

# Branchebeskrivelse for farve- og lakindustrien

Teknik og Administration  
Nr. 2 2004



## Indholdsfortegnelse

<b>1. Indledning.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Sammenfatning .....</b>	<b>7</b>
<b>3. Generel beskrivelse af branchen .....</b>	<b>11</b>
3.1 Branchedefinition og afgrænsning.....	11
3.2 Lovgivning.....	12
3.2.1 Historisk lovgivning .....	12
3.2.2 Gældende lovgivning.....	13
3.3 Brancheorganisation .....	15
3.4 Branchens strukturelle udvikling.....	15
3.4.1 Teknologi.....	16
3.4.2 Antal virksomheder og beskæftigede .....	17
3.4.3 Anvendte råvarer og hjælpestoffer .....	20
<b>4. Processer, teknologi og miljø .....</b>	<b>27</b>
4.1 Procesbeskrivelse.....	27
4.2 Virksomhedsindretning .....	29
4.3 Arbejdsmetoder og miljøbelastning.....	33
4.3.1 Modtagelse af råvarer .....	34
4.3.2 Afvejning og forblanding .....	35
4.3.3 Rivning (findeling) .....	37
4.3.4 Færdigblanding .....	38
4.3.5 Aftapning, filtrering og pakning.....	39
4.3.6 Færdigvarelager .....	40
4.3.7 Fejlproduktioner/affald.....	41
4.3.8 Andre aktiviteter .....	41
4.3.9 Produktion af bindemidler .....	42
4.3.10 Produktion af pigmenter .....	43
<b>5. Forureningsrisiko .....</b>	<b>45</b>
5.1 Oversigt over potentielle forureningskilder.....	45
5.2 Vurdering af de væsentligste stofgrupper.....	46
5.3 Vurdering af forureningsrisiko .....	47
5.3.1 Lækage fra tankanlæg og tromler .....	47
5.3.2 Lækage fra rørføringer.....	48
5.3.3 Spild på lager, ved håndtering og rengøring.....	48
5.3.4 Emissioner fra luftafkast.....	49
5.3.5 Olietanke.....	49
5.3.6 Øvrige aktiviteter .....	49

<b>6. Undersøgelser</b> .....	<b>51</b>
6.1 Historisk kortlægning .....	51
6.1.1 Indsamling af historisk materiale .....	51
6.2 Planlægning af fysiske undersøgelser.....	54
6.2.1 Potentielle forrningskilder .....	54
6.2.2 Analyseprogrammer .....	55
6.2.3 Laboratorieanalyser .....	56
6.3 Design af undersøgelsesprogram.....	58
<b>7. Afværgeteknikker</b> .....	<b>61</b>
<b>8. Litteraturliste</b> .....	<b>65</b>

## **Bilag**

- 1** Anvendte stoffer i farve- og lakbranchen
- 2** Datablade for udvalgte stoffer
- 3** Oversigt over opløsningsmidler
- 4** Erfaringer fra tidligere undersøgelser
- 5** Metodebeskrivelser

# 1. Indledning

## Forord

Erfaringer fra de seneste års undersøgelser af jord- og grundvandsforureninger på farve- og lakfabrikker viser, at der hersker usikkerhed om, hvilke forureningskilder og hvilke forureningskomponenter der typisk kan forekomme på disse virksomheder.

Formålet med denne branchebeskrivelse er derfor at give en generel introduktion til branchen og dens miljøforhold med særlig fokus på risikoen for forurening af jord- og grundvandsmiljøet. Branchebeskrivelsen skal, som supplement til Miljøstyrelsens vejledninger, tjene som opslagsværk i forbindelse med undersøgelse og kortlægning af disse virksomheder. Det er således håbet, at branchebeskrivelsen vil støtte og målrette amternes arbejde med at lokalisere, undersøge og eventuelt afværge miljørisici fra forureninger opstået som følge af aktiviteterne i denne branche.

Branchebeskrivelsen for farve- og lakfabrikker er udarbejdet af Rambøll for Amternes Videncenter for Jordforurening. Branchebeskrivelsen er blevet til i et samarbejde med en følgegruppe med deltagelse af:

- Ane-Marie Westergaard, Vestsjællands Amt
- Flemming Møller Jørgensen, Ringkøbing Amt
- Bo Alslev, Fyns Amt
- Arne Rokkjær, Amternes Videncenter for Jordforurening
- Charlotte Weber, Amternes Videncenter for Jordforurening.

## Læsevejledning

I denne branchebeskrivelse er der foretaget en systematisk gennemgang af branchens teknologiske udvikling, dens anvendelse af kemiske stoffer og produkter og dens mulige belastninger af jord- og grundvandsmiljøet. Med afsæt i denne gennemgang giver branchebeskrivelsen anbefalinger til den praktiske tilgang til undersøgelse og kortlægning af farve- og lakfabrikker.

Indholdet af de enkelte afsnit fremgår af nedenstående:

- Kapitel 2: Sammenfatning af branchens produktions- og miljøforhold. Anbefalinger til undersøgelsesstrategier.
- Kapitel 3: Beskrivelse af branchen og dens strukturelle udvikling. Lovgivningens miljøregulering af branchen og en oversigtsmæssig gennemgang af branchens teknologiske udvikling.
- Kapitel 4: Beskrivelse af virksomhedernes indretning og arbejdsprocesser til forskellig tid. Gennemgang af mulige miljøbelastninger fra arbejdsprocesserne. Som supplement til kapitel 4 er der i bilag 1 opstillet en

liste over kemiske komponenter i forskellige råvaretyper, som anvendes på farve- og lakfabrikker.

- Kapitel 5: Potentielle kilder til forurening af jord og grundvand fra branchens aktiviteter. Kapitlet beskriver, hvordan forureningerne kan opstå, hvilke kemiske komponenter der kan være tale om, og hvordan de typisk vil spredes i miljøet. I fortsættelse af kapitel 5 er der i bilag 2 vedlagt datablade for de stoffer, som forventes at være mest relevante i forhold til branchens belastning af jord og grundvand. Databladene indeholder oplysninger om stoffernes toksikologi og fysisk-kemiske data.
- Kapitel 6: Gode råd om den praktiske tilrettelæggelse af undersøgelser. Kapitlet fremkommer med anbefalinger til både prøvetagnings-metoder og analyseprogrammer. Erfaringer fra tidligere undersøgelser kan findes i bilag 4, mens mere detaljerede beskrivelser af prøvetagningsmetoderne er givet i bilag 5.
- Kapitel 7: Kapitlet indeholder en oversigt over afværgeteknikker med særlig relevans for de jord- og grundvandsforureninger, som forekommer fra farve- og lakfabrikker. Kapitlet indeholder også forslag til litteratur, som kan være nyttig, når man planlægger afværgeforanstaltninger på branchens virksomheder.

## 2. Sammenfatning

### **Branchedefinition og afgrænsning**

Denne branchebeskrivelse redegør for produktion af farve og lak, herunder også kort specialprodukter så som trykfarver, pulvermaling og UV-maling.

Farve- og lakfabrikker er i dag reguleret af Miljøbeskyttelsesloven og den tilhørende Godkendelsesbekendtgørelsen. Farvefabrikker, lakfabrikker eller limfabrikker med en produktionskapacitet på mindst 3.000 tons pr. år er godkendelsespligtige virksomhedstyper, mens farve- og lakfabrikker med en produktionskapacitet på mindre end 3.000 tons pr. år er anmeldtepligtige virksomheder.

Godkendelsespligtige farve- og lakfabrikker med mere end 20 ansatte har fra 1996 haft pligt til at udarbejde grønt regnskab.

Fremstillingen af farve og lak reguleres gennem loven om kemiske stoffer og produkter (lov nr. 21 af 16. januar 1996) samt tilhørende bekendtgørelser for kemikalieområdet.

### **Branchens strukturelle udvikling**

Fremstillingen af maling og lak, som vi kender den i dag, blev startet i 1819 af Laurits Holmblad, der fabrikerede oliemalinger, og 1840 startede den første lakfabrik i Skandinavien. Dog kom der først i begyndelsen af det 20. århundrede rigtig gang i udviklingen inden for den industrielle fremstilling af farver og lakker i Danmark.

Især den teknologiske udvikling fra 1950-1970 viste sig at være meget vigtig for industrien, da der i 1970'erne kom fokus på energiforbrug, brug af organiske opløsningsmidler og affald samt på kvaliteten af luft og vand.

Inden for de seneste år har farve- og lakbranchen været fokusere på miljø- og arbejdsmiljøforhold, hvilket har præget udviklingen af nye teknologier, forbedring af eksisterende teknologier og anvendelsen af stoffer.

### **Processer, teknologi og miljøbelastning**

Farve og lak fremstilles ved blanding af i hovedreglen fem hovedkomponenter:

- Bindemiddel
- Opløsningsmiddel
- Pigmenter
- Fyldstoffer
- Additiver/hjælpestoffer.

Bindemidlet udgør efter tørringen et sammenhængende lag og er derfor den komponent, der er vigtigst for malingens egenskaber. Derfor følger produktbetegnelserne ofte bindemiddeltypen.

Opløsningsmidler anvendes både i malingen og til rengøring af blandekar mv. i produktionen. I malingen anvendes opløsningsmidlerne, fordi de opløser binde- midlerne samt gør malingen lettere at påføre. Opløsningsmidler i malinger og trykfarver er enten organiske opløsningsmidler eller vand.

Formålet med pigmenter er at give farve til malingen, men de kan også være med til at hindre korrosion af metalemner.

Fyldstoffer anvendes for at give malingen konsistens og forbedre påføringsegenskaberne.

Hovedgruppen additiver/hjælpstoffer omfatter stoffer med funktion som overfladeaktive stoffer, biocider, skumdæmpere, konserveringsmidler, blødgørere mv.

Langt størsteparten af maling, lak og trykfarve, der produceres i Danmark i dag, er på flydende form, og produktionen af de forskellige produkttyper afviger meget lidt fra hinanden. Her er kort listet de enkelte trin i produktionen:

- Modtagelse af råvarer
- Opvejning og forblanding
- Rivning (dispergering)
- Færdigblanding
- Aftapning, filtrering og pakning
- Opbevaring på færdigvarelager.

### **Strategi for kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2**

Ved en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2 på en farve- og lakfabrik anbefales følgende elementer at indgå i undersøgelsesstrategien:

- Historisk kortlægning
- Fysiske undersøgelser, herunder:
  - Prøvetagning af jord, poreluft og grundvand
  - Felt- og laboratorieanalyser af jord- og grundvandsprøver
- Vurdering af analyseresultater i relation til relevante kvalitetskriterier
- Orienterende risikovurdering.

Det anbefales, at følgende forureningskilder **altid medtages** i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Udendørsoplæg af råvarer
- Underjordiske og overjordiske tankanlæg og rørføringer
- Oplæg af affald, herunder rengøringsvand
- Påfyldningsplads for både underjordiske og overjordiske tanke.



### **Undersøgellesprogram**

Standardprogrammet, gældende farve- og lakfabrikker, anbefales at indeholde følgende akkrediterede laboratorieanalyser:

- Kulbrinter (opløsningsmidler og visse monomerer anvendt i branchen)
- Chlorerede kulbrinter (anvendt som opløsnings- og affedtningsmidler)
- PAH'er (tjærestoffer, anvendt som bindemidler)
- Vandblandbare opløsningsmidler
- Tungmetaller ved ICP eller AAS.



### 3. Generel beskrivelse af branchen

#### 3.1 Branchedefinition og afgrænsning

Denne branchebeskrivelse dækker store som små virksomheder, der producerer malinger og lakker, herunder hører også trykfarver. Typisk er malinger og lakker flydende produkter, men der produceres også produkter i pulverform.

Hovedfokus i denne branchebeskrivelse ligger på produktionen af flydende produkter, da det er denne produktion, der potentielt giver anledning til den største miljømæssige belastning med hensyn til jord og grundvand. Det skyldes dels, at råvarerne til pulverproduktion er i pulverform, at der ikke bruges opløsningsmidler, men også at der kun findes én dansk producent af pulvermaling, resten importeres. Denne danske producent producerer både flydende og pulverprodukter. Hvor det er relevant, nævnes særlige emner omkring pulverproduktionen.

Malinger og lakker er fællesbetegnelsen for en gruppe overfladematerialer, der påføres i et tyndt lag på en overflade, hvorved der dannes et fast, vedhæftende lag, en såkaldt film. Produkter, der ikke indeholder pigmenter, kaldes lakker, men der er ikke en skarp adskillelse mellem maling og lak. Trykfarver er malinger, hvor pigmentet er meget findelt.

Malinger og lakker findes hovedsageligt inden for følgende områder:

- Industrimalinger og lakker til metaller
- Grundmalinger og lakker til biler
- Industrielakker til træprodukter
- Bygningsmalinger og -lakker til indendørs og udendørs brug
- Skibsmalinger
- Trykfarver.

Farve- og lakfabrikker er omfattet af branchekode 24.30.00: Fremstilling af maling, lak, trykfarve mv. samt tætningsmaterialer fra Danmarks Statistiks brancheklassifikation (DB 93). Denne branchekode omfatter også fremstilling af tætningsmaterialer, som ikke er inkluderet i denne branchebeskrivelse. Der findes i statistiske oversigter ingen adskillelse af farve- og lakfabrikker og fabrikker, der laver tætningsmaterialer.

Farve- og lakbranchen optræder på Miljøstyrelsens branchenummerliste under kategori 3: Fremstilling og blanding af kemikalier, i underkategori 3.1: Farve- og lakfabrikker.

## 3.2 Lovgivning

### 3.2.1 Historisk lovgivning

#### Godkendelse og anmeldelse

Farve og lakfabrikker har været godkendelsespligtige siden den første Miljøbeskyttelseslov af 13. juni 1973 trådte i kraft den 1. oktober 1974, hvor de hørte under listekategorien ”D8: Kemisk fabrikation – Farve- og lakfabrikker” /20/. Godkendelsespligten gjaldt dog kun for alle nye virksomheder, der blev etableret efter Miljøbeskyttelseslovens ikrafttræden samt for udvidelser/ændringer af eksisterende virksomheder, som medførte forøget forurening. For listevirksomheder etableret før lovens ikrafttræden, kunne der i tilfælde af miljømæssige problemer meddeles påbud om afhjælpende foranstaltninger /21/.

Kommunerne blev ved Miljøbeskyttelseslovens ikrafttræden godkendelses- og tilsynsmyndighed for godkendelsespligtige virksomheder.

I forbindelse med en revidering af Miljøbeskyttelsesloven udarbejdes Bekendtgørelsen nr. 783 af 21. november 1986 om godkendelse af særligt forurenende virksomheder mv., der trådte i kraft 1. januar 1987 /22/. Denne bekendtgørelse fik populærbetegnelsen ”Godkendelsesbekendtgørelsen”, og den kom til at indeholde listen over godkendelsespligtige virksomhedstyper, der tidligere var at finde som bilag til Miljøbeskyttelsesloven. Listen over godkendelsespligtige virksomhedstyper i den første Godkendelsesbekendtgørelse blev revideret i forhold til listen i Miljøbeskyttelsesloven - farve- og lakfabrikkerne var dog fortsat i listekategori D8.

Miljøbeskyttelsesloven fik mindre revisioner i årene mellem 1974 og 1990, men fik i 1990-91 en omfattende revision med den anden Miljøreform, hvor der blev foretaget væsentlige regelforenklinger på miljøområdet, herunder af miljøgodkendelsessystemet. Den tilhørende Godkendelsesbekendtgørelse nr. 794 af 9. december 1991 om godkendelse af listevirksomhed trådte i kraft 1. januar 1992 /23/.

Farve- og lakvirksomheder med en produktionskapacitet på mindst 3.000 tons pr. år blev fra 1992 fastholdt som godkendelsespligtig virksomhedstype under listekategorien ”D8: Farvefabrikker, lakfabrikker eller limfabrikker med en produktionskapacitet på mindst 3.000 tons pr. år.” Farve og lakfabrikker med en produktionskapacitet på mindre end 3.000 tons pr. år blev i stedet anmeldepligtige virksomheder i henhold til bekendtgørelse nr. 367 af 10. maj 1992 om anden virksomhed end listevirksomhed /24/. Amtet blev ny tilsynsmyndighed for de godkendelsespligtige virksomheder, mens kommunen forblev tilsynsmyndighed for de anmeldepligtige virksomheder.

Med Bekendtgørelse nr. 532 af 20. juni 1992 om indkaldelse af ansøgninger om godkendelse fra bestående listevirksomheder fik farve og lakfabrikker af en godkendelsespligtig størrelse, men som allerede var etableret før den første Miljøbeskyttelseslov i 1974, en frist til 1. juli 1995 til at indgive ansøgning om en samlet

miljøgodkendelse, således at virksomhedens samlede aktiviteter er inkluderet i miljøgodkendelsen og ikke som tidligere kun enkelte godkendelsespligtige aktiviteter /25/.

### **Spildevand**

Før 1991 skulle alle virksomheder, der ønskede at udlede spildevand direkte til recipienten, ansøge myndighederne om udledningstilladelse. Fra 1991 blev virksomhederne i henhold til Miljøbeskyttelseslovens kapitel 4 desuden også pligtige til at ansøge kommunerne om tilladelse til at udlede spildevand til offentlig kloak efter kapitel 4 i loven.

### **Affald**

I 1972 kom Loven om bortskaffelse mv. af olie- og kemikalieaffald (lov nr. 178 af 24. maj 1972), der pålagde alle farve- og lakvirksomheder at føre register over arten, mængden og sammensætningen af det olie- og kemikalieaffald, de producerer /26/.

Med hjemmel i førnævnte lov udstedes i 1972 Bekendtgørelsen om bortskaffelse mv. af olieaffald (nr. 455 af 17. oktober 1972) /27/. Bekendtgørelsen skulle sikre en mere kontrolleret opbevaring, transport og bortskaffelse af olieaffald. Herefter skulle virksomheder, der frembragte olieaffald, aflevere dette på et af kommunalbestyrelsen anvist sted, med mindre kommunalbestyrelsen foranstaltede afhentning af olieaffaldet. Fra modtagestationerne transporteredes olieaffaldet til det der til oprettede Kommunekemi A/S i Nyborg, der kunne modtage og behandle al olieaffald i Danmark.

I 1976 blev der med Bekendtgørelsen om kemikalieaffald (nr. 121 af 17. marts 1976) indført tilsvarende lovgivning om kemikalieaffald /28/. Siden 1976 har Kommunekemi A/S været i stand til ligeledes at modtage og behandle så godt som alt kemikalieaffald i Danmark.

Før 1972-1976 havde virksomhederne ikke mulighed for at aflevere deres olie- og kemikalieaffald til central behandling.

Med Cirkulære nr. 190 af 25. september 1990 om kommunale indsamlingsordninger for olie- og kemikalieaffald pålagde Miljøministeriet kommunalbestyrelserne, at de fra 1991 skulle etablere og opretholde indsamlingsordninger i form af afhentningsordninger for olie- og kemikalieaffald fra virksomheder /29/. Med bekendtgørelsen om bortskaffelse, planlægning og registrering af affald nr. 581 af 24. juni 1996 blev alle regler for olie- og kemikalieaffald overflyttet til denne affaldsbekendtgørelse /30/.

## **3.2.2 Gældende lovgivning**

### **Godkendelse og anmeldelse**

Kravene til, hvornår farve- og lakfabrikker skal indgive miljøgodkendelse eller anmeldelse, er ikke ændret siden de ovennævnte bekendtgørelser fra 1992 og til

nuværende Godkendelsesbekendtgørelse nr. 652 af 3. juli 2003 /31,32,33/. Amterne er fortsat tilsynsmyndighed med de godkendelsespligtige farve- og lakfabrikker, mens kommunerne har tilsynet med de anmeldepligtige.

### **Grønt regnskab**

Godkendelsespligtige farve- og lakfabrikker med 20 ansatte eller derover blev med bekendtgørelse nr. 975 af 13. december 1995 om visse listevirksomheders pligt til at udarbejde grønne regnskaber pligtige til at udarbejde grønne regnskaber fra 1996 og fremefter. I de grønne regnskaber skal virksomhederne oplyse det seneste regnskabsårs udledninger af forurenende stoffer til jord, samt hvad der bliver gjort for at forebygge andre udslip. Gældende bekendtgørelse for grønne regnskaber er bekendtgørelse nr. 594 af 5. juli 2002 /34/.

### **Spildevand**

Der skal indhentes tilladelser til udledning i offentlig kloak efter kapitel 4 i Miljøbeskyttelsesloven (lov nr. 753 af 25. august 2001 med senere ændringer) udmøntet i Spildevandsbekendtgørelsen nr. 501 af 21. juni 1999.

### **Affald**

I henhold til den gældende Affaldsbekendtgørelse (nr. 619 af 27. juni 2000 med senere ændringer) er farve- og lakvirksomhederne nu pligtige til at bortskaffe alle typer affald i henhold kommunens anvisninger for affaldshåndtering /36/. Alle godkendelses- og anmeldepligtige virksomheder skal i henhold til samme bekendtgørelse føre register over deres samlede affaldsproduktion med oplysninger om affaldsfraktion, art, mængde, sammensætning af det producerede affald samt indhold af visse miljøbelastende stoffer.

### **Øvrigt**

Fremstillingen af farve og lak reguleres gennem loven om kemiske stoffer og produkter (lov nr. 21 af 16. januar 1996). Loven udmøntes i en lang række bekendtgørelser for kemikalieområdet, heraf:

- Bekendtgørelsen om klassificering, emballering, mærkning, salg og opbevaring af kemiske stoffer og produkter (nr. 329 af 16. maj 2002) omfatter bl.a. regler for opbevaring af kemiske stoffer og materialer.
- Bekendtgørelsen om begrænsning af flygtige organiske forbindelser fra anvendelsen af organiske opløsningsmidler (VOC-bekendtgørelsen, nr. 350 af 29. maj 2002), der stiller krav til reduktion af udledning af VOC (volatile organic carbons) fra en lang række virksomheder, herunder farve- og lakvirksomheder.

Derudover er der en lang række bekendtgørelser vedr. begrænsning eller forbud mod anvendelsen af visse råvarer i farver og lakker, bl.a. kan nævnes forbud mod brugen af biociderne tributyltin (TBT) i 1991, diuron og irganrol i skibsbundmalinger omkring 2000, mens brugen af kobber i skibsbundmalinger på lystbåde begrænsedes i 2002. I 1977 blev brugen af PCB som blødgørere i malinger forbudt.

Farve- og lakvirksomheder blev med bekendtgørelsen om anmeldelse af stoffer og materialer (nr. 540 af 2. september 1982 med seneste ændring bek. 559 af 4. juli 2002) pligtige til at anmelde visse af deres produkter til Miljøstyrelsens og Arbejdstilsynets fælles Produktregister. Registret bruges på et fælles nordisk plan til bl.a. regulering af brugen af kemiske stoffer.

### 3.3 Brancheorganisation

Hovedparten af branchen er organiseret i Foreningen for Danmarks Farve- og Lakindustri, Nørre Voldgade 48, 1358 København K, [www.fdlf.dk](http://www.fdlf.dk).

Brancheforeningen er delt op i en række sektioner:

- Bygningssektionen
- Metal/pulverindustriktionen
- Industriktionen
- Træindustriktionen
- Trykfarvesektionen
- Autolaksektionen.

### 3.4 Branchens strukturelle udvikling

Anvendelsen af malevarer går helt tilbage til den forhistoriske tid, hvor der findes tegninger udført med jordfarver, trækul mm.

Fremstillingen af maling og lak som vi kender den som industri i dag, er derimod af ret ny dato. I Danmark fabrikeredes de første oliemalinger på basis af sennepsfrø i 1819 af Laurits Holmblad, som også oprettede den første lakfabrik i Skandinavien i 1840. Lakken, også kaldet fernis, blev kogt af en blanding af kopal, linolie og terpentin /37/.

En del malere fabrikerede dog stadig deres egne malinger af pigmenterne mønje (bly eller jern) og blyhvidt, der blev tilsat linolie, og først i begyndelsen af det 20. århundrede kom der rigtig gang i udvikling inden for den industrielle fremstilling af farver og lakker i Danmark /37/.

Især den teknologiske udvikling fra 1950-1970 viste sig at være meget vigtig for industrien, da der i 1970'erne kom fokus på energiforbrug, brug af organiske opløsningsmidler og affald samt på kvaliteten af luft og vand. Tidligere havde udviklingen fokuseret på kvaliteten af malingen, mens energiforbrug og miljøpåvirkninger fra produktionen og brugen blev tilsidesat. Men nogle af de malingstyper, der var udviklet i perioden mellem 1950 og 1970, viste sig at være løsninger, der kunne reducere energiforbruget, miljøpåvirkningerne og affaldsmængden. Det var især udviklingen af de højviskøse malinger, der hærder ved hjælp af ultraviolette stråler (UV) og elektrostråler (EB), som reducerede energiforbruget ved industriel maling væsentligt, og i tillæg til disse stod bl.a. udviklingen af pulvermalinger,

vandbaserede malinger og galvanisering (electrocoating), for at brugen af organiske opløsningsmidler blev reduceret /19/.

Inden for de seneste år har farve- og lakbranchen været fokuseret på miljø- og arbejdsmiljøforhold, hvilket har præget udviklingen af nye teknologier, forbedring af eksisterende teknologier og anvendelsen af stoffer.

Udviklingen inden for den anvendte teknologi og anvendelsen af stoffer og kemikalier i produktionen beskrives i det følgende.

### **3.4.1 Teknologi**

Nogle af de vigtigste teknologiske udviklinger i det 20. århundrede, som har haft betydning for farve- og lakindustrien, er listet i tabel 3.1. Der er hovedsageligt tale om udvikling af andre typer bindemidler, som har medført nye og anderledes typer af malinger og lakker men også om nye måder at påføre malingen på.

I 1925 var halvdelen af alle fremstillede malinger stadig den klassiske olie/harpiksmaling. Efter at alkydmalingerne kom til i begyndelsen af 1920'erne, blev de gradvist mere dominerende på markedet, og de blev kaldt for "malevareindustriens arbejdshest" helt frem til midten af 1970'erne.

Forskellen mellem de enkelte malingstyper er behandlet i afsnit 3.4.3.

Den teknologiske udvikling fra 1950-1970 var meget vigtig for industrien, fordi der i 1970'erne kom fokus på energiforbrug og miljøpåvirkninger. Mens der tidligere blev fokuseret mere på kvaliteten af malingen, blev energiforbrug og miljøpåvirkninger tilsidesat. Udviklingen af malinger og lakker, der hærder ved hjælp af ultraviolette stråler og elektrostråler (EB) samt to-komponent urethaner, reducerede energiforbruget ved industriel maling væsentligt, mens udviklingen af bl.a. pulvermalinger og vandbaserede malinger samtidig mindskede miljøpåvirkningerne /19/.

I slutningen af 80'erne og starten af 90'erne er der installeret afbrænding af ventilationsluften for at mindske påvirkningerne fra den øgede emission af opløsningsmidler fra produktionshallen. Der er også langsomt blevet indført lukkede blandesystemer til de opløsningsbaserede malinger og lakker, hvilket både reducerer emissionen af organiske opløsningsmidler, men som også reducerer risikoen for spild af råvarer.



År	Udvikling
Beg. af det 20. århundrede	Udvikling af en lang række uorganiske pigmenter som zinkhvidt, kromgult, kromgrønt, zinkgrønt cadmiumgult, cadmiumrødt, blyhvidt m.fl.
1914	Fremstilling af hvide og kulørte emaljelakker
1923	Nitrocellulose og alkyder
1924	Titanium dioxid (hvidt pigment)
1928	Olieopløselige phenolharpikser
1930	Urea formaldehyd alkyder
1932	Tjærefarver (anilin)
1933	Vinylchlorid copolymer
1934	Oliebaserede emulsioner
1936	Varmesættende akryler
1937	Polyurethaner
1939	Melamin formaldehyd alkyder
1944	Silikonebaserede malinger
1947	Epoxy bindemidler
1950	Polyvinylacetat og akryllakker
1955	Pulvermaling (produceredes først i Danmark fra 1971)
1958	Bilakryllakker og bygningsmaling på basis af polyvinylacetat
1960	Vanddispergerede malinger
1962	Anodisk galvanisering
1963	Maling, der hærdes ved hjælp af Electro stråler (EB) og Ultraviolette stråler (UV)
1971	Katodisk galvanisering
1974	Klar toplak

**Tabel 3.1** Vigtige udviklinger for farve- og lakindustrien /19, 41/.

### 3.4.2 Antal virksomheder og beskæftigede

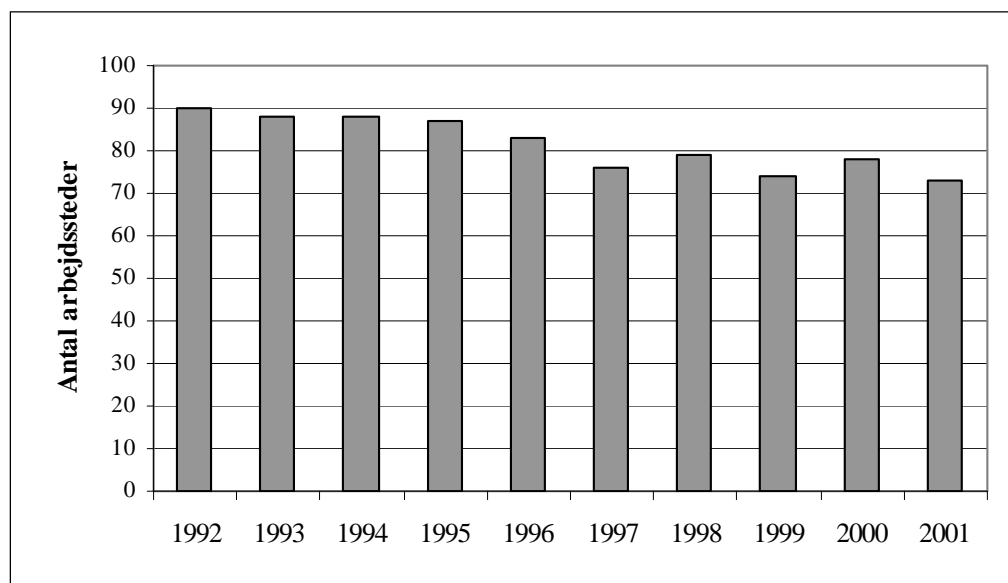
Den første farve- og lakfabrik blev oprettet i 1819. Frem til 1900 etableredes 7 fabrikker i Danmark, hvorefter der rigtigt begyndte at komme gang i udviklingen, således at der i 1952 var ca. 50 farve- og lakfabrikker. Antallet af fabrikker toppede omkring 1960 med 85. I november 2001 var der 68 tilbage /18/.

