaljeret vurdering af ét produkt eller en sammenlignende vurdering af flere produkter. Ved vurdering af ét produkt kan formålet være at reducere den samlede miljøbelastning. Det kan gøres ved at identificere de råmaterialer/halvfabrikata eller processer, der giver anledning til væsentlige miljøbelastninger. De identificerede råmaterialer/halvfabrikata eller processer kan således danne grundlaget for det videre miljøoptimeringsarbejde. I udviklings-/optimeringsfasen vil det være hensigtsmæssigt at lave en sammenlignende vurdering, hvor det optimerede produkt sammenlignes med det oprindelige produkt.

Produktudvikling/-optimering inden for lak- og farveindustrien kan f.eks. omhandle:

- substitution/reduktion af pigmenter eller andre additiver mhp. at reducere den samlede miljøbelastning
- substitution/reduktion af opløsningsmidler
- substitution/reduktion af bindemidler

*Gennemsnitsdata kan
være tilstrækkelige*

Ved de indledende vurderinger kan generiske data/branchegennemsnit bruges for råvarer, mens specifikke data bør bruges for egne processer. Systemgrænserne bør ved en indledende vurdering sættes så bredt som muligt, mens systemgrænserne ved en sammenlignende vurderinger kan indsnævres til at omfatte de dele af livscyklus, der er forskellige for de produkter der sammenlignes.

2.2.3 Valg mellem alternative råvareleverandører

Valg mellem alternative råvareleverandører kan være en central del i miljøoptimering af de enkelte produkter, idet forskellige fremstillingsprocesser eller forskellige transportafstande kan være afgørende for den samlede miljøbelastning. Det kan f.eks. dreje sig om at vælge den bindemiddelproducent, der producerer med den laveste miljøbelastning. Som eksempel kan nævnes de europæiske PVC-producenter, som producerer med forskellige teknologier, forskellige oprindelsessteder for råvarer og dermed forskelligt samlet energiforbrug, miljøbelastninger i øvrigt, eller producenter af f.eks. titandioxidpigmenter, som kan basere deres produktion på forskellige råvarer og/eller forskellige produktionsprocesser.

*Producentsspecifikke
data nødvendige*

Ved valg mellem alternative råvareleverandører er det således nødvendigt at indhente specifikke miljødata fra de potentielle leverandører.

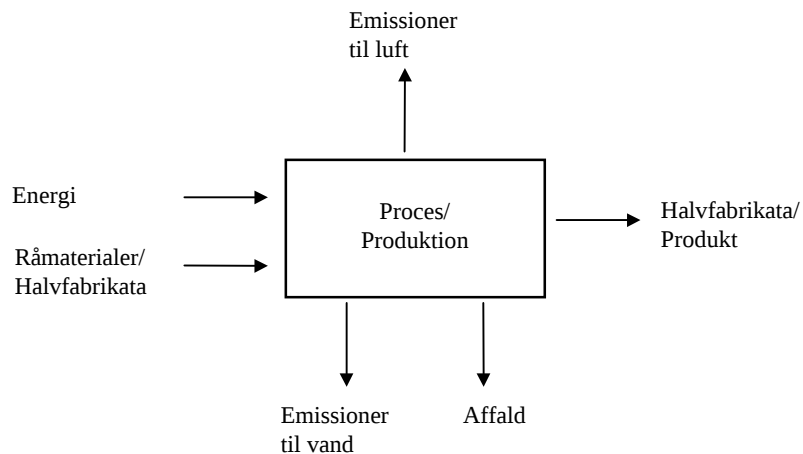
3 Datakrav og -format

Livscyklusvurdering/miljøvurdering af produkter kræver store mængder ensartede data. I det følgende beskrives et dataformat, som med fordel kan anvendes ved indsamling af data til brug i LCA i lak- og farveindustrien. Endvidere beskrives et dataformat udviklet af en international interesseorganisation.

3.1 Dataformat generelt

Inden dataindsamlingen er det væsentligt at definere et dataformat, som gør det muligt at relatere de indsamlede data til det betragtede produkt.

På figur 2 i foregående afsnit er tidligere vist et eksempel på malings livscyklus. Hver box i flowdiagrammet repræsenterer én eller flere processer, f.eks. en fabrik. Dette kan beskrives ved en generel input-/output-model som vist på figur 3. Figuren kunne illustrere en blandingsproces, hvor der tilføres bindemidler, opløsningsmidler, pigmenter og andre råvarer samt energi i form af el, damp eller f.eks. naturgas. Emissioner til luft kan f.eks. være opløsningsmidler, mens emissioner til vand og affald f.eks. kan forekomme ved rengøring af blandedkar. Produktet kan være den færdige maling.



Figur 3
Input/output-model.

Allokering af input/output

Figur 3 repræsenterer (naturligvis) en idealsituation, hvor input/output kan opgøres særskilt, relateret til et enkelt produkt og en enkelt proces. I praksis er situationen ofte den, at der f.eks. fremstilles flere beslægtede produkter på samme fabriksanlæg, eller et produkt fremstilles som biprodukt i en given proces. Som eksempel herpå kan nævnes tekniske organiske og uorganiske produkter f.eks. pigmenter, som fremstilles i et kompliceret net af kemiske processer, hvor halvfabrikata og biprodukter udveksles mellem forskellige produktionslinier.

Ved en LCA vil opgaven da være at "allokere" en andel af de samlede input/output fra anlægget eller processen til det bestemte produkt, man er interesseret i.

Det gælder i princippet om at få indsamlet så detaljerede data som muligt om den enkelte proces eller produktion. Man skal dog gøre sig klart, at dette kan være en temmelig vanskelig opgave, når dataindsamlingen skal ske via en ekstern part, råvareleverandøren.

Det er i denne fase bl.a. vigtigt, at de adspurgte leverandører kan se formålet med at udlevere de ønskede data og samtidig fremskaffe dem med et begrænset ressourceforbrug. Rekvirenten skal samtidig sikre sig, at forespørgslen er tilstrækkelig præcis til at undgå misforståelser.

3.2 FDLF-spørgeskema

Til brug for dataindsamling via direkte henvendelse til råvareleverandører har projektgruppen udviklet et spørgeskema, som så enkelt og kortfattet som muligt kan tilvejebringe de nødvendige og tilstrækkelige data i det rette format; se bilag 2. Spørgeskemaet følger i sin opbygning input/output-modellen med følgende hovedpunkter:

- oplysninger om produktet, enhed og årstal
- sammensætning af produktet
- input til produktionen (materialer og energi)
- output fra processen (via produkter, emissioner til luft, emissioner til vand og affald)

Spørgeskemaet er forsynet med en kort forklaring, der redegør for formålet med indsamling af data og uddyber/forklarer, hvordan de forskellige informationer ønskes opgivet.

De forhold, der er knyttet til den praktiske anvendelse af spørgeskemaet i kommunikationen med råvareleverandørerne er kommenteret i afsnit 5.1 og 6.2.

3.3 SPOLD dataformat

SPOLD (Society for the Promotion of LCA Development) har udviklet et dataformat med tilsvarende software til indsamling af data på elektronisk form til brug i livscyklusvurderinger (SPOLD, 1997).

Data kan indsamles ved anvendelse af fortrykte skemaer eller ved anvendelse af det specielt udviklede software. Anvendelse af softwaren tillader brugeren at generere data, redigere data, importere og eksportere data. På sigt er det planen at få udviklere af LCA-software til at benytte SPOLD dataformatet og ved at indgå samarbejde med SPOLD sikre, at LCA-softwaren bliver kompatibel med det elektroniske dataformat. Herved gives mulighed for at indsamle data direkte på elektronisk form og derefter indlæse dem i et ønsket LCA-software, ligesom der gives mulighed for at

eksportere data fra et LCA-software via SPOLDs elektroniske format til et andet LCA-software. SPOLD har ligeledes planer om at udvikle et database-netværk.

Principperne i SPOLD dataformatet er, at *alle* tænkelige informationer indsamles systematisk. Det betyder, at meget stramme regler skal følges for at opnå et brugbart datasæt, og der kræves informationer om bl.a.: tid/periode, geografiske forhold, anvendte "eat off" regler, allokering-metoder, energi- og transportmodeller, input og output mm.

Der foreligger så vidt vides ikke dokumenterede praktiske erfaringer med brugen af SPOLD dataformatet

4 Råvarer i lak- og farveindustrien

I lak- og farveindustrien anvendes en lang række forskellige råvarer, som via de enkelte virksomheders individuelle recepter formuleres til en lang række forskellige produkter med vidt forskellige anvendelsesområder, egenskaber og kvaliteter. Med henblik på udvikling af værktøjer, som kan støtte de enkelte producenter i miljøvurdering af deres egne produkter, planlægges opbygning af en database, som kan rumme oplysninger om de enkelte råvarer til brug ved f.eks. en livscyklusvurdering af det konkrete produkt.

Som udgangspunkt for opbygning af en eventuel database er det vigtigt at have en entydig og systematisk terminologi og gruppering af råvarer. Dette udgangspunkt er forsøgt etableret ved opstilling af en "bruttoliste" over potentielle råvarer anvendt i lak- og farveindustrien. Listen er opstillet med udgangspunkt i Karsten (1992) og Lückert (1994), hvad angår inddeling i grupper. Råvarerne er inddelt på tre niveauer:

- hovedgrupper baseret på funktion/kemi
- kemisk opdeling/stofgrupper
- underopdeling af stofgrupper

Hovedgrupperne, der er opdelt efter følgende funktioner:

- bindemidler
- opløsningsmidler mv.
- additiver
- pigmenter
- fyldstoffer

Hovedgrupperne er herefter opdelt på grundlag af kemisk struktur; se tabel 2. De relevante råvarer kan opdeles i 56 hovedgrupper, som videre kan opdeles i ca. 325 undergrupper.

Tabel 1

Råvarer anvendt i lak- og farveindustrien inddelt i hovedgrupper på grundlag af funktion og dernæst kemisk struktur.

Bindemidler	
1. Vegetabiliske olier og derivater	31. Anti-skind midler (antioxidanter)
2. Asfalt, bitumen, beg	32. Katalysatorer
3. Naturlig harpiks og derivater	33. UV-absorbenter, lys-stabilisatorer og fotoinitiatorer
4. Modifieret harpiks	34. Fungicider og bactericider
5. Polyestere	35. Emulgatorer og befugtere
6. Phenolharpiks	36. Antisedimentationsmidler
7. Urea-harpiks	37. Antiskumnings- og afskumningsmiddel
8. Melamin-harpiks	38. Rheologimodifikatorer (viskositetsregulatorer, fortykningsmidler, thixotropiske midler mv.)
9. Polyvinylacetal	39. Vedhæftningsregulerende midler
10. Polyvinylacetat (PVAc) og dispersioner	40. Voks, poleringsmidler, anti-blok-midler, smøremidler, vandafvisende stoffer, separationsmidler og matteringsmiddel
11. Polyvinylchlorid	41. Glansforbedrende midler
12. Polyvinylether	42. Antikorrosive stoffer
13. Acryl- og methacryl-harpiks og copolymerer	43. Assorterede additiver
14. Cumaron-inden harpiks	
15. Hydrocarbon harpiks	Pigmenter
16. Keton- og aldehydharpiks	44. Hvide pigmenter
17. Polyamidharpiks	45. Gule pigmenter
18. Nitrocellulose	46. Orange pigmenter
19. Cellulose	47. Røde pigmenter
20. Gummi og gummiderivater	48. Violette pigmenter
21. Siliconeforbindelser	49. Blå pigmenter
22. Polyurethaner	50. Grønne pigmenter
23. Epoxyharpiks	51. Brune pigmenter
24. Kunstharpiks, umættet	52. Sorte pigmenter
25. Assorterede harpikser/bindere	53. Funktionelle pigmenter
Opløsningsmidler mv.	54. Metalpulvere
26. Opløsningsmidler	55. Effektpigmenter
27. Blødgørere	
28. Andre bærestoffer/opløsningsmidler	Fyldstoffer
Additiver	56. Fyldstoffer
29. Esterificerende stoffer	
30. Sikkativer	

Den mere detaljerede opdeling inden for en hovedgruppe kan eksempelvis for pigmenter se ud som følger:

- 45 Gule pigmenter
 - 45.1 Uorganiske gule pigmenter
 - 45.1.1 Jernoxidgul
 - 45.1.2 Chromgul
 - 45.1.3 Nikkeltitangul
 - 45.1.4 Andre gule uorganiske pigmenter
 - 45.1.5 Gule uorganiske pigmenter; dispersioner, chips mm.
 - 45.2 Organiske gule pigmenter
 - 45.2.1 Acrylamidgul (Hansagul)
 - 45.2.2 Diarylidgul (Benzidingul)
 - 45.2.3 Nikkelazogul
 - 45.2.4 Azo-kondensat-gul
 - ...
 - ...
 - 45.2.9 Gule organiske pigmenter; dispersioner, chips og farvestoffer
- 46 Orange pigmenter

For at undersøge mulighederne for at opbygge en database indeholdende oplysninger om alle de listede råvarer, blev der i første omgang foretaget en screening med henblik på at udpege de mest relevante råvarer.

Screeningen er foretaget på ovennævnte hovedgrupper på grundlag af følgende parametre:

- indhold i vægt-% af den pågældende råvare i det færdige produkt
- forbrug af den pågældende råvare hos de adspurgte producenter
- forbrug af den pågældende råvare inden for branchen som helhed

Jf. forslaget til systemgrænser beskrevet i afsnit 2.2 medtages oplysninger om miljø- og sundhedsmæssige forhold ved produktion af den pågældende råvarer/halvfabrikata (fra "vugge-til-port") i det omfang de indgår med mere end f.eks. 5 vægt-% i den færdige vare. For de enkelte hovedgrupper er indholdet i det færdige produkt angivet som et interval eller som en række intervaller, hvor råvaren kan have forskellige funktioner (f.eks. organiske opløsningsmidler i opløsningsmiddelbaserede produkter eller i vandbaserede produkter). Der er anvendt følgende intervaller: 0-1 vægt-%, 1-5 vægt-%, 5-10 vægt-%, 10-25 vægt-% og mere end 25 vægt-%.

Listen over råvarer er gennemgået af udvalgte danske producenter, som har taget stilling til følgende spørgsmål for hver enkelt råvare:

- om det er en vigtig råvare for virksomheden
- om forbruget i branchen generelt
- om kendskab til at råvaren sjældent benyttes
- om kendskab til at råvaren er på vej ud
- om kendskab til at råvaren ikke bruges

Resultaterne af screeningen er sammenfattet i bilag 5 (Prioritering af råvarekategorier), hvor der for hver hovedgruppe er angivet om det bør have høj (H), middel (M) eller lav (L) prioritet at fremskaffe miljødata for den pågældende hovedgruppe. I en række af de hovedgrupper, der er givet høj prioritet, kan der forekomme råvarer, der ikke indgår i det færdige produkt i en mængde, der ud fra de nævnte koncentrationsgrænser gør, at der skal fremskaffes miljødata.

Det fremgår af bilag 5, at en del bindemidler, opløsningsmidler og blødgørere samt hvide pigmenter (titandioxid) på grund af stor udbredelse/anvendelse hos de adspurgte virksomheder og i branchen generelt samtidig med, at de indgår med høj andel i produkter, bør tillægges høj prioritet i en systematisk dataindsamling. Additiverne indgår typisk i lav koncentration, hvorfor de med de foreslåede systemgrænser ikke bør prioriteres i en dataindsamling i første omgang. Inden for de enkelte hovedgrupper findes i visse tilfælde specifikke råvaretyper, som ikke har udbredt anvendelse.

5 Datakilder

Ved livscyklusvurdering/miljøvurdering af produkter kan de nødvendige data søges forskellige steder. Der kan være tale om:

- Producentsspecifikke/stedspecifikke data
- Branche/gennemsnitsdata
- Andre data (generiske data)

I det følgende afsnit gives eksempler på, hvilke typer af data, det typisk er muligt at fremskaffe om brancherelevante råvarers miljøbelastning.

5.1 Virksomhedsspecifikke data

Modtages LCA- eller andre miljødata direkte fra en leverandør bør man være forberedt på især to forhold:

- Leverandøren kan forlange formalia omkring fortrolighed overholdt
- Der er kun ringe mulighed for at kvalitetstjekke de modtagne data

Krav om fortrolighed

LCA oplysninger indeholder i princippet information om fremstillingsprocessen med hensyn til effektivitet og udbytte mv., der for nogle produktioners vedkommende kan være konkurrencefølsom. Nogle virksomheder behandler af denne grund konsekvent alle data af denne art som fortrolige, og forlanger en standarderklæring underskrevet af modtageren, der typisk forbyder videregivelse til tredje part.

I praksis betyder det oftest, at de modtagne data kan indgå i en beskrivelse af en specifik færdigvares miljøbelastning, blot navnet på den pågældende leverandør ikke offentliggøres. Idet oplysninger om råvareleverandørers identitet traditionelt behandles fortroligt i lak- og farveindustrien vil dette forhold antagelig ikke udgøre noget større problem i praksis.

Derimod vil fortrolighedsspørgsmålet kunne vanskeliggøre anvendelse af sådanne data i en bredere kreds, eksempelvis i en branchedatabase, med mindre der tilrettelægges en anonymiseret form, der kan imødekomme leverandørens formelle krav til fortrolighed.

Kvalitetstjek af modtagne data

Det er sjældent, at råvareleverandørerne kan tilbyde gennemarbejdede LCA rapporter for deres produkter. Oftest vil leverandørerne kunne tilbyde data i skematisk form, f.eks. som et udfyldt spørgeskema jf. afsnit 5.2.

Nedenfor i figur 5 er vist et eksempel på en sådan håndskrevet besvarelse fra en råvareproducent, der fremstiller et additiv.

Material inputs			
Name of material (Raw- or auxiliary materials, in your manufacturing)	Quantity ¹ used per unit produced (kg/unit or m ³ /unit)	Name and address of supplier (Country and city of origin)	Description of transportation and distance in Europe ²
LIME (CALCIUM HYDROXIDE)	103	BUXTON LIME BUXTON, UK	TRUCK 300km
OCTOIC ACID	461	NESTE CHEMICALS SWEDEN	SHIP SWEDEN → UK km? TANKER 100km (ROAD)
DE-AROMATISED KEROSENE	453	FINA, HULL, UK	ROAD TANKER 250km
BUTYL DIGLYCOL	52	S. BANNER LIVERPOOL, UK	TRUCK 300km
POLYETHYLENE GLYCOL 200	45	ELLS + EVERARD NEWCASTLE UK	TRUCK 50km
UNIDENTIFIED POLYMER			

Figur 5: Eksempel på input data fra udfyldt spørgeskema

Som det ses ved sammentælling i den markerede kolonne angives input af materialer pr. ton færdigvare til ca. 1.114 kg. Samtidig oplyses andetsteds i det aktuelle eksempel, at output i form af emissioner og fast affald udgør i alt ca. 1,5 kg pr. ton – dvs. vi har en afvigelse i input/output massebalancen på ca. 112 kg, eller ca. 10 %.

Water effluents	Name of compound discharged	Discharged quantity (per unit produced)
Organic substances (please specify) (hydrocarbons, phenols, organochlorine etc.)	KEROSENE	103
Inorganic substances (please specify) (phosphate, sulphate, fluoride, chloride, acids, suspended solids etc.)	NONE	
Heavy metals (please specify) (Fe, Hg, Pb, Cd, Co, Cr, Ni, Ag, Zn etc.)	NONE	
Other COD (chemical oxygen demand)	—	
BOD (biochemical oxygen demand)	—	
AOX (absorbable organic halogenes)	—	
Solid waste	Description of category¹	Quantity (per unit produced)
Hazardous	NONE	
Non-hazardous	?	1kg

Figur 6: Emissionsdata fra udfyldt spørgeskema

En afvigelse af denne størrelsesorden vil ikke nødvendigvis have nogen væsentlig indflydelse på resultatet af en LCA, men den svækker uundgåeligt tilliden til de fremsendte data som sådan: - Er der fejl i tallene for input, eller er emissioner og affald underestimeret?

Eksemplet viser, at data modtaget direkte fra leverandører bør vurderes nøje, og åbenbare afvigelser som i eksemplet bør opklares ved fornyet henvendelse til leverandøren.

5.2 Miljørapporter

For de råvarer, der fremstilles af de større multinationale virksomheder vil det ofte være muligt at rekvirere en *Miljørapport*, hvori der redegøres for emissioner og andre miljøpåvirkninger fra fremstillingsprocessen.

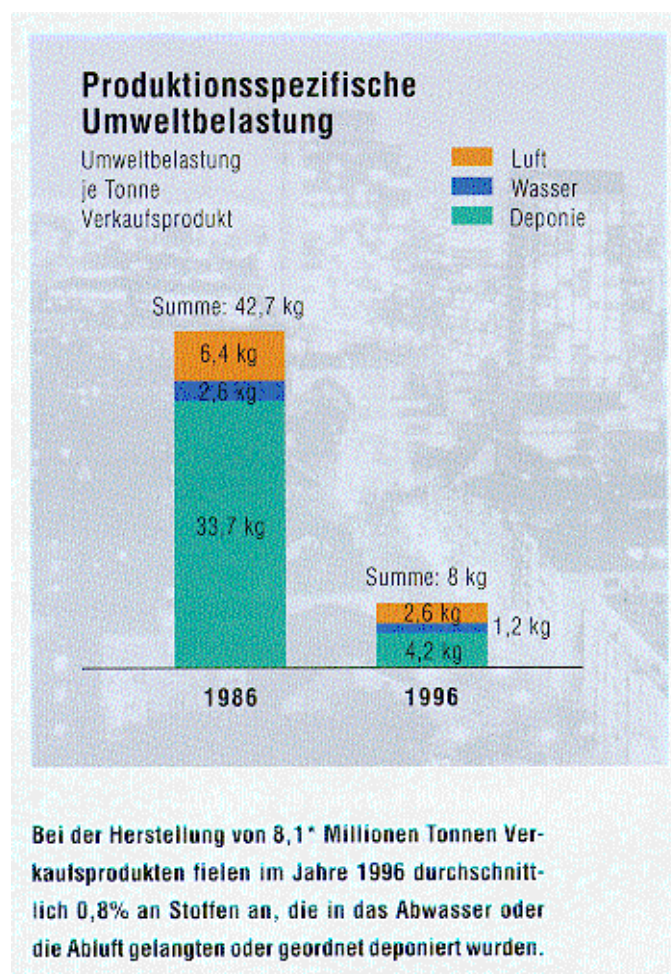
Miljørapporterne er oftest udarbejdet som et led i selskabets generelle information til offentligheden, enten som frivilligt initiativ eller som et led i EMAS ordningen. Som informations- og PR materiale betragtet har rapportererne typisk høj kvalitet, men detaljeringsgraden er oftest lav når det gælder data om sammenhængen imellem emissionerne og fremstillingsprocessen. Dette er problematisk, idet der i LCA sammenhæng kræves betydelig detaljeringsgrad og præcision, jf. afsnit 5. I det følgende vises to eksempler på, hvad der kan uddrages af relevante data fra typiske miljørapporter.

Figur 7:
Uddrag af koncern miljørapport

Relevant atmospheric emissions			
In metric tons per year			
Carbon monoxide	37,319	Cyclohexanone	33
Nitrogen oxides ¹	27,369	Carbon disulfide	32
Sulfur dioxide	10,614	Nonane	28
Propylene	6,019	Hydrogen cyanide	26
Propane	2,998	Formaldehyde	25
Dust	2,144	Hydrogen fluoride	24
Hydrocarbon mixtures ²	1,888	Cyclohexene	23
Ethylbenzene	1,645	Cyclohexanol	23
Ammonia	1,157	Methyl chloride	20
Organic compounds, total carbon	339	Octane	20
Ethylene	258	Acetylene	20
Methanol	244	1,1-Dichloroethene	19
Hexane	191	Dichlorodifluoromethane	18
Methane	181	Acrylic acid	18
Ethanol	178	Chlorine	17
Pentane	175	Heat-transfer oil	17
Acrylonitrile	165	Lubricating oil, grease	16
Ethyl acetate	137	Adipic acid	16
Cyclohexane	136	2-Methylpropionaldehyde	14
Tetrahydrofuran	127	Polymeric detergent additives	13
Toluene	115	1-Methoxy-2-propanol	13
Petroleum fractions ³	108	Alcohols, aliphatic	12
Caprolactam	108	Acetic acid	11
Xylene, isomer mixture	107	Aniline	11
Ethylene glycol	107	1,2-Dichloroethane	10
n-Butyl acetate	105	1,2-Epoxypropane	10
Styrene	102	Ethylene oxide	7
Butane, isomers	85	Fluorine	6
Hydrogen chloride	76	Hydrogen sulfide	5
Methyl ethyl ketone	75	Total metals ⁴	5
Butanol, isomers	73	Nitric acid	1
Propanol, isomers	54	Epichlorohydrin	1
1,3-Butadiene	52	Hydrazine	1
Heptane	51	Dimethyl sulfate	<0.5
Methyl isobutyl ketone	49	Benzo-a-pyrene	<0.5
Acetone	46	3,3-Dichlorobenzidine	<0.5
Ethyl chloride	46	Dibenzo-a,h-anthracene	0
Benzene	37	2-Naphthylamine	0
Vinyl chloride	35	1,2-Dibromoethane	0

Figur 7 viser et uddrag af miljørapport 1996 fra en større kemisk industrivirksomhed, hvor der detaljeret og kvantitativt redegøres for hele koncernens luftforurening. Der er ingen grund til at drage opgørelsen i tvivl, men den kan *ikke* anvendes til at uddrage oplysninger om luftforurening pr. produceret enhed af en given råvare. Dertil kræves yderligere oplysning om dels den samlede produktion, dels om de enkelte varetypers relative andel af den opgjorte luftforurening (jf. afsnit 5.1 ”allokering”), og disse oplysninger er ikke indeholdt i miljørapporten.

Et lidt mere detaljeret billede kan fås via miljørapporter fra enkelte fabriksanlæg. I figur 8 er vist uddrag af miljørapporten fra et produktionsanlæg inden for samme koncern, der bl.a. fremstiller farvepigmenter.



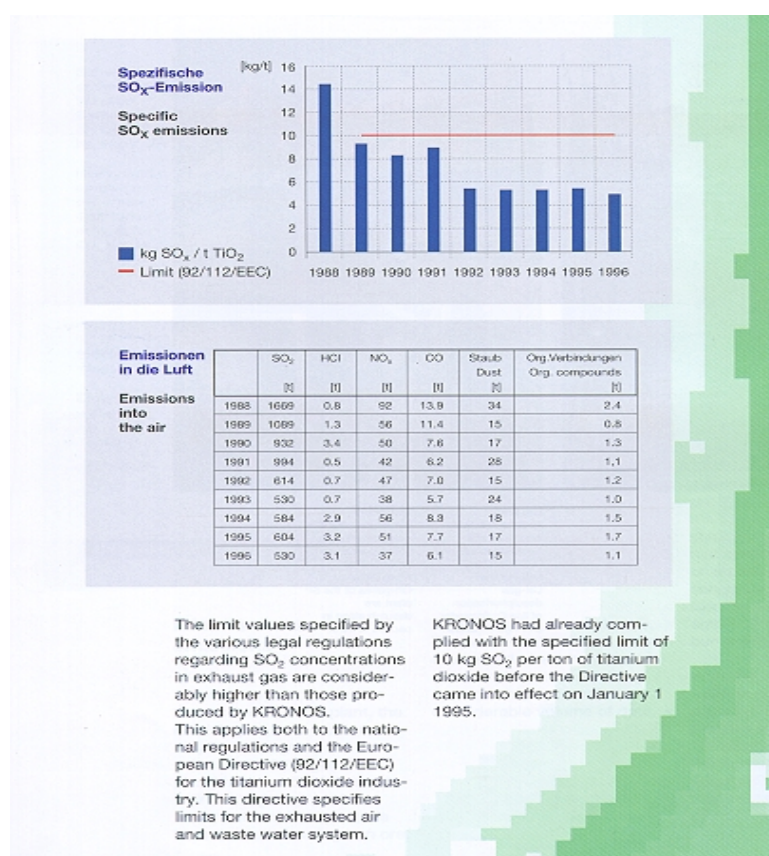
Figur 8:
Nøgletal fra Miljørapport 1996, enkelt produktionssted

I denne miljørapport opgives nøgletal for den samlede emission i forhold til fabrikkens samlede produktion på 8,1 mill ton. Andetsteds i rapporten angives data fra 1994 for enkelte emissionstyper, og man kan herudfra aflæse en relativ sammensætning af den samlede luftemission. Ved at sammenholde disse oplysninger med nøgletallene i figur 8 kan man i teorien skønne en gennemsnitsværdi for f.eks. emission af kvælstofoxider pr. ton produkt, eller andre input-output oplysninger til brug for LCA.