Brancheforeningen for Danmarks farve- og lakindustri fører ingen statistikker over det totale antal af farve- og lakfabrikker i Danmark samt deres ansatte, da ikke alle fabrikker er medlem af brancheforeningen.

Som tidligere nævnt er fremstilling af farve og lak inkluderet i branchekode 24.30.00: Fremstilling af maling, lak, trykfarve mv. samt tætningsmaterialer. Danmarks Statistik fører statistik over antallet af virksomheder og ansatte i branchen ud fra branchekoder, og de har således ingen oplysninger isoleret for fremstilling af maling, lak og trykfarve. Antallet af virksomheder inden for fremstilling

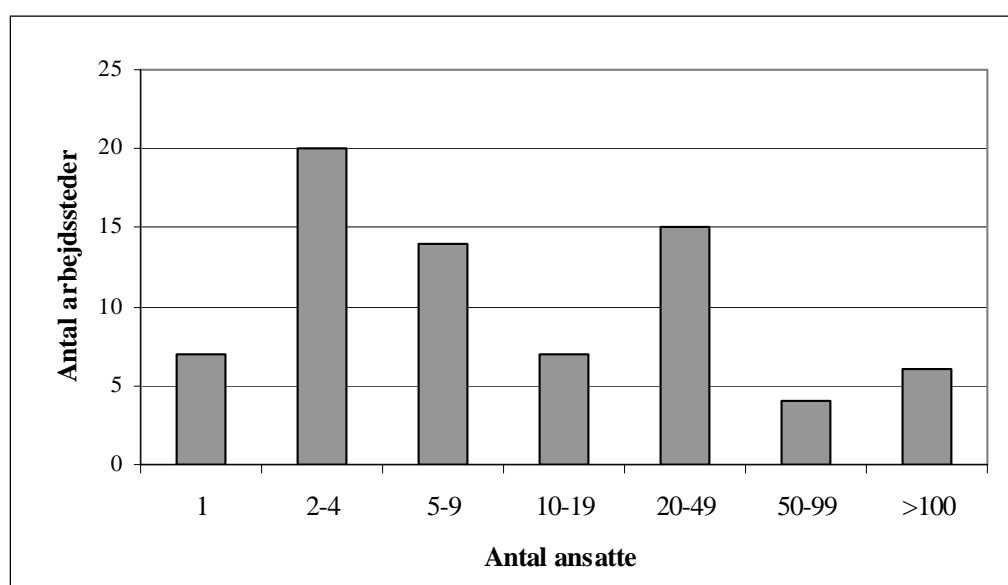
af tætningsmaterialer vurderes dog kun at være et par stykker, men der findes ingen konkrete opgørelser /9/.

I figur 3.1 og figur 3.2 ses antallet af arbejdssteder i perioden fra 1992-2001 samt fordelingen af ansatte inden for fremstilling af maling, lak, trykfarve samt tætningsmaterialer i 2001.



**Figur 3.1** Antal arbejdssteder inden for fremstilling af farve, lak, trykfarve samt tætningsmaterialer i perioden fra 1992-2001 /9/.

På figuren ses der en svag tendens til, at der bliver færre arbejdssteder inden for branchen. Faldet skyldes, at arbejdsstederne lægges sammen til større produktionsenheder. Det producerede volumen af maling og lakker i Danmark ligger dog relativt stabilt.



**Figur 3.2** Antal ansatte på arbejdsstederne i branchen i 2001 /9/.

I november 2001 var der 73 arbejdssteder med i alt 2.432 ansatte. Antallet af ansatte pr. arbejdssted udgjorde således i 2001 i gennemsnit ca. 33.

### 3.4.3 Anvendte råvarer og hjælpestoffer

Der er anvendt og anvendes nødvendigvis en lang række stoffer i forbindelse med produktion af maling og lak. Maling og lak består i hovedsagen af fem hovedkomponenter:

- Bindemiddel
- Opløsningsmiddel
- Pigmenter
- Fyldstoffer
- Additiver/hjælpestoffer.

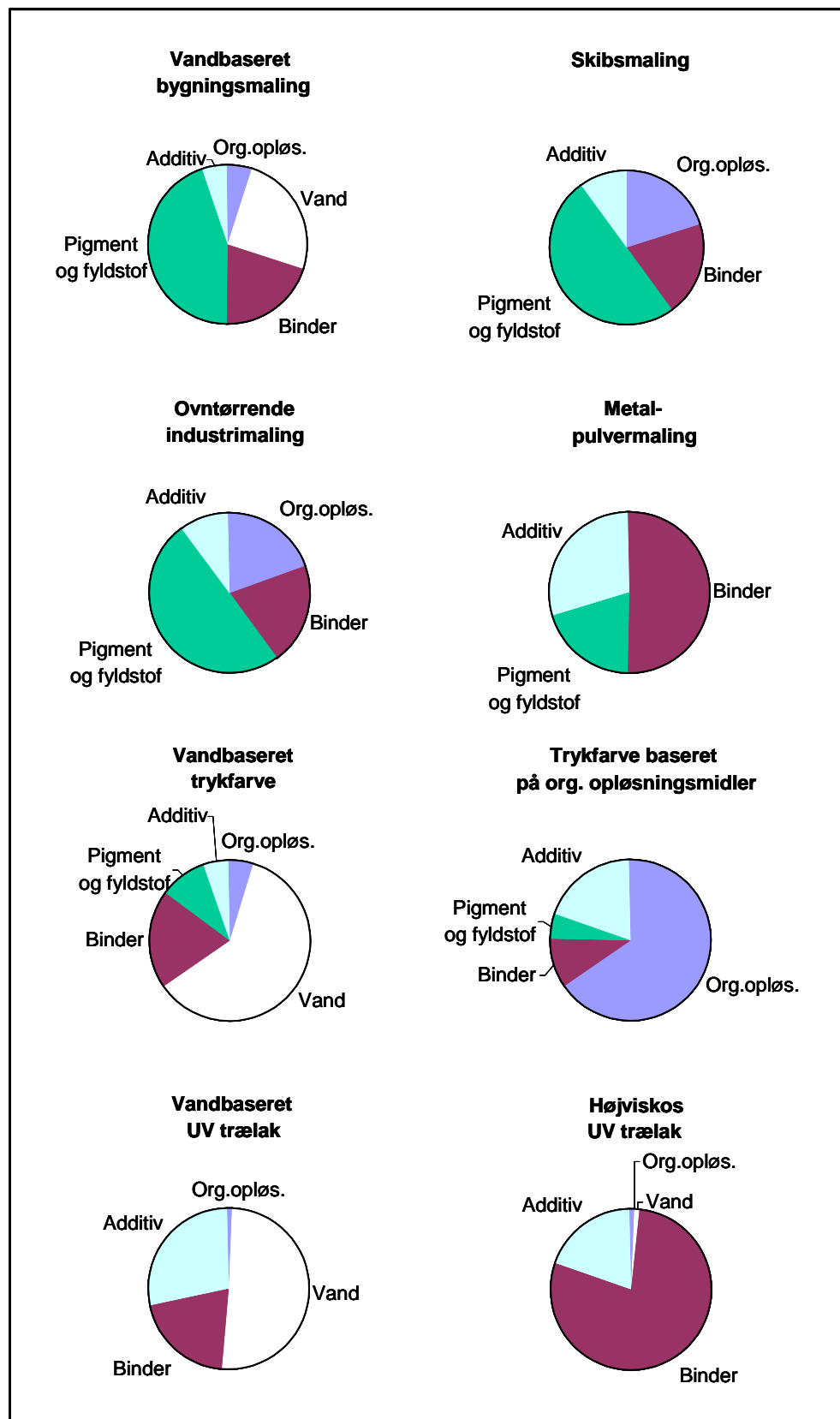
I figur 3.3 ses eksempler på råvaresammensætningen af forskellige malingstyper.

I de følgende afsnit beskrives, hvad de enkelte hovedkomponenters funktion er, og de anvendte stoffer nævnes for overskuelighedens skyld kun overordnet. I bilag 1 findes en oversigt over de stoffer, der typisk bruges nu og har været brugt tidligere i produktionen. På grund af omfanget af stoffer er det ikke muligt at give en komplet oversigt over alle stoffer, der bruges og har været brugt i forbindelse med produktionen af maling og lak.

#### **Bindemiddel**

Bindemidlet, eller harpiksen, sikrer vedhæftning til underlaget og sammenhængskraft i selve malingsfilmen, og det er bindemidlet, der er hovedparten af malingen efter tørringen. Derfor er bindemidlet også den komponent, der har størst betydning for malingens egenskaber, og den store mangfoldighed af malinger og lakker på markedet kan inddeles i grupper efter arten af det bindemiddel, der indgår i malingen eller lakken.

I tabel 3.2 er listet produktbetegnelserne for de mest typiske malings- og laktyper. Ud over at der sker en opdeling efter bindemiddelstype, bruges de også to andre kriterier, som adskiller bindemidlerne: Hvorledes bindemidlet tørrer/hærder, og hvorvidt bindemidlet er opløst i organiske opløsningsmidler eller er dispergeret (findelt) i vand. I mange vandige dispersionsmalinger er der tilsat en mindre mængde organiske opløsningsmidler (såkaldt co-solvent), hvis funktion er at få dispersionen til at flyde sammen, når vandet fordamper /6/.



**Figur 3.3** Eksempler på råvaresammensætningen af forskellige malingstyper.

Bindemiddelttype	Tørremetode	Malinger og lakker (produktbetegnelser)	
		Dispergeret i organiske opløsningsmidler	Dispergeret i vand
Akryl copolymer Akryl/styren Andre polymerer	Fysisk tørrende	Akrylmaling	Akryl/styren plastmalinger Plastmalinger af andre polymerer Akrylmalinger
Klorkautsjuk	Fysisk tørrende	Syre- og alkalibeständig emaille til beton, rusthindrende maling	
Tjære/bitumen/beg	Fysisk tørrende	Asfaltmaling	
Polyvinyl-acetat (latex)	Fysisk tørrende		Plastmaling
Naturharpiks	Fysisk hældende	Schellak	Oliemalinger
Nitrocellulose	Fysisk hældende	Syrehældende lakker	
Alkyd Alkydolie	Kemisk hældende	Alkydmalinger Alkydoliemalinger Grundingsolier	Træbeskyttelse med alkydolie Linolie Plastalkydmalinger
Akryl	Kemisk hældende	UV-hældende akryl	
Fiskeolie	Kemisk hældende	Grundingsolier af fiskeolie	
Silikone	Kemisk hældende	Silikonemaling	
Epoxy	Kemisk hældende	Tokomponent epoxy-lakker (kan være UV-hældende)	
Polyurethan	Kemisk hældende	Tokomponent polyurethanlakker (isocyanat hærder)	
Linolie	Kemisk hældende	Linoliemaling	Olieemulsion eller temperafarver med bl.a. æg og kasein
Urea/melaminformaldehyd	Kemisk hældende	Syrehældende lakker	

**Tabel 3.2** Udpluk af forskellige bindemidler og typer af malinger og lakker, samt formen de tørrer/hærder på /6, 8/.

I fysisk tørrende bindemidler sker filmdannelsen alene ved, at opløsningsmidlet fordamper, hvorved bindemidlets molekylekæder pakker sig sammen. Bindemidlerne anvendes opløst i organiske opløsningsmidler eller som dispersioner i vand /6/.

I kemisk hældende bindemidler sker en kemisk reaktion, som binder molekylekæderne i bindemidlet sammen. Den kemiske reaktion kan være med luftens ilt, som for alkyder, silikoner og olier med aminer og/eller amider i hærderen, som for epoxy-forbindelser, med isocyanater i hærderen, som for polyurethaner med syrer, som for syrehældende lakker eller ved bestråling af lakken med ultraviolet lys (UV), som for akrylater og epoxy-forbindelser. UV-hærdningen sker ved, at bindemidlet indeholder en fotoinitiator, som initierer polymeriseringen ved påvirkning af ultraviolet lys /6/.

Historisk set var nogle af de første bindemidler, der blev brugt, baseret på limstoffer, æggehvite og æggeblomme. Så fulgte linolie, vegetabiliske olier mv., der indtil omkring 1920 næsten var de eneste bindemidler. Herefter kom den kvalitetsmæssigt gode nitrocellulose, som var det første af nye hurtigtørrende bindemidler. Den historiske udvikling af bindemidler fra nitrocellulose og frem kan ses i tabel 3.1

De vanddispergerede bindemidler blev allerede udviklet i 60'erne, men med ringe resultater i starten, og som for en lang række af de andre typer malinger som UV-hærdende malinger, pulvermalinger mv. kom der først rigtig gang i udviklingen og forbedringer i kvaliteten, da der i 1970'erne kom mere fokus på energiforbrug, miljø- og arbejdsmiljøpåvirkninger.

I pulvermalinger benyttes i sagens natur et bindemiddel på pulverform, men ellers benyttes der en lang række af de bindemidler, der er nævnt i tabel 3.1. De mest brugte er:

- Epoxy
- Polyester
- Epoxy-polyester (mix-pulver)
- Polyurethan
- Polyakryl.

### **Opløsningsmidler**

Opløsningsmidlet i maling og lak er enten organiske opløsningsmidler eller vand. Det er flygtige væsker, som bruges til at opløse de faste eller højviskøse bindemidler, som gør malingen lettere at påføre, og som bruges til rengøring af blandekar mv. i produktionen. Som tidligere beskrevet indeholder mange vandige dispersionsmalinger og trykfarver en mindre mængde organiske opløsningsmidler, hvis funktion det er at få dispersionen til at flyde sammen, når vandet fordamper /38/.

Der tilsættes typisk 1-5 % og op til 10 % organiske opløsningsmidler i vandbaserede malinger, mens procentdelen i organisk opløsningsmiddelbaserede malinger kan være helt op til 60-70 %. Især i trykfarver kan andelen af opløsningsmiddel være meget høj /6/, se figur 3.3.

Der kan ikke sættes en skarp grænse mellem, hvilke opløsningsmidler der bruges til hvilke typer produkter, da der som regel bliver tilsat flere forskellige opløsningsmidler til et produkt. Typisk bruges der dog meget flygtige opløsningsmidler, eksempelvis methylethylketon (MEK), ethylacetat og toluen til produktionen af trykfarve, mens der til almindelige malinger og lakker også anvendes mindre flygtige opløsningsmidler, som eksempelvis mineralsk terpentin, butylacetat og xylen /5/.

Opløsningsmidler, såvel organiske som vand, bruges også til rengøring af produktionsudstyret. De opløsningsmidler, der bruges til rengøringen, findes typisk også i

produktet, da rengøringsvæsken tilsættes produktet efter rengøring af produktionsudstyr. Tidligere blev der brugt langt større mængder organiske opløsningsmidler til rengøring, end det er tilfældet i dag. Det skyldes dels, at der produceres flere vandige malinger men også, at der er kommet fokus på at mindske affald fra rengøringen af tanke, f.eks. via genbrug af rengøringsvæsken.

Opløsningsmidlerne til farve- og lakindustrien fabrikeres i dag af mineralolie (petroleum), hvorfra der dannes benzin og andre flygtige kulbrinter, som toluen, xylen, mineralsk terpentin mv. Tidligere, før 1940, var stenkulstjære det vigtigste råstof ved produktion af aromatiske kulbrinter (benzen, toluen, xylen), og indtil 1940 blev der også brugt store mængder vegetabilsk terpentin, der i dag er erstattet med mineralsk terpentin, der dels er billigere og dels er mindre allergifremkaldende.

Tidligere er der i stor stil blevet brugt klorerede opløsningsmidler (trichlorethylen og dichlormethan) i malinger, eksempelvis som eneste opløsningsmiddel i radiatormalinger. Klorerede opløsningsmidler blev også brugt i eksempelvis testlaboratorierne som affedningsmiddel til metaldele, der skulle bruges til test af malingerne egenskaber. I de sidste 20-25 år er der ikke blevet anvendt klorerede opløsningsmidler i malingsprodukter /5/. Acetone blev også tidligere brugt i stor stil især til rengøring af blandetanke, men forbruget er i dag væsentligt reduceret.

Blandt de hyppigst brugte opløsningsmidler i dag er /6/:

- Mineralsk terpentin
- Butylacetat
- Butylglycol
- Butyldiglycol
- Xylen
- Toluen
- Isopropanol.

En stor del af producenterne inden for bygningsmaling og industrimaling/lakker har eller er begyndt at udfase brugen af aromaterne xylen og toluen, mens der stadig bruges en del i eksempelvis skibsmalinger og i trykfarver /5/.

Til orientering ses i bilag 3 tre lister over de anvendte organiske opløsningsmidler i dansk produceret maling og lak i henholdsvis 1970, 1984 og ultimo 1994. Her er det muligt at se omfanget af opløsningsmiddeltyper, der har været anvendt, og som der anvendes nu.

### **Pigmenter**

Formålet med pigmenter er at give farve og dækkeevne til malingen, men de kan også være med til at øge malingens styrke, holdbarhed og beskyttende virkning. Et pigment er et finkornet pulver, som skal være uopløseligt i opløsningsmidler, bindemidler og vand. Pigmenter kan være mineraler og kunstigt fremstillede organiske og uorganiske forbindelser /38/.



Pigmenter har været brugt siden malingen blev opfundet. Oprindeligt blev der brugt mineraler fra jorden, men i ca. 1780 blev blyhvidt udviklet som det ældste kendte dækkende pigment. Herefter startede udviklingen af uorganiske pigmenter i det 19. århundrede med kromgult, zinkgult, kromgrønt, kadmiumgult, kromoxid, kadmiumrødt osv. I 1924 kom der et sundhedsmæssigt gennembrud for malerne, da der endelig blev fundet en erstatning for det giftige blyhvidt, nemlig titandioxid /41/

I dag er titandioxid et af de pigmenter, der bruges i størst mængde i fremstillingen af maling. Af andre vigtige uorganiske pigmenter, der bruges i dag, kan nævnes zinkoxid, kobberoxid, blychromatmolybdatrød, manganblåt, aluminium, kromoxidgrønt, blyulfokromatgul.

Produktionen af organiske pigmenter begyndte omkring 1930 med tjærefarver (anilinfarver) og udvikles med phtalocyanin-forbindelser, azofarvestoffer, aryamidier af sure azoforbindelser og carbon-black. Azofarvestoffer (forbindelse mellem aromatisk amin og natriumnitrit) findes på Miljøstyrelsens liste over uønskede stoffer pga. kræftfremkaldende nedbrydningsstoffer, og brugen er i dag nedtrappet væsentligt i forhold til tidligere, men er ikke udfaset helt.

I dag produceres pigmenter ikke på farve- og lakfabrikken. Dette skete imidlertid tidligere, og produktionen af pigmenter er derfor beskrevet i kapitel 4 under processer.

### **Fyldstoffer**

Fyldstoffer anvendes for at give malingen konsistens og forbedre påføringssegenskaberne. De mest anvendte fyldstoffer nu og tidligere er kridt og kaolin. Der er ingen miljømæssig risiko ved disse råvarer.

### **Additiver/hjælpestoffer**

Hovedgruppen additiver/hjælpestoffer omfatter stoffer med funktion som sikkativer, biocider, konserveringsmidler, blødgørere mv. Alle additiverne er på flydende form /38/. Gruppen dækker over en lang række kemiske stoffer. Generelt anvendes de i mindre mængder (få procent) i produkterne men er medtaget, da de håndteres i produktionen.

Sikkativer er en opløsning af metalsalte i organiske syrer og bruges til at fremskynde tørring af malingen. De vigtigste sikkativmetaller nu og tidligere er kobolt, mangan og bly.

Biocider er de stoffer, der hindrer væksten af svampe på malinglaget. Her bruges eksempelvis carbendazim, tributyltin-forbindelser og kobber. Især i skibsbundmalinger (få produktionssteder) bruges der biocider, men der tilsættes også ganske lidt til vandige malinger til udendørs brug. Brugen af biocider i malinger er mindsket meget i de seneste år, og der er fortsat stor fokus på at mindske brugen af kobber i skibsmalinger.

Konserveringsmidler konserverer malingen, så den har en længere opbevaringstid. Eksempler på produkter er Kathon GC, som indeholder aktivstoffet methylisothiazolinon.

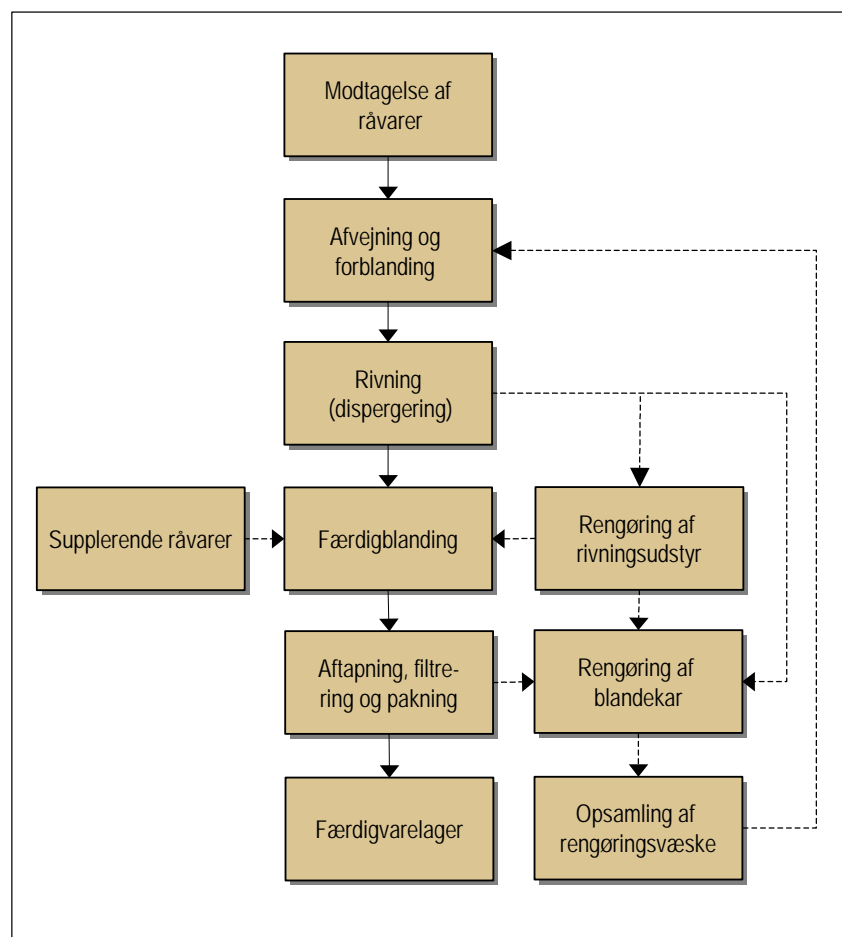
Blødgørere tilsættes for at give den hærdede maling smidighed. Her benyttes phthalater og tidligere PCB, som nu er forbudt at bruge.

## 4. Processer, teknologi og miljø

### 4.1 Procesbeskrivelse

Procesanlæggene på fabrikker, der fremstiller maling, lak og trykfarve, kan deles op i to forskellige typer: Produktionen af produkter i flydende form og produkter i pulverform.

Langt størsteparten af den maling, lak og trykfarve, der produceres i Danmark i dag, er i flydende form, og produktionen af de forskellige produkttyper afviger meget lidt fra hinanden, mens fremstillingen af pulverblanding ser lidt anderledes ud. Da der, som tidligere beskrevet, kun findes en producent af pulverblanding i Danmark, beskrives denne produktion kun, hvis den adskiller sig fra produktionen af flydende produkter. Processerne ved produktionen af flydende maling og lakker er skitseret i figur 4.1.



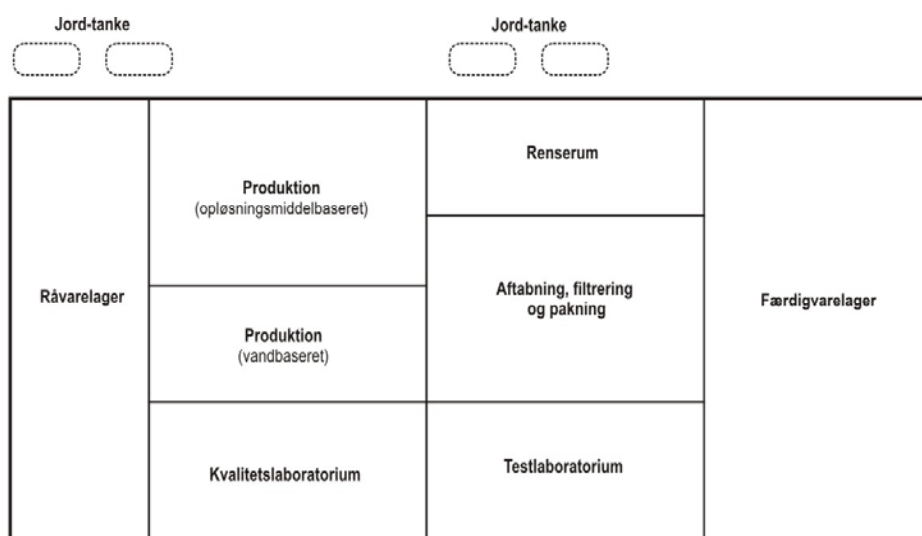
**Figur 4.1** Oversigt over delprocesser ved produktion af flydende maling, lak og trykfarve. Helt optrukne linjer angiver hovedstrømme, stiplede linjer angiver bistrømme /10/.

Produktionen af maling og lak består i dag typisk kun af mekaniske (fysiske) blandeprocesser, hvor der ikke sker nogle kemiske reaktioner ved processerne. Det skyldes, at over 90 % af alle bindemidler, der fremstilles ved kemiske reaktioner, i dag importeres som færdigvarer. Enkelte virksomheder fremstiller dog stadig bindemidler, selv i separate anlæg - det drejer sig hovedsageligt om alkydbindemidler, og historisk set blev langt størstedelen af bindemidlerne fremstillet på farve- og lakvirksomhederne /6/.

De mekaniske blandeprocesser, der udføres på maling- og lakvirksomheder i dag har ikke ændret sig meget i forhold til tidligere, hverken for flydende eller pulverprodukter /6/. I det følgende beskrives de anvendte produktionsprocesser, hvilket herefter anvendes som udgangspunkt for en beskrivelse af den miljømæssige belastning, som maling- og lakfabrikker potentielt udgør for jord og grundvand. Hvis der findes forhold, som er specielle for produktionen af pulvermaling i forhold til flydende produkter, bemærkes dette. Produktionen af bindemidler beskrives til sidst, da det ikke er en proces, der ses på så mange virksomheder i dag, men som er historisk vigtig. Ligeledes beskrives produktionen af pigment kort. Ingen danske virksomheder producerer pigment i dag, men det skete tidligere /6/.

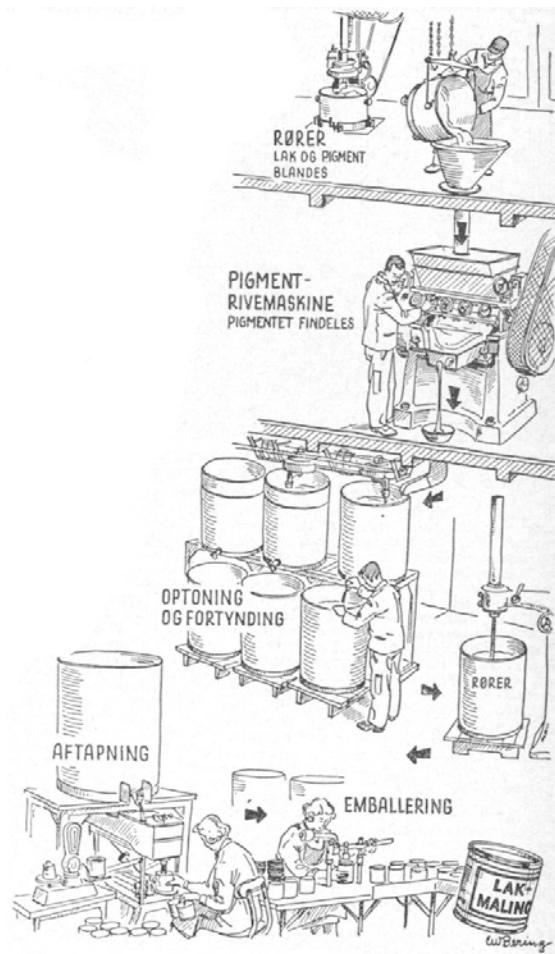
## 4.2 Virksomhedsindretning

Den nøjagtige indretning af en maling- og lakfabrik afhænger bl.a. af dens størrelse og kapacitet. Produktionsprocesserne afviger dog ikke så meget for de enkelte producenter og vil ofte kun indeholde få procesinstallationer og maskiner udover rivemaskiner og blandekar. I figur 4.2 ses et generelt eksempel på indretningen af en virksomhed, der producerer flydende produkter. Indretningen af en produktion af pulverprodukter er meget lig denne. Den danske fabrik, der producerer pulverprodukter, producerer også flydende produkter.