Man skal imidlertid igen være opmærksom på, at en således estimeret gennemsnitsværdi for den samlede fabrik kan give et stærkt fortegnat billede, såfremt fabrikken leverer et varieret produktmix, hvilket er tilfældet i det viste eksempel. Under alle omstændigheder bør man ved en henvendelse til leverandøren verificere de data, der på denne måde uddrages af miljørapporten. Det er sandsynligt, at virksomheden fra ovennævnte eksempel ville tage afstand fra en anvendelse af miljørapportens data til LCA formål, netop med henvisning til allokeringproblematikken ved et varieret produkt- og procesmix.

Som et eksempel på en næsten komplet datafangst er vist uddrag af miljørapport fra et fabriksanlæg, der fremstiller titandioxid.

Figur 9:
Uddrag af Umweltbereich 1996,
fabriksanlæg for fremstilling af titandioxid



En væsentlig forskel imellem den ovenfor viste miljørapport og det tidligere viste eksempel i fig. 8 er, at der her oplyses om den producerede mængde af det relevante produkt og derudover også oplyses om de specifikke forbrug og emissioner pr. ton produkt. I praksis kan der af denne rapport uddrages et komplet sæt af miljødata for input- output ved fremstilling af den aktuelle råvare, titandioxid. Det må dog anbefales også i dette tilfælde at verificere de data, der uddrages af miljørapporten, via en henvendelse til leverandøren.

Det skal dog nævnes, at man som hovedregel ikke kan uddrage samtlige relevante miljødata af en selskabs- eller fabriksrelateret miljørapport. Miljørapporterne kan dog som illustreret ovenfor fungere som et første gæt på miljøbelastningen i den pågældende fase af livscyklus, og som udgangspunkt for videre dialog med leverandøren.

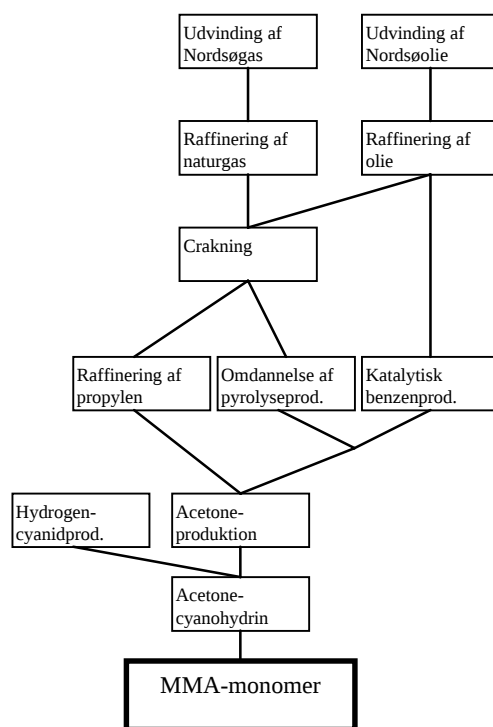
Generelt skal man endvidere være opmærksom på, at miljørapporter - som de her viste - alene beskriver miljøbelastningen ved de aktuelle fabriksanlæg, og derfor ikke medregner fremstillingen af de udgangsstoffer, der anvendes, jf. "tilbage til jord" begrebet omtalt i afsnit 4.

5.3 Branche-/gennemsnitsdata

I det følgende gives et resume af de vigtigste kilder til gennemsnitsdata for råvarer til lak- og farveindustrien. Der er tale om data for råvarer som direkte anvendes i lak- og farveindustrien såvel som generiske data. Beskrivelse af de enkelte datakilder omfatter ligeledes en liste over alle relevante råvarer.

5.3.1 APME/PWMI/CEFIC

Dr. I. Boustead har på foranledning af APME (Association of Plastics Manufacturers in Europe), PWMI (European Centre for Plastics in the Environment), ISOPA (European Isocyanate Producers Association) og CEFIC (European Chemical Industry Council) indsamlet informationer om energi- og ressourceforbrug samt emissioner ved fremstilling af råvarer (polymerer: polystyren (PS), polymethylmethacrylat (PMMA) m.fl.), som anvendes til fremstilling af plastprodukter (Boustead, 1993a;b; 1994; 1996; 1997a;b). Data findes ligeledes for en række mellemprodukter f.eks. acetone, ammoniak m.fl., som bruges inden for lak- og farvebranchen. De indsamlede informationer er præsenteret som aggregerede data og dækker livscyklus fra vugge til port; se figur 10. De præsenterede data (såvel mellemprodukter, monomerer og polymerer) er baseret på gennemsnit af informationer fra en række europæiske producenter; antallet af producenter, der har bidraget med oplysninger, er angivet for hvert enkelt datasæt.



Figur 10:

Forenklet flowdiagram for produktion af methylemethacrylat (MMA) (Boustead, 1997b).

5.3.2 BUWAL 232

Ökoscience AG, Zürich ved von Däniken & Chudacoff har sammen med et projektteam bestående af medarbejdere fra en lang række schweiziske råvareproducenter, lak- og farveproducenter samt medarbejdere fra BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) indsamlet informationer om energi- og ressourcforbrug samt emissioner ved fremstilling af mellemprodukter og råvarer til lak- og farveindustrien samt lak- og farveprodukter (von Däniken & Chudacoff, 1995; Habersatter 1991). Informationerne stammer dels fra schweiziske producenter dels fra åben litteratur (f.eks. Boustead). De indsamlede informationer er præsenteret som aggregerede data og dækker livscyklus fra vugge til port. Energiforbruget til produktion er opgivet som damp (produceret med følgende brændselsfordeling: 31,1 % kul, 4,1 % gasolie, 18,3 % fuelolie og 46,5 % naturgas) samt el (UCPTE: "Union pour la coordination de la production et du transport de l'électricité" produceret med følgende brændselsfordeling: 16,6 % stenkul, 9 % brunkul, 9,3 % fuelolie, 8 % naturgas, 36,9 % kernekraft og 20,2 % vandkraft).

5.4 Eksempler på andre datakilder

I det omfang det ikke er muligt at finde oplysninger om de relevante stoffer i de tidligere nævnte samlinger af gennemsnitsdata fra f.eks. plastindustrien eller de schweiziske producenter af råvarer til lak- og farveindustrien, er det nødvendigt at søge lidt bredere. Der vil ofte være generiske data, dvs. data der kan relateres til de råvarer, der faktisk an-

vendes i lak- og farveindustrien, eller det kan være data om de samme råvarer anvendt i en helt anden forbindelse. Eksempler på første gruppe kan være råvarer som f.eks. er beregnet for plastbranchen, men som med mindre modifikationer kan anvendes i lak- og farveindustrien (plastpolymerer, der anvendes som bindemidler eller pigmenter til plast). Eksempler på den anden gruppe er f.eks. opløsningsmidler, som er identiske for mange forskellige anvendelsesområder.

Herunder gives en række eksempler på andre datakilder:

LCA på basiskemikalier (*Stig Irving Olsen, phd projekt - afsluttet men endnu ikke publiceret*).

LCA of cleaning products in the metal industry - a comparison between solvent products and vegetable oil based fatty acid ester (*Terwort et al., 1996*).

Livscyklusvurdering af produkter baseret på fornybare råvarer (*Mortensen et al., 1997*) (*Rapsolie og mineralsk olie*).

5.5 Datakvalitet

Beskrivelse af datakvalitet og håndtering af usikkerheder er en relativ ny disciplin inden for LCA, og den er derfor stadig under udvikling. Det betyder, at f.eks. ISO-standarderne siger, at datakvaliteten skal beskrives, men de giver ikke præcise retningslinier herfor. Herunder gives et bud på en metodisk ramme, der er baseret på et dansk projekt (*Hoffmann et al., 1997*). Den beskrevne metode er endnu under udvikling.

I en livscyklusvurdering anvendes en lang række data (*Hoffmann et al., 1997*):

- *miljødata* vedrørende de undersøgte processer
- *systemdata* vedrørende flowet af råstoffer
- *ydelsesdata* vedrørende den funktionelle enhed
- *karakteriseringsdata*
- *vurderingsdata*

Datakvaliteten udtrykker de specifikke egenskaber ved de pågældende data. Det drejer sig om f.eks. data-usikkerhed (spredning og fordelingsmønster), data-pålidelighed (som afhænger af de anvendte målemetoder, beregningsmetoder, skøn og pålidelighed af data), grad af fuldstændighed (antal dataindsamlingssteder og -perioder og deres repræsentativitet for hele populationen), data-alder (år for den oprindelige måling), det geografiske område, for hvilket data er repræsentative, samt den procesteknologi eller det teknologiske niveau, for hvilket data er repræsentative.

Datakvaliteten kan beskrives ved en række indikatorer, som hver især kan gives en score, der kvalitativt beskriver de pågældendedatas kvalitet. De anvendte indikatorer kan være:

- *pålidelighed*
- *fuldstændighed*
- *tidsmæssig korrelation*

- *geografisk korrelation*
- *teknologisk korrelation*

Anvendelse af de forudbestemte datakvalitetsindikatorer er med til at sikre en systematisk beskrivelse af datakvaliteten. Mange af de oplysninger, der indgår i vurdering af datakvaliteten overvejes normalt i forbindelse med LCA. Det betyder, at der skal ikke samles særsskilte, nye data når data indsamles til f.eks. en livscyklusvurdering.

Data indsamlet fra råvareproducenter burde i teorien være af højeste kvalitet. Imidlertid gør ønsket om ikke at udlevere data, der kan bruges af konkurrenter til at analysere den pågældende virksomheds processer, at det ofte ikke er muligt at få de tilstrækkelige informationer om data til at kunne beskrive datakvaliteten præcist. Anvendelse af f.eks. LCV-systemet til databehandling i en LCA gør det muligt at beskrive datakvaliteten efter et princip, der i store træk svarer til ovennævnte.

6 Datasøgning og resultater

Dette afsnit beskriver overvejelserne omkring tilrettelæggelsen af dataindsamlingen, samt de konkrete resultater og de indhøstede erfaringer under processen.

Det var projektets målsætning at indsamle *producentspecifikke* data for råvarer anvendt i lak- og farveindustrien.

Den producentspecifikke indgangsvinkel blev valgt af følgende grunde, efter nøje overvejelser i branchen og i projektgruppen:

- branche/generiske data fra litteraturen giver ikke den detaljering og nuancering mht. produktionsbetingelser og transportafstande mv., der ønskedes, og dækker endvidere langt fra alle råvarer
- de relevante data skal alligevel altid i sidste ende findes hos producenterne selv
- en begrundet forventning om, at de relevante data allerede var tilgængelige internt hos en række producenter

Der blev på denne baggrund iværksat en dataindsamling baseret på udsendelse af spørgeskema til udvalgte råvareleverandører og -producenter. Formålet med dataindsamlingen var at afdække de praktiske muligheder for etablering af en branchedatabase med producentspecifikke miljødata.

6.1 Metodik for dataindsamling og spørgeskemaundersøgelse

Erfarnger fra andre projekter betød, at der måtte forventes betydelige vanskeligheder i forbindelse med datasøgning direkte hos leverandører og producenter. De væsentligste barrierer, der forudsås var bl.a:

- Der vil sjældent foreligge en direkte, forretningsmæssig motivation hos leverandører og producenter for at yde den nødvendige indsats for at tilvejebringe LCA data. Det kan her spille en rolle, at det danske marked er forholdsvis lille.
- Leverandører og producenter, der ikke har en klar politik for miljøinformation vil være tilbøjelige til at prioritere en forespørgsel om LCA data lavt.
- De LCA data der efterspørges vil i nogle tilfælde berøre forhold, der traditionelt opfattes som produktionshemmeligheder, hvorfor nogle producenter eventuelt vil afslå at svare af principielle grunde.
- En skriftlig forespørgsel rummer en betydelig risiko for dels at afskrække modtageren, hvis omfanget af spørgsmål er for stort, dels for misforståelser, hvis den ikke er tilstrækkeligt detaljeret.

Barrierer hos leverandørerne

De ovennævnte barrierer blev søgt imødegået igennem den valgte fremgangsmåde

*”Officiel”
forespørgsel*

Med henblik på at lægge størst mulig vægt bag henvendelserne blev disse foretaget af FDLF’s sekretariat på vegne af hele brancheforeningen. Samtidig valgtes leverandører, hvor der i forvejen fandtes en forretningsmæssig relation til en eller flere af de større, danske virksomheder. Dette muliggjorde, at der kunne følges op på FDLF’s officielle henvendelse via personlige kontakter.

*Så nem be-
svarelse som
muligt*

Der blev lagt vægt på at udforme en skriftlig forespørgsel, der var så imødekomende og enkel i sin form som muligt. Udformning og formuleringer i forespørgslen blev nøje drøftet i projektgruppen. Heri indgik virksomhedernes egne erfaringer med besvarelse af tilsvarende forespørgsler. Et koncept for det anvendte følgebrev og spørgeskema er vist i bilag 2.

Det udsendte materiale indeholdt en kort redegørelse for projektet og formålet med henvendelsen, samt en uddybning af hvilke typer af oplysninger, der efterspurges. Der blev givet mulighed at benytte producenterne egne, interne LCA studier eller miljørapporter fra produktionsstederne som alternativ til udfyldelse af spørgeskemaet. Muligheden for at svare i form af egne miljørapporter blev givet for at undersøge, om de kunne være et brugbart alternativ til et udfyldt spørgeskema.

Det blev endvidere tilstræbt at forespørge om data for maksimalt 1-3 specifikke varer fra hver leverandør/producent

*Tilbud om
fortrolighed*

I henvendelsen blev der på forhånd tilbudt en aftale om fortrolighed, for ikke at afskære dialogen med de leverandører, der måtte lægge vægt på dette forhold. Hvorledes eventuelt fortrolige data i givet fald skulle håndteres i projektet måtte der efterfølgende tages stilling til.