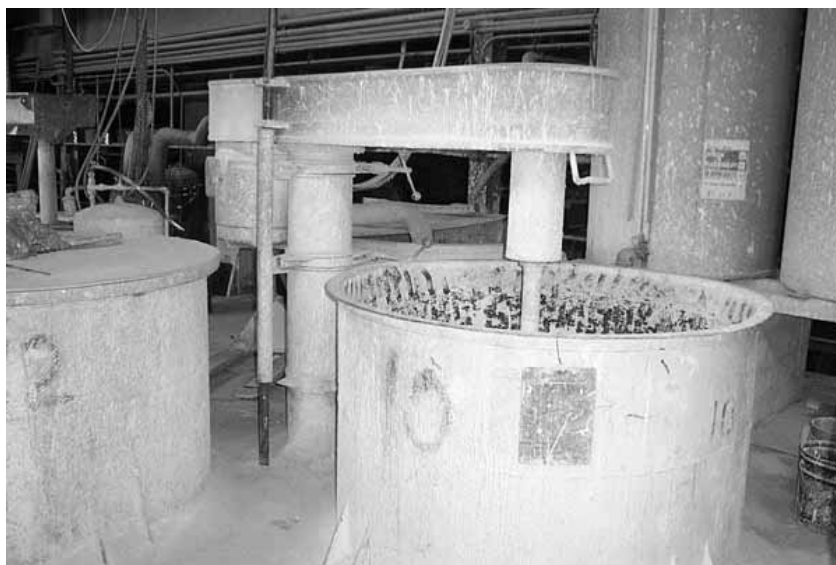
**Figur 4.2** Eksempel på indretning af en fabrik til produktion af flydende maling.

Figur 4.3 illustrerer de simple mekaniske processer, som de tidligere så ud på en farve- og lakfabrik. Mange af processerne var åbne processer med fysisk omhældning.



**Figur 4.3** Illustration af malingsfremstilling, /37/.

I figurer 4.4 til 4.7 ses eksempler på en åben blandetank, lukkede blandetanke, en rivemølle til pigmenter og en vægt til afvejning af faste råvarer.



**Figur 4.4** Åbne stationære blandetanke med omrører. På tanken til venstre ses, at tankene blev overdækket med et løst låg ved omrøring. Kilde: <http://www.americanaai.com>.



**Figur 4.5** 3000 L lukkede blandetanke med rørtåpningsanlæg til malinger baseret på organiske opløsningsmidler. Kilde: <http://www.goindustry.com>.



**Figur 4.6** Vægt til afvejning af faste råvarer. Kilde: Fra <http://www.americanaai.com>.



**Figur 4.7** En rivemølle til pigmenter. Kilde: Fra <http://www.americanaai.com>.



### 4.3 Arbejdsmetoder og miljøbelastning

Alle procesforløb i en farve- og lakvirksomhed indeholder en række generelle funktioner/enhedsoperationer, som gennemføres successivt i fremstillingsforløbet for et givet produkt, dvs. der produceres i batches. De procesforløb, der er tale om, er:

- Modtagelse af råvarer
- Afvejning og forblanding
- Rivning (findeling)
- Færdigblanding
- Tapning, filtrering og pakning
- Færdigvarelager.

For pulvermaling ser procesforløbet næsten tilsvarende ud:

- Modtagelse af råvarer
- Afvejning og forblanding
- Extrudering
- Formaling (findeling)
- Afvejning og pakning
- Færdigvarelager.

Produktionsområdet indeholder endvidere også andre aktiviteter som laboratorier, værksteder og en mulig produktion af bindemidler.

De generelle funktioner/enhedsoperationer kan genfindes inden for samtlige produktgrupper, idet enkelte produkter dog afviger ved at springe en eller flere enhedsoperationer over - typisk rivningen.

I dag produceres malinger baseret på organiske opløsningsmidler på store lukkede produktionsanlæg dels på grund af en mindre VOC emission men også for at mindske brandfaren. De vanddispergerede malinger produceres i mere åbne blandetanke. Fælles for begge produktioner er dog, at alt typisk pumpes gennem rør- og slangesystemer fra trin til trin i processen. Tidligere skete der en mere manuel overføring af malingen fra trin til trin og dermed indgik også en større risiko for spild og belastning af jord og grundvand. Uanset om processerne foregår i lukkede eller mere åbne anlæg, sker der de samme blandeprocesser.

I det følgende afsnit beskrives de enkelte delprocesser i produktionen af flydende maling og lak samt den dertil relaterede miljøbelastning. Produktion af produkter på pulverform nævnes, hvor det er relevant, da produktformen er bestemmende for en væsentlig del af miljøbelastningen og dets omfang. Generelt kan det dog siges, at pulverproduktion har en langt mindre miljøbelastning end produktion af flydende produkter, da opløsningsmidlerne anses for at være den største kilde til forurening på en farve- og lakfabrik.

### 4.3.1 Modtagelse af råvarer

Virksomheden vil typisk have flere forskellige typer lagre, hvortil der modtages råvarer. Flydende råvarer leveres typisk enten i tromler eller som tankvognsleverancer til faste ofte underjordiske tankinstallationer, mens råvarerne på fast form typisk leveres i papirsække. Underjordiske tanklagre blev allerede indført på nogle maling- og lakvirksomheder fra engang midt i 1930'erne til de mest brugte flydende råvarer, som de bruger i store mængder, f.eks. opløsningsmidler som butylacetat, ethanol, butanol, mineralsk terpentint mv. Før det blev alle råvarer leveret i tromler eller anden emballage og opbevaret over jorden.

I tabel 4.1 ses en oversigt over de forskellige råvaretyper, der modtages i dag, og om de optræder i fast eller flydende form samt eksempler på stofsammensætning.

Transporten af råvarer internt på virksomhedens arealer foregår typisk med gaffeltruck eller med palle-vogne. Flydende råvarer i tankanlæg pumpes direkte til produktionsstedet via rørledninger.

Råvaretype	Form	Eksempler på stoffer
Bindemidler	Flydende	<b>Alkyder, akrylater, polyurethaner, epoxyforbindelser</b>
Opløsningsmidler	Flydende	Acetone, ethanol, butanol, xylene, toluen, butylacetat, ethylenglycol, mineralsk terpentint, TCE
Additiver	Flydende	Phthalater, tributyltin-forbindelser, blychromat, alkylphenolethyxylater, coboltoctoat, PCB
Pigmenter	Fast	Titandioxid, zinkoxid, blychromatmolybdatrødt, kobberoxid, phthalocyanin-forbindelser
Fyldstoffer	Fast	kridt, kaolin

**Tabel 4.1** Fordeling af råvaretyper i flydende og fast form samt eksempler på kemiske stoffer. For yderligere stoffer se bilag 1.

De sidste 10-15 år har amterne i vidt omfang krævet, at produktionsområderne skulle befæstes, således at der ikke findes noget åbent stykke jord, hvor der kan ske spild på ved uheld. Der stilles ligeledes krav om, at der ikke må være afløb direkte til kloak på produktionsområdet, og der skal være en rende rundt om området til opsamling af eventuelt spild /5/. Ligeledes har amterne de sidste 10-15 år stillet krav om, at alle lagre, såvel tromlelagre som faste nye tankinstallationer, skal have anordninger, der muliggør opsamling af spild af råvarer. Lagret til tromler vil typisk være forsynet med en opkant, mens lagertankene vil være placeret i forsænkede tankgrave af beton. Tankgravene er forsynet med en sump, igen så eventuelt spild kan opsamles. Alle tanke, uanset om de er forsynet med en sump eller ej, skal være forsynet med et katodisk beskyttende jordspyd, der forhindrer tæring af det jern, tanken er lavet af. Der findes stadig tankinstallationer, som ligger direkte i jord, selv om der arbejdes på at fjerne dem /5/.

### **Miljøbelastning ved råvaremodtagelse**

I relation til jord- og grundvandsforurening kan råvaremodtagelsen medføre følgende miljøbelastning:

- Uheld og spild kan finde sted på utæt befæstning i forbindelse med overførsel af flydende råvarer fra tankbil til tankanlæg
- Spild og lækage af flydende råvarer via utæt tank eller tromle
- Uheld og spild ved manuel håndtering af både faste og flydende råvarer
- Lækage fra papirsække ved opbevaring af eksempelvis pigmenter eller tør-råvarer til pulvermaling.

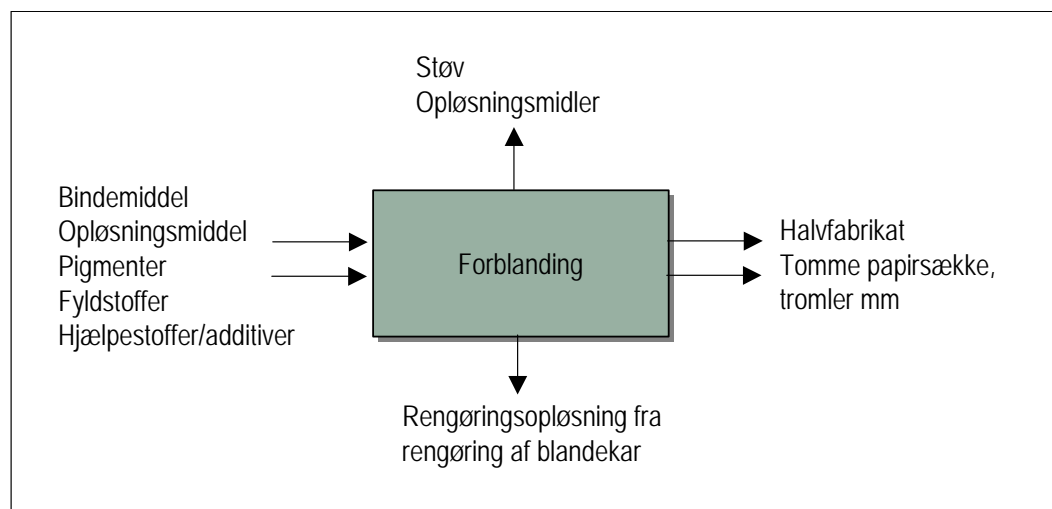
I de sidste 10-15 år er risikoen for miljøbelastning ved råvaremodtagelse og opbevaring blevet reduceret væsentligt, da produktionsarealer er blevet befæstede, og fordi tankanlæggene enten har fået katodisk beskyttelse for at undgå tæring eller helt er anlagt i en tankgrav. Før den tid har nogle produktionsarealer været helt eller delvist ubefæstede, og her har risikoen for forurening af jord og grundvand med flydende råvarer været betydeligt større. Opløsningsmidlerne anses for at være den største kilde til forurening på en farve- og lakfabrik og det af tre grunde: Konsistensen, den underjordiske opbevaring og de anvendte mængder.

#### **4.3.2 Afvejning og forblanding**

Opvejning og forblanding foregår normalt i et blandekar forsynet med en hurtiggående omrører.

I forblandingen afvejes bindemiddel indeholdende opløsningsmidler (organiske eller vand), pigment og fyldstoffer, og det blandes godt sammen. Afhængig af batchstørrelse, råvaremængde og produktionsteknik tilsættes råvarerne enten ved håndkraft direkte fra emballagen eller via pumpe- og doseringsanlæg. I åbne kar tilsættes den ”store råvare” bindemidlet via pumpeanlæg fra tankanlæggene, mens ”den lille” råvare pigment tilsættes manuelt. Tidligere foregik al tilsætningen manuelt. Forblandingen gennemføres typisk i løbet af ca. 20 minutter /6/.

I figur 4.8 ses et input/output diagram for forblandingsprocessen.



**Figur 4.8** Input/output diagram for forblandingen /7/.

Blandingen er efter forblandingen et koncentrat, dvs. tørstofindholdet er større end i slutproduktet, da der endnu ikke er tilsat den endelige mængde opløsningsmiddel /7/.

Samtidig med overhældning af forblandingen til næste procesmaskine rengøres forblandingskarret. Rengøringen udføres ved at skylle siderne, hvor der er efterladt blandingsrester i karret, når væsken synker. Skylningen foregår som oftest med et af de opløsningsmidler, der skal tilsættes produktet dvs. med organisk opløsningsmiddel, hvis produktet er opløsningsmiddelbaseret, og med vand, hvis bindemidlet er vanddispergeret /7/.

For pulvermaling sker afvejning og forblanding blot ved, at de forskellige komponenter afvejes og pulveret blandes. Herefter kommer en proces ved pulvermaling, som ikke sker for de flydende produkter. Blandingen føres til ekstrudering, dvs. at den opvarmes til en ca. 100 grader varm flydende masse, der herefter afkøles og vales til chips. Kar, som anvendes til forblandingen, rengøres med vand /10/.

### Miljøbelastning ved afvejning og forblanding

I relation til jord- og grundvandsforurening kan afvejning og forblanding medføre følgende miljøbelastning:

- Uheld og spild ved manuel håndtering af råvarer
- Uheld og spild på gulv, i kloak eller på ubefæstet areal kan finde sted i forbindelse med udledning af rengøringsvæsken fra forblandingskarret
- Ved lækage i rørføringer eller produktionsanlæg
- Støvpåvirkning af produktionsområdet ved håndtering af faste råvarer, f.eks. pigmenter
- Støvpåvirkning af området ved valsning af chips fra pulverproduktion, der kan indeholde tungmetalloid pigmenter.

### 4.3.3 Rivning (findeling)

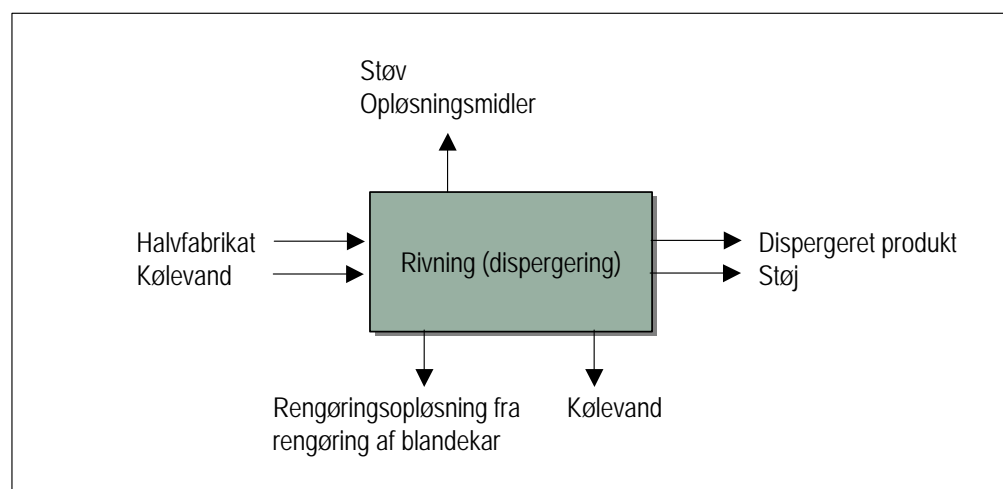
For at malingen og lakken kan få de bedste dækkeegenskaber, skal alle pigment- og fyldstofpartikler adskilles fra hinanden og omgives af bindemiddel. Efter forblandingen gennemgår malingen, lakken eller trykfarven derfor en riveproces, hvor pigmentindholdet findeles til en veldefineret maksimal kornstørrelse. Trykfarver skal rives mere grundigt end tilfældet er for maling og lak, da der kræves finere partikelstørrelser i trykfarver. Hvis ikke produktet kræver yderligere finde- ling, springes rivningen over.

Til riveprocessen bruges der typisk perlemølle (Dynamølle), der normalt indeholder enten glasperler eller stålkugler, og møllen køles under rivningen med vand på 10-12° C. Blandingen pumpes igennem en cylindrisk, roterende beholder fyldt med perler eller kugler, der river malingen.

Hvis kvalitetskontrollen i første omgang viser, at rivningen er utilstrækkelig, be- handles blandingen endnu engang i rivningsudstyret. Processen gentages indtil rivningen er tilfredsstillende.

Hvis der skiftes produktkvalitet, skal perlemøllen vaskes efter hver batch, mens det kan undlades at rengøre den, hvis der fortsættes med samme kvalitet. Rengø- ringen foregår ved at pumpe ca. 25 liter vand, opløsningsmiddel eller olie igennem møllen. Rester af malingen opsamles derved, og det kan enten genanvendes i den efterfølgende batch, genanvendes til rensning eller ledes til en opsamlingstank. Siden 1976 har virksomhederne skullet sende indholdet af opsamlingstanken til Kommune Kemi, mens rengøringsvandet fra det vandbaserede maling og lak i dag afhentes af et firma, der specialiserer sig i behandling af denne type rengøringsvæ- ske.

I figur 4.9 ses et input/output-diagram for rivningsprocessen.



**Figur 4.9** Input/output diagram for rivningsprocessen /7/.

En af de maskinteknologier, der har ændret sig meget gennem tiden, er rivningsmaskinerne. Tidligere brugte man ikke perlemøller til rivningen men sandmaskiner. Her blev malingen ført ned igennem en beholder med sand, sandet blev rørt rundt med en omrører, hvorved sandet findelte og filtrerede partiklerne i malingen. Selve processen er ikke forskellig fra perlemøllen, men der dannes mere rengøringsvæske ved skift mellem produkttyper, da den er vanskeligere at rengøre end kuglemøllen /38/.

De pulvermalingschips, der blev produceret efter ekstruderingen, formales, og de anvendelige pulverpartikler udskilles i en cyklon.

### **Miljøbelastning ved rivning**

I relation til jord- og grundvandsforurening kan rivning medføre følgende miljøbelastning:

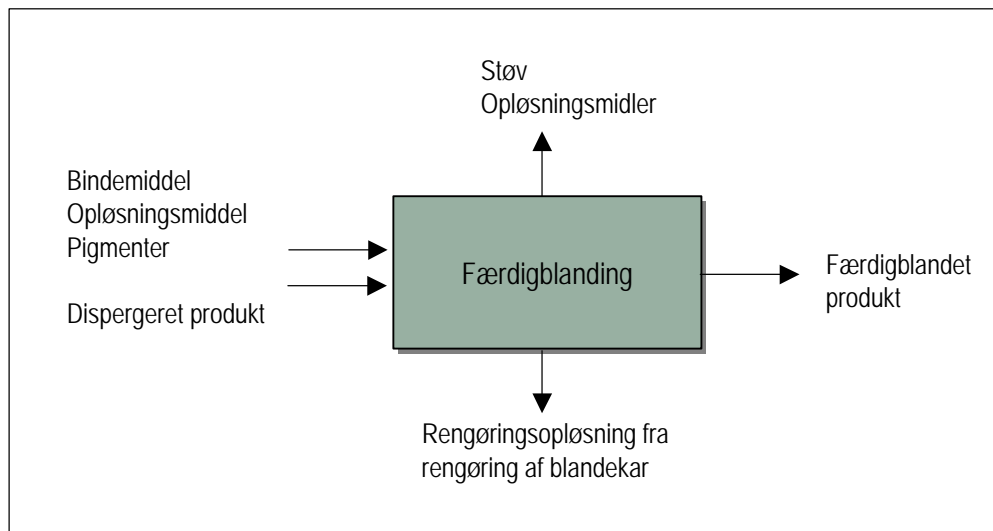
- Miljøbelastningen ved rivning af flydende produkter kan ske, hvis der sker lækage af produkt eller rengøringsvæske fra utætte rørføringer og tankanlæg.
- Der kan ske spild i forbindelse med rengøring af rivemøllen.

Rivningen er en lukket proces, og der vil således kun være ringe risiko for forurening af jord og grundvand under selve processen. Det samme er tilfældet for pulverprodukter.

### **4.3.4 Færdigblanding**

Når pigmenterne i malingen har opnået den krævede findeling, skal malingen færdigblandes. Under færdigblandingen, der foregår i blandekar, justeres malingen, så hver batch opnår en helt ensartet sammensætning, der matcher den pågældende recept. Justeringen foregår ved, at der tilsættes de resterende råvarer typisk supplerende opløsningsmiddel, bindemiddel og additiver. Der udtages prøver til kvalitetskontrol, hvorefter der sker en færdigjustering før endelig godkendelse af batchen. /7/.

I figur 4.10 ses et input/output-dagram for færdigblandingsprocessen.



**Figur 4.10** Input/output diagram for færdigblandingen /7/.

#### Miljøbelastning ved færdigblanding

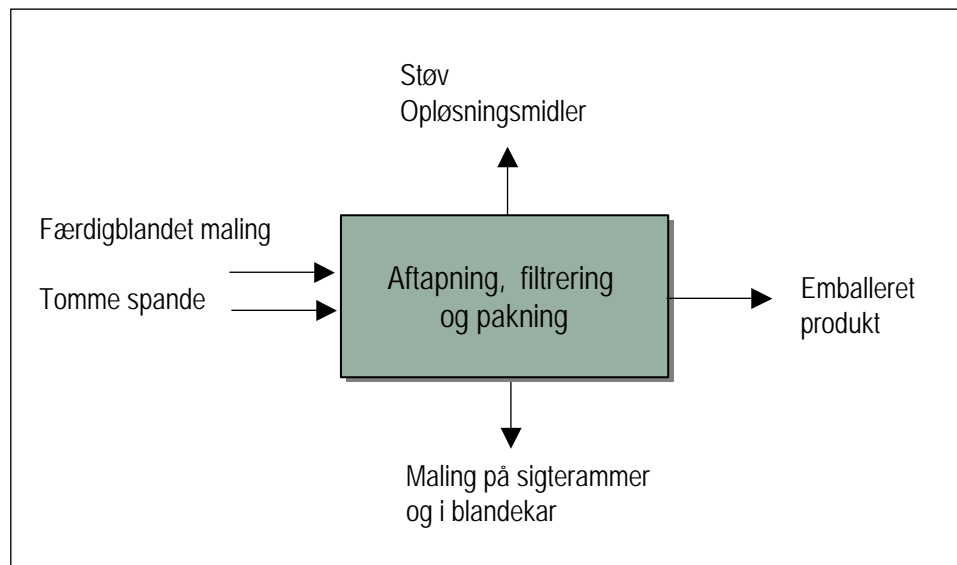
I relation til jord- og grundvandsforurening kan færdigblandingen medføre følgende miljøbelastning:

- Lækage fra utætte rørføringer til taping
- Uheld og spild ved manuel håndtering af færdigblandingen
- Uheld og spild af eventuel rengøringsvæske til afløb.

#### 4.3.5 Aftapning, filtrering og pakning

Når batchen er godkendt af kontrollaboratoriet, tappes malingen fra blandekaret. Blandingen hældes gennem en rystesigte eller et filter ned i brugsemballagen. Produktioner i større serier til plast- eller metalspande tappes i dag på automatiske tappeanlæg. Industrimalinger og trykfarver tappes ofte direkte fra blandekarets tappehane ned i emballagen eksempelvis i tromler.

I figur 4.11 ses et input/output-diagram for processerne ved aftapning, filtrering og pakning.



**Figur 4.11** Input/output diagram for aftapning, filtrering og pakning /7/.

Pulvermalingen afvejes tilsvarende og pakkes i sække.

#### **Miljøbelastning ved aftapning, filtrering og pakning**

I relation til jord- og grundvandsforurening kan aftapning, filtrering og pakning medføre følgende miljøbelastning:

- Uheld og spild af færdige produkter ved aftapning, filtrering eller pakning
- Uheld og spild ved håndtering af maling og lak på sigterammer
- Støvdannelse ved pakning af pulvermaling.

#### **4.3.6 Færdigvarelager**

Virksomhedens færdigvarelager består dels af tankanlæg og dels af oplag af tromler mv. Generelt oplagres produkter kun i en begrænset periode i tromler, eksempelvis 2 år for at undgå tæring af tromlerne og dermed spild.

Færdigvarelagret er i dag i princippet udført med samme sikkerhedsforanstaltninger som råvarelagerne, dvs. befæstet gulv med opkant så eventuelt spild kan opsamles. Dette var dog ikke tilfældet tidligere, og derfor er forurening af jord- og grundvand højst sandsynlig omkring oplagringstanke og ved oplag af tromler.

#### **Miljøbelastning ved færdigvarelager**

I relation til jord- og grundvandsforurening kan andre aktiviteter medføre følgende miljøbelastning:

- Lækage fra tanke og tromler, hvor der opbevares malinger og lakker.



Der vurderes ikke at være andre væsentlige miljøpåvirkninger ved færdigvarelaget.

#### **4.3.7 Fejlproduktioner/affald**

Håndtering af fejlproduktioner og produktionsaffald har ændret sig. Tidligere var der en del affald, som blev kasseret (dvs. sendt i afløbet eller deponeret på losseplads), men i dag er der fokus på at minimere mængden af fejlproduktioner og affald.

#### **Miljøbelastning ved fejlproduktioner/affald**

I relation til jord- og grundvandsforurening kan fejlproduktioner/affald medføre følgende miljøbelastning:

- Lækage fra tanke, hvor der opbevares opløsningsmidler fra rengøringen
- Lækage fra tanke, hvor der oplagres vaskevand
- Uheld, lækage og spild i forbindelse med håndtering af affald og fejlproduktioner, herunder oplag, intern transport og bortskaffelse
- Tidligere tiders oplag, nedgravning og udhældning af fejlproduktioner på ubefæstet areal samt udhældning til kloak.

#### **4.3.8 Andre aktiviteter**

Ud over produktionsanlægget findes der på farve- og lakfabrikker en lang række andre aktiviteter og installationer, der relaterer sig til produktionen. Det drejer sig om:

- Udviklingslaboratorium
- Kontrollaboratorier (råvarer og færdigvarer)
- Servicelaboratorium
- Værksteder
- Olietanke.

I laboratorierne sker der henholdsvis udvikling af nye recepter, kontrol af indkomne råvarer før de bruges i produktionen, kontrol af om færdigproducerede varer lever op til de krav, der er angivet på recepterne, og endelig findes der også et servicelaboratorium, hvor produkternes egenskaber gennemprøves med hensyn til påføring og tørring under brugsforhold.

Udviklingslaboratoriet og kontrollaboratorierne er almindelige laboratorier. Risiko for forurening af jord eller grundvand vurderes på den ene side at være begrænset pga. de små mængder, der arbejdes med. På den anden side vil et laboratorium typisk arbejde med et bredt spektrum af kemikalier under 'eksperimenterende forhold', hvilket stiller større krav til omhu ved håndtering af affaldet, og dermed øger risikoen for utilsigtede hændelser. Der består derfor en risiko, især omkring utætte afløb fra laboratoriet.

I servicelaboratoriet sker der en afprøvning af håndværksmæssig påføring og industrielt brug. Her anses der lidt større risiko for forurening af jord og grundvand, da der kan ske større spild.

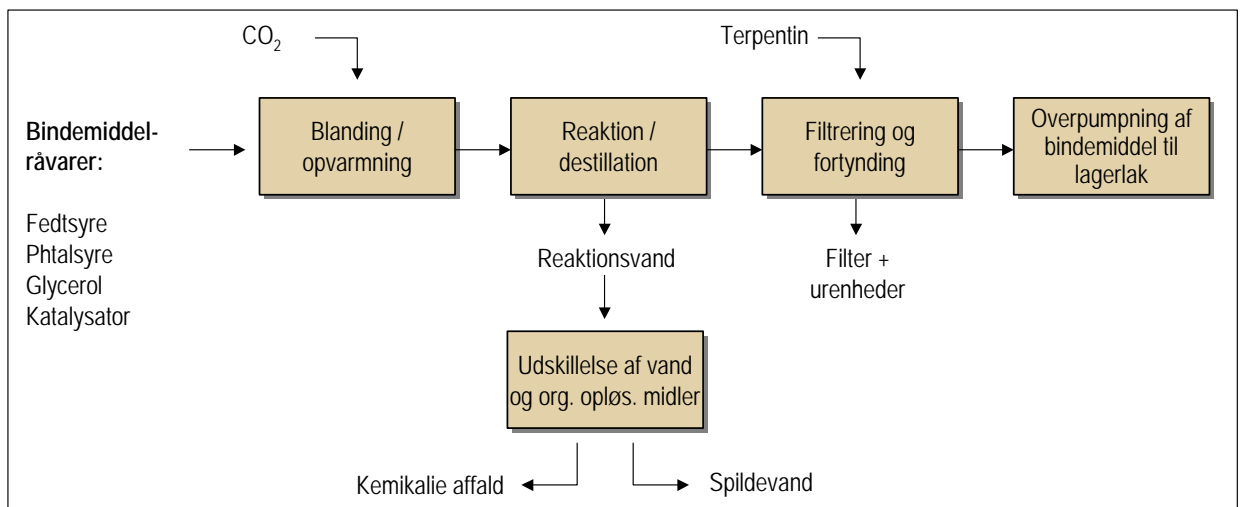
### Miljøbelastning ved andre aktiviteter

I relation til jord- og grundvandsforurening kan andre aktiviteter medføre følgende miljøbelastning:

- Lækage fra tanke til opbevaring af brændselsolie.
- Spild ved eventuelle værksteder indrettet til vedligehold af maskinpark eller produktionsanlæg.

### 4.3.9 Produktion af bindemidler

Produktionen af bindemidler er til forskel fra den øvrige produktion i branchen en egentlig kemisk syntese. Produktionen af bindemidler blev tidligere kaldt lakkogeriet, og historisk set blev der anvendt enten transportable kogegryder op til 500 liter eller stationære gryder på 1000-3000 liter. I de mindste transportable gryder foregik omrøringen ved håndkraft, og de blev kørt rundt hen til de steder, hvor bindemidlet skulle overføres til fortyndingsbeholdere. De større gryder var forsynet med et stationært røreværk og rørforbindelser til fortyndingsbeholdere /38/.



**Figur 4.12** Eksempel på produktion alkydbindemiddel /6/.

Alkyder, som var og er den mest almindelige type bindemiddel, der er produceret på en dansk farve- og lakvirksomhed, er fremstillet ud fra linolie-fedtsyre eller sojafedtsyre (flydende), phthalsyre og glycerol (begge på pulverform). Ved opvarmning til ca. 200 grader fraspaltes vand i dampform, hertil benyttes lidt xylen for at sikre effektiv fordampning. Dampen kølnes til reaktionsvand, der destilleres og opsamles for senere behandling og bortskaffelse.

Herefter overføres alkyden til fortyndingsbeholderen og tilsættes en mindre mængde fortynder, almindelig vis mineralsk terpentin, hvorefter den filtreres i centrifuge og bruges direkte eller overføres til lagertank. Filtret bortskaffes som kemikalieaffald. I dag sker der ikke rengøring af gryder efter hver batch, så mængden af rengøringsvæske er meget lille /38/. Der er ikke detaljerede beskrivelser af rengøringsrutinerne før i tiden.

Reaktionsvandet fraskilles den organiske fase, som derfor bortskaffes som kemikalieaffald. Vandet tilføres kloak /6/.

### **Miljøbelastning ved produktion af bindemidler**

I miljømæssig sammenhæng adskiller produktionen af bindemidler sig fra den øvrige produktion ved, at der dannes en mængde affald i form af urenheder og biprodukter, som er bestemt af den kemiske reaktion. Affaldet opbevares i tanke eller affaldscontainere og bortskaffes som kemikalieaffald /6/.

I relation til risikoen for forurening af jord eller grundvand, kan processerne ved produktionen af bindemidler medføre følgende miljøbelastning:

- Uheld og spild af råvarer ved håndtering herunder xylen, glycerol, phatalsyre, fedtsyrer, mineralsk terpentin
- Uheld og spild ved omrøring i gryder
- Lækage i de rørsystemer, som knytter produktionen sammen med lagertanke
- Spild ved overhældning af bindemiddel fra kogegryde til fortyndingsbeholder
- Spild fra grydens ventil ved prøveudtagning
- Uheld og spild i forbindelse med håndtering af affald, herunder oplag, intern transport og bortskaffelse, herunder udhældning på ubefæstet areal samt til kloak.

### **4.3.10 Produktion af pigmenter**

Fremstillingen af pigmenter skete ved forskellige processer:

- Formaling (naturlige mineraler)
- Brænding (mønje, jernoxid, titandioxid)
- Fordampning (zink hvidt og carbon black)
- Fældning (kromgult, titandioxid, organiske pigmenter).

Fældning var langt den mest almindelige fremstillingsmetode. Her blev indholdsstofferne opløst i vand og opvarmet til en bestemt temperatur, således at der sker en kemisk reaktion. Blandingen tømmes ud i et fældekar, som indeholder vand. Her udfældes pigmentet og presses gennem en filtrerpresse, tørres i en vakuumtørovn og finformales /37/.

Produktion af pigmenter i stor skala har antageligvis kun fundet sted på ganske få af farve-/lakfabrikkerne. I 1966 blev en væsentlig del af de anvendte pigmenter importeret fra udlandet, og kun Kemisk Værk Køge leverede organiske pigmenter til den danske farve- og lakindustri /37/.

#### **Miljøbelastning ved produktion af bindemidler**

Som nævnt herover bør det ikke forventes, at pigmenter er blevet fremstillet i større skala på de danske farve/lakfabrikker. Det kan dog omvendt ikke udelukkes, at fabrikkerne har fremstillet pigmenter i mindre skala, og der har i så fald antageligt være tale om relativt simple, uorganiske processer. Miljøbelastningen herfra vil i givet fald i al væsentlighed knytte sig til spild af tungmetalholdige råvarer, opløsninger eller produkter.

## 5. Forureningsrisiko

### 5.1 Oversigt over potentielle forureningskilder

I kapitel 4 er processer, anvendt teknologi og kemikalier samt de potentielle risici for miljøet på farve- og lakfabrikker gennemgået. Det fremgår, at forureningskilderne og specielt forureningsstofferne er mangeartede.

I nedenstående tabel er samlet en oversigt over råvarer, produkter og affaldstyper. For hver vare er angivet miljøfarlige hovedkomponenter, forekomst i miljøet samt hvor forureningen kan forekomme. I bilag 1 findes en liste med hyppigt anvendte råvarer inden for branchen.

Råvarer	Miljøfarlige hovedkomponenter	Forekomst	Kildetype
Bindemiddel	Tjære/bitumen Monomerer Isocyanater	J, V	Råvarelager Produktion
Opløsningsmidler	Aromatiske kulbrinter Aldehyder og ketoner Estre Glycolethere og -estre Chlorerede kulbrinter	P, J, V	Tankanlæg Rørføringer Luftafkast Råvareoplag Produktion
Pigmenter	Zn, Pb, Al, Cr (Cr <sup>6+</sup> ), Mo, Cu, Cd, BaSO <sub>4</sub> ,	J, (Cr <sup>6+</sup> , V)	Råvarelager Produktion Færdigvarelager
Additiver	PCB	J	Råvarelager Produktion Færdigvarelager
	TBT	J, V	
	phthalater	V, J	
	Cu, Co, Zn, Mn, Pb, org.-Hg	J	
	2-butanonoxim	V	
	aminer, phenoler, for- maldehyd	V	
<b>Produkt</b>			
Maling og lak	Hovedsageligt som opløsningsmidler	P, J, V	Produktion Færdigvarelager
<b>Affald</b>			
Rengøringsvand	Hovedsageligt vandblandingbare opløsningsmidler (estre, aldehyder og ketoner)	V	Tankanlæg Kloak

**Tabel 5.1** Oversigt over forureningskilder og forekomst.  
V: vand, J: jord, P: poreluft.

## 5.2 Vurdering af de væsentligste stofgrupper

Generelt er stoffernes fysisk-kemiske egenskaber udgangspunktet for en vurdering af risikoen for at træffe stofferne i henholdsvis jord, grundvand og poreluft. Stoffer med ringe opløselighed, lavt damptryk og kraftig adsorption / bioakkumulering (høj oktanol-vand fordelingskoefficient, stor molvægt og evt. positive ladninger) vil udvise størst tendens til at blive opkoncentreret i jordprofilet frem for at udvaskes til grundvand eller fordampe til poreluften. Omvendt vil stoffer med stor vandopløselighed og ringe adsorption udgøre den største risiko for grundvandskvaliteten, mens stoffer med højt damptryk udgør en risiko for poreluftforurening.

### **Kulbrinter (olier)**

Kulbrinter har generelt en densitet lavere end vands. De vil bevæge sig gennem jordmatricen mod grundvandet pga. udvaskning, tyngdekraft og kapillarkræfter. På vejen vil en del af de flygtige komponenter fordampe til poreluften, en del vil blive opløst i porevandet, og en del vil blive fanget i jordens porer ved sorption og kapillarkræfter. Ved store spild vil en del af den fri fase nå grundvandet, hvor den vil lægge sig oven på grundvandsspejlet og strømme med grundvandets hydrauliske gradient. Grundvandsforureningens udbredelse begrænses af sorption, fordampning og nedbrydning /13/.

### **Tungmetaller**

Tungmetaller er grundstoffer og kan derfor ikke nedbrydes til uskadelige stoffer. Tungmetaller kan forekomme på forskellige kemiske tilstandsformer, der som følge heraf har forskellig mobilitet og miljøpåvirkning. Tungmetallernes spredning i jordmiljøet er styret af processerne udfældning, sorption, kompleksbinding og redoxprocesser. Generelt kan dog siges, at tungmetaller ofte sorberer kraftigt til jordmatricen og dermed hovedsageligt udgør et jordforureningsproblem. Undtaget herfra er chrom(VI), hvis mobilitet stiger med stigende pH-værdi i porevand.

### **Chlorerede kulbrinter**

De chlorerede kulbrinter har generelt en densitet højere end vands. De vil bevæge sig gennem jordmatricen mod grundvandet pga. udvaskning, tyngdekraft og kapillarkræfter. På vejen vil en del af de flygtige komponenter fordampe til poreluften, en del vil blive opløst i porevandet og en del vil blive fanget i jordens porer ved sorption og kapillarkræfter. Mange chlorerede kulbrinter er relativt flygtige og vil derfor ofte være at finde i poreluften på forurenede lokaliteter. Ved store spild vil en del af den fri fase nå grundvandet, hvor den vil synke ned gennem magasinet og aflejres på lavpermeable zoner i grundvandsmagasinet eller jordlag. Opløst stof vil herfra strømme med grundvandets hydrauliske gradient. Grundvandsforureningens udbredelse begrænses af sorption, fordampning og nedbrydning /13/.

### **Vandblandbare opløsningsmidler**

Kendetegnende for vandblandbare opløsningsmidler er, som navnet angiver, at de er fuldt opløselige i vand til forskel fra olie/benzin-komponenter og chlorerede opløsningsmidler. De vandblandbare opløsningsmidler vil derfor være vanskelige

at finde jord og poreluft i detekterbare koncentrationer, men vil især udvaskes til grundvandet, hvor de vil kunne påvises /18/. Vandblandbare opløsningsmidler er vanskelige at detektere i meget lave koncentrationer. Ved spild af store mængder vandblandbare opløsningsmidler, vil de kunne danne en fri fase på eller under grundvandsspejlet afhængig af produktets densitet.

### **5.3 Vurdering af forureningsrisiko**

I det følgende afsnit er hovedtyper af kilder til forurening fra farve- og lakindustrien beskrevet. Indhold i de forskellige råvaretyper er derimod beskrevet i bilag 1, og datablade for udvalgte af disse stoffer findes i bilag 2.

#### **5.3.1 Lækage fra tankanlæg og tromler**

Tankanlæg blev tidligere nedgravet, mens de i dag ofte placeres over jorden. Nedgravningen af tankene vanskeliggør naturligvis kontrollen med dem, og hvis en tank er læk, kan der gå lang tid, inden det opdages. Opmærksomheden for nye tanke skal derfor også rettes mod, om sump og betongrav er dimensioneret korrekt (tilstrækkeligt volumen), og at der ikke kan ske lækage fra disse. Det skal også bemærkes, om påfyldningen sker på samme sted, som tankene findes og hvorledes befæstnings- og spildopsamlingsforholdene er på påfyldningsstedet.

Tankanlæg på farve- og lakfabrikker indeholder hovedsageligt lette organiske opløsningsmidler både vandblandbare og mindre vandopløselige opløsningsmidler. Disse kan, afhængig af spildet størrelse, sive ned til grundvandet. Da der ved lækage fra tankanlæg ofte er tale om store mængder, vil de mindre vandopløselige opløsningsmidler lægge sig i et lag oven på grundvandsspejlet og vil langsomt blive udvasket i grundvandet. Opløsningsmidlerne vil give anledning til forhøjede koncentrationer i poreluften.

Tromler vil hovedsageligt indeholde opløsningsmidler og bindemiddel. Ved lækage med opløsningsmidler fra tromler vil forureningen ske på samme måde som ved lækage fra tankanlæg. Lækage af bindemiddel vil hovedsageligt medføre jordforurening. Bindemidlerne er tyktflydende og vil derfor vanskeligere kunne trænge til grundvandet. De er ikke flygtige og vil derfor ikke medføre poreluftforurening.

Hovedparten af de organiske opløsningsmidler, der anvendes i industrien, er meget flygtige og vil derfor ved overfladenære spild ofte, i et vist omfang, fordampe.

Opløsningsmidler kan være nedbrydelige, og nedbrydningsprodukter forventes at kunne spores sammen med udgangsstoffet i grundvandet nær en eventuel tanklækage.

### 5.3.2 Lækage fra rørføringer

Rørføringer på farve- og lakfabrikker indeholder både råvarer, hovedsageligt opløsningsmidler, halvfabrikat og færdige produkter. En del rørføringer vil findes under jorden fra underjordiske råvaretanke, mens hovedparten af rørføringerne, der findes i produktionen, er overjordiske, og fører produktet fra en proces til en anden.

Lækage fra underjordiske rørføringer vil naturligvis være sværest at opdage. Ulempen ved underjordiske rørføringer er ofte, at der ikke er betontankgrav under denne del af tankanlægget, og en eventuel lækage frit kan strømme til grundvandet. I dag er rørene dog flere steder placeret i betonkanaler. Det er her vigtigt at orientere sig om, hvorvidt kanalerne drænes og hvortil eventuelle dræn løber. Både med og uden dræn er det vigtigt, at beskaffenheden af kanalerne er i orden. Hvis lækage sker fra indendørs rørføringer i produktionen, vil der i dag være befæstet, og kontakt med miljøet undgås derfor i stort omfang.

Hvis der sker en lækage med opløsningsmidler, vil det give anledning til forhøjede koncentrationer i poreluft samt nedsivning til grundvandet og ved overjordisk lækage til dels fordampning.

Hvis lækage derimod sker fra rør indeholdende produkt vil bindemidlet ofte gøre, at farve-/lakken vil blive tykflydende og måske størkne. Det medfører, at forurening af grundvandet med halvfabrikat eller færdigt produkt kun ses i sjældne tilfælde. Derimod kan disse produkter ofte medføre overfladenære jordforureninger.

### 5.3.3 Spild på lager, ved håndtering og rengøring

Ved spild på lager i forbindelse med håndtering og rengøring kan der overordnet ske spild med tre forskellige ting: Opløsningsmidler og rester af disse, pulverformige råvarer og produkter i form af støv samt af farve-/lakproduktet. De tre spildtyper gennemgås herefter.

Ved mindre spild på faste belægnings med organiske opløsningsmidler vil disse ofte hovedsageligt fordampe. Sker dette indendørs, vil en del af stofferne ende i produktionshallens luftafkast. Hvis der sker spild med rengøringsvand, anvendt til rengøring af produktionsmaskiner (anvendt til produktion af vandbaseret maling), vil der ske nedsivning til jord og grundvand, eller det vil løbe til kloak-/drænet. Dette afhænger naturligvis af virksomheden og installationernes alder.

Hvis der sker spild med pulverformige råvarer eller produkter, vil det, eventuelt via luftafkast, deponeres på plane overflader. Hvis overfladerne er befæstede, vil forureningen med tiden blive ført til kloak-/drænsystemet. Hvis overfladerne er ubefæstede, vil der med tiden ske en udvaskning af forureningen til den underliggende jord. Den udvaskede forurening vil måske i et omfang sorberes til jordmatricen, men kan selv med udvaskning nå grundvandet med tiden.



Spild af halvfabrikat, færdigt produkt eller fejlproduktion vil pga. indholdet af bindemiddel forventeligt størkne nær jordoverfladen og vil kun medføre en overfladisk jordforurening.

#### **5.3.4 Emissioner fra luftafkast**

I forbindelse med produktionen sker der fordampning af især organiske opløsningsmidler. Derfor kan der være behov for kraftig ventilation i produktionshallen. Indholdet af flygtige organiske komponenter (VOC) kan ofte være meget højt. For at forhindre udslip af VOC er man, inden for de senere årtier, gået mere over til produktion af vandbaserede malinger. Hvor det ikke var muligt, har man opstillet forbrændingsanlæg, der forbrænder indholdet af organiske opløsningsmidler i luftafkastet. VOC vil kunne kondensere i luftafkastet og kondensatet kan dryppe på jorden neden for afkastet. Kondensatet kan også blive afledt med luften som aerosoler, og der kan ske nedfald af aerosoler, hovedsageligt i umiddelbar nærhed af luftafkastet.

Ved produktionen, og som nævnt ved spild af pulverformige råvarer eller produkter, forekommer der støv. Dette ledes ligeledes ud via luftafkast, og støvpartiklerne kan deponeres på det nærliggende areal. Dette støv kan f.eks. indeholde tungmetaller fra pigmenter og sikkativer. Kemiske stoffer, her hovedsageligt tungmetaller i støvet, vil give anledning til jordforurening i de øvre jordlag, dog kan enkelte komponenter ved større spild udvaskes til grundvandet.

#### **5.3.5 Olietanke**

Der findes på fabrikkerne ofte et eller flere tankanlæg til fyringsolie. Der kan ske forurening med olieprodukter fra disse tanke, enten hvis der er hul i en tank eller ved spild og overløb ved påfyldning eller tankning. Denne olie vil ved et eventuelt spild eller lækage delvist sorbere/klæbe til jordmatricen, men er spildet stort, vil olien kunne udvaskes, nå grundvandet og vil lægge sig om en hinde oven på grundvandet. Olien vil da langsomt udvaskes i grundvandet.

#### **5.3.6 Øvrige aktiviteter**

Blandt ”sideaktiviteterne” på en farve- og lakfabrik skal især fremhæves:

- Spild af kemikalier fra virksomhedens laboratorium
- Spild af olier mv. fra eventuelle værksteder
- Spild og lækage af olier fra tanke til fyringsolie eller motorbrændstof.



## 6. Undersøgelser

I det følgende er indholdet i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2 beskrevet, jf. Lov om forurenede jord. Beskrivelse af mere omfattende undersøgelser kan bl.a. findes i /1/.

I forbindelse med en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2 på en farve- og lakfabrik anbefales følgende elementer at indgå i undersøgelsesstrategien:

- Historisk kortlægning
- Fysiske undersøgelser, herunder:
  - Prøvetagning af jord, grundvand og poreluft
  - Felt- og laboratorieanalyser af jord-, grundvands- og poreluftprøver.
- Vurdering af analyseresultater i relation til relevante kvalitetskriterier.
- Orienterende risikovurdering.

Afsnit 6.1 beskriver indholdet af en historisk redegørelse, mens afsnit 6.2 giver mere konkrete anvisninger på, hvilke konkrete elementer der kan indgå i en fysisk undersøgelse på en farve- og lakfabrik. Kapitlets sidste afsnit indeholder gode råd til design af et godt undersøgelsesprogram.

Forureningskortlægningen forestås af amterne i samarbejde med kommunerne og skal som udgangspunkt udføres efter retningslinierne i Miljøstyrelsens kortlægningsvejledning /44/. Der er dog væsentlige forskelle i de strategier, som de enkelte amter har valgt at forfølge i tilrettelæggelsen af kortlægningsarbejdet. Eksempelvis kan der være store forskelle i den detaljeringsgrad, som amterne anvender i deres undersøgelser frem til vidensniveau 1. Nogle amter vælger alene at bruge oplysningerne om virksomhedens placering, når de kortlægger på vidensniveau 1. Andre amter går mere i dybden og undersøger virksomhedens indretning, driftsperiode osv., før der foretages kortlægning på vidensniveau 1.

Første skridt i planlægningen af kortlægningsundersøgelsen er derfor at orientere sig om, hvilke procedurer og metoder der anvendes i netop det amt, hvor undersøgelsen skal udføres.

### 6.1 Historisk kortlægning

#### 6.1.1 Indsamling af historisk materiale

Inden kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2 påbegyndes, er det vigtigt at få lavet en historisk kortlægning for den aktuelle lokalitet. Dette kan være tidskrævende, men det er nødvendigt for at kunne målrette de tekniske undersøgelser.

Den historiske kortlægning bør resultere i en detaljeret redegørelse for typen og den fysiske placering af potentielle forureningskilder relateret til farve- og lakindustrien.

Der findes en lang række kilder, hvor der kan søges oplysninger. Kilderne kan opdeles i primære og sekundære kilder. En nærmere beskrivelse af de vigtigste primære og sekundære kilder fremgår af "Oprydningvejledningen" /11/. Derudover findes der i Lossepladsprojektet "Kilder til industrikortlægning" en større samling kildehenvisninger til anvendelse ved litteratursøgning /18/.

I det følgende er anvendelsen af det historiske materiale opdelt på følgende emner:

- Oplysninger om lokalisering af tidligere og nuværende farve- og lakfabrikker
- Oplysninger om farve- og lakindustrien
- Oplysninger om lokaliteten.

#### **Lokalisering af farve- og lakfabrikker**

Med henblik på en generel kortlægning indhentes oplysninger om, hvor der har været farve- og lakfabrikker inden for et afgrænset geografisk område.

Til generel kortlægning indhentes "brede" historiske kilder, som f.eks. gamle vejvisere, telefonbøger, lokalvejvisere og annonceværker (eksempelvis Kraks vejviser), med f.eks. 5-års intervaller. Kendetegnende for disse kilder er, at de har en bred dækning, men en lav detaljeringsgrad.

- **Lokalisering og driftsperiode**  
Adresse, matr.nr. og ejerforhold mv. fremgår af kommunens arkiver. Driftsperioden fremgår (indirekte) af tingbogen eller kan oplyses af grundejeren i driftsperioden. Herudover kan der evt. indhentes oplysninger fra Erhvervsregistret, vejvisere, brancheforeninger m.v.

Der kan ofte ligeledes med fordel tages kontakt til lokalhistorisk arkiv, hvor medarbejdere enten selv har et udvidet lokalkendskab eller kan henvise til ældre borgere med lokalkendskab.

Specifikt for farve- og lakbranchen anbefales det at tage kontakt til Foreningen for Danmarks Farve- og Lakindustri, som måske kan give nyttige råd og oplysninger om virksomhederne i et givent amt.

#### **Oplysninger om branchen**

Af litteratur, der beskriver farve- og lakbranchen, kan, udover nærværende branchebeskrivelse, nævnes:

- Miljøstyrelsen: Brancheorientering for lak- og farveindustrien. Orientering fra Miljøstyrelsen, nr. 5, 1996
- Danmarks ældste forretninger, Kraks Legat (udg.), 1950

- Petersen, J. : Maling og lak. Foreningen for Danmarks lak- og farveindustri. 1970.

### **Oplysninger om den enkelte lokalitet**

Når en lokalitet med farve- og lakproduktion er kortlagt på vidensniveau 1 på baggrund af oplysninger indhentet som angivet i afsnit 6.1.2, er næste trin at gennemgå de kilder til historiske oplysninger, der vil være relevante ved planlægningen af kortlægningsundersøgelserne frem til vidensniveau 2, hvilket ofte vil være tekniske undersøgelser.

Ved tilrettelæggelse af disse undersøgelser kan det historiske materiale inddeles efter de forhold, der søges oplysninger om. For en farve- og lakfabrik kan følgende forhold være relevante:

- **Fysisk indretning**  
Amternes og evt. kommunens arkiver, herunder evt. miljøgodkendelser.  
Virksomhedens arkiver.  
Fotos fra det kongelige Biblioteks billedsamling, Kort- og Matrikelstyrelsen og Lokalhistorisk arkiv.
- **Gennemgang af processer og oplag**  
Amternes og evt. kommunens arkiver, herunder evt. miljøgodkendelser  
Virksomhedens arkiver  
Interviews med grundejer eller ansatte i driftsperioden  
Avisartikler mv.  
Arbejdstilsynets inspektionsberetninger  
Gennemgang af teknisk, historisk litteratur.

For at målrette den efterfølgende undersøgelse mest muligt er det væsentligt ved gennemgangen at fastlægge, hvilke processer der har været anvendt på farve- og lakfabrikken.

- **Identifikation af miljøfarlige stoffer og lokalisering af forureningskilder**  
Amternes og evt. kommunens arkiver, herunder evt. miljøgodkendelser og indberetninger af affaldsmængder  
Virksomhedens arkiver  
Interviews med grundejer eller ansatte i driftsperioden.
- **Oplysninger om brand og ulykker**  
Amternes og evt. kommunens arkiver, herunder evt. miljøgodkendelser  
Politiets arkiver  
Brandvæsenets arkiver  
Arbejdstilsynets inspektionsrapporter  
Virksomhedens arkiver  
Interviews med grundejer eller ansatte i driftsperioden.

- **Besigtigelse**

Ved besigtigelse af en farve- og lakfabrik bør man forsøge at lokalisere udendørs og indendørs råvareoplag, herunder tankanlæg, steder for blanding af råvarer, rivning, opbevaringssteder for færdige produkter og processpildevand, afløbsforhold samt luftafkast. Det anbefales at udføre besigtigelsen sammen med grundejer eller en ansat, der har kendskab til produktionsprocesser og affaldsbortskaffelse. Ved besigtigelsen er der ofte mulighed for at danne sig et godt overblik over virksomhedens historiske udvikling og få fastlagt eksistensen og beliggenhed af andre relevante aktiviteter, som f.eks. værksteder og lignende.

## 6.2 Planlægning af fysiske undersøgelser

Dette afsnit giver konkrete anvisninger på, hvilke potentielle forureningskilder der bør eller kan inddrages i en fysisk kortlægningsundersøgelse. Anvisningerne er dels baseret på kendskabet til virksomhedernes processer, og dels baseret på de konkrete erfaringer, som amterne foreløbigt har gjort med denne virksomhedstype. En gennemgang af disse konkrete erfaringer fremgår af bilag 4.

Der er her givet en prioriteret liste på, hvilke forureningskilder der bør medtages ved en kortlægningsundersøgelse. Listen skal i hvert enkelt tilfælde vurderes mod de faktiske forhold på den pågældende farve- og lakfabrik.

### 6.2.1 Potentielle forureningskilder

Forureningskilder, som altid bør medtages i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Udendørs oplag af råvarer
- Underjordiske og overjordiske tankanlæg og rørføringer
- Oplag af affald, herunder rengøringsvand
- Påfyldningsplads for både underjordiske og overjordiske tanke.

Forureningskilder, som anbefales medtaget i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Produktionssted
- Luftafkast
- Afløbssystem
- Diffus jordforurening som følge af virksomhedens drift
- Andre aktiviteter, såsom værksteder og laboratorier.

Forureningskilder, som i specielle tilfælde kan medtages i en kortlægningsundersøgelse:

- Eventuelle områder, hvor der ved gennemgang af historik fremkommer oplysninger om kendte spild.

## 6.2.2 Analyseprogrammer

Ved opsætning af et analyseprogram for farve- og lakfabrikker er det væsentligt, at der foreligger en historisk gennemgang. Der bør så vidt muligt indhentes oplysninger om, hvilke råvarer der har været anvendt. Det er således væsentligt for analyseprogrammet, om der f.eks. er anvendt særlige pigmenter eller additiver, der skal vurderes nærmere. Desuden er det vigtigt at indhente oplysninger om indretningen af virksomheden samt om eventuelle eksisterende eller tidligere værksteder eller tanke på lokaliteten.

Udvælgelsen af komponenter, der er relevante ved en undersøgelse af jord, poreluft og grundvand, er foretaget i bilag 1, hvor de nærmere kriterier for udvælgelsen er beskrevet. Ud fra de indhentede informationer om komponenterne er der her givet en prioriteret overordnet liste over forurenende komponenter, der bør analyseres for på lokaliteter, hvor der er eller har været farve- og lakindustri. En liste over specifikke stoffer findes i bilag 1 og bilag 2.

Forurenende komponenter, der altid bør analyseres for ved kortlægningsundersøgelser på cement- og betonvarefabrikker:

- Total kulbrinter samt BTEX
- Tungmetaller: Pb, Cu, Zn, Cd, Cr og As
- Chlorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter heraf
- Vandblandbare opløsningsmidler (alkoholer, estre og ketoner)
- PAH'er.

Forurenende komponenter, der anbefales analyseret for:

- Særlige tungmetaller; Co, Al, Mo, Ba, Mn,
- Organiske kviksølv- og tinfobindelser (herunder TBT)
- Phthalater
- Glycolethere- og estre
- 2-butanonoxim
- Aminer
- Phenoler
- Monomere
- Isoyanater.

Forurenende komponenter, som analyseres, hvis der er kendskab til anvendelse af tilsætningsstoffer indeholdende disse komponenter:

- Eventuelle særlige bioicider anvendt på lokaliteten, f.eks. Irganol, Diuron eller TBT.

For en del af de komponenter, der er i råvarer til farve og lak, er der ikke tidligere udført analyser på trods af, at der produceres store mængder farve/lak i Danmark.

Det anbefales at inddrage analyselaboratorierne i planlægningen af mere omfattende analyseprogrammer. Mulige enkeltkomponenter i råvarerne er omtalt i bilag 3.

### 6.2.3 Laboratorieanalyser

#### Analyseprogram for jordprøver

Jordprøver udvælges typisk til analyse på baggrund af forhøjet PID-udslag, misfarvning, mislugt og/eller indhold af fremmedlegemer i jorden samt kendskab til de potentielle forureningskilder.

Jordprøver fra lokaliteter, hvor der har været farve- og lakfabrikker, anbefales analyseret efter programmet angivet i tabel 6.1. Analysemetoderne er nærmere beskrevet i /14/. Analyseprogrammet kan reduceres eller udbygges afhængigt af, hvilke oplysninger der kan fremskaffes i forbindelse med den konkrete undersøgelse.