Der blev endvidere lagt stor vægt på at sikre den interne fortrolighed blandt virksomhederne i projektgruppen med hensyn til valg af råvarer og råvareleverandører. Det blev derfor besluttet at lade EnPro Aps fungere som postadresse og formidler for al information internt i projektet i forbindelse med datasøgningen.

6.1.1 Udsendelse af forespørgsler og spørgeskemaer

Af hensyn til omfanget af den efterfølgende databehandling og opfølgning blev antallet af henvendelser i første omgang begrænset til maks. ca. 20 firmaer.

Der blev udvalgt et antal specifikke råvarer efter to kriterier:

- De væsentligste af råvarekategorierne jf. afsnit 4 skulle gennem besvarelserne repræsenteres i en eventuel database
- Det skulle være muligt at sammensætte en virkelighedstro, teoretisk færdigvare ud fra de udvalgte råvarer, således at der kunne udføres LCA case studier med de indsamlede data

Som resultat af denne udvælgelse blev der i 1. søgerunde udsendt forespørgsler på i alt 43 forskellige stoffer, adresseret til 23 forskellige firmaer.

Der blev efter en frist på ca. 2 måneder udsendt enslydende rykkere til de firmaer, der ikke havde reageret på den første forespørgsel.

Efter yderligere to måneder blev der igangsat søgerunde nr. 2 med forespørgsler rettet til i alt 6 alternative leverandører af de varer, for hvilke der ikke var indkommet svar under 1. søgerunde.

En oversigt over spørgeskemaundersøgelsen og de indkomne resultater er vist i bilag 3. Begrundet i kravene om fortrolighed i projektet er alle firma- og varenavne anonymiseret.

Resultater og konklusioner vil blive gennemgået i det følgende.

6.2 Resultater af datasøgning hos leverandører

Der blev udsendt forespørgsler på 43 forskellige råvarer. For kun 14 af disse (33%) indkom egentlige besvarelser med data. Heraf var kun 3 (<10%) fyldestgørende i relation til LCA bedømmelse.

Der blev udsendt skriftlig forespørgsel til 20 forskellige firmaer. Heraf har 6 overhovedet ikke reageret, og 7 afstod fra at svare med forskellige begrundelser. I det følgende gennemgås indholdet af de resterende 7, mere positive svar nærmere.

Svartiderne i 1. runde lå i intervallet 2 - 14 uger fra udsendelse af første skrivelse, med et middel på ca. 7 uger.

Der indkom ikke svar på nogen af de udsendte skrivelser til de 6 nye firmaer i 2. søgerunde.

6.2.1 Plastindustrien – EPDLA

De europæiske producenter af bindemidler til lak- og farveindustrien er for flertallets vedkommende organiseret i foreningen *European Polymer Dispersion and Latex Association*, EPDLA.

Flertallet af de adspurgte leverandører af bindemidler har svaret med henvisning til, at der i EPDLA regi var igangsat et LCA studie, der skal tilvejebringe et fælles datagrundlag (inventory) for de mest anvendte polymer dispersioner. De enkelte producenter ville derfor ikke udlevere egne data.

EPDLA's studie var forventet afsluttet medio 1997, men var primo 1998 endnu ikke afrapporteret. Der blev undervejs i FDLF's projekt rettet forespørgsel til EPDLA om adgang til eventuelle foreløbige udgaver af rapporten, uden resultat. Som konsekvens heraf var det ikke muligt at tilvejebringe data for bindemidler og polymerdispersioner under projektet.

Hvis erfaringerne fra plastbranchen i øvrigt kan overføre til EPDLA's områder betyder det, at det ikke i den nærmeste fremtid vil være muligt at få producentspecifikke data for disse råvarekategorier, idet plastbranchen henviser til de brancherapporter om de forskellige plasttyper (APME's "Eco-profiles"), som er omtalt afsnit 5.3.1.

6.2.2 Svar i form af udfyldte spørgeskemaer

To råvareproducenter returnerede udfyldte spørgeskemaer. Producenterne er omtalt ved et internt nummer af hensyn til anonymiteten. De to besvarelser var af forskellig kvalitet, som det fremgår af nedsstående:

Lev. nr. 18 har returneret et komplet udfyldt spørgeskema vedr. et fyldstof. Besvarelsen vedr. råvarens fremstilling og bestanddele er summarisk, men giver trods dette en væsentlig kvalitativ information. Besvarelsen tyder på, at det anvendte spørgeskema *kan* forstås og besvares umiddelbart, og give et tilfredsstillende dataudbytte.

Lev. nr. 1 har ligeledes returneret et komplet udfyldt spørgeskema. Der er dog uklarheder i besvarelsen idet de angivne massestrømme ikke stemmer overens (afvigelse på 10%), ligesom %-angivelserne på vares sammensætning heller ikke stemmer. Sidstnævnte forhold er dog mindre væsentligt, idet der er vedlagt et produktdatablad, som angiver en ca. sammensætning inden for intervaller, hvilket er tilstrækkeligt. Der er opfølgende rettet henvendelse om afklaring af de nævnte forhold, uden svar. Besvarelsen fra lev. nr. 1 illustrerer hermed svagheden ved spørgeskemaformen: Der er ingen mulighed for at tjekke de angivne oplysninger, og modtageren kan stort set kun bedømme troværdigheden ud fra den omhu, der er lagt i udfyldelsen.

6.2.3 Besvarelser i form af miljørapporter

Flertallet svarer har benyttet sig af den mulighed at fremsende en officiel miljørapport om de basale emissioner og andre miljøforhold på de fabrikker, der fremstiller de pågældende råvarer, frem for at udfylde det fremsendte spørgeskema.

Rapporterne er typisk særdeles omfattende, og tydeligvis udarbejdet med både faktuel information og PR for øje. Typisk opgives kvantitative data for alle de emissioner, der efterspørges i spørgeskemaet, men i de fleste tilfælde er alle oplysninger om produktionens størrelse og produktsammensætningen udeladt af rapporten, hvilket gør de detaljerede emissionsdata uanvendelige i relation til LCA. Endvidere er basisdata om energiforbruget ligeledes oftest udeladt, idet kun de afledte emissioner fra egen energiproduktion er opgivet.

Der er næppe tvivl om, at produktions- og energidata betragtes som forretningsfølsomme af mange virksomheder og derfor er udeladt af miljørapporterne. Billedet er imidlertid ikke helt entydigt:

Producent nr. 16 angiver den samlede årlige produktion i sin miljørapport. Det er dog ikke muligt at aflæse hvilken andel det specifikke pro-

dukt udgør, og derfor er de oplyste data stadig uanvendelige i LCA sammenhæng (jf. "allokeringsproblematikken" omtalt i afsnit 2.2). At producent nr. 16 overhovedet oplyser den samlede produktion kunne dog antyde, at det eventuelt ville være muligt at få oplyst det manglende nøgletal, hvorefter der vil kunne foretages en allokering.

Producent nr. 11 præsenterer både produktionstal og energiforbrug i sin miljørapport. Idet emissionerne samtidig er ganske detaljeret opgivet, er det muligt ud fra miljørapporten alene at uddrage et komplet sæt af miljødata for den pågældende råvaretype i uspecificeret gennemsnitskvalitet.

Det er bemærkelsesværdigt, at producent nr. 11 som den eneste af de svarende åbent opgiver nøgletal for produktionsstørrelse og energiforbrug. Det er ikke umiddelbart indlysende, at disse nøgletal skulle være mindre forretningsfølsomme for den pågældende producent end for andre.

6.3 Kommunikation med leverandører og producenter

Fortolket bredt tyder de indkomne svar på, at leverandørerne opfatter henvendelsen fra FDLF seriøst, og har forstået såvel baggrunden for undersøgelsen som indholdet i spørgeskemaet. Der er foreløbig intet der tyder på, at det ringe udbytte mht. datakvalitet skyldes basale mangler i det udsendte materiale.

Man kan dog pege på enkelte eksempler og iagttagelser fra svarene, som bør tages i betragtning ved fremtidige henvendelser til leverandører og producenter:

*Præcise
spørgsmål
afskærer mere
brede svar*

I svarskrivelsen fra producent nr. 11 siges det, at "vi kan desværre ikke hjælpe med projektet idet vi ikke registrerer data relateret til *specifikke pigment typer* ..". Dette svarer man på trods af, at den fremsendte miljørapport faktisk indeholder alle data for hvidt pigment generelt, jf. 1.2.2. Svaret kunne tyde på, at leverandøren tager helt bogstaveligt, at der blev forespurgt om data på en helt specifik pigmentkvalitet, og derfor afstår fra besvare henvendelsen mere bredt.

Eksemplet viser, at man ved at forespørge meget præcist til en bestemt råvare kan risikere at gå glip af værdifulde, mere generelle data. For at imødegå dette kunne man uddybe forespørgslen og præcisere, at såfremt de ønskede data ikke foreligger, ønskes meget gerne data for *lignende eller beslægtede produkter*.

I kommunikationen med producent nr. 16 er der skriftligt fulgt op med en anmodning om supplerende oplysninger for dels produktionstal, dels allokering til de enkelte produkter. Svaret på dette var en ny miljørapport (på hollandsk), med henvisning til hvor i rapporten de ønskede produktionsstal angiveligt skulle findes. Desværre var de pågældende data ikke de efterspurgte produktionstal, men blot emissionstal for spildevand.

*Krav om
konfidentia-
litet*

Ligeledes blev producent nr. 1 skriftligt kontaktet for at opklare et par relativt simple forhold omkring afvigelser på de oplyste mængder. Der er aldrig indkommet svar på den supplerende forespørgsel.

Disse to eksempler viser, at selv store firmaer med en betydelig teknisk stab ikke altid formår at indgå i en nærmere diskussion om miljødata. Den skriftlige kommunikationsform kan være medvirkende hertil

To leverandører besvarede forespørgslen med en standardskrivelse, hvor man udbad sig FDLF's underskrift på en omfattende formular om fortrolighed.

I de konkrete tilfælde forekom anmodningen ikke teknisk velbegrunder, idet der var tale om relativt simple basiskemikalier med en velkendt sammensætning og fremstillingsmetode. Anmodningen har derfor antagelig været begrundet i en overordnet firmapolitik hos producenten.

FDLF underskrev og returnerede den fremsendte fortrolighedserklæring med det formål at opretholde dialogen med de pågældende producenter, men disse vendte dog aldrig senere tilbage.

6.4 Sammenfatning vedrørende datasøgning

Som konkret resultat af datasøgningen blev der tilvejebragt et brugbart datasæt for kun 3 råvaretyper. Det må umiddelbart anses for at være for lidt som udgangspunkt for en branche database.

Det var forudset, at processen med indsamling af producentspecifikke miljødata ville være både træg og vanskelig. Selv på denne baggrund må det aktuelle resultat dog betegnes som særdeles magert. Det er især skuffende, at ca. 30 % af de adspurgte slet ikke har svaret på henvendelsen.

Projektgruppen har nøje gransket resultatet i sammenhæng med den anvendte metode, men der er intet der tyder på, at den ringe svarprocent skyldes fejl og mangler i det udsendte materiale eller i udsendelses- og rykkerproceduren som sådan.

Hensynet til en så simpel, skriftlig kommunikationsform som muligt sætter imidlertid ofte grænser for, hvor fyldestgørende de positive svar kan blive. Der er gjort flere iagttagelser der tyder på, at kvaliteten af de positive svar ville kunne forbedres såfremt der afsættes tid og ressourcer til at følge op på svarene via personlige kontakter med personer med indsigt i LCA, hvor mangler og uklarheder kan drøftes uformelt via telefon og e-mail - eller igennem eventuelt besøg og møder.

En sådan fremgangsmåde vil dog være særdeles ressourcekrævende, og harmonere dårligt med ønsket om at udføre indsamling og behandling af miljødata som en rutinefunktion i brancheforeningens sekretariat.

Det kan generelt forventes, at råvareproducenterne i stigende grad vil blive bedt om at dokumentere miljøforholdene ved deres produktion.

Det kan konstateres, at en betydende del af råvareproducenterne, EPDLA, fremover satser på at fremlægge fælles branchedata som alternativ til producentspecifikke data. Såfremt denne holdning udbredes blandt de øvrige råvareleverandører vil det forventeligt få konsekvenser for brugen af LCA studier i lak- og farveindustrien. Det falder dog uden for nærværende projekt gå ind i en nærmere diskussion heraf.

7 Case-studier

Dette afsnit har til formål at illustrere brugen af informationer om produktion af råvarer til vurdering af malingprodukter ved hjælp af en række casestudier. I case-studierne indgår tre typer hvid maling baseret på typiske recepter med forskellige bindere. De tre cases anvendes til at illustrere forskellige anvendelsesmuligheder for en database indeholdende oplysninger om råvarer, som anvendes inden for farve- og lakbranchen samt et edb-værktøj til databehandling. Til case-studiet er valgt "LCV-System" (edb-værktøj inklusiv database) udviklet i forbindelse med UMIP-projektet (Udvikling af Miljøvenlige IndustriProdukter); den seneste version er 2.10 - beta.

De viste cases er udarbejdet på grundlag af de foreliggende data suppleret med litteraturdata samt data fra LCV-databasen. De anvendte litteraturoplysninger er gennemsnitsdata, som for de flestes vedkommende er indsamlet med et andet formål end at levere informationer til farve- og lakproducenter, hvorfor de producerede råvarer ikke nødvendigvis er identiske med de råvarer, der anvendes i farve- og lakbranchen. De anvendte data vurderes dog med en række antagelser og forbehold at være af tilstrækkelig kvalitet til at kunne anvendes i illustrative cases.

Case-studierne kan bruges til at illustrere følgende:

- sammenligning af forskellige produkter (det er her forudsat, at de har samme anvendelsesområde)
- problematikken omkring valg mellem forskellige råvareleverandører
- problematikken omkring afgrænsning ved 5 %

Case-studierne gennemføres med udgangspunkt i tre typiske recepter for hvid maling som vist i tabel 2. Her er formålet at foretage en miljømæssig sammenligning af de tre malinger.

Det skal her understreges, at de tre recepter ikke er sammenlignelige med hensyn til malingens tekniske egenskaber, og i praksis vil det ikke være meningsfyldt alene at sammenligne produkternes miljøprofil uden samtidig at vurdere eksempelvis den nødvendige lagtykkelse og den behandlede overflades levetid og vedligeholdelse.