Stofgruppe	Komponent	Metode	Detektionsgrænse (mg/kg TS)
Tungmetaller	Bly	ICP	0,9
	Cadmium	ICP	0,05
		ASS	0,002
	Chrom	ICP	0,2
	Chrom (VI)	<b>Spektrofotometrisk</b>	0,05
	Kobber		0,5
	Zink		1,0
Kulbrinter	C6-C10	GC-FID	2,0
	C11-C25	GC-FID	5,0
	C26-C35	GC-FID	20,0
	C36-C40	GC-FID	25,0
	BTEX	GC-FID	0,1
		GC-MS	0,01
PAH'er	7 MST PAH'er Naphthalen	GC-MS	0,005
		GC-MS	0,005
		GC-FID	0,10

**Tabel 6.1** Laboratorieanalyser for jordprøver, standardprogram. De angivne detektionsgrænser er indhentet ved henvendelse til en række førende analyselaboratorier, forår 2004.

Som supplement til standardprogrammet anbefales det, afhængigt af forbrug af tilsetningsstoffer at analysere jordprøver for følgende forureningskomponenter:

- Cyanid (fra isocyanater)
- Aluminium
- Molybdæn
- Barium



- PCB
- Cobolt
- Mangan
- Organisk kviksølv
- Tin.

### Analyseprogram for vandprøver

Vandprøver fra lokaliteter, hvor der har været farve- og lakfabrik, anbefales analyseret efter programmet angivet i tabel 6.2.

Stofgruppe	Komponent	Metode	Detektionsgrænse (µg/l)
Kulbrinter	Total kulbrinter	GC-FID	5,0
	BTEX	GC-FID	0,1
		GC-MS	0,05
	Naphthalen	GC-FID	0,2
		GC-MS	0,01
Chlorerede kulbrinter	Dichlormethan	GC-ECD	0,02
	Trichlormethan	GC-ECD	0,02
	Tetrachlormethan	GC-ECD	0,02
	1,1,1 trichlorethan	GC-ECD	0,02
	cis-1,2-dichlorethylen	GC-ECD	0,02
	Trichlorethylen	GC-ECD	0,02
	Tetrachlorethylen	GC_ECD	0,02
Vandblandbare opløsningsmidler	Acetone	GC-FID	50
	Methylethylketon	GC-FID	50
	Ethanol	GC-FID	50
	Butanol	GC-FID	50
	Isopropanol	GC-FID	50
	Ethylenglycol	GC-FID	200
	Propylenglycol	GC-FID	200
	Ethylacetat	GC-FID	50
	Butylacetat	GC-FID	50

**Tabel 6.2** Laboratorieanalyser for vandprøver, standardprogram.

Som anført for jordprøver kan analyseprogrammet for vandprøver ligeledes reduceres eller udbygges afhængigt af, hvilke oplysninger der kan fremskaffes i forbindelse med den konkrete undersøgelse. Som supplement til standardprogrammet kan det overvejes at inddrage flere komponenter i analyseprogrammet, såfremt der er konkrete oplysninger, der peger i denne retning:

- Chrom og chrom(VI)
- Biocider (antifoulingsmidler eller fungicider)
- Formaldehyd
- Monomerer (Butylacrylat og buthylmethacrylat)

- Phthalater
- Cyanid (fra isocyanater).

### Analyseprogram for poreluftprøver

Poreluftprøver fra lokaliteter, hvor der har været farve- og lakfabrik, anbefales analyseret efter programmet angivet i tabel 6.3.

Stofgruppe	Komponent	Metode	Detektionsgrænse ( $\mu\text{m}^3$ )
Kulbrinter	Total kulbrinter	GC-FID	50
		GC-FID	0,1
Chlorerede kulbrinter	Dichlormethan	GC-ECD	0,1
	Trichlormethan	GC-ECD	0,1
	Tetrachlormethan	GC-ECD	0,1
	1,1,1 trichlorethan	GC-ECD	0,1
	Trichlorethylen	GC-ECD	0,1
	Tetrachlorethylen	GC-ECD	0,1

**Tabel 6.3** Laboratorieanalyser for poreluftprøver, standardprogram.

Poreluftanalyserne er alene velegnede til at spore flygtige organiske stoffer med ringe vandopløselighed. Der er derfor kun få muligheder for at udvide analyseprogrammet for poreluftprøver.

### 6.3 Design af undersøgelsesprogram

De fysiske undersøgelser har til formål at be- eller afkræfte, om virksomhedens aktiviteter har ført til forurening af jord og grundvand. Derudover skal de fysiske undersøgelser tilvejebringe de oplysninger, som er nødvendige for at kunne foretage en indledende risikovurdering af forureningens påvirkning af miljø og sundhed. Da fysiske undersøgelser er kostbare at iværksætte, er der al mulig grund til at ofre god tid på omhyggelig planlægning og design af et undersøgelsesprogram.

Den historiske redegørelse skal resultere i to sæt af oplysninger:

1. Hvilke potentielle kilder er, eller har der været til forurening af jordmiljøet?
2. Hvilke miljøfremmede stoffer kan der være udledt fra virksomheden, og hvad er deres opførsel i miljøet?

Når disse oplysninger er tilvejebragt, kan der opstilles en konceptuel model, som beskriver de scenarier, som de fysiske undersøgelser skal be- eller afkræfte. Den konceptuelle model kan f.eks. tage stilling til følgende spørgsmål:

- Er der tale om punktkilder, hvor miljøfremmede stoffer f.eks. er lækket fra en tank eller spildt ved en påfyldningsstuds? Eller er der tale om punktkilder, hvor støv eller aerosoler kan være spredt over et større område, f.eks.

fra et ventilationsafkast? Kilden kan i visse tilfælde udgøre et område, f.eks. en oplagsplads eller et areal for deponering af affald.

- Hvordan er de miljøfremmede stoffer undsluppet til miljøet? Forureningen kan eksempelvis være 'injiceret' i jorden fra en utæt kloak eller spildt direkte på jorden fra et tromleoplag.
- Hvilke stoffer kan være undsluppet til miljøet? Hvis der er tale om produkter med få hovedkomponenter og mange additiver, bør man som oftest starte med at undersøge for hovedkomponenten.
- Hvordan vil stofferne opføre sig i miljøet? Vil de adsorbere til jorden umiddelbart ved kilden, vil de fordampe, vil de bevæge sig ned mod grundvandet, eller vil de opløses i porevandet og vaskes ned?
- Undergår stoffet forandringer i miljøet? Bliver det nedbrudt eller ændrer tilstandsform?

Når dette hændelsesforløb er tænkt igennem, er der skabt et billede af, hvor på grunden der skal søges efter hvilke forureningskomponenter. For hver kilde kan der herefter vælges en undersøgelsesstrategi, hvor der udvælges prøveudtagningsmetode(r) og analyseparametre for hver af de "forureningshændelser", som indgår i den konceptuelle model.

En detaljeret gennemgang af prøvetagnings- og analyse strategier fremgår af /13/. Her beskrives i bilag 1, eksempel 1 og 2, relevante typer af prøvetagnings- og analysestrategier i orienterende forureningsundersøgelser (tekniske kortlægningsundersøgelser). Det anbefales generelt, at prøvetagningstætheden til lokalisering af ukendte forureningskilder ved tekniske kortlægningsundersøgelser begrænses til niveauet "grov screening".



## 7. Afværgeteknikker

Såfremt der ved kortlægningsundersøgelsen på vidensniveau 2 påvises forurening, der overskrider de af Miljøstyrelsen fastsatte kvalitetskriterier for jord, grundvand eller poreluft /1/, vil næste trin være at foretage en mere omfattende forureningsundersøgelse. Den omfattende forureningsundersøgelse bør indeholde en beskrivelse af nedenstående forhold:

- Geologi, hydrogeologi og geokemi
- Forureningsudbredelse, spredningshastighed og kildestyrke.

Med baggrund i en samlet vurdering af ovenstående undersøgelsesforhold udarbejdes i henhold til /1/ en risikovurdering, der klargør, i hvilken grad forureningen udgør en risiko i forhold til arealanvendelsen, grundvands- og recipientinteresser. På baggrund af risikovurderingen beslutes det, om der skal foretages afværgeforanstaltninger.

Det er vigtigt, at der på et tidligt tidspunkt i undersøgelsesfasen overvejes, hvilke afværgeforanstaltninger der kan være aktuelle for den pågældende forurening og lokalitet. Herved sikres, at der allerede i undersøgelsesforløbet kan foretages en afklaring af, hvilke afværgeteknikker der er bedst egnede. Det kan også være hensigtsmæssigt allerede i undersøgelsesforløbet at overveje, om nogle af undersøgelsesboringerne skal indrettes, så de senere kan anvendes som monitorings- eller pumpeboringer

Inden afværgeprojektet påbegyndes, foreslås det at orientere sig i Amternes Projekthåndbog /4/. I projekthåndbogen er der samlet en lang række gode råd og vejledninger med udbud og kontrahering af rådgivning og entreprenørarbejde.

### **Identifikation af potentielle afværgestrategier**

Identifikationen af mulige afværgestrategier skal som udgangspunkt baseres på en gennemgang af alle generelt anvendelige afværgeteknikker over for den pågældende forurening. Med baggrund i formålet med afværgeprojektet og de lokalitetsspecifikke forhold udvælges, hvilken afværgeteknik eller kombination af forskellige teknikker der er bedst egnede over for den identificerede forurening. Valget skal overordnet baseres på en helhedsvurdering af funktion, miljø, tid og økonomi.

Ved valg af afværgeopløsning er det vigtigt at tage stilling til, om formålet er en fjernelse og/eller en afskæring af forureningen. Der skal tages stilling til de oprensningskriterier, som afværgeopløsningen skal sigte mod, og det skal undersøges, hvilke krav der er til afværgeforanstaltningen med hensyn til udledningskriterier for vand og luft.

Afværgeforanstaltninger til sikring af arealanvendelsen tager sigte på at fjerne eller afskære forureningen, så eksponeringen mindskes eller hindres, mens afværge-

foranstaltninger over for grundvand tager sigte på at reducere eller hindre spredning af forureningen til grundvand og recipient.

Før detailplanlægning og etablering af afværgeforanstaltninger kan det med fordel betale sig at supplere med mere specifikke tekniske undersøgelser eller tests. Testene skal udmunde i en nærmere bestemmelse af særlige designparametre, såsom permeabilitet, vandindhold, hydraulisk ledningsevne, geoteknik etc. En mere uddybende beskrivelse af de enkelte afværgeteknologier og tests kan findes i amternes afværgehåndbog for klorerede opløsningsmidler /42/.

Der sker løbende udvikling af forskellige afværgete metoder primært i udlandet. I valget af afværgeteknikker er det vigtigt at følge med i den internationale viden på området. Her er givet nogle eksempler på hjemmesider, hvor der kan opnås et godt overblik med hensyn til den internationale viden på området: US EPA's hjemmeside [www.clu-in.org](http://www.clu-in.org), [www.techknow.org](http://www.techknow.org) og [www.gwrtac.org](http://www.gwrtac.org). Disse hjemmesider er endvidere fyldt med links til andre hjemmesider omhandlende afværgeteknikker. På den danske Miljøstyrelses hjemmeside [www.mst.dk](http://www.mst.dk) og på Amternes Videncenter for Jordforurenings hjemmeside [www.avjinfo.dk](http://www.avjinfo.dk), findes en del publikationer, der beskriver afprøvede afværgeteknikker i Danmark.

I tabel 7.1 er der foretaget en udvælgelse af de afværgeteknikker, der på nuværende tidspunkt vurderes at være bedst egnede i forhold til de forureningskomponenter, der typisk findes i forbindelse med farve- og lakindustrien. Udvælgelsen af teknikker bærer også præg af, hvilke teknikker der p.t. er mest kommercielt udviklede. I tabellen er der foretaget en kort beskrivelse af den pågældende metode samt anvendelighed i forhold til forskellige stofgrupper, geologi og hydrogeologi. Der er for den enkelte teknik endvidere anslået tiden for en forventet oprensningsperiode.

Efter afslutning af etablering og evt. indkøring af en afværgeforanstaltning er det af stor betydning, at der, udover den rent maskintekniske del bestående af eftersyn og vedligehold, løbende foretages en monitoring og optimering af afværgeforanstaltningen, der sikrer den bedst mulige oprensning igennem hele driftsperioden. Før afslutning af afværgeprojektet bør der endvidere foretages en fastsættelse af stopkriterier for afværgeforanstaltningerne.

<b>Teknik</b>	<b>Forureningskomponenter</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Sted</b>	<b>Geologi</b>	<b>Hydrogeologi</b>	<b>Oprensningsperiode</b>
Afgravning/opboring	Olieprodukter, BTEX, chlorerede opløsningsmidler, metaller, phthalater	Afgravning/ opboring af jord. Bortkørsel af jord til ekstern rensning	Kildeoprensning	Alt	Umættet og mættet. (Evt. foretages grundvandssækning.)	Kort
Vakuumentilering (aktiv)	Flygtige oliekomponenter herunder BTEX, chlorerede opløsningsmidler	Aktiv oppumpning af forurenet poreluft	Kildeoprensning	Sand –grus (kalk)	Umættet	Mellem
Termisk assisteret oprensning	Oliekomponenter herunder BTEX, chlorerede opløsningsmidler, letflygtige vandblandbare opløsningsmidler	Opvarmning af jordmatrixen ved injektion af luft og damp.	Kildeoprensning	Sand –grus (kalk), lerlag mindre end 3 meter tykke	Umættet og mættet	Kort
Forceret udvaskning	Olieprodukter, BTEX, chlorerede opløsningsmidler, vandblandbare opløsningsmidler	Udvaskning af forurening ved kunstig forøget vandgennemstrømning	Kildeoprensning	Sand –grus (kalk)	Umættet og mættet	Lang
Air-sparging	Flygtige oliekomponenter herunder BTEX, chlorerede opløsningsmidler, letflygtige vandblandbare opløsningsmidler	Injektion af luft under vandspejl. Kombineres med vakuumentilering	Kildeoprensning	Sand –grus	Mættet (umættet)	Mellem
Kemisk oxidation	Oliekomponenter herunder BTEX, tjære, PAH'er, chlorerede opløsningsmidler, vandblandbare opløsningsmidler	Kemisk nedbrydning af forureningen ved tilsætning af oxidationsmiddel	Kildeoprensning	Sprækket ler, silt og sand	Mættet og umættet	Mellem
Naturlig nedbrydning	Flygtige oliekomponenter herunder BTEX, chlorerede opløsningsmidler, letflygtige vandblandbare opløsningsmidler	Overvågning ved en omfattende monitoring og herved dokumentering af nedbrydningen af en forurening. Nedbrydningen kan evt. stimuleres ved tilsætning af kulstofkilde.	Spredningskontrol	Sand og grus	Mættet (umættet)	Lang

Teknik	Forureningskomponenter	Beskrivelse	Sted	Geologi	Hydrogeologi	Oprensningsperiode
Forsegling af forureningen	Oliekomponenter herunder BTEX, tjære, PAH'er, chlorerede opløsningsmidler, vandblandbare opløsningsmidler	Etablering af asfalt, spuns eller betonvægge/belægning eller anden form for barriere, der hindre en horisontal og vertikal spredning af forureningen.	Spredningskontrol	Alt	Umættet og mættet	Lang
Afværgepumpning og vandbehandling	Oliekomponenter, BTEX, chlorerede opløsningsmidler, Vandblandbare opløsningsmidler	Oppumpning og behandling af grundvand	Kildeoprensning og spredningskontrol	Sand, grus og kalk	Mættet	Lang
Passiv ventilation	Flygtige oliekomponenter herunder BTEX, chlorerede opløsningsmidler	Passiv fjernelse af forurenede poreluft drevet af naturlige atmosfæriske trykvariationer	Kildeoprensning	Sand –grus (kalk)	Umættet	Lang
Byggetekniske foranstaltninger	Flygtige oliekomponenter herunder BTEX, chlorerede opløsningsmidler, letflygtige vandblandbare opløsningsmidler	Sikring af indeluft ved eksempelvis: intern rensning af luft, tætning af bygning evt. vha. udlægning af membran.	Spredningskontrol	Alt	Umættet	Lang

**Tabel 7.1** Udvalgte afværgeteknikker i forhold til forureningskomponenter i branchen /45/.

Note: Oprensningsperioder er angivet som: Kort: <3/4 år, Mellem: 3/4-3 år og Lang: >3 år.



## 8. Litteraturliste

- /1/ Miljøstyrelsen: Oprydning på forurenede lokaliteter - Hovedbind. Vejledning nr. 6 1998.
- /2/ Miljø- og Energiministeriet: Lov nr. 370 af 2. juni 1999 om forurennet jord.
- /3/ Amternes Videncenter for Jordforurening. Branchespecifikke udtræk fra databasen over amternes registreringsundersøgelser. 1997.
- /4/ Amternes Videncenter for Jordforurening 2002. Amternes Projekthåndbog 3. udgave 2002.
- /5/ Akzo Nobel Industrial Coatings. Personlig kommunikation, December 2003.
- /6/ Miljøstyrelsen: Brancheorientering for lak- og farveindustrien. Orientering fra Miljøstyrelsen, nr. 5, 1996.
- /7/ Miljøstyrelsen: Miljøgennemgang af kemiske virksomheder i Esbjerg. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, nr. 47, 1994.
- /8/ SBI: Problematiske stoffer i byggevarer. SBI-Meddelelse 122, Statens Byggeforskningsinstitut, 1999.
- /9/ Danmarks Statistik: Fremsendt materiale vedr. statistik for branchekode 24.30.00. 2003
- /10/ Miljøstyrelsen: Livscyklusvurdering af 3 typer metalmaling. Miljøprojekt nr. 488, 1999
- /11/ Miljøstyrelsen: Oprydning på forurenede lokaliteter - Appendikser. Vejledning nr. 7, 1998.
- /12/ Petersen, J. : Maling og lak. Foreningen for Danmarks lak- og farveindustri. 1970.
- /13/ Miljøstyrelsen: Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand. Bind 1 og 2. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen. Nr. 20, 1996.
- /14/ Miljøstyrelsen: Prøvetagning og analyse af jord. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 13, 1998.
- /15/ Miljøstyrelsen: Grundlag for nyttiggørelse af forurennet jord og restprodukter. Miljøprojekt nr. 415, 1998.
- /16/ Miljøstyrelsen: Feltmetoder til forurennet jord. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen nr. 18. 1995.

- /17/ Amternes Videncenter for jordforurening: Sammenligning af testmetoder til jord. Temanummer om feltanalyser. Tillæg til Orientering, november 1999.
- /18/ Lossepladsprojektet: Forurenede industrigrunde. Udredningsrapport U2, januar 1988.
- /19/ Surface coatings, Vol. 1: Raw materials and their usage. Chapman & Hall, 1993.
- /20/ Miljøstyrelsen (1973): Bilag til lov om miljøbeskyttelse, nr. 372 af 13. juni 1973.
- /21/ Status for arbejdet med forenkling og effektivisering af miljømyndighedernes regulering af industrivirksomheder, Miljøministeriet, juni 2002.
- /22/ Miljø- og Energiministeriet (1986): Bekendtgørelse om godkendelse af særligt forurenende virksomheder mv. nr. 783 af 21. nov. 1986.
- /23/ Miljø- og Energiministeriet (1991): Bekendtgørelse om godkendelse af listevirksomhed (Godkendelsesbekendtgørelsen) nr. 794 af 9. dec. 1991.
- /24/ Miljø- og Energiministeriet (1992): Bekendtgørelse vedrørende anden virksomhed end listevirksomhed nr. 367 af 10. maj 1992.
- /25/ Miljø- og Energiministeriet (1992): Bekendtgørelse om indkaldelse af ansøgninger om godkendelse fra bestående listevirksomheder nr. 532 af 20. juni 1992.
- /26/ Miljø- og Energiministeriet (1972): Lov nr. 178 af 24. Maj 1972 om bortskaffelse m.v. af olie- og kemikalieaffald.
- /27/ Miljø- og Energiministeriet (1972): Bekendtgørelse nr. 455 af 17. Oktober 1972 om bortskaffelse af olieaffald.
- /28/ Miljø- og Energiministeriet (1976): Bekendtgørelse nr. 121 af 17. marts 1976 om kemikalieaffald.
- /29/ Miljø- og Energiministeriet (1990): Cirkulære nr. 190 af 25. september 1990 om kommunale indsamlingsordninger for olie- og kemikalieaffald.
- /30/ Miljø- og Energiministeriet (1996): Bekendtgørelsen om bortskaffelse, planlægning og registrering af affald nr. 581 af 24. juni 1996.
- /31/ Miljø- og Energiministeriet (1999): Bekendtgørelse om godkendelse af listevirksomhed (Godkendelsesbekendtgørelsen) nr. 807 af 25. okt. 1999.

- /32/ Miljø- og Energiministeriet (2001): Bekendtgørelse om godkendelse af listevirksomhed (Godkendelsesbekendtgørelsen) nr. 646 af 29. juni 2001.
- /33/ Miljø- og Energiministeriet (2003): Bekendtgørelse om godkendelse af listevirksomhed (Godkendelsesbekendtgørelsen) nr. 652 af 3. juli 2003.
- /34/ Miljø- og Energiministeriet (2002): Bekendtgørelse om visse listevirksomheders pligt til at udarbejde grønt regnskab nr. 594 af 5. juni 2002.
- /35/ Miljø- og Energiministeriet (1999): Bekendtgørelse om spildevandstilladelser m.v. efter miljøbeskyttelseslovens kapitel 3 og 4. nr. 501 af 21. juni 1999.
- /36/ Miljø- og Energiministeriet (2000): Bekendtgørelse om affald nr. 619 af 27. juni 2000.
- /37/ Politikkens Danske Industrihåndbog: Sådan laves det. Politikkens forlag, 1966.
- /38/ Petersen, Jørgen: Maling og lak. Foreningen for Danmarks Lak- og Farveindustri, 1970.
- /39/ Sadolin & Holmblad: Fra farverivning til kemisk industri, Sadolins Farver, 1932, København.
- /40/ Skaaning, Preben: 65 år med Hempel. Jubilæumsbog udgivet af Hempel, 1980.
- /41/ Drachmann, Povl: Et bidrag til den danske Farveindustri historie 1819-1919, Aktieselskabet Sadolin & Holmblad.
- /42/ Amternes Videncenter for Jordforurening 2003. Afværgehåndbog for klorede opløsningsmidler, Teknik & Administration, Nr. 4, 2003.
- /43/ Amternes Videncenter for Jordforurening 2003. Håndbog for poreluftundersøgelser, Teknik & Administration, Nr. 3, 1998.
- /44/ Miljøstyrelsen: Kortlægning af forurenede arealer. Vejledning nr. 8, 2000.
- /45/ Miljøstyrelsen: Afprøvede teknologier under Miljøstyrelsens Teknologiprogram for jord- og grundvandsforurening. Nr. 714, 2002.

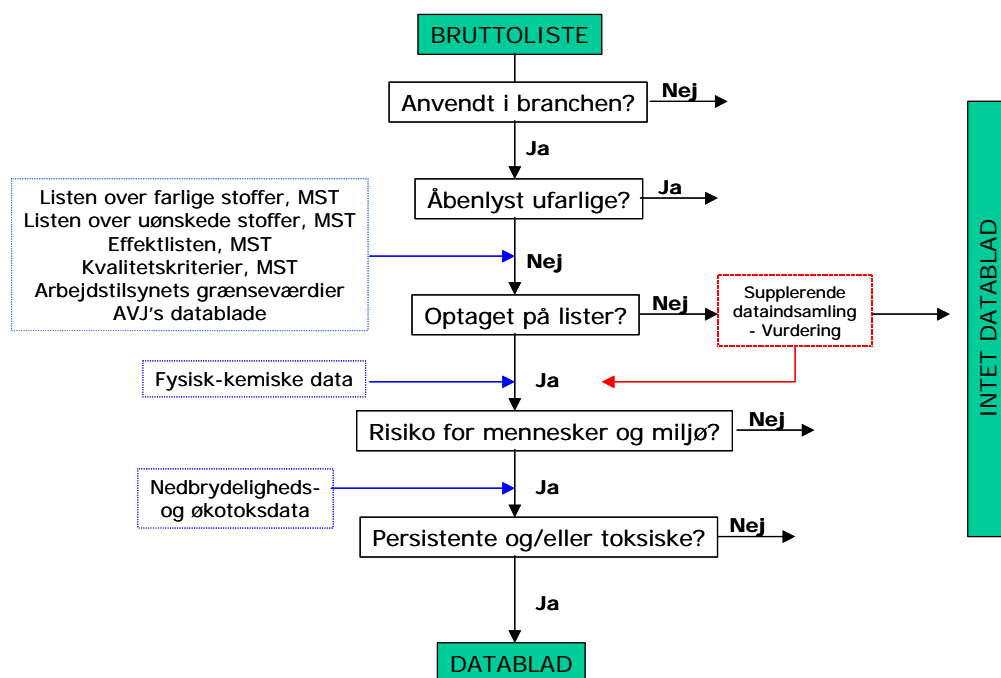
## **Bilag 1**

### **Anvendte stoffer i farve- og lakbranchen**



Dette bilag indeholder en samlet oversigt over råvarer og enkeltkomponenter, som er truffet under gennemgangen af branchens teknologiske udvikling. Listen er søgt systematiseret efter deres anvendelse i produktionen eller deres funktion i produkterne.

Med henblik på at skabe et overblik over stoffernes miljøfarlighed er det i oversigten angivet, hvorvidt stofferne er underlagt regulering fra myndigheder inden for miljø- eller arbejdsmiljøområdet. Dette kommer til udtryk ved, at stofferne vil være optaget på eksempelvis Miljøstyrelsens liste over uønskede stoffer, eller ved at der er fastsat en Hygiejnisk Grænseværdi (HGV) for stoffernes forekomst i arbejdsmiljøet. Disse oplysninger danner samtidig grundlag for udvælgelsen af de stoffer, for hvilke der i denne branchebeskrivelse er udarbejdet datablade indeholdende fysisk-kemiske oplysninger om det enkelte stof. Proceduren for udvælgelse af, hvilke stoffer, der anses at være miljøfarlige, og derfor er forsynet med datablad, fremgår af nedenstående.



Fra Kortlægning af kemikalieanvendelser i forskellige brancher (AVJ-rapport) benyttes følgende kriterier for fravalg af organiske stoffer, hvor risikoen for akkumulering i jord eller nedsivning til grundvand er ringe.

Kriterium 1: Stoffer med en nedbrydelighed på mere end 60% efter 28 dage sorteres fra. Kriteriet er fastsat på baggrund af OECD test nr. 301 C der opstiller kriteriet, som grænse for let nedbrydelighed

Kriterium 2: Organiske stoffer med et damptryk større end 760 mm Hg (1 atm) sorteres fra, da disse stoffer vurderes at være så let flygtige, at de ikke vil være at finde i jord eller grundvand

Kriterium 3: Organiske stoffer med et damptryk mellem 100 og 760 mm Hg og som samtidig har en vandopløselighed på mindre end 100 mg/l (næsten uopløseligt) sorteres fra. Disse stoffer vil hurtigt fordampe, hvis de spredes til miljøet og risikoen for udvaskning vil være meget ringe.

Følgende referencer er anvendt:

- Miljøstyrelsen 2000: Bekendtgørelse om listen over farlige stoffer. Bekendtgørelse nr. 733 af 31/7-2000. Samt <http://www.mst.dk/default.asp?Sub=http://www.mst.dk/kemi/02000000.htm>. Marts 2004.
- Miljøstyrelsen 2003: Liste over kvalitetskriterier i relation til forurenede jord. Opdateret juli 2003.
- Miljøstyrelsen: Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand. Bind 2. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen. Nr. 20, 1996.
- Arbejdstilsynet: Grænseværdier for stoffer og materialer. Vejledning C.0.1. Oktober 2002.
- Amternes Videncenter for Jordforurening: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser, Teknik & Administration, nr. 7, 2002.
- Amternes Videncenter for Jordforurening: Branchebeskrivelse for trykkerier, Teknik & Administration, nr. 2 2003.

# BILAG 1 - Kemiske stoffer i maling og lakker

Nedenfor findes en liste over hyppigt forekommende stoffer i malevarer. Listen er ikke fuldstændig udtømmende.

## Navnesorteret

Stof	CAS-nr.	Stoftype	Produkttype	Effekter/ li-ster	Kommentar	Data-blad
acetone	67-64-1	opløsningsmiddel - keton		NF		x
acrylsyre	79-10-7	monomer	plast	FG	Kriterium 1 /3/	
aluminium	7429-90-5	pigmenter og fyldstoffer		NF		x
aluminiumkaliumsilicat	1327-44-2	pigmenter og fyldstoffer		RNF	Hører under aluminium	x
aluminiumoxid	1344-28-1	ukendt		N		x
3-((2-aminoethyl)amino)propyl)trimethoxysilan	1760-24-3	bindemiddel	silikone			x
3-aminopropyltriethoxysilan	919-30-2	bindemiddel	silikone	F		x
ammoniak	7664-41-7	pH-justering	plast	F	Kriterium 2 /2/	
iltet bitumen (iltet asfalt)	64742-93-4	bindemiddel	bitumen		Samlet datablad for bitumen, iltet bitumen, tjære, beg	x
aromatiske carbonhydrider (tjære)	63231-51-6	opløsningsmiddel – carbonhydrid aromatisk	affedtning		Samlet datablad for bitumen, iltet bitumen, tjære, beg	x
bariumsulfat	7727-43-7	pigmenter og fyldstoffer				x
beg (tjære)		bindemiddel			Samlet datablad for bitumen, iltet bitumen, tjære, beg	x
benzen	71-43-2	opløsningsmiddel – aromatet		KRFUJ		x
benzen-1,3-diol	108-46-3	bindemiddel	phenolharpiks	F		x
benzoylperoxid	94-36-0	hærder	polyester	AF		x
benzyl-3-isobutyryl-1-isopropyl-2,2- dimethylpropylphthalat	16883-83-3	blødgøringsmiddel				
2,2-bis(hydroxymethyl)butan-1-ol (trimethylolpropane)	77-99-6	opløsningsmiddel – glycol				x
bisphenol-A (4,4-isopropylidenphenol)	80-05-7	katalysator	epoxy	AF		x
bisphenol-A-diglycidylether	1675-54-3	monomer	epoxy	AFU		x
bisphenol-A-diglycidylether reaktionsprodukt	25068-38-6	bindemiddel				x
bitumen	8052-42-4	bindemiddel	bitumen		Samlet datablad for bitumen, iltet bitumen, tjære, beg	x

**K:** Kræft - Kræftlisten i Grænseværdier for stoffer og materialer, Arbejdstilsynet 1996.

**A:** Allergi - Tysk grænseværdiliste 1996 og Bekendtgørelse af listen over farlige stoffer, 1997

**F:** Farlige stoffer - Miljø- og energiministeriets, 1997

**G:** Med på Arbejdstilsynets Grænseværdiliste (kun stoffer, hvor der ikke allerede er datablade)

**J:** Miljøstyrelsens lister over stoffer med fastsat jordkvalitetskriterium

Branchebeskrivelse for Farve- og lakindustrien

April 2004

**R:** Reproduktionsskader - Arbejds miljøinstituttet 1991.

**N:** Nervesystemskader - Simonsen et al 1995

**U:** Uønskede stoffer - Miljøstyrelsen, 1997.

**E:** Med på Miljøstyrelsens Effektlister 2002



Stof	CAS-nr.	Stofstype	Produkttype	Effekter/ lister	Kommentar	Data-blad
blychromater	7758-97-6	sikkativ		FU		x
blydioxid	1309-60-0	hærder		E	Under bly	x
bronopol (2-bromnitropropan-1,2-diol)	52-51-7	konserveringsmiddel		FE		x
buta-1,3-dien	106-99-0	monomer	gummi og elastomer	KFG	Kriterium 2 /4/	
butadien-styren copolymer	9003-55-8	polymer	gummi og elastomer		Polymer vurderes ej farlig for jord og grundvand	
butan	106-97-8	drivgas - alifatisk carbonhydrid		FU	EJ relevant – drivgas	
butan-1-ol	71-36-3	opløsningsmiddel – alkohol		-		x
butandi-1,4-yldiglycidylether	2425-79-8	monomer	epoxy	AF		x
2-butanonoxim (methylethylketoxim)	96-29-7	antihuddannelsesmiddel		AFU		x
2-butoxyethanol (butylglycol)	111-76-2	opløsningsmiddel – glycoether	plast filmdannelsesmidler	F	Let nedbrydelig (trykkerirap.)	
1-butyl(2,3-epoxy-1-propyl)ether	2426-08-6	monomer	epoxy	AF		x
butylacetat	123-86-4	opløsningsmiddel - ester		F		x
butylacrylat	141-32-2	monomer	plast	AF		x
butylbenzylphthalat	85-68-7	blødgøringsmiddel		U	Kriterium 1 /4/	
butyldiglycol (2-(2-butoxyethoxy)ethanol)	112-34-5					x
butylmethacrylat	97-88-1	monomer	plast	AFG		x
4-butyrolacton	96-48-0	opløsningsmiddel - ester, cyklisk	farve- og lakfjerner	G		x
cadmium	7440-43-9	pigmenter		FU		x
calciumcarbonat	471-34-1	pigmenter og fyldstoffer		E	Ej relevant	
calciumoxid	1305-78-8	bindemiddel	cement		Ej relevant	
carbendazim	10605-21-7	fungicid - svampemiddel		RFG		x
carbon black	1333-86-4	pigmenter og fyldstoffer		K	Kommer med ved analyse for PAH(trykkerirap)	
chlordifluormethan	75-45-6	drivgas -halogenholdig carbonhydrid		G	EJ relevant – drivgas	
2-chlor-2-methyl-3-isotiazolon (Kathon CG)	26172-55-4	konserveringsmiddel			Ikke med pga. ikke på liste over f.s. Meget lille forbrug	
chlorthalonil	1897-45-6	fungicid – svampemiddel		KAFUE		x

**K:** Kræft - Kræftlisten i Grænseværdier for stoffer og materialer, Arbejdstilsynet 1996.

**A:** Allergi - Tysk grænseværdiliste 1996 og Bekendtgørelse af listen over farlige stoffer, 1997

**F:** Farlige stoffer - Miljø- og energiministeriets, 1997

**G:** Med på Arbejdstilsynets Grænseværdiliste (kun stoffer, hvor der ikke allerede er datablade)

**J:** Miljøstyrelsens lister over stoffer med fastsat jordkvalitetskriterium

Branchebeskrivelse for Farve- og lakindustrien

April 2004

**R:** Reproduktionsskader - Arbejds miljøinstituttet 1991.

**N:** Nervesystemskader - Simonsen et al 1995

**U:** Uønskede stoffer - Miljøstyrelsen, 1997.

**E:** Med på Miljøstyrelsens Effektlister 2002

Stof	CAS-nr.	Stofstype	Produkttype	Effekter/ lister	Kommentar	Data-blad
coboltoctoat	136-52-7	sikkativ - tørrelse	alkyd- og oliema- ling			
di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)	117-81-7	blødgøringsmiddel		KRUJ		x
1,5-diaminochlor-4,8-dihydroxy-9,10-anthracendion	12217-79-7	pigmenter og fyldstoffer			Ikke med pga. ikke på liste over f.s. Lille forbrug	
dibutylphthalat	84-74-2	blødgøringsmiddel		U		x
dibutyltindilaurat	77-58-7	hærder, stabilisator	silikone			x
dichlordifluormethan (Halon 122)	75-71-8	drivgas -halogenholdig carbonhydrid		G	EJ relevant - drivgas	
dichlormethan (methylenchlorid)	75-09-2	opløsningsmiddel - halogenholdig carbon- hydrid	farve- og lakfjerne- re	KRFUJ		x
dicyclopentadien-ethylenglycol-maleinsyreanhydrid-2,2'-oxydiethanol polymer	68171-28-8	bindemiddel	polyester		Polymer vurderes ikke farlig for jord og grundvand	
diethylentriamin (DTA)	111-40-0	hærder - amin	epoxy	AFUG		x
diethylmalonat	105-53-3	blødgøringsmiddel				x
ar, ar' -diisocyanatodiphenylmethan	26447-40-5	monomer	polyurethan		Ikke med pga. ikke på liste over f.s.	
1,3-diisocyanatomethylbenzen, uspec.	26471-62-5	monomer	polyurethan	KA	Ikke med pga. ikke på liste over f.s.	
diisodecylphthalat	26761-40-0	blødgøringsmiddel		U		x
dimethyladipat	627-93-0	opløsningsmiddel - ester	farve- og lakfjerne- re		Kriterium 1 /4/	
dimethylether	115-10-6	opløsningsmiddel - ether		FG	Kriterium 2 /4/	
dimethylglutarat	1119-40-0	opløsningsmiddel - ester	farve- og lakfjerne- re		Let nedbrydelig, ikke bioakk (trykkerirap.)	
dimethylkviksølv (org. Hg-forbindelser)	593-74-8	fungicider		F		x
dimethylsiloxaner og -silikoner, hydroxytermineret	70131-67-8	bindemiddel	silikone		Ej relevant	
dimethylsuccinat	106-65-0	opløsningsmiddel - ester	farve- og lakfjerne- re		Kriterium 1 /4/	
1,3-diphenylguanidin	102-06-7	hærder				x
epichlorhydrin	106-89-8	monomer	epoxy	KRAF		x
ethanol	64-17-5	opløsningsmiddel - alkohol		RNFG	Kriterium 1 /4/	

**K:** Kræft - Kræftlisten i Grænseværdier for stoffer og materialer, Arbejdstilsynet 1996.

**A:** Allergi - Tysk grænseværdiliste 1996 og Bekendtgørelse af listen over farlige stoffer, 1997

**F:** Farlige stoffer - Miljø- og energiministeriets, 1997

**G:** Med på Arbejdstilsynets Grænseværdiliste (kun stoffer, hvor der ikke allerede er datablade)

**J:** Miljøstyrelsens lister over stoffer med fastsat jordkvalitetskriterium

Branchebeskrivelse for Farve- og lakindustrien

April 2004

**R:** Reproduktionsskader - Arbejds miljøinstituttet 1991.

**N:** Nervesystemskader - Simonsen et al 1995

**U:** Uønskede stoffer - Miljøstyrelsen, 1997.

**E:** Med på Miljøstyrelsens Effektlister 2002

Stof	CAS-nr.	Stofstype	Produkttype	Effekter/ lister	Kommentar	Data-blad
ethen	74-85-1	monomer	plast		Kriterium 2 /4/	
ethen-vinylacetat copolymer	24937-78-8	bindemiddel	plast		Polymer vurderes ikke farlig for jord og grundvand	
ethyl-2-cyanoacrylat	7085-85-0	monomer	cyanoacrylat		Ikke med pga. ikke på liste over f.s.	
ethylacetat	141-78-6	opløsningsmiddel - ester		F		x
2,2'-(ethylendioxy)diethanol (triethylenglycol)	112-27-6	opløsningsmiddel - glycol/glycoether	polyester		Kriterium 1 /4/	
ethylenglycol	107-21-1	opløsningsmiddel - glycol		F		x
ethylenglycol/fumarsyre/poly(oxy(methyl-1,2-ethandiyl)) $\alpha,\alpha$ -((1-methylethyliden)di-4,1-phenylen) bis $\omega$ -hydroxy polymer	39382-21-3	polyol	polyurethan		Let bionedbrydelige, ej jordforurenende (plastrap.)	
ethylenglycoldimethacrylat-methacrylsyre-methacrylsyre-2-isocyanato-ethylester-methylmethacrylat-octadecylmethacrylat-propylenglycol	72264-82-5	polyol	polyurethan		Let bionedbrydelige, ej jordforurenende (plastrap.)	
ethylglycol (2-ethoxyethanol)	110-80-5	opløsningsmiddel - glycoether		RFU		x
ethylglycolacetat (2-ethoxyethylacetat)	111-15-9	opløsningsmiddel - glycoetherester		RFUG	Let nedbrydelig (trykkerirap)	
formaldehyd	50-00-0	konserveringsmiddel		KAFUJ		x
formaldehyd-phenol polymer (phenolharpiks)	9003-35-4	bindemiddel	phenolharpiks			x
formaldehyd-phenol-resocinolpolymer	25986-71-4	bindemiddel	phenolharpiks		Enkelt stoffer dækkes af datablade	
formaldehydpolymerer	9011-05-6	bindemiddel			Under formaldehyd	
hexamethylen-1,6-diisocyanat, HDI (1,6-diisocyanatohexan)	822-06-0	monomer	polyurethan	AFE		x
HDI (1,6-diisocyanatohexan) polymer	28182-81-2	polymer	polyurethan		Dækkes af monomeren	
hexandi-1,6-yldiglycidylether	16096-31-4	monomer	epoxy		Ikke med pga. ikke på liste over f.s.	
$\alpha$ -hydro- $\omega$ -hydroxy-poly(oxy(methyl-1,2-ethandiyl)), ether med 2,2-bis(hydroxymethyl-1,3-propan-1,3-diol (4:1), 2-hydroxy-3-mercaptopropylether	72244-98-5	hærder - mercaptan	epoxy		Ikke med pga. ikke på liste over f.s.	
hydroquinone	123-31-9	stabilisator		RF	Let nedbrydelig (trykkerirap)	
2-hydroxyethylmethacrylat	868-77-9	monomer	plast	AF	Kriterium 1 /7/	
3-iodpropynylbutylcarbammat	55406-53-6	fungicid - svampemiddel			Ikke med pga. ikke på liste over f.s.	
IPDI (isophorondiisocyanat)	4098-71-9	monomer	polyurethan	AF		x
isophorondiamin	2855-13-2	hærder - amin	epoxy	AFU		x

**K:** Kræft - Kræftlisten i Grænseværdier for stoffer og materialer, Arbejdstilsynet 1996.

**A:** Allergi - Tysk grænseværdiliste 1996 og Bekendtgørelse af listen over farlige stoffer, 1997

**F:** Farlige stoffer - Miljø- og energiministeriets, 1997

**G:** Med på Arbejdstilsynets Grænseværdiliste (kun stoffer, hvor der ikke allerede er datablade)

**J:** Miljøstyrelsens lister over stoffer med fastsat jordkvalitetskriterium

Branchebeskrivelse for Farve- og lakindustrien

April 2004

**R:** Reproduktionsskader - Arbejds miljøinstituttet 1991.

**N:** Nervesystemskader - Simonsen et al 1995

**U:** Uønskede stoffer - Miljøstyrelsen, 1997.

**E:** Med på Miljøstyrelsens Effektlister 2002

Stof	CAS-nr.	Stofstype	Produkttype	Effekter/ lister	Kommentar	Data-blad
isophorondiisocyanat polymer	53880-05-0	polymer	polyurethan		Polymer vurderes ej farlig for jord og grundvand	
jern(ii)sulfat	7720-78-7	reducerende	cement		Ufarlig	
jern(III)oxid	1309-37-1	pigmenter og fyldstoffer			Ufarlig	
kaolin	1332-58-7	pigmenter og fyldstoffer			Ufarlig	
kobber og kobber forbindelser	7440-50-8	pigment, fungicid		U		x
kvarts (siliciumdioxid krystallinsk)	14808-60-7	pigmenter og fyldstoffer		K	Ufarlig	
limonen	138-86-3	opløsningsmiddel – terpenere	farve- og lakfjerner	F	Kriterium 1 /7/	
linolie	8001-26-1	bindemiddel (veg. olie)	linolie		Ikke med pga. ikke på liste over f.s., ej medtaget (se trykkerirap)	
mangan (+ manganforbindelser)	7439-96-5	i sikkativer		F		x
magnesiumoxid	1309-48-4	bindemiddel, syreneutralisering	cement, gummi og elastomer			x
MDI (4,4'-diisocyanatodiphenylmethan)	101-68-8	monomer	polyurethan	AFU		x
methanol	67-56-1	opløsningsmiddel - alkohol		NFG	Kriterium 1 /3/	
1-methoxypropan-2-ol	107-98-2	opløsningsmiddel - glycolether		FG	Let nedbrydelig (trykkerirap)	
1-methoxypropan-2-ylacetat	108-65-6	opløsningsmiddel – glycoletherester		FG	Let nedbrydelig (trykkerirap)	
1-methyl-2-pyrrolidon	872-50-4	opløsningsmiddel - kvælstofholdig	farve- og lakfjerner	RF		x
methylcellulose	9004-67-5	bindemiddel	cellulose		Ufarlig	
Methylethylketon (butanon)	78-93-3	opløsningsmiddel – keton		RFG	I trykkerier	x
2-methyl-3-isothiazolon	2682-20-4	konserveringsmiddel			Ikke med pga. ikke på liste over f.s.	
methylmethacrylat	80-62-6	monomer	plast / hærdende plast	RANFU	Kriterium 1 /3/	
methylmethacrylat homopolymer	9011-14-7	polymer	cyanoacrylat		Polymer vurderes ej farlig for jord og grundvand	
methylmethacrylat methylacrylat copolymer	9011-87-4	polymer	cyanoacrylat		Polymer vurderes ej farlig for jord og grundvand	

**K:** Kræft - Kræftlisten i Grænseværdier for stoffer og materialer, Arbejdstilsynet 1996.

**A:** Allergi - Tysk grænseværdiliste 1996 og Bekendtgørelse af listen over farlige stoffer, 1997

**F:** Farlige stoffer - Miljø- og energiministeriets, 1997

**G:** Med på Arbejdstilsynets Grænseværdiliste (kun stoffer, hvor der ikke allerede er datablade)

**J:** Miljøstyrelsens lister over stoffer med fastsat jordkvalitetskriterium

Branchebeskrivelse for Farve- og lakindustrien

April 2004

**R:** Reproduktionsskader - Arbejds miljøinstituttet 1991.

**N:** Nervesystemskader - Simonsen et al 1995

**U:** Uønskede stoffer - Miljøstyrelsen, 1997.

**E:** Med på Miljøstyrelsens Effektlister 2002

Stof	CAS-nr.	Stofstype	Produkttype	Effekter/ lister	Kommentar	Data-blad
2-methylpropan-1-ol (isobutanol)	78-83-1	opløsningsmiddel - alkohol			Kriterium 1 /3/	
mineralsk terpentin og andre jordoliedestillater	8052-41-3	opløsningsmiddel - carbonhydrid blandet	plast filmdannelsesmidler	RNFU	Med som mineralsk terpentin	x
mineralsk terpentin og lignende (flere andre cas-numre)	64742-88-7	opløsningsmiddel - carbonhydrid blandet		F	Med som mineralsk terpentin	x
mineralsk terpentin, uspec.	999999-95-0	opløsningsmiddel - carbonhydrid blandet		RF		x
mono(C <sub>10-16</sub> -alkyloxy)methyloxiran derivater	68081-84-5	monomer	epoxy		Ikke med pga. ikke på liste over f.s.	
C <sub>12</sub> -C <sub>14</sub> -monoglycidylether	999998-90-2	monomer	epoxy		Ikke med pga. ikke på liste over f.s.	
natriumhydroxid	1310-73-2	alkali	affedtning	F		x
natriummetasilikat pentahydrat	10213-79-3	alkali	affedtning		Ufarlig	
natriummetasilikat	6834-92-0	alkali	affedtning		Ufarlig	
naturgummi	9006-04-6	polymer	gummi og elastomer	A	Ufarlig	
2,2',2''-nitrilotriethanol (triethanolamin)	102-71-6	amin	polyester			x
nonylphenol	25154-52-3	katalysator	epoxy	U		x
paraformaldehyd (poly(oxymethylen))	30525-89-4	hærder			Opfører sig som formaldehyd v. kontakt med vand	
pentaerythritol triacrylate	3524-68-3	bindemiddel	UV-hærdende	A?	Ikke med pga. ikke på liste over f.s.	
phenol	108-95-2	bindemiddel		FUJ		x
2-phenoxyethanol	122-99-6	opløsningsmiddel - glycolether	plast filmdannelsesmidler	F	Kriterium 1 /4/	
phthalsyreanhydrid	85-44-9	monomer		AFG	Kriterium 1 /3/	
C.I.Pigment Black 11	12227-89-3	pigmenter og fyldstoffer			Ikke med pga. ikke på liste over f.s.	
C.I.Pigment Blue 15 – phthalocyanin	147-14-8	pigmenter og fyldstoffer			Ej medtaget (se trykkerirap)	
C.I. Pigment Blue 60 – Indianthron blue (C <sub>28</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	81-77-6	pigment	polyurethan	U	Ikke med pga. ikke på liste over f.s.	
C.I.pigment orange 13 – Pyrazolone orange-phenyl (C <sub>32</sub> H <sub>24</sub> C <sub>12</sub> N <sub>8</sub> O <sub>2</sub> )	3520-72-7	pigmenter og fyldstoffer			Ikke med pga. ikke på liste over f.s.	
C.I. pigment Red 104 (blychromatmolybdatsulfat rød)	12656-85-8	pigmenter og fyldstoffer		KRFU		x

**K:** Kræft - Kræftlisten i Grænseværdier for stoffer og materialer, Arbejdstilsynet 1996.

**A:** Allergi - Tysk grænseværdiliste 1996 og Bekendtgørelse af listen over farlige stoffer, 1997

**F:** Farlige stoffer - Miljø- og energiministeriets, 1997

**G:** Med på Arbejdstilsynets Grænseværdiliste (kun stoffer, hvor der ikke allerede er datablade)

**J:** Miljøstyrelsens lister over stoffer med fastsat jordkvalitetskriterium

Branchebeskrivelse for Farve- og lakindustrien

April 2004

**R:** Reproduktionsskader - Arbejds miljøinstituttet 1991.

**N:** Nervesystemskader - Simonsen et al 1995

**U:** Uønskede stoffer - Miljøstyrelsen, 1997.

**E:** Med på Miljøstyrelsens Effektlister 2002

Stof	CAS-nr.	Stofstype	Produkttype	Effekter/ lister	Kommentar	Data-blad
C.I.Pigment Red 112 (BON arylamid)	6535-46-2	pigmenter og fyldstoffer			Ikke med pga. ikke på liste over f.s	
C.I.Pigment Red 88 – Thioindigo (C16H4Cl4O2S2)	14295-43-3	pigmenter og fyldstoffer		U	Ikke med pga. ikke på liste over f.s	
C.I. Pigment Yellow 34 (Blysulfochromatgul)	1344-37-2	pigmenter og fyldstoffer		KRFU		x
C.I.Pigment Yellow 42 – jernoxid	51274-00-1	pigmenter og fyldstoffer			Vurders ufarlig	
2-piperazin-1-ylethylamin	140-31-8	hærder	epoxy	AF		x
polyacrylater	999996-76-8	bindemiddel			Polymer vurderes ufarlig for jord og grundvand	
polychlorede biphenyler (PCB)	1336-36-3	blødgører		G		x
polyisobuten	9003-27-4	polymer	gummi og elastomer		Polymer vurderes ej farlig /4/	
polymere på basis af bisphenol-A diglycidylether	25068-38-6	bindemiddel	epoxy	AFU		x
polypropylenglycol	25322-69-4	polyol	polyurethan		Bionedbrydelige, ej jordforurenende (plastrap.)	
polypropylenglycolmonobutylether	9003-13-8	opløsningsmiddel - glycolether	plast		Ikke med pga. ikke på liste over f.s.	
polyvinylalkohol	9002-89-5	bindemiddel			Polymer vurderes ufarlig for jord og grundvand	
polyvinylchlorid	9002-86-2	bindemiddel			Polymer vurderes ufarlig for jord og grundvand	
portlandcement	65997-15-1	bindemiddel	cement		Ufarlig	
propan	74-98-6	drivgas - alifatisk carbonhydrid		F	EJ relevant - drivgas	
propan-2-ol (isopropanol)	67-63-0	opløsningsmiddel - alkohol	affedtning	FGJ		x
propylencarbonat (4-methyl-1,3-dioxolan-2-on)	108-32-7	opløsningsmiddel - cyklisk oxygenholdig carbonhydrid		F	Kriterium 1 /3/	
propylenglycol	57-55-6	opløsningsmiddel - glycol	plast filmdannelsesmidler			x
propylenglycolacrylat	25584-83-2	bindemiddel	UV-hærdende	AF		x
propylenglycolmonomethacrylat	27813-02-1	monomer	plast			x
saccharin (sødemiddel)	81-07-2	katalysator		K	Ufarlig	
salicylsyre	69-72-7	katalysator	epoxy		Kriterium 1 /3/	

**K:** Kræft - Kræftlisten i Grænseværdier for stoffer og materialer, Arbejdstilsynet 1996.

**A:** Allergi - Tysk grænseværdiliste 1996 og Bekendtgørelse af listen over farlige stoffer, 1997

**F:** Farlige stoffer - Miljø- og energiministeriets, 1997

**G:** Med på Arbejdstilsynets Grænseværdiliste (kun stoffer, hvor der ikke allerede er datablade)

**J:** Miljøstyrelsens lister over stoffer med fastsat jordkvalitetskriterium

Branchebeskrivelse for Farve- og lakindustrien

April 2004

**R:** Reproduktionsskader - Arbejds miljøinstituttet 1991.

**N:** Nervesystemskader - Simonsen et al 1995

**U:** Uønskede stoffer - Miljøstyrelsen, 1997.

**E:** Med på Miljøstyrelsens Effektlister 2002

Stof	CAS-nr.	Stofstype	Produkttype	Effekter/ lister	Kommentar	Data-blad
siliciumdioxid (amorf)	112945-52-5	pigmenter og fyldstoffer			Ufarlig	
solventnaphtha (råolie), let aromatisk (Solvesso)	64742-95-6	opløsningsmiddel - carbonhydrid aromatisk		FU		x
styren	100-42-5	monomer	plast / hærdende plast	KRNfJ		x
talcum	14807-96-6	pigmenter og fyldstoffer			Ufarlig	
TDI (2,4-diisocyanatotoluen)	584-84-9	monomer	polyurethan	KAFU		x
tetrachlormethan	56-23-5	monomer	gummi og elastomer	KFJ		x
tetrahydrofuran	109-99-9	opløsningsmiddel - carbonhydrid cyklisk oxygenholdig		NFG	i trykkerier	x
Texanol® (2,2,4-trimethylpentan-1,3-diol monoisobutyrat)	25265-77-4	opløsningsmiddel - glycolester	plast filmdannelsesmidler			x
TGIC (triglycidylisocyanurat),	2451-62-9	bindemiddel	epoxy	F		x
thiram (tetramethylthiuramdisulfid)	137-26-8	hærder		RAF		x
titandioxid	13463-67-7	pigmenter og fyldstoffer			Ej miljømæssigt problematisk (trykkerirap.)	
toluen	108-88-3	opløsningsmiddel - carbonhydrid aromatisk		RNF		x
2,2'-(m-tolylimino)diethanol	91-99-6	amin	polyester		Ikke med pga. ikke på liste over f.s	
3,6,9-triazaundecan-1,11-diamin (tetraethylenpentamin)	112-57-2	hærder	epoxy	AF		x
tributyltin forbindelser	56573-85-4	fungicid		FU		x
1,1,1-trichlorethan	71-55-6	Opløsningsmiddel		FJ		x
trichlorethylen	79-01-6	Opløsningsmiddel, affedter		FUJ		x
trichlorfluormethan	75-69-4	drivgas -halogenholdig carbonhydrid		G	EJ relevant - drivgas	
triethyltetramin	112-24-3	hærder - amin	epoxy	AF		x
trijerntetraoxid	1317-61-9	pigmenter og fyldstoffer			Ej relevant	
1,3,5-trimethylbenzen (mesitylen)	108-67-8	opløsningsmiddel - carbonhydrid aromatisk		FG		x
2,2,4-trimethylhexan-1,6-diamin	3236-54-2	hærder	epoxy		Ikke med pga. ikke på liste over f.s	

**K:** Kræft - Kræftlisten i Grænseværdier for stoffer og materialer, Arbejdstilsynet 1996.

**A:** Allergi - Tysk grænseværdiliste 1996 og Bekendtgørelse af listen over farlige stoffer, 1997

**F:** Farlige stoffer - Miljø- og energiministeriets, 1997

**G:** Med på Arbejdstilsynets Grænseværdiliste (kun stoffer, hvor der ikke allerede er datablade)

**J:** Miljøstyrelsens lister over stoffer med fastsat jordkvalitetskriterium

Branchebeskrivelse for Farve- og lakindustrien

April 2004

**R:** Reproduktionsskader - Arbejds miljøinstituttet 1991.

**N:** Nervesystemskader - Simonsen et al 1995

**U:** Uønskede stoffer - Miljøstyrelsen, 1997.

**E:** Med på Miljøstyrelsens Effektlister 2002

Stof	CAS-nr.	Stofstype	Produkttype	Effekter/ lister	Kommentar	Data-blad
2,4,6-tris(dimethylamino)methylphenol	90-72-2	hærder	epoxy	F		x
vinylacetat	108-05-4	monomer	plast	KFG	Kriterium 3 /3/	
vinylacetatvinylalkoholcopolymer	25213-24-5	bindemiddel	cement		Polymer vurderes ej farlig for jord og grundvand	
xylen	1330-20-7	opløsningsmiddel - carbonhydrid aromatisk		RNF		x
zinkchromat	13530-65-9	pigmenter og fyldstoffer		KA		
zinkoctoat	557-09-5	sikkativ - tørrelse				
zinkoxid	1314-13-2	pigmenter og fyldstoffer		G	Medtages som zink	x

## Referencer

- /1/ Kortlægning af kemikalieanvendelser i forskellige brancher (AVJ-rapport)  
 /2/ [www.chemfinder.com](http://www.chemfinder.com)  
 /3/ ChemDAT – The Merck Chemical Database, 2003  
 /4/ HSDB (Hazardous Substances Database) [www.toxnet.nlm.nih.gov](http://www.toxnet.nlm.nih.gov)  
 /5/ Arbejdstilsynets hjemmeside [www.at.dk](http://www.at.dk)  
 /6/ [www.eastman.com](http://www.eastman.com)  
 /7/ [www.cerij.or.jp/ceri\\_en/index\\_e.html](http://www.cerij.or.jp/ceri_en/index_e.html)