Idet det ikke er muligt at arbejde med intervaller i LCV-systemet er en fast sammensætning valgt for hver af de tre recepter; i tabel 2 er der valgt en fast sammensætning for recept 1 (a). Da der endvidere mangler oplysninger om nogle af de mængdemæssigt mindre betydende råvarer er der valgt en fast sammensætning kun indeholdende væsentligste komponenter (b), dvs. komponenter der indgår med mere end 5 %, jf. forslag til systemgrænser, afsnit 2.2.1. Behandlingen af data med det valgte edb-værktøj åbner mulighed for at gennemføre beregning af en hvilken som helst sammensætning.

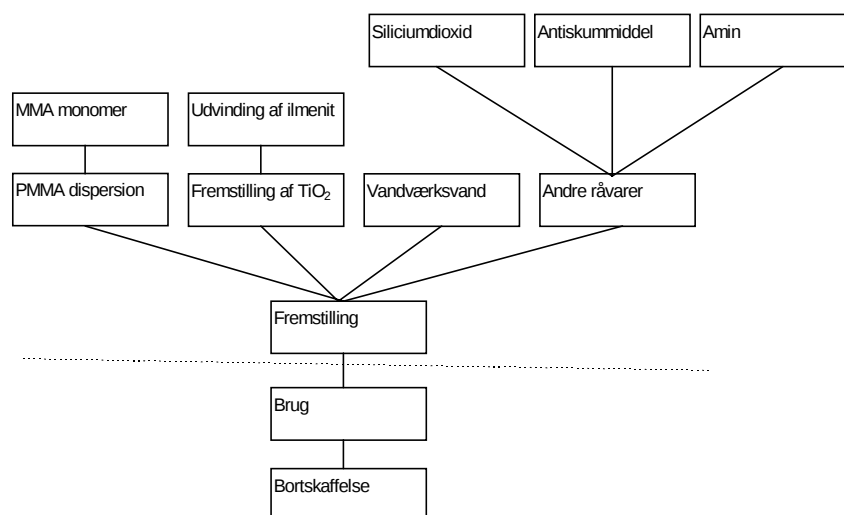
Tabel 2

Generelle recepter for hvid maling med indhold af råvarer angivet som intervaller samt specifikke recepter for de tre hvide malinger.

	Hvid maling recept 1	1a	1b	Hvid maling recept 2	2b	Hvid maling recept 3	3b
Polymer dispersion (acryl) ^{1,2}	38-54	54	54				
Polymer dispersion (PVAc/acryl) ^{1,3}				9-14	14		
Styren-acryl dispersion ^{1,4}						50-56	56
Vand	32-40	34	34	40-50	43	13-16	22
Alifatisk hydrocarbon						1,0-1,3	
Glycol						1,0-1,25	
Esteralkohol						0,4-0,6	
Titandioxid	10-15	10,4	12	10-13	13	18-22	22
Calciumcarbonat				25-30	30		
Aluminiumsilicat				2-4			
Siliciumdioxid	0,4 - 0,6	0,55				0,3-0,55	
Fortykket, cellulosederivat				2-4			
Fortykket, acrylat						0,5-0,7	
Amin ⁵	0,01-0,05	0,05		0,1-0,3		0,1-0,3	
Antiskummiddel	0,5 - 1,0	1		0,1-0,2		0,35-0,45	
Befugtningsmiddel				0,3-0,6		0,6-0,8	
Biocid				0,02-0,05		0,02-0,03	
Sum		100	100		100		100

1. Polymerdispersioner har typisk et tørstofindhold på 50 %.
2. Acryldispersioner kan indeholde mono- eller co-polymerer af BA (butylacrylat) og/eller MMA (methylmethacrylat).
3. Dispersioner (PVAc/Acryl) kan indeholde co-polymerer af vinylacetat og BA og/eller MMA; fordelingen mellem de to monomerer (acetat/acrylat) kan antages at være 50/50.
4. Styren-acryldispersioner kan indeholde co-polymerer af styren samt BA og/eller MMA; fordelingen mellem de to monomerer kan antages at være 50/50.
5. Aminerne kan være ammoniakvand, DMEA, EDTA etc.

Forklædt flowdiagram for én af de tre recepter er vist i figur 11.



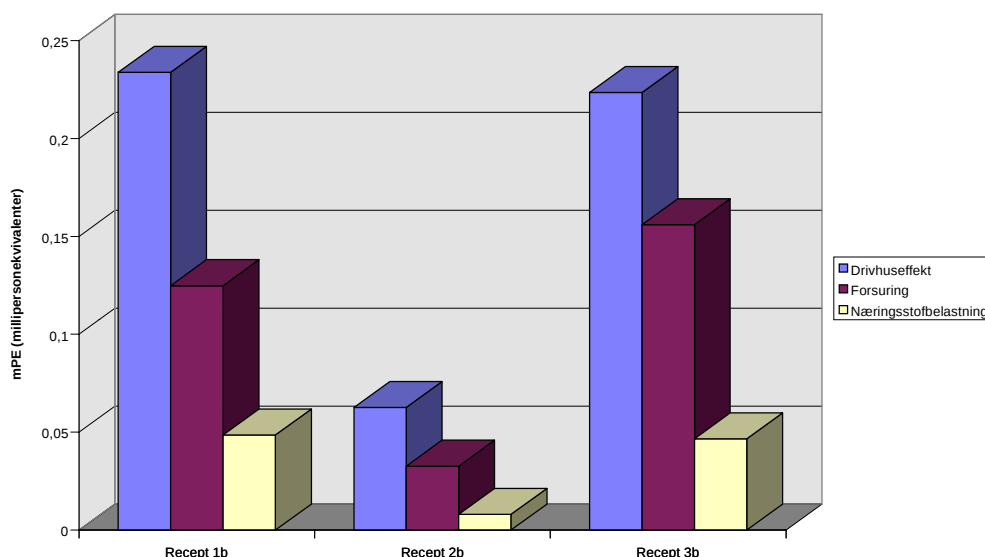
Figur 11

Flowdiagram for produktion af hvid maling (recept 1a). Recept 1b og 1c fås ved at udelade henholdsvis andre råvarer og antiskummiddel.

Herunder gives en detaljeret beskrivelse af et case-studie i form af en trin for trin beskrivelse af det praktiske forløb af en vurdering; de mere teoretiske overvejelser er ikke medtaget. Der tages udgangspunkt i recept 1a.

1. Recept 1a består af 6 komponenter; se tabel 3. Der tegnes et flowdiagram for det aktuelle produkt; se figur 13. De tre komponenter, der forekommer i en koncentration over 5 vægt% (polymerdispersion, titandioxid og vand) udgør tilsammen 98,4 vægt% af det færdige produkt. Det vurderes på baggrund heraf, at det er en rimelig antagelse, at se bort fra siliciumdioxid, amin og antiskummiddel ved indhentning af data om produktion af råvarer.
2. I det viste eksempel er det valgt at erstatte de udeladte komponenter med titandioxid (recept 1b), men i princippet kan indholdet af samtlige stoffer øges proportionalt.
3. For de indgående råvarer indhentes data om produktionen ved kontakt til de aktuelle leverandører. Det udarbejdede spørgeskema anvendes eller det standardiserede SPOLD format anvendes. For vandforbrug og energiforbrug i Danmark anvendes gennemsnitsdata fra LCV-systemet.
4. De indkomne besvarelser vurderes ved kontrol af massebalance - dvs. stemmer input af råvarer med output i form af produkter, biprodukter og affald samt emissionerne til vand, luft og jord. De indkomne data kan evt. sammenlignes med data fra åben litteratur for at få et overblik over, om de opgivne data er i den rigtige størrelsesorden. Der rettes evt. ny henvendelse til råvareproducenten for opklaring af spørgsmål.

5. Afhængig af formålet med undersøgelsen kan der anvendes gennemsnits- eller generiske data. Hvis de pågældende data viser sig at være af væsentlig betydning for resultatet af vurderingen må data søges forbedret ved endnu en kontakt til den relevante råvareproducent.
6. Gennemsnitsdata søges i åben litteratur. I den aktuelle case søges informationer om PMMA-dispersion i åben litteratur, da bindemiddelproducenterne (organiseret i EPDLA) er i færd med at sammenstille "egne gennemsnitsdata", og derfor ikke vil levere virksomhedsspecifikke data. Polymerdispersionen antages som udgangspunkt at have et tørstofindhold på 50 % og bestå af homo-polymerer af methyldimethacrylat (MMA), PVAc/acrylat-copololymer eller styren/acrylat-copololymer. Informationer om ressourceforbrug, emissioner til luft og vand samt affald findes f.eks. i Boustead (1997b). Her er tale om generiske data, idet det ikke er præciseret, at de producenter, der har bidraget til opgørelsen, rent faktisk producerer råvarer til lak- og farveindustrien.
7. Fra den adspurgte producent af titandioxid er der fremkommet en miljørapport, hvoraf det er muligt at estimere emissioner til luft og vand samt affald pr. produceret enhed. Miljørapporten giver kun informationer om de aktuelle forhold på produktionsstedet (*port-til-port*), hvorfor det er nødvendigt at supplere med gennemsnitsdata for råstofudvinding eller kontakte leverandøren. I dette tilfælde er det valgt at benytte generelle data fra LCV-systemet. Til sammenligning er der anvendt data fra en alternativ producent, som har besvaret et spørgeskema analogt med det, der er udsendt i nærværende projekt.
8. De indkomne data relateres til samme enhed. Som grundenhed vælges f.eks. kg, og de indkomne data relateres til kg: MJ/kg, kg råvare/kg og g eller kg emission/kg. Valget af grundenhed afhænger f.eks. af den valgte beregningsmetode/software.
9. For blandingsprocessen anvendes data fra egen virksomhed eller gennemsnitsdata for branchen (f.eks. Miljøstyrelsen (1996)).
10. Ved hjælp af regneark eller LCA-software laves opgørelsen over de samlede input og output for det betragtede system.
11. Resultaterne for opgørelsen klassificeres og karakteriseres. Ved anvendelse af f.eks. LCV-systemet kan disse beregninger laves automatisk i forlængelse af opgørelsen, mens regneark/programeringsarbejdet er mere omfattende ved anvendelse af regneark. Til gengæld kan der opnås større gennemskuelighed ved denne metode. Resultaterne fra LCV-systemet eksporteres efterfølgende og behandles m.h.p. præsentation vha. regneark. Resultaterne af sammenligningen af de tre malingprodukter er vist i figur 12 opgjort som drivhuseffekt, forsurening og næringssaltbelastning



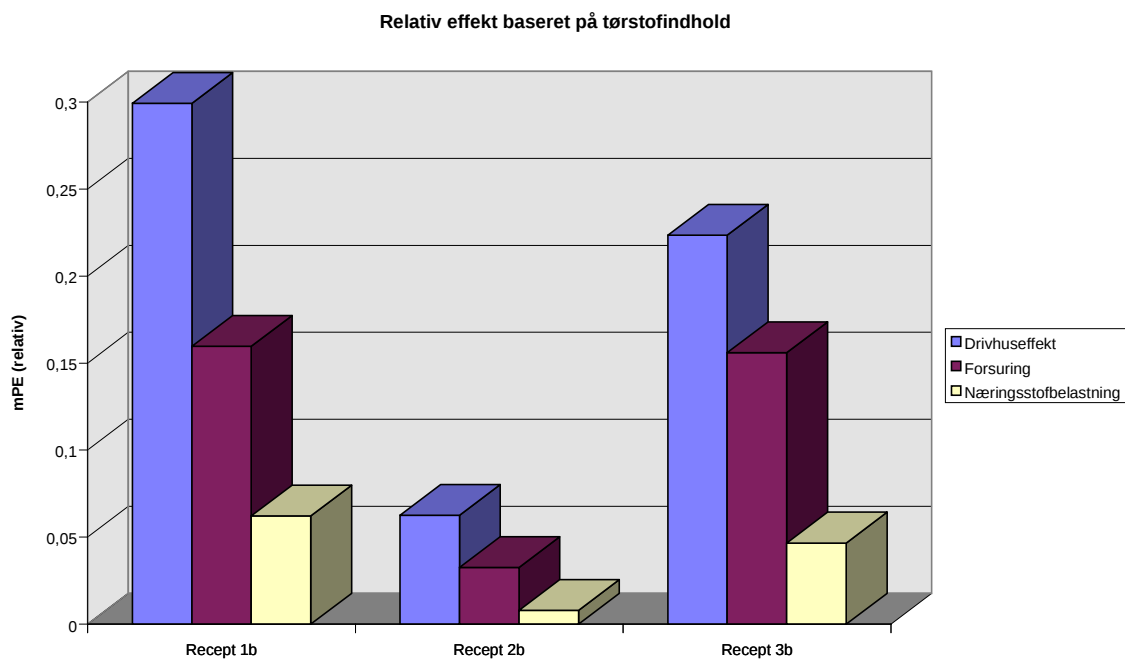
Figur 12

Sammenligning af de tre produkter angivet ved potentiel drivhuseffekt, forsuring og næringsstoffbelastning angivet i mPE (millipersonekvivalenter).

Sammenligningen af de tre malingprodukter dækker livscyklus fra vugge til og med produktion af 1 kg maling. Sammenligningen på grundlag af *kg maling* som funktionel enhed viser, at maling 2b giver det laveste bidrag til alle de betragtede effekter, og maling 1b giver det højeste bidrag til drivhuseffekt og næringsstoffbelastning, mens maling 3b giver det højeste bidrag til forsuring. Med det eksisterende datagrundlag er det ikke muligt, at sige hvilket af malingprodukterne 1b eller 3b, der giver den mindste miljøbelastning. Anvendelse af LCV-systemet til behandling af data åbner mulighed for at medtage en vægtning af de forskellige miljøeffekter samt usikkerhed på de enkelte data i beregningerne. Medtagelse af usikkerhed giver mulighed for at beregne om der er signifikant forskel på f.eks. forsøringsbidraget fra produktion af de forskellige produkter.