**K:** Kræft - Kræftlisten i Grænseværdier for stoffer og materialer, Arbejdstilsynet 1996.

**A:** Allergi - Tysk grænseværdiliste 1996 og Bekendtgørelse af listen over farlige stoffer, 1997

**F:** Farlige stoffer - Miljø- og energiministeriets, 1997

**G:** Med på Arbejdstilsynets Grænseværdiliste (kun stoffer, hvor der ikke allerede er datablade)

**J:** Miljøstyrelsens lister over stoffer med fastsat jordkvalitetskriterium

Branchebeskrivelse for Farve- og lakindustrien

April 2004

**R:** Reproduktionsskader - Arbejds miljøinstituttet 1991.

**N:** Nervesystemskader - Simonsen et al 1995

**U:** Uønskede stoffer - Miljøstyrelsen, 1997.

**E:** Med på Miljøstyrelsens Effektlister 2002





## **Bilag 2**

### **Datablade for udvalgte stoffer**



## Kulbrinter

Navn	Benzen	Enhed
Synonym	Benzol	
CAS nr.	71-43-2	
Kemisk formel	C6H6	
Tilstandsform	Klar, farveløs væske	
Molvægt	78,11	g/mol
Densitet	0,8787	g/mL
Kogepunkt	80,1	°C
Vandopløselighed	1.780 (ved 20 °C)	mg/L
Damptryk	76 (ved 20 °C) 60 (ved 15 °C)	mm Hg
Oktanol-vand fordeling (logKOW)	2,13	
Klassificering	Carc 1; R45, F; R11, T; R48/23/24/25	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	1,5	mg/kg TS
Grundvand	1	µg/L
Afdampning	0,00013	mg/m3
B-værdi	0,005	mg/m3
At-værdi	1,6	mg/m3

Datablad stammer fra Branchebeskrivelsen for Trykkerier

Navn	Bitumen, Tjære, Beg, Iltet bitium	Enhed	Referencer
Synonym	-		
CAS nr.	Bitumen: 8052-42-4 Iltet bitumen: 64742-93-4 Tjære/beg: 94114-13-3, 121575-60-8, 65996-93-2, 90669-57-1, 90669-59-3, 90669-58-2, 68187-57-5, 91995-35-6, 101316-49-8, 65996-92-1, 91995-52-7, 91995-51-6, 84650-04-4, 90640-89-4, 101794-91-6, 91995-49-2, 84989-09-3, 101896-27-9, 90640-86-1, 91995-42-5, 65996-83-0, 73665-18-6, 91995-66-3, 65996-87-4, 90641-06-8, 122384-78-5, 92061-92-2, 92061-94-4, 92061-93-3, 101316-83-0, 101316-84-1, 68513-87-1, 8007-45-2, 65996-89-6, 92062-20-9, 68990-61-4, 100684-51-3, 91082-50-7, 101316-85-2, 65996-90-9, 92062-29-8, 70321-67-4, 65996-84-1, 94114-40-6, 65996-82-9, 101316-87-4		/9/
Kemisk formel	-		
Tilstandsform	Flydende, sej		/13/
Molvægt	-	g/mol	
Densitet	-	g/mL	
Kogepunkt	-	°C	
Vandopløselighed	Lav vandopløselighed	mg/L	/13/
Databladet fortsættes			

Damptryk	-	mm Hg	
Oktanolvand fordelingsforhold (logK <sub>ow</sub> )	-		
Klassificering	<p><i>Ingen klass.:</i> 8052-42-4, 64742-93-4</p> <p><i>Carc1, R45:</i> 65996-90-9, 101316-84-1, 8007-45-2, 65996-89-6,</p> <p><i>Carc2, R45:</i> 94114-13-3, 121575-60-8, 65996-93-2, 90669-57-1, 90669-59-3, 90669-58-2, 68187-57-5, 91995-35-6, 101316-49-8, 65996-92-1, 91995-52-7, 91995-51-6, 84650-04-4, 90640-89-4, 101794-91-6, 91995-49-2, 84989-09-3, 101896-27-9, 90640-86-1, 91995-42-5, 65996-83-0, 73665-18-6, 91995-66-3, 65996-87-4, 90641-06-8, 122384-78-5, 92061-92-2, 92061-94-4, 92061-93-3, 101316-83-0, 68513-87-1, 92062-20-9, 68990-61-4, 100684-51-3, 91082-50-7, 101316-85-2, 92062-29-8, 70321-67-4, 65996-84-1, 94114-40-6, 65996-82-9, 101316-87-4</p>		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	For 7 Mst. PAH: 1,5 For Benz(a)pyren: 0,1	mg/kg TS	/11/
Databladet fortsættes			
Grundvand	For 7 Mst. PAH:0,2 For Naphthalen: 1	µg/L	/11/
Afdampning	For Naphthalen: 0,04	mg/m <sup>3</sup>	/11/
B-værdi	For stenkultjærebeleg 3: 0,00001 For stenkultjærebeleg 10%: 0,000004 For Naphthalen: 0,04	mg/m <sup>3</sup>	/12/
At-værdi	For stenkultjærebeleg, flygtige bestanddele, benzen-opløselig fraktion: 0,2 Bitumenrøg (2000), cyclohexanholdige fraktion af totalstøv: 1	mg/m <sup>3</sup>	/5/

Navn	Chlorothalonil	Enhed	Referencer
Synonym	1,3-dicyano-2,4,5,6-tetrachlorobenzene		
CAS nr.	1897-45-6		/2/
Kemisk formel	C <sub>8</sub> Cl <sub>4</sub> N <sub>2</sub>		/2/
Tilstandsform	Pulver		/2/
Molvægt	265,9	g/mol	/2/
Densitet	1,8	g/mL	/2/
Kogepunkt		°C	/2/
Vandopløselighed	600	mg/L	/2/
Damptryk	>0,01	mm Hg	/4/
Oktanøl-vand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	437		/4/
Klassificering	Carc3; R40 N; R50/53		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	-		

Navn	Mineralsk terpentin	Enhed
Synonym	-	
CAS nr.	8052-41-3	
Kemisk formel	-	
Tilstandsform	Farveløs væske	
Molvægt <sup>1</sup>	Gennemsnit ca. 150	g/mol
Densitet	0,78	g/mL
Kogepunkt	150-200	°C
Vandopløselighed	<0,1 wt%	
Damptryk	4,4	mm Hg
Oktanøl-vand fordeling (logKOW)	-	
Klassificering	Carc2; R45, R10, Xn; R48/20-65	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	25 <sup>#</sup>	mg/kg TS
Grundvand	9 <sup>ª</sup>	µg/L
Afdampning	0,03 <sup>□</sup>	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	0,2	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	145	mg/m <sup>3</sup>

Mineralsk terpentin er en blanding af mættede alifatiske og cycloalifatiske C7-C12 kulbrinter med et indhold på 15-20 % aromatiske C7-C12 kulbrinter.

<sup>#</sup>Sum af C7-C12 kulbrinter.

<sup>ª</sup>Sum af C7-C12 kulbrinter.

<sup>□</sup> Sum af C9-C10 aromatiske kulbrinter.

Datablad stammer fra Branchebeskrivelsen for Trykkerier

Navn	Naphta (råolie), diverse	Enhed
Synonym	-	
CAS nr.	92045-53-9, 64742-82-1, 64742-49-0, 64742-48-9, 64741-65-7, 64742-95-6	
Kemisk formel	-	
Tilstandsform	-	
Molvægt	-	g/mol
Densitet	-	g/mL
Kogepunkt	-	°C
Vandopløselighed	-	mg/L
Damptryk	-	mm Hg
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	-	
Klassificering	Carc2, R45, R65	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	100 <sup>¤</sup>	mg/kg TS
Grundvand	9*	µg/L
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>

¤Sum af C<sub>5</sub>-C<sub>35</sub> kulbrinter.

\*Sum af C<sub>5</sub>-C<sub>10</sub> eller C<sub>5</sub>-C<sub>35</sub> kulbrinter.

Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser

Navn	Solvesso	Enhed
Synonym	Laknaphta, aromatic 100, solvent naphta (petroleum)	
CAS nr.	64742-95-6	
Kemisk formel	-	
Tilstandsform	Væske	
Molvægt	-	g/mol
Densitet	-	g/mL
Kogepunkt	-	°C
Vandopløselighed	-	mg/L
Damptryk	-	mm Hg
Oktanøl-vand fordeling (logKOW)	-	
Klassificering	Carc2;R45 F;R65	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	100#	mg/kg TS
Grundvand	9#	µg/L
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>

#Sum af C<sub>5</sub>-C<sub>35</sub> kulbrinter

Datablad stammer fra Branchebeskrivelsen for Trykkerier

Navn	Styren	Enhed
Synonym	Phenylethylen	
CAS nr.	100-42-5	
Kemisk formel	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub>	
Tilstandsform	Farveløs væske	
Molvægt	104,15	g/mol
Densitet	0,9045	g/mL
Kogepunkt	145,2	°C
Vandopløselighed	320	mg/L
Damptryk	5	mm Hg
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	2,95	
Klassificering	R10 Xn;R20 Xi;R36/38	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	40	mg/kg TS
Grundvand	1	µg/L
Afdampning	0,2	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	0,2	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	105	mg/m <sup>3</sup>

*Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser*

Navn	Toluen	Enhed
Synonym	Methylbenzen	
CAS nr.	108-88-3	
Kemisk formel	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	
Tilstandsform	Farveløs væske	
Molvægt	92,1402	g/mol
Densitet	0,867	g/mL
Kogepunkt	110,6	°C
Vandopløselighed	526	mg/L
Damptryk	22	mm Hg
Oktanøl-vand fordeling (logKOW)	-	
Klassificering		
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	5	µg/L
Afdampning	0,4	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	0,4	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	94	mg/m <sup>3</sup>

*Datablad stammer fra Branchebeskrivelsen for Trykkerier*



Navn	1,3,5-trimethylbenzen	Enhed
Synonym	Mesitylen	
CAS nr.	108-67-8	
Kemisk formel	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>	
Tilstandsform	Væske	
Molvægt	120,19	g/mol
Densitet	0,865	g/mL
Kogepunkt	165	°C
Vandopløselighed	Uopløselig	
Flammepunkt	44	°C
Oktanøl-vand fordeling (logKOW)	3,42	
Klassificering	R10 Xi;R37 N;R51/53	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	25#	mg/kg TS
Grundvand	1α	µg/L
Afdampning	0,03*	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	0,03	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	100	mg/m <sup>3</sup>

#Sum af C<sub>5</sub>-C<sub>10</sub> kulbrinter

αSum af 1-methyl-3-ethylbenzen, 1,2,4-trimethylbenzen og 1,3,5-trimethyl-benzen.

\*Sum af C<sub>9</sub>-C<sub>10</sub> aromatiske kulbrinter.

Datablad stammer fra Branchebeskrivelsen for Trykkerier

Navn	Xylen	Enhed
Synonym	Dimethylbenzen	
CAS nr.	1330-20-7	
Kemisk formel	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	
Tilstandsform	Farveløs væske	
Molvægt	106,16	g/mol
Densitet	0,86	g/mL
Kogepunkt	137-140	°C
Vandopløselighed	Uopløselig; 175	mg/L
Damptryk	5,1	mm Hg
Oktanøl-vand fordeling (logKOW)	2,77	
Klassificering	R10 Xn;R20/21 Xi;R38	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	5	µg/L
Afdampning	0,1	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	0,1	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	109	mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra Branchebeskrivelsen for Trykkerier

## Polære kulbrinter

Navn	Acetone	Enhed
Synonym	2-propanon	
CAS nr.	67-64-1	
Kemisk formel	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	
Tilstandsform	Klar farveløs væske	
Molvægt	58,08	g/mol
Densitet	0,791	g/mL
Kogepunkt	56,2	°C
Vandopløselighed	57,0	mg/L
Damptryk	89 (5 °C), 181 (20 °C)	mm Hg
Oktanolvand fordeling (logKOW)	3,78	
Klassificering	R10, Xn;R20, Xi;R36/37/38, N;R51/53	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	10	µg/L
Afdampning	0,4	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	0,4	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	600	mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra Branchebeskrivelsen for Trykkerier

Navn	Bisphenol-A-diglycidylether	Enhed	Referencer
Synonym	DGEBA		/2/
CAS nr.	1675-54-3		/2/
Kemisk formel	C <sub>21</sub> H <sub>24</sub> O <sub>4</sub>		/2/
Tilstandsform	Farveløs væske		/2/
Molvægt	340,4	g/mol	/2/
Densitet	1,16	g/mL	/2/
Kogepunkt	-	°C	
Vandopløselighed	-	mg/L	
Damptryk	-	mm Hg	
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	-		
Klassificering	Xi;R36/38 R43		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	-		

Navn	Bisphenol-A-diglycidylether reaktionsprodukt	Enhed
Synonym	Epon 1001 resin	
CAS nr.	25068-38-6	
Kemisk formel	C18H21ClO3	
Tilstandsform	-	
Molvægt	320,8151	g/mol
Densitet	1,13	g/mL
Kogepunkt	-	°C
Vandopløselighed	-	mg/L
Damptryk	-	mm Hg
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-	
Klassificering	R36/38, R43, R51/53	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	-	µg/L
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser

Navn	Bronopol	Enhed	Referencer
Synonym	2-bromo-2-nitropropan-1,3-diol		/3/
CAS nr.	52-51-7		/3/
Kemisk formel	C3H6BrNO4		/3/
Tilstandsform	(hvidt pulver)		/3/
Molvægt	134,18	g/mol	/3/
Densitet	-	g/mL	
Kogepunkt	-	°C	
Vandopløselighed	250000	mg/L	/3/
Damptryk	-	mm Hg	
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	-		
Klassificering	Xn, R21/22 Xi; R37/38-41 N; R50		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	-		

Navn	Butandiol-1,4-diglycidylether	Enhed	Referencer
Synonym			
CAS nr.	2425-79-8		/2/
Kemisk formel	C10H18O4		/2/
Tilstandsform	Klar svagt gul væske		/2/
Molvægt	202,25	g/mol	/2/
Densitet	1,05	g/mL	/2/
Kogepunkt	266	°C	/2/
Vandopløselighed	10000-50000	mg/L	//
Flammepunkt	>110	°C	/4/
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	-		
Klassificering	Xn;R20/21 Xi;R36/38 R43		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	-		

Navn	Butanol	Enhed
Synonym	Butylalkohol	
CAS nr.	71-36-3	
Kemisk formel	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	
Tilstandsform	Farveløs væske	
Molvægt	74,12	g/mol
Densitet	0,81	g/mL
Kogepunkt	117,7	°C
Vandopløselighed	63.200/77.000	mg/L
Damptryk	4,4 (20 °C)	mm Hg
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	0,88	
Klassificering	R10, Xn; R22, Xi; R37/38-41 R67	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	-	µg/L
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	0,2	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	150	mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser

Navn	Butylacetat	Enhed
Synonym	Butylethanoat	
CAS nr.	123-86-4	
Kemisk formel	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	
Tilstandsform	Farveløs væske	
Molvægt	116,16	g/mol
Densitet	0,8826	g/mL
Kogepunkt	124-127	°C
Vandopløselighed	14.000	mg/L
Damptryk	10	mm Hg
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-	
Klassificering	R10 R66 R67	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	10	µg/L
Afdampning	0,1	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	0,1	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	710	mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser

Navn	Butyldiglycol	Enhed
Synonymer	Diethylenglycolmonobutylether, butyldigol, butylcarbitol, butyldioxitol, 2(2-butoxyethoxy)ethanol	
CAS nr.	112-34-5	
Kemisk formel	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	
Tilstandsform	Farveløs væske	
Molvægt	162,23	g/mol
Densitet	0,96	g/ml
Kogepunkt	231	°C
Vandopløselighed	Vandblandbar	mg/l
Damptryk	0,02 (ved 20 °C)	mmHg
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	0,15/ 0,40 beregnet	
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Fareklasse: Xi	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	-	µg/L
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	100	mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser

Navn	1-butyl(2,3-epoxy-1-propyl)ether	Enhed	Referencer
Synonym	N-butyl Glycidyl ether		
CAS nr.	2426-08-6		/2/
Kemisk formel	C7H14O2		/2/
Tilstandsform	Klar svagt gul væske		/2/
Molvægt	130,2	g/mol	/2/
Densitet	0,91	g/mL	/2/
Kogepunkt	164	°C	/2/
Vandopløselighed	20000	mg/L	/4/
Damptryk	3,2 (25°C)	mm Hg	/4/
Oktanøl-vand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	0,63		/4/
Klassificering	R10 Xn;R20/22 Xi;R37 Carc3;R40 R43 Mut3;R68 R52/53		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	30	mg/m3	/5/

Navn	4-Butyrolacton	Enhed	Referencer
Synonym	Gamma-bytyrolacton		
CAS nr.	96-48-0		/2/
Kemisk formel	C4H6O2		/2/
Tilstandsform	Farveløs væske		/2/
Molvægt	86,1	g/mol	/2/
Densitet	1,14	g/mL	/2/
Kogepunkt	204-205	°C	/2/
Vandopløselighed	>100000	mg/L	/2/
Damptryk	0,45 (25°C)	mm Hg	/4/
Oktanøl-vand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	0,64		/4/
Klassificering	-		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	-		

Navn	Diethyl malonat	Enhed	Referencer
Synonym	Ethyl methan dicarboxylat		/3/
CAS nr.	105-53-3		/3/
Kemisk formel	C7H12O4		/3/
Tilstandsform	Farveløs væske		/3/
Molvægt	160,17	g/mol	/3/
Densitet	1,05	g/mL	/3/
Kogepunkt	190	°C	/3/
Vandopløselighed	20800	mg/L	/3/
Damptryk	1,7	mm Hg	/3/
Oktanøl-vand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	-		
Klassificering	-		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	-		

Navn	2-ethyl-2-(hydroxymethyl)-1,3-propandiol	Enhed	Referencer
Synonym	2,2-bis(hydroxymethyl)butan-1-ol (trimethylolpropane)		/3/
CAS nr.	77-99-6		/3/
Kemisk formel	C6H14O3		/3/
Tilstandsform	(hvidt pulver)		/3/
Molvægt	134,18	g/mol	/3/
Densitet	-	g/mL	
Kogepunkt	296-298	°C	/3/
Vandopløselighed	frit opløseligt	mg/L	/3/
Damptryk	<0,075	mm Hg	/3/
Oktanøl-vand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	1,48		/3/
Klassificering	Ingen klassificering		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	-		

Navn	Ethylacetat	Enhed
Synonymer	Eddikesyrerester, ethylethanolat	-
CAS nr.	141-78-6	-
Kemisk formel	CH <sub>3</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	-
Tilstandsform	Farveløs væske	-
Molvægt	88,1	g/mol
Densitet	0,901	g/ml
Kogepunkt	77	°C
Vandopløselighed	79.000	mg/l
Damptryk	72,8	mm Hg
Oktanøl-vand fordeling (log <sub>KOW</sub> )	0,66 / 0,73	-
Klassificering	F;R11 Xi;R36 R66 R67	/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	-	µg/L
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	1	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	540	mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra Branchebeskrivelsen for Trykkerier

Navn	Ethylenglycol	Enhed
Synonymer	1,2-ethandiol, 1,2-dihydroxyethan	
CAS nr.	107-21-11	
Kemisk formel	(CH <sub>2</sub> OH) <sub>2</sub>	
Tilstandsform	farveløs væske	
Molvægt	62,1	g/mol
Densitet	1,113	g/ml
Kogepunkt	198	°C
Vandopløselighed	vandblandbar	mg/l
Damptryk	0,05 (ved 20 °C) / 0,2 (ved 30 °C)	mmHg
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	-1,93	
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Fareklasse: Xn	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	-	µg/L
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	26	mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser



Navn	Ethylglycol	Enhed
Synonymer	Ethylenglycolmonoethylether, ethoxol	-
CAS nr.	110-80-5	-
Kemisk formel	C2H5OCH2CH2OH	-
Tilstandsform	væske	-
Molvægt	90,1	g/mol
Densitet	0,93	g/ml
Kogepunkt	135	°C
Vandopløselighed	vandblandbar	mg/l
Damptryk	3,8 (ved 20°C)	mmHg
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-0,54	-
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Rep2 Xn	-
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	-	µg/L
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	18,5	mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser

Navn	Isopropanol	Enhed
Synonym	2-propanol, isopropylalkohol	
CAS nr.	67-63-0	
Kemisk formel	C3H8O	
Tilstandsform	Farveløs væske	
Molvægt	60,10	g/mol
Densitet	0,785	g/mL
Kogepunkt	82,4	°C
Vandopløselighed	Blandbar	g/L
Damptryk	32 (20°C)	mm Hg
Oktanolvand fordeling (logKOW)	-0,16	
Klassificering	F; R11 Xi; R36, R67	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	10	µg/L
Afdampning	1	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	490	mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra Branchebeskrivelsen for Trykkerier

Navn	Methylethylketon (MEK)	Enhed
Synonym	Methylacetone, butanon	
CAS nr.	78-93-3	
Kemisk formel	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	
Tilstandsform	Klar farveløs væske	
Molvægt	72,11	g/mol
Densitet	0,805	g/mL
Kogepunkt	79,6	°C
Vandopløselighed	256E+3	mg/L
Damptryk	95,3 (25°C)	mm Hg
Oktanolvand fordeling (logKOW)	0,29	
Klassificering	F;R11 Xi;R36 R66 R67	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	Intet kriterium	mg/kg TS
Grundvand	Intet kriterium	µg/L
Afdampning	Intet kriterium	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra Branchebeskrivelsen for Trykkerier

Navn	Nonylphenol	Enhed
Synonym	-	
CAS nr.	25154-52-3	
Kemisk formel	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	
Tilstandsform	-	
Molvægt	220,35	g/mol
Densitet		g/mL
Kogepunkt	293-297	°C
Vandopløselighed		mg/L
Damptryk		mm Hg
Oktanolvand fordelingsforhold (log)		
Klassificering	Xn; R22 C; R34 N; R50/53	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	25	mg/kg TS
Grundvand	20 <sup>#</sup>	µg/L
Afdampning	0,02	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	0,02	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>

#Sum af octyl- og nonylphenol.

Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser

Navn	Phenol	Enhed
Synonymer	Carbolsyre, hydroxybenzen	-
CAS nr.	108-95-2	-
Kemisk formel	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	-
Tilstandsform	Fast stof	-
Molvægt	91,11	g/mol
Densitet	1,07	g/ml
Smeltepunkt	182	°C
Vandopløselighed	82	mg/l
Damptryk	0,2 (ved 20 °C)	mm Hg
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	1,46	-
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	T, C	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	70	mg/kg TS.
Grundvand	0,5	µg/l
Afdampning	0,02	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	0,02	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	4	mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser

Navn	Propylenglycol	Enhed
Synonymer	1,2-propandiol	
CAS nr.	57-55-6	
Kemisk formel	CH <sub>3</sub> CHOHCH <sub>2</sub> OH	
Tilstandsform	Farveløs væske	
Molvægt	76,1	g/mol
Densitet	1,0381	g/ml
Kogepunkt	188,2	°C
Vandopløselighed	vandblandbar	mg/l
Damptryk	0,2 (ved 20 °C)	mmHg
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-1,41/ -0,30 beregnet	
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Nej	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	-	µg/L
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser

Navn	Resorcinol	Enhed
Synonymer	Benzen-1,3-diol	
CAS nr.	108-46-3	-
Kemisk formel	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	-
Tilstandsform	Fast stof	-
Molvægt	110,11	g/mol
Densitet	1,27	g/ml
Smeltepunkt	110	°C
Vandopløselighed	Vandblandbar	
Damptryk		
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)		
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Xn, Xi, N	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	-	µg/L
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	45	mg/m <sup>3</sup>

*Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser*

Navn	2,2,4-Trimethylpentan-1,3-diol monoisobutytrat	Enhed	Referencer
Synonym	Texanol		
CAS nr.	25265-77-4		/6/
Kemisk formel	C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> O <sub>3</sub>		/6/
Tilstandsform	Farveløs væske		/6/
Molvægt	216,3	g/mol	/6/
Densitet	-	g/mL	
Kogepunkt	255-260,5	°C	/6/
Vandopløselighed	858	mg/L	/6/
Damptryk	0,01 (20C)	mm Hg	/6/
Oktanøl-vand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	3,47		/6/
Klassificering	-		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	-		

Navn	2,4,6-tris(dimethylaminomethyl)phenol	Enhed	Referencer
Synonym			
CAS nr.	90-72-2		/3/
Kemisk formel	C <sub>15</sub> H <sub>27</sub> N <sub>3</sub> O		/3/
Tilstandsform	Svag gul væske		/3/
Molvægt	265,4	g/mol	/3/
Densitet	0,98	g/mL	/3/
Kogepunkt	>310	°C	/3/
Vandopløselighed	Opløselig	mg/L	/3/
Damptryk	0,008	mm Hg	/3/
Oktanøl-vand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	-		
Klassificering	Xn;R22 Xi;R36/38		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	-		

## Chlorerede kulbrinter

Navn	Dichlormethan	Enhed
Synonym	Methylenchlorid	
CAS nr.	75-09-2	
Kemisk formel	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	
Tilstandsform	Farveløs væske	
Molvægt	84,93	g/mol
Densitet	1,3255	g/mL
Kogepunkt	39,8	°C
Vandopløselighed	19.400	mg/L
Damptryk	350	mm Hg
Oktanøl-vand fordeling (logKOW)	0,91	
Klassificering	Carc3, R40	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	8	mg/kg TS
Grundvand	1	µg/L
Afdampning	0,0006	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	0,02	mg/m <sup>3</sup>
AT-værdi	122	mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra Branchebeskrivelsen for Trykkerier

Navn	Tetrachlormethan	Enhed
Synonymer	Carbontetrachlorid	-
CAS nr.	56-23-5	-
Kemisk formel	CCl <sub>4</sub>	-
Tilstandsform	Farveløs væske	-
Molvægt	153,82	g/mol
Densitet	1,597	g/ml
Smeltepunkt	-23	°C
Kogepunkt	76,7	°C
Vandopløselighed	800 (20°C)	mg/l
Damptryk	90 (20°C)	mm Hg
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	2,64	-
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	T Carc3; N	-
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	5	mg/kg TS
Grundvand	1	µg/L
Afdampning	0,005	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	6,3	mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser

Navn	1,1,1-trichlorethan	Enhed
Synonym	Methylchloroform, TCA	
CAS nr.	71-55-6	
Kemisk formel	C2H3Cl3	
Tilstandsform	Klar farveløs væske	
Molvægt	133,40	g/mol
Densitet	1,3376	g/mL
Kogepunkt	74,1	°C
Vandopløselighed	1.495 (25 °C)	mg/L
Damptryk	100	mm Hg
Oktanolvand fordeling (logKOW)	2,2	
Klassificering	Xn; R20 N; R59	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	200	mg/kg TS
Grundvand	1	µg/L
Afdampning	0,5	mg/m3
B-værdi	0,5	mg/m3
At-værdi	275	mg/m3

Datablad stammer fra Branchebeskrivelsen for Trykkerier

Navn	Trichlorethylen	Enhed
Synonym	TCE	
CAS nr.	79-01-6	
Kemisk formel	C2HCl3	
Tilstandsform	Farveløs væske	
Molvægt	131,39	g/mol
Densitet	1,462	g/mL
Kogepunkt	86,7	°C
Vandopløselighed	1.100 (25 °C)	mg/L
Damptryk	58	mm Hg
Oktanolvand fordeling (logKOW)	2,29	
Klassificering	Carc2;R45 Xi;R36/38 R67 Mut3;R68 R52/53	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	5	mg/kg TS
Grundvand	1#	µg/L
Afdampning	0,001	mg/m3
B-værdi	0,04	mg/m3
At-værdi	55	mg/m3

Datablad stammer fra Branchebeskrivelsen for Trykkerier

## Tungmetalholdige stoffer

Navn	Aluminium	Reference
Kemisk betegnelse	Al	11
Atomnummer	13	11
Generelt	Aluminium anvendes som letvægtsmetal i industrien. Aluminium findes naturligt i alle jordtyper. Dansk ler indeholder 10-25% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , hvor lerindholdet i jord varierer fra 1-35 %.	11
Optræder i følgende oxidations-trin	Aluminium forekommer på oxidationstrin +III	11
Mest forekommende ioner i jord/vand	I vand findes aluminium ved pH < 4,5 som Al <sup>3+</sup> , ved mindre surt pH som Al(OH) <sub>2</sub> <sup>+</sup> eller AlOH <sup>2+</sup> , ved mild eller stærkt alkaliske forhold findes det som Al(OH) <sub>3</sub> eller Al(OH) <sub>4</sub> <sup>-</sup>	12
Redoxforhold	-	
Udfældning/ opløselighed	Under normale omstændigheder vil kun en meget lille fraktion af total aluminium være opløst i jordvand. Ved fald i pH til under 4,5 eller med pH stigning til over 9 stiger opløseligheden af aluminium eksponentielt.	11
Sorption	-	
Kompleksering	Aluminium findes ofte i nature kompleksbundet med ilt, fluor eller silicium.	12
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Aluminiumpulver, ustabiliseret: F;R15-17 Aluminiumpulver, stabiliseret: R10 F;R15	9
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	-	
Grundvand	-	
Afdampning	-	
B-værdi	0,01mg Al/m <sup>3</sup> (aluminiumforbindelser i uorg. støv)	5
At-værdi	10 mg Al/m <sup>3</sup> (aluminium, pulver og støv) 2 mg Al/m <sup>3</sup> (aluminium, opløselige salte)	8