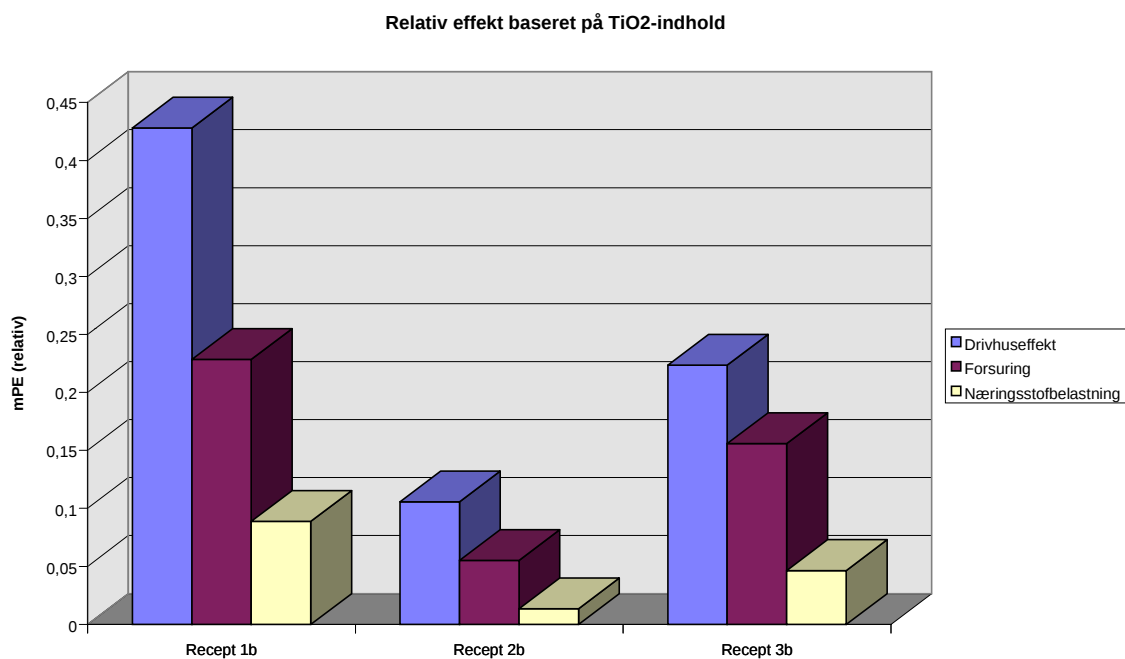
De tre malingprodukter har væsentligt forskelligt indhold af pigment og bindemiddel, hvorfor deres dækkeevne vil være forskellig. Ved udvidelse af den funktionelle enhed til at omfatte dækkeevne dvs. *m² behandlet areal med en holdbarhed på x år* vil resultaterne af sammenligningen tage sig lidt anderledes ud. Der er regnet på to muligheder:

- Dækkeevnen er beregnet på grundlag af tørstofindholdet, se figur 13.
- Dækkeevnen er beregnet på grundlag af indholdet af titandioxid, se figur 14.



Figur 13

Sammenligning af tre produkter angivet ved potentiel drivhuseffekt, forsuring og næringsstoffbelastning angivet i mPE (millipersononekvivalenter). Relativ effekt beregnet på grundlag af tørstofindhold.

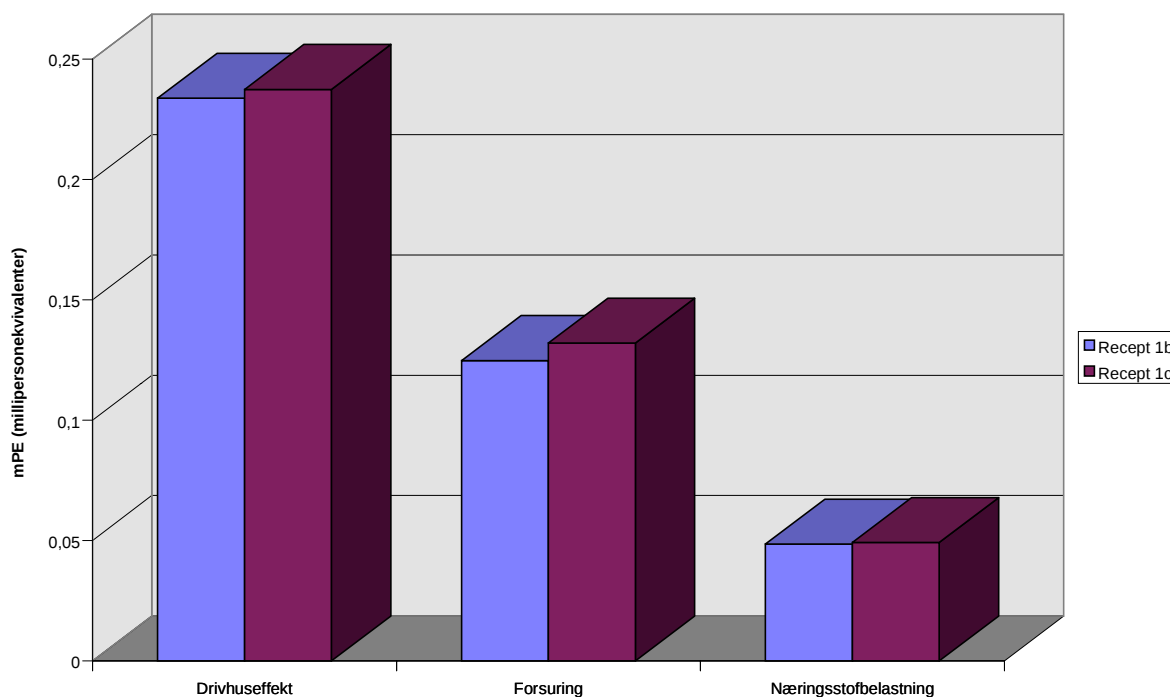


Figur 14

Sammenligning af tre produkter angivet ved potentiel drivhuseffekt, forsuring og næringsstoffbelastning angivet i mPE (millipersononekvivalenter). Effekterne er angivet relativt på grundlag af titandioxidindholdet.

Ovenstående figurer viser, at det indbyrdes forhold mellem de tre produkter ikke ændres, selv om der tages højde for forskellig dækkeevne.

De viste resultater baserer sig på råvarer, som bidrager med mere end 5 vægt%. For recept 1 er der foretaget en beregning med alle indgående komponenter (undtaget antiskummiddel). I figur 15 er vist sammenligningen af recept 1b og 1c (uden antiskummiddel).

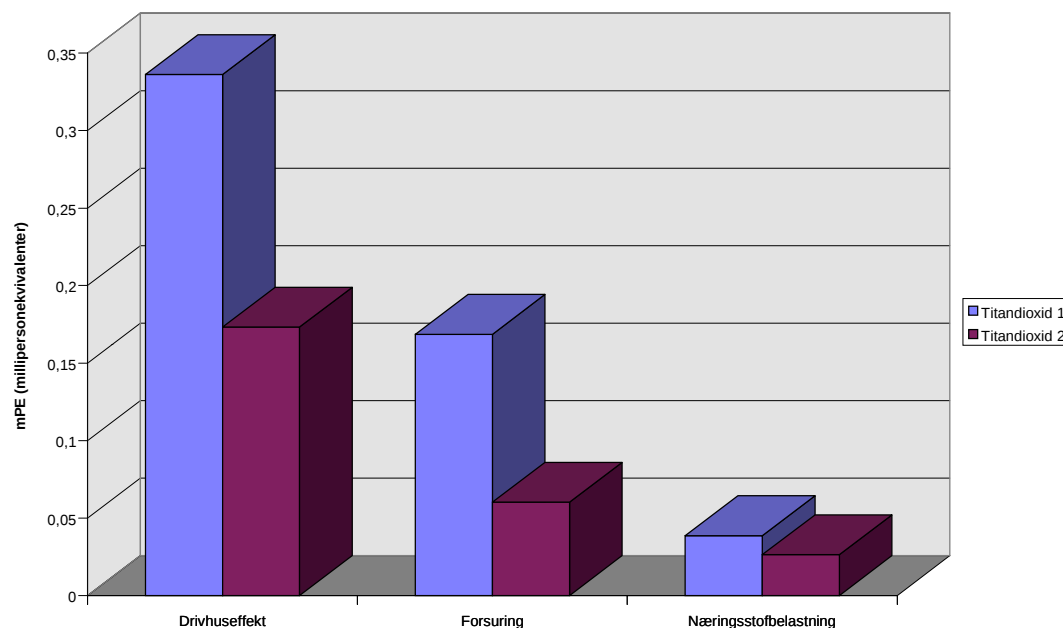


Figur 15

Sammenligning af maling baseret på råvarer som indgår med mere end 5 vægt% i slutproduktet (recept 1b) og alle råvarer (undtaget antiskummiddel, recept 1c).

Figur 15 viser ikke nogen væsentlig ændring af miljøeffekterne ved inddragelse af råvarer, som indgår med mindre end 5 vægt% i slutproduktet (recept 1c). Udeladelsen af råvarer/halvfabrikata i eksemplet (figur 15) gælder kun potentielle miljøbelastninger i produktionsfasen. Alle råvarer/halvfabrikata indgår således i vurdering af potentielle toksikologiske og økotoksikologiske effekter ved fremstilling af slutproduktet (malingen) og anvendelse af slutproduktet. Resultatet er kun gældende for det aktuelle eksempel, idet det ikke kan afvises, at andre produktsammensætninger vil give andre resultater.

I figur 16 ses resultatet af sammenligningen af titandioxid fra to forskellige producenter opgjort som drivhuseffekt, forsuring og næringssaltbelastning.



Figur 16

Sammenligning af titandioxid fra to forskellige producenter angivet ved potentiel drivhuseffekt, forsuring og næringsstoffbelastning angivet i mPE (millipersonnekvivalenter).

Sammenligningen af titandioxid fremstillet på to forskellige lokaliteter (samme koncern), viser at den ene råvare giver et markant højere bidrag til såvel drivhuseffekt som forsuring og næringsstoffbelastning. Dette resultat er en smule overraskende, og indbyder til en nærmere undersøgelse såfremt resultatet skal anvendes eksternt.

LCV-systemet (database og beregningsværktøj) giver mulighed for systematisk at arkivere data samt opgøre energi- og ressourceforbrug samt emissioner for produktion af et givet materiale, produkt eller produktsystem. Det er derefter muligt ud fra opgørelsen, at beregne emissionernes bidrag til forskellige effektkategorier (f.eks. drivhuseffekt, stratosfærisk ozonnedbrydelse), normalisere bidragene dvs. relatere dem til det samlede potentiale for de enkelte effektkategorier i Danmark samt foretage en vægtning mellem de forskellige effektkategorier baseret på politiske eller økonomiske målsætninger.

Resultaterne af opgørelsen vil kunne bruges som udgangspunkt for vurderinger af de potentielle miljøeffekter efter andre metoder end den her anvendte UMIP-metode.

Behandling af data med et passende edb-værktøj giver ligeledes mulighed for at simulere forskellige produktsammensætninger f.eks. udskiftning af råvarer, som giver store bidrag til den samlede miljøbelastning til andre råvarer, som giver mindre bidrag til den samlede miljøbelastning samtidig med at produktets funktion opretholdes.

8 Referencer

Referencerne opdelt i tre lister:

1. Referencer: datakilder - dvs. referencer som der er henvisning til fra teksten
2. Referencer: metodebeskrivelser - dvs. referencer som der er henvisning til fra teksten
3. Andre relevante referencer - f.eks. eksempler på miljøvurderinger, livscyklusvurderinger o.lign. inden for lak- og farveindustrien eller tilsvarende industri, som kan læses som inspiration i forbindelse med eget arbejde med lignende projekter.

8.1 Datakilder

Berthelsen H, Jelbo J, Green T, Madsen E, Mandrup M, Strøbech C (ed.) (1994). Renere teknologi i farve-, lak- og limindustrien. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 57. København: Miljøstyrelsen.

Boustead I (1993a). Eco-profiles of the European plastics industry. Report 2: Olefin feedstock sources. Brussels: APME/PWMI.

Boustead I (1993b). Eco-profiles of the European plastics industry. Report 4: Polystyrene. Brussels: APME/PWMI.

Boustead I (1994). Eco-profiles of the European plastics industry. Report 6: Polyvinyl chloride. Brussels: APME.

Boustead I (1996). Eco-profiles of the European plastics industry. Report 9: Polyurethane precursors (TDI, MDI, polyols). Brussels: APME/-ISOPA.

Boustead I (1997a). Eco-profiles of the European plastics industry. Report 12: Liquid epoxy resins. Brussels: APME.

Boustead I (1997b). Eco-profiles of the European plastics industry. Report 14: Polymethyl methacrylate. Brussels: APME/CEFIC.

Habersatter K (1991). Oekobilanz von Packstoffen Stand 1990. Schriftenreihe Umwelt Nr. 132. Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL).

Miljøstyrelsen (1996). Brancheorientering for lak- og farveindustrien. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 5. København: Miljøstyrelsen.

Mortensen B, Hauschild M, Weidema B, Nielsen P, Schmidt A, Christensen BH (1997). Livscyklusvurdering af produkter baseret på fornybare råvarer. IPU.

Terwoert J, Vollebregt L, le Feber M, Theodori D, Jonker N, Hoefnagels F, van Broekhuizen P (1996). LCA of cleaning products in the metal industry - a comparison between solvent products and vegetable oil based fatty acid esters. Amsterdam: Chemiewinkel.

von Däniken A, Chudacoff M (1995). Vergleichende ökologische Bewertung von Anstrichstoffen im Baubereich. Band 2: Daten. Schriftenreihe Umwelt Nr. 232. Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL).

8.2 Metodebeskrivelser mv.

Alting L, Jørgensen J, Wenzel H (1996). Miljødimensionen i produktet. Miljøstyrelsen og Dansk Industri, København.

Hauschild M (ed.) (1996). Baggrund for miljøvurdering af produkter. Miljøstyrelsen og Dansk Industri, København.

Hoffmann L, Weidema BP, Ersbøll AK (1997). Datakvalitet og statistisk analyse i livscyklusvurdering. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 49. København: Miljøstyrelsen.

ISO (1997). Miljøledelse - Livscyklusvurdering - Principper og struktur (Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework). DS/EN ISO 14040.

ISO (1998a). Environmental management - Life cycle assessment - Goal and scope definition and life cycle inventory analysis. ISO/FDIS 14041.

ISO (1997). Environmental management - Life cycle assessment - Life cycle interpretation. ISO/CD 14043.2, 1997.07.28.

ISO (1998b). Environmental management - Life cycle assessment - Life cycle impact assessment. ISO/CD 14042.3.

Jensen AA, Hoffmann L, Møller BT, Schmidt A, Elkington J, van Dijk F, Christiansen K (1998). Life cycle assessment (LCA) - A guide to approaches, experiences and information sources. EEA Environmental Issues Series No. 6, Copenhagen.

Lindfors L-G, Christiansen K, Hoffmann L, Virtanen Y, Juntilla V, Hanssen OJ, Rønning A, Ekvall T, Finnveden G (1995a). LCA-Nordic. Technical Reports No. 1 - 9. TemaNord 1995:502. Copenhagen: Nordic Council of Ministers.

Lindfors L-G, Christiansen K, Hoffmann L, Virtanen Y, Juntilla V, Hanssen OJ, Rønning A, Ekvall T, Finnveden G (1995b). LCA-Nordic. Technical Report No. 10 and Special Reports No. 1 - 2. TemaNord 1995:503. Copenhagen: Nordic Council of Ministers.

Lindfors L-G, Christiansen K, Hoffmann L, Virtanen Y, Juntilla V, Hanssen OJ, Rønning A, Ekvall T, Finnveden G (1995c). Nordic Guidelines on Life-Cycle Assessment. Nord 1995:20. Copenhagen: Nordic Council of Ministers.

Miljø- og Energiministeriet (1998). Bekendtgørelse om det europæiske og det nordiske miljømærke. Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 35 af 19. januar 1998.

Møller H, Hanssen OJ, Lindfors L-G, Svensson T, Hoffmann L, Stranddorf HK, Toldsted J, Rønning A (1998). Nordic project on implementation of environmental labelling type III in the business sector (NIMBUS). Report from the pilot study on Nordic Environmental Product Declarations. Frederikstad: Stiftelsen Østfoldforskning. Research Report OR.27.98.

Olesen J, Wenzel H, Hein L, Andreassen MM (1996). Miljørigtig konstruktion. Miljøstyrelsen og Dansk Industri, København.

Schmidt A, Christiansen K, Pommer K (eds.) (1994a). Metoder, vurderingsgrundlag og fremgangsmåde. Livscyklusvurdering af nye materialer. dk-TEKNIK, Søborg.

Schmidt A, Drabæk I, Christiansen K (1994b). Livscyklusmodel til vurdering af nye materialer. Baggrund, principper og anvendelse. dk-TEKNIK, Søborg

SPOLD (1997). SPOLD file format for LCI data exchange (1997.10.08). Kan downloades fra <http://ipt.dtu.dk/~bow>.

Toldsted JD, Stranddorf HK, Hansen LE (1997). Miljøvaredeklarationer. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 47 1997. København: Miljøstyrelsen.

Wenzel H (ed.) (1996). Miljøvurdering i produktudviklingen - 5 eksempler. Miljøstyrelsen og Dansk Industri, København.

Wenzel H, Hauschild M, Rasmussen E (1996). Miljøvurdering af produkter. Miljøstyrelsen og Dansk Industri, København.

Wenzel H, Hauschild M, Alting L (1997). Environmental assessment of products. Volume 1: Methodology, tools and case studies in product development. Chapman & Hall: London.

8.3 Andre relevante referencer

COWI A/S (1998). Livscyklusvurdering på TEKNOS SCHOU. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. xx. Miljøstyrelsen: København. *Udkast*

Rønning A, Hanssen OJ, Møller H, Gade AL, Haug UC (1993). Livsløpsvurdering av to malingsprodukter. Frederikstad: Stiftelsen Østfoldforskning. Rapportnr. OR.53.93.

Zackrisson M, Jansson G (1997). Livscykelanalys av lacksystem - Life cycle assessment of paint systems. Institut för Verkstadsteknisk Forskning, IVF-skrift 97838, Mölndal, Sverige.

Resume af projektforsløb

Indledning

I det følgende beskrives organisering, forudsætninger og fremgangsmåde for projektet ”Miljøvurdering af råvarer – Database” i Lak og Farveindustrien. Herunder beskrives også de korrektioner og afgrænsninger i forhold til projektets oprindelige målsætning, der blev foretaget undervejs.

Projektets organisering

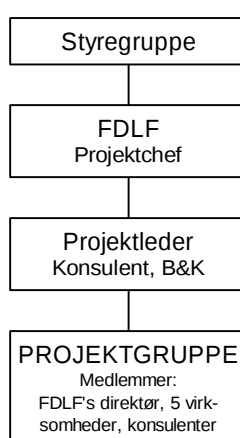


Fig. A:
Projektorganisation

Projektets organisering var som vist ovenfor, med Foreningen for Danmarks Lak- og Farveindustri (FDLF) som projektansvarlig overfor Miljøstyrelsen og modtager af tilskudet fra Rådet vedr. genanvendelse og mindre forurenende teknologi.

Hensigten med den viste organisation var at give de interesserede medlemsvirksomheder mulighed for at deltage i projektets faglige gennemførelser som arbejdende medlemmer af projektgruppen. Herigennem kunne virksomhederne bl.a. bedømme, hvorvidt egne ressourcer var tilstrækkelige til at foretage de ønskede miljøvurderinger fremover.

Forholdsvis hurtigt ændrede organisationen karakter, således at industriens repræsentanter i projektgruppen i højere grad fungerede som en intern styregruppe.

De deltagende virksomheder i projektgruppen repræsenterede et bredt udsnit af branchens produkttyper. Under projektforsløbet blev der ad hoc taget kontakt til virksomheder uden for projektgruppen for at sikre at alle relevante produkttyper blev fagligt dækket ind.

Fortrolighedshensyn internt

Tilstedeværelsen af en række reelt konkurrerende virksomheder i projektgruppen medførte, at man pålagde sig selv meget strenge krav til fortlighed i kommunikationen om forhold, der vedrørte den enkelte virksomheds relationer til råvareleverandørerne. I praksis blev der truffet det arrangement, at konsulentfirmaet EnPro fungerede som mellemed i al kommunikation internt i gruppen samt imellem virksomhederne og de øvrige involverede konsulenter, Birch & Krogboe samt dk-TEKNIK.

Projektets forløb

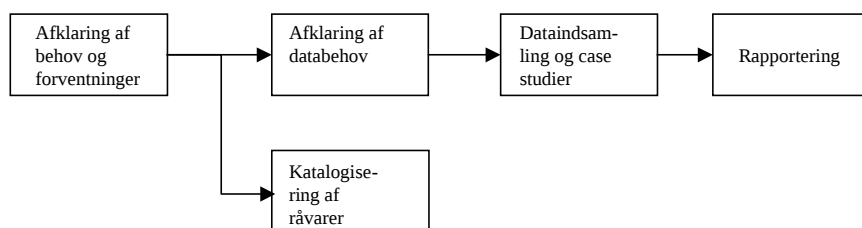


Fig. B:
Rutediagram for projektførelsen

Ovenstående diagram viser projektplanens hovedfaser. Forløbet fulgte den oprindelige plan i alt væsentligt, dog med enkelte justeringer af den faglige vægtning og af fremgangsmåden som følge af FDLF's ønsker og de indhøstede erfaringer.

Forberedende interviewrunde

Projektet indledtes med en interviewrunde blandt branchens virksomheder, med det formål at klarlægge hvilke erfaringer med og holdninger til livscyklusvurderinger der forelå, samt hvilke erfaringer der allerede var gjort med indhentning af oplysninger fra råvareleverandører i andre sammenhænge.

Resultaterne af interviewrunden blev sammenskrevet og forelagt projektgruppen til drøftelse. Blandt konklusionerne var bl.a.:

- Alle havde omfattende erfaringer – såvel gode som dårlige - med indhentning af oplysninger fra råvareleverandørerne fra bl.a. udarbejdelse af sikkerhedsdatablade samt indberetninger til produktregistret. Erfaringerne pegede på nødvendigheden af stor omhu ved henvendelsen, og stor tålmodighed med svartiderne.
- Der var store forskelle blandt virksomhederne mht. egne erfaringer med LCA.
- Der var ikke fælles holdning til anvendelse af miljømærker og miljøvaredeklarationer.
- Alle tillagde en fælles henvendelse til råvareleverandørerne stor betydning, og fandt at en fælles database ville få stor værdi.

Møder i Projektgruppen

Der blev afholdt 8 møder i projektgruppen under forløbet, alle dokumenterede i godkendte referater. Til hvert møde blev der af projektlede-

ren udarbejdet et forslag til dagsorden, som efterfølgende blev godkendt og rundsendt af FDLF.

På møderne drøftedes projektets fremdrift og resultater samt en række overordnede emner af betydning for projektet, heriblandt:

- Overblik over antal og sammensætning af branchens råvarer
- Afgrænsning af malevarers livscyklus i relation til fremstilling
- Dataindsamling hos leverandører, form og metode
- Fortrolighed, internt og eksternt
- Anvendelse af komplette softwareløsninger til livscyklusvurderinger (LCA)
- Perspektiverne for søgning af producentspecifikke data

Seminar med Ecobilan

Der har i projektgruppens regi været afholdt et seminar for alle interesserede FDLF medlemmer, hvor det franske konsulentfirma Ecobilan præsenterede sin softwareløsning til LCA særligt i relation til malevarer. Ecobilan har for EU kommissionen udført forstudier til miljømærke for malevarer. Der blev ikke truffet nogen konklusioner i projektgruppen mht. Ecobilan's softwareløsning.

Justeringer i projektplanen

Der blev undervejs truffet beslutning i FDLF om enkelte justeringer i projektets indhold i forhold til det oprindelige oplæg. Blandt disse skal nævnes:

- Miljøvaredeklarationer, miljømærker og miljøfaremærkninger som anvendelsesområde for råvaredata behandles ikke i projektet.
- Der udarbejdes ikke en intern branchevejledning men alene nærværende rapport for projektet. Dette var begrundet i de få resultater af datasøgningen.
- Der træffes ingen beslutning med hensyn til en fælles database for miljøoplysninger om råvarer. Dette var ligeledes begrundet i de få resultater af datasøgningen.

Styregruppen

Styregruppen har afholdt 3 møder under projektforløbet. På møderne har hovedemnerne været projektets fremdrift samt rapportering.

“BREV TIL RÅVARELEVERANDØRER”

Dear sirs,

Database for environmental data on raw materials for paints

In connection with a project concerning environmental assessment of raw materials for our industry we kindly ask for your assistance in providing environmental data for certain raw materials, which your company is supplying to one or more of our member companies.

The project is initiated by the Danish Paintmakers Associations and supported and financed by the Danish ministry for the environment. The purpose of the projekt is to establish a database of environmental information for the raw materials used in the production of paints, varnishes and printing inks in Denmark. The environmental information required is the data necessary for making an environmental assessment in a “cradle-to-grave” context in which the raw materials play an essential role.

The data needed is basically the “input/outputs” of materials and energy related to manufacturing of the raw materials you supply to the paint industry. Furthermore we would be interested in any additional environmental documentation - such as special toxicological or eco-toxicological studies - on the raw materials, which you may have compiled.

We require data on the following products:

.....

.....

An agreement of confidentiality can be provided if needed. Furthermore, if required we will make arrangements that ensure the anonymity of your data in the database.

You may please choose one of the following methods to provide the data:

1. *If you already have performed an LCI or LCA (lifecycle inventory, analysis or assessment) for the product(s):*

If you forward copy of your report to us, then you will not need to bother with the enclosed questionnaire. We may contact you for some additional questions to ensure our correct interpretation of your results. For example it is frequently necessary to

question whether extraction and transportation of raw materials is included in your resulting data..

2. *If you have prepared an environmental report for the plant producing the product(s):*

Please forward a copy of your report to us supplemented with the following information:

- If your plant produces other products than the one(s) in question (e.g. as coproducts or byproducts) please indicate the relative share of the total energy consumption and emissions etc. to be allocated to the product(s) in question.
- Please indicate the amount of the most important of your own raw materials used pr. unit of the product(s), and the origin (country/city) of these materials.

Provided with such a set of information we should be able to extract the basic data we need. If you have any additional environmental data on the materials used as your own “raw materials” please enclose these.

3. *If you do not have any LCA studies or environmental reports, please fill in the enclosed questionnaire:*

The questionnaire contains explanatory notes. Please clearly state the units you use for each input or output.

We kindly ask you to send your reply to:

EnPro ApS
Lersø Parkalle 42
2100 Copenhagen Ø

Att.: Eva Wallstrøm

This procedure has been chosen in order to secure the anonymity of your information before it is communicated to the industry.

If, contrary to our expectations, you should prefer not to answer our questionnaire, we kindly ask you to inform us accordingly as soon as possible.

However, we hope you will take the trouble to answer our questionnaire as soon as possible in order for us to meet the time limit set for the project by the Danish Environmental Protection Agency.

If you have any questions concerning the questionnaire or our request for environmental data in general, please do not hesitate to contact us either by telephone +45 33 15 92 22 or by telefax +45 33 93 93 22. We will then establish contact to LCA-experts able to answer your questions.

We thank you for your kind assistance.

Yours sincerely,
The Danish Paintmakers' Association

Vibeke Plambeck,

ENVIRONMENTAL DATA

on raw materials used in the paint industry

This questionnaire is issued by The Danish Paintmakers Association for the project “Environmental assesment of raw materials“, supported and financed by the Danish Ministry of Environment. The aim of this project is to establish a database for environmental information about the raw materials used in the manufacturing of paints, varnishes and printing inks in Denmark. The environmental information sought is primarily the data necessary to make environmental assesments of paints in a “craddle-to-grave” context, in which the raw materials play an essential role.

In the questionnaire it should be noted that in the term “*product*” applies to your product, and the term “*raw material*” applies to any raw materials used for the manufacturing of your product.

Product in question: _____

The quantitative information in this questionnaire should be provided per unit of material or product supplied to our company (e.g. per ton or per m³).

- Please indicate *the unit* used: _____
- Please indicate which period your data covers: _____

If you have some information about Health and Safety for your product, please enclose a copy. (e.g. Health and Safety sheets, own tests for human toxicity, eco-toxicity, biodegradability and bioaccumulation).

2. Environmental data

2.1 Inputs:

In this section please fill in the total consumption of water, basic raw materials and auxiliary materials required to produce one unit (ton or m³) of your product. Include all stages of the life cycle from supply of raw materials to shipment of the product.

“Co-products”: If the manufacturing of your product leads to the production of co-products, please explain how you allocate (share) the emissions and energy use between this product and other products (e.g. by mass or by cost or by other means):

Material inputs:

Name of material: (Raw- or auxiliary materials to your manufacturing)	Quantity¹ used per unit produced: (kg/unit or m ³ /unit)	Country² and city of origin:	Name of supplier:
Water		-----	

¹ We need to know the total amount of materials for producing one unit of your product. The amount should include waste and spillage in your production.

² The reason to ask about the origin for the material is to calculate the transport emissions for raw materials.

Energy inputs:

Please state your input of all kinds of energy to the production. Do not include energy consumption in office buildings used for staff functions.

Type of energy: (used on site)	Energy consumption: (per produced unit)	Origin of fuel ³ :
• electricity	kWh	-----
• fuel oil	kg	
• coal	kg	
• natural gas	m ³	
• renewable resources (please specify)	kg	
• other (please specify)		

³ The reason to ask about the origin of the energy input is to calculate the precombustion and transport energy used and their related emissions.

2.2 Outputs:

Outputs include all emissions on site from manufacturing of the product in question.

Please state the emissions from *the processes at your factory*. Emissions related to energy consumption should not be included.

Emissions to air:	Name of compound emitted:	Quantity per unit produced:
Particulate emissions: (eg. Dust, Lead Compounds, Other Metals) Volatile Inorganic Compounds: (inoragnic gasses e.g. HCl, Cl₂, NH₃, etc.) Volatile Organic Compounds: (Organic solvents, halogenated hydrocarbons etc) Others:		

(2.2 Outputs, cont.)

Water effluents:	Name of compound discharged:	Discharged quantity: (per unit produced)
Organic substances (please specify): (Hydrocarbons, phenols, organochlorine etc.) Inorganic substances (please specify): (Phosphate, sulphate, fluoride, chloride, acids, suspended solids etc.) Heavy Metals (please specify): (Fe, Hg, Pb, Cd, Co, Cr, Ni, Ag, Zn etc.) Other: COD (chemical oxygen demand): BOD (biochemical oxygen demand): AOX (adsorbable organic halogenes):		
Solid waste:	Description of category⁴:	Quantity per unit:
Hazardous		
Non-hazardous		

⁴ You may apply the EWC codes as defined by Council Decision (94/904/EC) on establishing a list of hazardous waste.

Leverandør Nr: <i>(Producent i kursiv)</i>	Råvarekategori:	1. fore-spørgsel, dato:	Rykkere, dato:	Svar, dato:	Uddybende spørgsmål	Vil ikke give oplysninger !!	STATUS FOR BESVARELSE
1:	43: Ass. additiver	1. juli 97		23. juli 97	21. aug 97		OK
2:							
	10: PVAC dispersion	1. juli 97	4. sep 97				I-S
	35: Befugtningsmiddel	1. juli 97	4. sep 97				I-S
	56: Fyldstof	1. juli 97	4. sep 97				I-S
3:							
	37: Antiskumningsmiddel	1. juli 97	4. sep 97				I-S
4:							
	49: Blåt pigment	1. juli 97	4. sep 97	19. aug 97 ?		x	MF
5:							
	44: Hvidt pigment	1. juli 97	16. okt 97	11. dec 97		x	I-S
	30: Sikkativ	1. juli 97	16. okt 97				I-S
	43: Ass. additiver	1. juli 97	16. okt 97				I-S
6:							
	28: Opl. midler	1. juli 97	4. sep 97			X	I-S
7:							
	30: Sikkativer	1. juli 97	4. sep 97				I-S
	30: Sikkativer	1. juli 97	4. sep 97				I-S
	30: Sikkativer	1. juli 97	4. sep 97				I-S
	30: Sikkativer	1. juli 97	4. sep 97				I-S
8:							
	7: Urea resin	1. juli 97	4. sep 97				
	3: Alkyd resin	1. juli 97	4. sep 97	2. okt 97		x	I-S
9:							
	26: Opløsningsmiddel	1. juli 97	4. sep 97 - jan 98				I-S
10:							
	26: Opløsningsmiddel	1. juli 97	4. sep 97	22. sep 97			MF
	36: Antisedimantationsmiddel	1. juli 97	4. sep 97				I-S
11:							
	44: Hvidt pigment	1. juli 97	4. sep 97	22. okt 97			OK
12:							
	38: Fortykningsmiddel	1. juli 97	4. sep 97	medio juli 3. sep 97			MF

Forkortelser i STATUS kolonne: I-S = Ingen svar ; MF = Mangelfuldt svar ; OK = tilfredsstillende svar

13:	38: Fortykkingsmiddel	1. juli 97		18. aug 97		x	I-S
14:	13: P(M)A copolymer	1. juli 97	4. sep 97				I-S
	40: Voks	1. juli 97	4. sep 97				I-S
15:							
(16)	28: Opløsningsmiddel	1. juli 97		10. juli 97 4. sep 97	21. aug 97		MF
(16)	28: Opløsningsmiddel	1. juli 97		10. juli 97 4. sep 97	21. aug 97		MF
(17)	28: Opløsningsmiddel	1. juli 97	4. sep 97				I-S
(18)	56: Fyldstof	1. juli 97	4. sep 97	21. aug 97			I-S
(18)	30: Sikkativ	1. juli 97	4. sep 97				MF
	30: Sikkativ	1. juli 97	4. sep 97				I-S
	56: Fyldstof	1. juli 97	4. sep 97	21. aug 97/ 17. sep 97			OK
19:	43: Ass. additiver	1. juli 97	4. sep 97				I-S
(20)	28: Opløsningsmiddel	1. juli 97	4. sep 97	4. sep 97			MF
(20)	28: Opløsningsmiddel	1. juli 97	4. sep 97				MF
(20)	28: Opløsningsmiddel	1. juli 97	4. sep 97				MF
21:	34: Fungicid	1. juli 97	4. sep 97			X	I-S
22:	13: Acryl-styren dispersion	1. juli 97		15. juli 97 22. okt. 97		x	I-S
23:	13: P(M)A polymer dispersion	1. juli 97		15. juli 97		x	I-S
	22: PUR dispersion	1. juli 97	4. sep 97	15. juli 97		x	I-S

Forkortelser i STATUS kolonne: I-S = Ingen svar ; MF = Mangelfuldt svar ; OK = tilfredsstillende svar

Oversigt over tilgængelige miljødata

Dette bilag giver en oversigt over eksempler på tilgængelige data for råvarer relevante for lak- og farveindustrien; listen er *ikke* udtømmende. Oversigten refererer til data indsamlet i dette projekt såvel som data fra åben litteratur og databaser. Kvaliteten af de forskellige data er ikke vurderet. Nummereringen af råvarerne svarer til en detaljeret råvareoversigt udarbejdet i dette projekt (se tabel 2). For hver datakilde er det angivet, hvorvidt det drejer sig om producentspecifikke data eller branchegennemsnit. I det omfang der er tale om branchegennemsnit er antallet af producenter angivet. I tabellen er den omfattede del af livscyklus angivet, dvs. om der er tale om “port til port” data eller “vugge til port” data.

<i>Råvare:</i>	<i>Producent:</i>	<i>Antal:</i>	<i>Livscyklus:</i>	<i>Reference:</i>
1. Vegetabiliske olier og derivater				
Linolie			vugge til port	von Däniken & Chudacoff 1995
Soyaolie			vugge til port	von Däniken & Chudacoff 1995
3. Naturlig harpiks og derivater				
Rå harpiks			vugge til port	von Däniken & Chudacoff 1995
Kolofonium			vugge til port	von Däniken & Chudacoff 1995
Kopal			vugge til port	von Däniken & Chudacoff 1995
5. Polyestere				
Alkyddispersion (se 1, 26, 29)	dansk	1	port til port	producenten
Alkyddispersion	europæiske		vugge til port	von Däniken & Chudacoff 1995
Polyvinylacetat (PVAc) og dispersioner				
Vinylacetat	europæisk		vugge til port	von Däniken & Chudacoff 1995
11. Polyvinylchlorid (PVC)				
PVC (suspension/emulsion/bulk?)	europæiske	8/5/1	vugge til port	Boustead 1994
13. Acryl- og methacrylharpiks og co-polymerer				
Methylmethacryl-monomer	europæiske	4	vugge til port	Boustead 1997b
Butylacryl-monomer			vugge til port	von Däniken & Chudacoff 1995
Buten-monomer	europæiske	19	vugge til port	Boustead 1993a
Styren-monomer	europæiske	7	vugge til port	Boustead 1993b
“Co-polymerisering”				
16. Keton- og aldehylharpiks				
22. polyurethan				
4,4'-Diphenylmethandiisocyanat (MDI)	europæiske	i.a.	vugge til port	Boustead 1996
2,4-/2,6-Toluendiisocyanat (TDI)	europæiske	i.a.	vugge til port	Boustead 1996
Polyether-polyol	europæiske	i.a.	vugge til port	Boustead 1996
23. Epoxyharpiks				
Flydende epoxy resin	europæiske	i.a.	vugge til port	Boustead 1997a
26. Opløsningsmidler				
Acetone	europæiske	3	vugge til port	Boustead 1997b
Benzen	europæiske	5	vugge til port	Boustead 1993b
“White spirit”/naphtha	europæiske	i.a.	vugge til port	Boustead 1993a

<i>Råvare:</i>	<i>Producent:</i>	<i>Antal:</i>	<i>Livscyklus:</i>	<i>Reference:</i>
29. Esterficerende stoffer				
Glycerol			vugge til port	von Däniken & Chudacoff 1995
Pentaerytritol			vugge til port	von Däniken & Chudacoff 1995
Phthalsyreanhydrid			vugge til port	von Däniken & Chudacoff 1995
Maleinsyreanhydrid			vugge til port	von Däniken & Chudacoff 1995
30. Sikkativer				
Ca-sikkativ	engelsk		port til port	producenten
32. Katalysatorer				
Ammoniak	europæiske	3	vugge til port	Boustead 1997b
44. Hvide pigmenter				
Titandioxid	Kronos	1	port til port	Miljørapport, Kronos
56. Fyldstoffer				
Siliciumdioxid	tysk		port til port	producenten

Bilag 5

Oversigt:

Prioritering af råvaretyper på basis af indhold i færdigvaren samt anvendeshyppighed

	Indhold i produkt %	Anvendelses- hyppighed hos virksomheder	Anvendelses- hyppighed i bran- chen i øvrigt	Priori- tering
Bindemidler				
1. Vegetabiliske olier og derivater	10-25, > 25	2	4	H
2. Asfalt, bitumen, beg	10-25, > 25	1	1	M
3. Naturlig harpiks og derivater	10-25, > 25	1	2	M
4. Modificeret harpiks	10-25, > 25	1	2	M
5. Polyestere	10-25, > 25	4	1	H
6. Phenolharpiks	10-25, > 25	0	2	M
7. Urea-harpiks	> 25	1	3	H
8. Melamin-harpiks	10-25, > 25	1	2	M
9. Polyvinylacetal	10-25, > 25	1	1	M
10. Polyvinylacetat (PVAc) og dispersioner	10-25, > 25	3	1	H
11. Polyvinylchlorid	10-25, > 25	1	1	M
12. Polyvinylether	10-25	0	1	L
13. Acryl- og methacryl-harpiks og copolymerer	10-25, > 25	3	?	H
14. Cumaron-inden harpiks	10-25, > 25	1	0	L
15. Hydrocarbon harpiks	10-25	0	1	L
16. Keton- og aldehydharpiks	10-25, > 25	1	2	M
17. Polyamidharpiks	10-25, > 25	0	1	L
18. Nitrocellulose	10-25, > 25	0	1	L
19. Cellulose	1-5, 10-25, > 25	2	3	H
20. Gummi og gummiderivater	> 25	0	1	L
21. Siliconeforbindelser	> 25	2	3	H
22. Polyurethaner	> 25	3	1	H
23. Epoxyharpiks	10-25, > 25	2	1	M
24. Kunstharpiks, umættet	10-25	1	1	M
25. Assorterede harpikser/bindere	10-25	0	0	L
Opløsningsmidler mv.				
26. Opløsningsmidler	1-5, 5-10, 10-25, > 25	4	2	H
27. Blødgørere	1-5, 5-10	1	2	M
28. Andre bærestoffer/opløsningsmidler	0-1, 1-5, 5-10	0	1	L
Additiver				
29. Esterficerende stoffer	0-1	1	0	L
30. Sikkativer	0-1	3	2	L
31. Anti-skind midler	0-1	3	2	L
32. Katalysatorer	0-1, 1-5	1	1	L
33. UV-absorbenter, lys-stabilisatorer og fotoinitiatorer	0-1	2	2	L
34. Fungicider og bactericider	0-1	1	3	L
35. Emulgatorer og befugtere	0-1	2	4	L
36. Antisedimentationsmiddel	0-1	0	1	L
37. Antiskumnings- og afskumningsmiddel	0-1	2	3	L
38. Rheologimodifikatorer (viskositetsregulatorer, fortykningsmidler, thixotropiske midler mv.)	0-1, 1-5	2	2	L
39. Vedhæfningsregulerende midler	0-1, 1-5	0	1	L
40. Voks, poleringsmidler, anti-blok-midler, smøremidler, vandafvisende stoffer, separationsmidler og matte-ringsmiddel	0-1	1	3	L
41. Glansforbedrende midler	0-1, 1-5	0	1	L
42. Antikorrosive stoffer	0-1	1	1	L
43. Assorterede additiver	0-1	1	1	L

	Indhold i produkt %	Anvendelses- hyppighed hos virksomheder	Anvendelses- hyppighed i bran- chen i øvrigt	Priori- tering
Pigmenter				
44. Hvide pigmenter	5-10, 10-25	4	1	H
45. Gule pigmenter	1-5, 5-10	4	3	M
46. Orange pigmenter	1-5, 5-10	1	2	M
47. Røde pigmenter	1-5, 5-10	4	2	M
48. Violette pigmenter	1-5, 5-10	1	1	L
49. Blå pigmenter	1-5, 5-10	3	2	M
50. Grønne pigmenter	1-5, 5-10	3	2	M
51. Brune pigmenter	1-5, 5-10	2	1	M
52. Sorte pigmenter	1-5, 5-10	1	2	M
53. Funktionelle pigmenter	1-5	2	0	L
54. Metalpulvere	5-10	1	2	L
55. Effektpigmenter	5-10	1	1	M
Fyldstoffer				
56. Fyldstoffer	0-1, 1-5, 5-10, 10-25	3	2	H