Navn	Aluminiumoxid	Enhed	Reference
Synonym	alpha-Alumina; alpha-Alumina trihydrate; Activated Alumina; Aloxite; Alumina; Aluminite 37; Alundum; Basic alumina; Boileezers; Corundum; Delta alumina; sapphire; sigma-alumina; Theta alumina; gamma-Alumina;		1
CAS nr.	1344-28-1		1
Kemisk formel	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		1
Tilstandsform	Fast		1
Molvægt	101.96	g/mol	1
Densitet	3.97	g/cm <sup>3</sup>	1
Kogepunkt	2977	°C	1
Vandopløselighed	uopløseligt i vand.		1
Flammepunkt	-		
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	-		9
Kvalitetskriterier			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	0,01 (aluminium-forbindelser i uorg. støv)	mg Al/mg <sup>3</sup>	5
At-værdi	10 (aluminiumoxid)	mg Al/mg <sup>3</sup>	8

Navn	Bly	Enhed
Synonym		
CAS nr.	7439-92-1	
Kemisk formel	Pb	
Tilstandsform	Fast, sølvhvidt metal	
Molvægt	207,2	g/mol
Densitet		
Kogepunkt	1740	°C
Vandopløselighed	Uopløseligt	mg/L
Damptryk	-	
Oktanolvand fordeling (logKOW)	-	
Klassificering	Klassificeres generelt som sundhedsskadelig og reproduktionsskadelig. Enkelte blyforbindelser er klassificeret som kræftfremkaldende	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	40	mg/kg TS
Grundvand	1	µg/L
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	0,0004	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	0,05	mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra Branchebeskrivelsen for Trykkerier

Navn	Blychromat	Enhed
Synonym	Kromgult	
CAS nr.	7758-97-6	
Kemisk formel	CrO4Pb	
Tilstandsform	Gult/orangegult pulver	
Molvægt	323,1936	g/mol
Densitet	6,3	g/mL
Kogepunkt	-	°C
Vandopløselighed	Uopløselig, 0,2 mg/L	
Damptryk	-	mm Hg
Oktanøl-vand fordeling (logKOW)	-	
Klassificering	Rep1;R61 R33 Carc3;R40 Rep3;R62 N;R50/53	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	Bly: 40 Chrom, total: 500 Chrom (VI): 20	mg/kg TS
Grundvand	Bly: 1 Chrom, total: 25 Chrom (VI): 1	µg/L
Afdampning	-	mg/m3
B-værdi	Chrom, total: 0,001 Chrom (VI): 0,001	mg/m3
At-værdi	Bly: 0,05 Chrom: 0,5	mg/m3

*Datablad stammer fra Branchebeskrivelsen for Trykkerier*

Navn	Blychromatmolybdatsulfatrød	Enhed
Synonym	Molybdenum orange	
CAS nr.	12656-85-8	
Kemisk formel	-	
Tilstandsform	-	
Molvægt	-	g/mol
Densitet	-	g/mL
Kogepunkt	-	°C
Vandopløselighed	-	mg/L
Damptryk	-	mm Hg
Oktanøl-vand fordeling (logKOW)	-	
Klassificering	Rep1;R61 R33 Carc3;R40 Rep3;R62 N;R50/53	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	Bly: 40 Chrom, total: 500 Chrom (VI): 20	mg/kg TS
Grundvand	Bly: 1 Chrom, total: 25 Chrom (VI): 1	µg/L
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	Chrom, total: 0,001 Chrom (VI): 0,0001	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	Bly: 0,05 Chrom: 0,5	mg/m <sup>3</sup>

*Datablad stammer fra Branchebeskrivelsen for Trykkerier*

Navn	Blysulfochromatgul	Enhed
Synonym	-	
CAS nr.	1344-37-2	
Kemisk formel	-	
Tilstandsform	-	
Molvægt	-	g/mol
Densitet	-	g/mL
Kogepunkt	-	°C
Vandopløselighed	-	mg/L
Damptryk	-	mm Hg
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	-	
Klassificering	Rep1;R61 R33 Carc3;R40 Rep3;R62 N;R50/53	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	Bly: 40 Chrom, total: 500 Chrom (VI): 20	mg/kg TS
Grundvand	Bly: 1 Chrom, total: 25 Chrom (VI): 1	µg/L
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	Bly: 0,05 Chrom: 0,5	mg/m <sup>3</sup>

*Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatatablade fra branchebeskrivelser*

Navn	Cadmium
Kemisk betegnelse	Cd
Atomnummer	48
Generelt	Cadmium er et særdeles toksisk tungmetal for mennesker og de fleste andre organismer. Det gennemsnitlige humane indtag af cadmium er tæt på den anbefalede grænse, hvilket gør cadmium til det mest kritiske af tungmetallerne i forhold til menneskets sundhed.
Optræder i følgende oxidationstrin	Cadmium forekommer på følgende oxidationstrin: 0 og + II
Mest forekommende ioner i jord/vand	Cadmium optræder som divalent cadmium, $Cd^{2+}$ i det terrestriske miljø.
Redoxforhold	Redoxforhold har ikke praktisk betydning for cadmiums opførsel i det terrestriske miljø.
Udfældning/ opløselighed	Cadmium kan udfældes som sulfider, carbonater, fosfater og hydroxider. Ved pH under 8 vil fordelingen af cadmium i jorden dog typisk være styret af sorption.
Sorption	Sorption er den mest betydningsfulde proces for cadmiums opførsel i jord og grundvand. Den styrende parameter for cadmiums sorption i jord er pH, og undersøgelser har vist, at $K_d$ -værdierne varierer fra 15 til 2450 l/kg i pH intervallet 4-9.
Kompleksring	Cadmium danner komplekser med tetraederisk struktur. Liganderne kan være såvel uorganiske (chlorid, carbonat) som organiske. Under forhold, hvor jorden tilføres væsker med et højt indhold af organiske eller uorganiske ligander kan komplekseringen få betydning (f.eks. lossepladsperkolat)
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Cadmiumforbindelser er generelt klassificeret som "sundhedsskadelige". Enkelte cadmiumforbindelser er klassificeret som "giftige" og/eller "kræftfremkaldende", f.eks. cadmiumsulfid.
<b>Kvalitetskriterier</b>	
Jord	0,5 mg/kg TS
Grundvand	0,5 µg/l
Afdampning	-
B-værdi	0,00001 mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	0,005 mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser

Navn	Chrom
Kemisk betegnelse	Cr
Atomnummer	24
Generelt	Chrom er et essentielt metal/ mineral for mennesker, men kan give allergiske reaktioner i højere koncentrationer.
Optræder i følgende oxidationstrin	Chrom forekommer på følgende oxidationstrin: 0 +II +III +VI. I salte er +III det hyppigst forekommende. Chromforbindelser, hvor chrom er i oxidationstrin +II, er ustabile.
Mest forekommende ioner i jord/vand	Cr(+III) findes som trivalent chrom, $Cr^{3+}$ , mens Cr(+VI) i det terrestriske miljø findes som anionen chromat, $CrO_4^{2-}$ eller $HCrO_4^-$ .
Redoxforhold	Redoxforhold har stor betydning for chroms opførsel i jord og grundvand, da Cr(+VI) er mere mobilt end Cr(+III) pga. dannelsen af oxyanioner. Endvidere er Cr(+VI)forbindelser mere toksiske end Cr(+III).
Udfældning/ Opløselighed	Udfældning har betydning for Cr(+III)forbindelsers opførsel i jord og grundvand, da Cr(+III) kan udfældes som hydroxid. Cr(+VI) vil under de fleste miljørelevante forhold findes i opløsning, dog med udfældning af bariumchromat som mulig undtagelse.
Sorption	Sorption har mindre betydning for chroms opførsel i jord og grundvand. Sorptionen af chromat er stigende ved faldende pH, men sorptionen er afhængig af konkurrencen fra andre anioner, f.eks. fosfat.
Kompleksring	Cr(+III) danner villigt komplekser, men kun hydroxykomplekser har praktisk betydning i miljøet. Cr(+VI) danner ikke komplekser, da det optræder som anion.
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Chrom(+VI) forbindelser som f.eks. chromtrioxid er klassificeret som "kræftfremkaldende".
<b>Kvalitetskriterier</b>	
Jord	Chrom, total: 500 mg/kg TS Chrom (VI): 20 mg/kg TS
Grundvand	Chrom, total: 25 µg/l Chrom (VI): 1 µg/l
Afdampning	-
B-værdi	Chrom, total: 0,001 mg/m <sup>3</sup> Chrom (VI): 0,0001 mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	0,5 mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser

Navn	Dimethylkviksølv	Enhed	Referencer
Synonym			
CAS nr.	593-74-8		/10/
Kemisk formel	C2H6Hg		/10/
Tilstandsform	Farveløs væske		/10/
Molvægt	230,7	g/mol	/10/
Densitet	2,96	g/mL	/10/
Kogepunkt	93-94	°C	/10/
Vandopløselighed	Uopløselig	mg/L	/2/
Damptryk	-	mm Hg	
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	Tx;R26/27/28 R33 N;R50/53		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	0,05 målt som Hg	mg/m <sup>3</sup>	/5/

Navn	Dibutyltindilaurat	Enhed	Referencer
Synonym	DBTL		/3/
CAS nr.	77-58-7		/3/
Kemisk formel	C32H64O4Sn		/3/
Tilstandsform	Farveløs væske		/3/
Molvægt	631,55	g/mol	/3/
Densitet	1,05	g/mL	/4/
Kogepunkt	>250	°C	/3/
Vandopløselighed	<100	mg/L	/3/
Damptryk	<0,075	mm Hg	/4/
Oktanøl-vand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	3,12		/4/
Klassificering	-		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	-		

Navn	Kobber
Kemisk betegnelse	Cu
Atomnummer	29
Generelt	Kobber er et af de vigtigste grundstoffer for både mennesker og planter, og er kun toksisk i høje koncentrationer.
Optræder i følgende oxidationstrin	Kobber forekommer på følgende oxidationstrin: 0, +I og +II, med +II som det hyppigst forekommende i salte.
Mest forekommende ioner i jord/vand	Kobber findes fortrinsvist som Cu <sup>2+</sup> i miljømæssig sammenhæng, da Cu <sup>+</sup> er meget ustabil i vand og derfor kun vil være relevant som uopløseligt Cu <sub>2</sub> S under kraftigt reducerende forhold.
Redoxforhold	Redoxforhold har ingen praktisk betydning for kobbers opførsel i jord og grundvand.
Udfældning/ opløselighed	Det er primært udfældninger med sulfid, som har betydning for kobbers opførsel i jord og grundvand.
Sorption	Sorption er meget vigtigt for kobbers fordeling og tilbageholdelse i jord. Sorption af kobber er afhængig af pH og K <sub>d</sub> værdierne for kobber er relativt høje (i størrelsesorden 1.000 l/kg).
Kompleksring	Kompleksdannelse har stor betydning for kobbers opførsel i det terrestriske miljø. Kobber danner komplekser med såvel organiske som uorganiske ligander. Specielt danner kobber komplekser med organisk stof (fulvuskomplekser), men også hydroxy- og carbonatkomplekser har betydning.
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Kobbersulfat, kobber(I)chlorid, kobber(I)oxid samt kobbernaphthenat er klassificeret som "sundhedsskadelige".
<b>Kvalitetskriterier</b>	
Jord	500 mg/kg
Grundvand	100 µg/l
Afdampning	-
B-værdi	0,01 mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	1 mg/m <sup>3</sup>

*Datablad stammer fra Branchebeskrivelsen for Trykkerier*



Navn	Mangan	Reference
Kemisk betegnelse	Mn	/12/
Atomnummer	25	/14/
Generelt	Mangan brydes som ferromangan, der anvendes i stållegeringer. Derudover anvendes mangan også til tørbatterier, antibankningsmiddel i benzin, dyrefoder, gødningsstof, vitaminpiller og visse pesticider.	/12/
Optræder i følgende oxidations-trin	Mangan forekommer på følgende oxidationstrin: 0, +II, +IV, +VII.	/12/
Mest forekommende ioner i jord/vand	Oxidationstrin +IV er den mest almindelige i naturen	/12/
Redoxforhold	-	
Udfældning/ opløselighed	-	
Sorption	-	
Kompleksring	-	
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Manganoxid: Xn, R20/22 Mangansulfat: Xn, R48/20/22 N; R51/53	/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	-	
Grundvand	-	
Afdampning	-	
B-værdi	0,001 mg Mn/m <sup>3</sup>	/12/
At-værdi	0,2 mg Mn/m <sup>3</sup> (pulver, støv og uorg. forbindelser)	/5/

Navn	Magnesiumoxid	Enhed	Reference
Synonym	Calcined Brucite; Irtran-5; Maglite; Magnesium monoxide;		/2/
CAS nr.	1309-48-4		/2/
Kemisk formel	MgO		/2/
Tilstandsform	Fast		/5/
Molvægt	40.30	g/mol	/2/
Densitet	3.58	g/cm <sup>3</sup>	/2/
Kogepunkt	3600	°C	/2/
Vandopløselighed	uopløseligt i vand.		/2/, /12/
Flammepunkt	-		
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	-		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	0,08 (uorganiske magnesium forbindelser)	mg Mg/m <sup>3</sup>	/12/
At-værdi	6 (magnesiumoxid)	mg Mg/m <sup>3</sup>	/5/

Navn	Zink
Kemisk betegnelse	Zn
Atomnummer	30
Generelt	Zink er et essentielt metal, som kun er toksisk overfor mennesker ved indtag i særdeles høje koncentrationer. Kemisk har zink stor lighed med cadmium, og de optræder sammen i miljøet, men typisk forekommer zink i 100 til 1.000 gange højere koncentrationer.
Optræder i følgende oxidationstrin	Zink forekommer på følgende oxidationstrin: 0 og +II.
Mest forekommende ioner i jord/vand	Zink forekommer som divalente ioner Zn <sup>2+</sup> i det terrestriske miljø.
Redoxforhold	Redoxforhold har ingen praktisk betydning for zink i miljøet.
Udfældning/Opløselighed	Zink kan udfældes som sulfider, fosfater, carbonater og hydroxider, men ved pH-værdier under 8 vil fordelingen af zink i jorden typisk ikke være styret af udfældninger.
Sorption	Sorption er den vigtigste proces for zinks fordeling i jord og vand. Sorption af zink er næsten udelukkende afhængig af pH. Kd-værdier op 1-3.540 er fundet, og zinks sorption udviser en stærkere pH afhængighed end både kobber og nikkel, således at en stigning i pH på én enhed medfører at Kd øges med en faktor 8.
Kompleksring	Zink danner komplekser med tetraederisk struktur. Som ligander kan både uorganiske (chlorid, carbonat) og organiske stoffer fungere. Zinkkomplekser med organiske stoffer er mindre stabile end de tilsvarende komplekser af kobber, nikkel og bly.
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Zinksalte af visse anioner som f.eks. zinkcyanid, -chromat, -phosphid og -arsenat er optaget på listen over farlige stoffer pga. anionerne. Zinkchlorid er klassificeret som "ætsende" og zinkstøv/zinkpulver er klassificeret som "brandfarligt". Visse organiske zinkforbindelser er klassificeret som "sundhedsskadelige". Øvrige zinkforbindelser er ikke nævnt.
<b>Kvalitetskriterier</b>	
Jord	500 mg/kg TS
Grundvand	100 µg/L
Afdampning	-
B-værdi	0,06 mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	-

Datablad stammer fra Branchebeskrivelsen for Trykkerier

Navn	Tributyltin-forbindelser	Enhed	Referencer
Synonym	TBT		/8/
CAS nr.	56-35-9, 1983-10-4, 25354-18-7		/8/
Kemisk formel	C <sub>12</sub> H <sub>27</sub> Sn <sup>+</sup> X <sup>-</sup>		/8/
Tilstandsform			
Molvægt	290,1 (TBT <sup>+</sup> )	g/mol	/8/
Densitet	-	g/mL	
Kogepunkt	-	°C	
Vandopløselighed	Variierer fra <1 til >200	mg/L	/8/
Damptryk	0,001 (for TBTO v. 20°C)	mm Hg	/8/
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	2,2-5,1		/8/
Klassificering	Xn;R21 T;R25-48/23/25 Xi;R36/38 N;R50/53		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	For tin: 500	mg/kg TS	/11/
Grundvand	-	µg/L	
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>	
B-værdi	For bis(tributyltin)oxid: 0,0005 For tin: 0,02	mg/m <sup>3</sup>	/12/
At-værdi	0,05	mg/m <sup>3</sup>	/5/

Navn	Zinkchromat	Enhed	Referencer
Synonym			
CAS nr.	13530-65-9		/10/
Kemisk formel	CrO <sub>4</sub> Zn		/10/
Tilstandsform	Gult krystallinsk pulver		/10/
Molvægt	181,38	g/mol	/10/
Densitet	1,6	g/mL	/10/
Kogepunkt	1497	°C	/10/
Vandopløselighed	370000 (25 c)	mg/L	/10/
Damptryk	0,1	mm Hg	/10/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	Carc1;R45 Xn;R22 R43 N;R50/53		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	Zink: 500 Chrom, total: 500 Chrom (VI): 20	mg/kg TS	/11/
Grundvand	Zink: 100 Chrom, total: 25 Chrom (VI): 1	µg/L	ii
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>	
B-værdi	Chrom, total: 0,001 Chrom (VI): 0,001 Zinkforbindelser: 0,06	mg/m <sup>3</sup>	/12/
At-værdi	Chrom: 0,5	mg/m <sup>3</sup>	/5/

Navn	Zinkoktoat	Enhed	Referencer
Synonym	Zinc caprylat		/2/
CAS nr.	557-09-5		/2/
Kemisk formel	C16H30ZnO4		/2/
Tilstandsform	-		
Molvægt	351,8	g/mol	/2/
Densitet	1,11	g/cm <sup>3</sup>	/11/
Smeltepunkt	-		
Kogepunkt			
Vandopløselighed	Uopløselig	mg/L	/11/
Damptryk	<0,01	mmHg	/11/
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	Ingen klass.		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	For zink: 500		/11/
Grundvand	For zink: 100		/11/
Afdampning	-		
B-værdi	For zinkforbindelser: 0,06		/12/
At-værdi	-		

## Øvrige forbindelser

Navn	3-((2-aminoethyl)amino)propyl)-trimethoxysilan	Enhed	Referencer
Synonym	N-[3-(trimethoxysilyl)propyl]-1,2-ethanediamine		/3/
CAS nr.	1760-24-3		/3/
Kemisk formel	C <sub>8</sub> H <sub>22</sub> N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Si		/3/
Tilstandsform	Farveløs væske		/3/
Molvægt	222,36	g/mol	/3/
Densitet	1,03	g/mL	/3/
Kogepunkt	261-263	°C	/3/
Vandopløselighed	Uopløselig (hydrolyse)	mg/L	/3/
Damptryk	1,1	mm Hg	/3/
Oktanolvand fordeling (log K <sub>ow</sub> )	-		
Klassificering	-		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	-		

Navn	3-aminopropyltriethoxysilan	Enhed	Referencer
Synonym	3-(triethoxysilyl)-propylamin		/3/
CAS nr.	919-30-2		/3/
Kemisk formel	C <sub>9</sub> H <sub>23</sub> NO <sub>3</sub> Si		/3/
Tilstandsform	Farveløs væske		/3/
Molvægt	221,37	g/mol	/3/
Densitet	1,03	g/mL	/3/
Kogepunkt	217	°C	/3/
Vandopløselighed		mg/L	/3/
Damptryk	1	mm Hg	/3/
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	0,31		/3/
Klassificering	Xn;R22 C;R34		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	-		

Navn	Bariumsulfat	Enhed	Referencer
Synonym			
CAS nr.	7727-43-7		/10/
Kemisk formel	BaSO <sub>4</sub>		/10/
Tilstandsform	Hvidt/gult pulver		/10/
Molvægt	233,4	g/mol	/10/
Densitet	4,3	g/mL	/10/
Kogepunkt	-		
Vandopløselighed	-		
Damptryk	-		
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	Xn;R20/22		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	Bariumforbindelser 0,5 (målt som Ba)	mg/m <sup>3</sup>	/5/

Navn	Benzoylperoxid	Enhed
Synonymer	Dibenzoylperoxid	
CAS nr.	94-36-0	
Kemisk formel	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CO-OO-COC <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	
Tilstandsform	Krystallinsk stof	
Molvægt	242,23	g/mol
Densitet	-	g/ml
Smeltepunkt	106-8	°C
Vandopløselighed	Ikke opl. i vand	mg/l
Damptryk	-	mmHg
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	-	
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Fareklasse: E, O, Xi	
<b>Kvalitetskriterier:</b>		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	-	µg/L
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	5	mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser

Navn	2-butanonoxim	Enhed
Synonym	Methylethylketoxim	
CAS nr.	96-29-7	
Kemisk formel	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> NO	
Tilstandsform	Klar farveløs væske	
Molvægt	87,12	g/mol
Densitet	0,923	g/mL
Kogepunkt	152	°C
Vandopløselighed	Opløselig, > 10g/100 mL (22 °C)	mg/L
Flammepunkt	60	°C
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-	
Klassificering	Xn;R21 Carc3;R40 Xi;R41 R43	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	-	µg/L
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	0,01	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>

*Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser*

Navn	Butylacrylat	Enhed
Synonymer	Acrylsyrebutylester	-
CAS nr.	141-32-2	-
Kemisk formel	CH <sub>2</sub> =CHCOO-C <sub>4</sub> H <sub>9</sub>	-
Tilstandsform	Væske	-
Molvægt	128,2	g/mol
Densitet	0,90	g/ml
Kogepunkt	145	°C
Vandopløselighed	1600	mg/l
Damptryk	4 (ved 20°C)	mm Hg
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-0,24	-
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Xi	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	-	µg/L
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	0,006	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	11	mg/m <sup>3</sup>

*Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser*

Navn	Butylmethacrylat	Enhed	Referencer
Synonym	2-Methyl butyl acrylat		
CAS nr.	97-88-1		/2/
Kemisk formel	C <sub>8</sub> H <sub>14</sub> O <sub>2</sub>		/2/
Tilstandsform	Farveløs væske		/2/
Molvægt	142,2	g/mol	/2/
Densitet	0,89	g/mL	/2/
Kogepunkt	163	°C	/2/
Vandopløselighed	Uopløselig	mg/L	/2/
Damptryk	2,12 (25°C)	mm Hg	/4/
Oktanøl-vand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	2,88		/4/
Klassificering	Xi; R10 R36/37/38 R43		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	145	mg/m <sup>3</sup>	/5/

Navn	Carbendazim	Enhed	Referencer
Synonym	Methyl benzimidazol-2-ylcarbamate		/7/
CAS nr.	10605-21-7		/4/
Kemisk formel	C <sub>9</sub> H <sub>9</sub> N <sub>3</sub> O <sub>2</sub>		/4/
Tilstandsform	Pulver		/4/
Molvægt	191,19	g/mol	/4/
Densitet	1,45	g/mL	/4/
Kogepunkt	-	°C	
Vandopløselighed	8	mg/L	/4/
Damptryk	7,5*10 <sup>-10</sup> (20C)	mm Hg	/4/
Oktanøl-vand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	1,52		/4/
Klassificering	Mut3;R68		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	-		



Navn	3,6-diazaoctan-1,8-diamin	Enhed
Synonym	Triethyltetraamin	
CAS nr.	112-24-3	
Kemisk formel	C <sub>6</sub> H <sub>18</sub> N <sub>4</sub>	
Tilstandsform	Gullig væske	
Molvægt	146,235	g/mol
Densitet	0,9817	g/mL
Kogepunkt	272; 266-267	°C
Vandopløselighed	Opløselig, > 10g/100 mL (20,2 °C)	mg/L
Flammepunkt	143	°C
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-	
Klassificering	Xn;R21 C;R34 R43	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	-	µg/L
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser

Navn	Dibutylphthalat	Enhed
Synonymer	DBP	
CAS nr.	84-74-2	
Kemisk formel	C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub>	
Tilstandsform	Væske	
Molvægt	278,34	g/mol
Densitet	1,05	g/ml
Kogepunkt	340	□C
Vandopløselighed	Ca. 50	mg/l
Damptryk	8 x 10 <sup>-6</sup> (ved 20□C)	mmHg
Oktanolvand fordeling (logKOW)	1-5	-
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Ingen	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	250 1	mg/kg TS
Grundvand	10 2	µg/L
Afdampning	-	µg/m <sup>3</sup>
B-værdi	0,012	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	3	mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra Branchebeskrivelsen for Trykkerier

Navn	Diethylenetriamin	Enhed	Referencer
Synonym	DTA		/4/
CAS nr.	111-40-0		
Kemisk formel	C <sub>4</sub> H <sub>13</sub> N <sub>3</sub>		
Tilstandsform	Gul væske		/2/
Molvægt	103	g/mol	/2/
Densitet	0.9586	g/cm <sup>3</sup>	/2/
Smeltepunkt	-39	°C	/2/
Kogepunkt	207	°C	/2/
Vandopløselighed	Let opløselig		/2/
Flammepunkt	98	°C	/2/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)			
Klassificering	Xn; R21/22 C; R34, R43		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	4	mg/m <sup>3</sup>	/5/

Navn	Di(2-ethylhexyl)phthalat	Enhed
Synonymer	DEHP	
CAS nr.	117-81-7	
Kemisk formel	C <sub>24</sub> H <sub>38</sub> O <sub>4</sub>	
Tilstandsform	Svagt farvet væske	
Molvægt	390,6	g/mol
Densitet	0,99	g/ml
Kogepunkt	370	°C
Vandopløselighed	0,3-0,4	mg/l
Damptryk	1,2 (ved 20°C)	mm Hg
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	3-5	
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Ingen	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	25	mg/kg TS
Grundvand	1	µg/L
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	3	mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser

Navn	Diisodecylphthalat	Enhed	Referencer
Synonym	Benzene-1,2-dicarboxylic acid diisodecyl		/2/
CAS nr.	26761-40-0		/3/
Kemisk formel	C <sub>28</sub> H <sub>46</sub> O <sub>4</sub>		/3/
Tilstandsform	Farveløs væske		/3/
Molvægt	446,67	g/mol	/3/
Densitet	0,97	g/mL	/3/
Kogepunkt	250-267	°C	/3/
Vandopløselighed	0,28	mg/L	/3/
Damptryk	0,075	mm Hg	/3/
Oktanøl-vand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	-		
Klassificering	Ingen klassificering		/3, 9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	3	mg/m <sup>3</sup>	/5/

Navn	1,6-diisocyanatohexan	Enhed	Referencer
Synonym	Hexamathylen-1,6-diisocyanat, HDI		
CAS nr.	822-06-0		/3/
Kemisk formel	C <sub>8</sub> H <sub>12</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>		/3/
Tilstandsform	Farveløs væske		/3/
Molvægt	168,2	g/mol	/3/
Densitet	1,05	g/mL	/3/
Kogepunkt	255	°C	/3/
Vandopløselighed	(nedbrydning)	mg/L	/3/
Damptryk	0,005	mm Hg	/3/
Oktanøl-vand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	3,2		/3/
Klassificering	T;R23 Xi;R36/37/38 R42/43		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	0,0002	mg/m <sup>3</sup>	/12/
At-værdi	0,035	mg/m <sup>3</sup>	/5/

Navn	1,3-Diphenylguanidin	Enhed	Referencer
Synonym			
CAS nr.	102-06-7		/3/
Kemisk formel	C13H13N3		/3/
Tilstandsform	Hvidt til lyserødt pulver		/3/
Molvægt	211,29	g/mol	/3/
Densitet	1,13	g/mL	/3/
Kogepunkt	170	°C	/3/
Vandopløselighed	Let opløselig	mg/L	/3/
Damptryk	-	mm Hg	
Oktanøl-vand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	2,89		/3/
Klassificering	Xn;R22 Xi;R36/37/38 Rep3;R62 N;R51/53		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	-		

Navn	Epichlorhydrin	Enhed	Referencer
Synonym			
CAS nr.	106-89-8		/3/
Kemisk formel	C3H5ClO		/3/
Tilstandsform	Farveløs væske		/3/
Molvægt	92,53	g/mol	/3/
Densitet	1,18	g/mL	/3/
Kogepunkt	116,5	°C	/3/
Vandopløselighed	60000	mg/L	/3/
Damptryk	12	mm Hg	/3/
Oktanøl-vand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	0,3-0,45		/3/
Klassificering	Carc2;R45 R10 T;R23/24/25 C;R34 R43		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	1,9	mg/m <sup>3</sup>	/5/

Navn	Formaldehyd	Enhed
Synonymer	Formalin, methanal	-
CAS nr.	50-00-0	-
Kemisk formel	HCHO	-
Tilstandsform	Gas	-
Molvægt	30	g/mol
Densitet	0,815	g/ml
Kogepunkt	-20	°C
Vandopløselighed	Vandblandbar	
Damptryk		
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	0,00	
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	T, C, Carc3	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	75	mg/kg TS
Grundvand	-	µg/L
Afdampning	0,001	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	0,01	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	0,4	mg/m <sup>3</sup>

*Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatatablade fra branchebeskrivelser*

Navn	Isophorodiisocyanat	Enhed	Referencer
Synonym	IPDI		
CAS nr.	4098-71-9		/3/
Kemisk formel	C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>		/3/
Tilstandsform	Farveløs væske		/3/
Molvægt	222,29	g/mol	/3/
Densitet	1,06	g/mL	/3/
Kogepunkt	158-159	°C	/3/
Vandopløselighed	(nedbrydning)	mg/L	/3/
Damptryk	0,0003	mm Hg	/3/
Oktanøl-vand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	-		
Klassificering	T;R23 Xi;R36/37/38 R42/43 N;R51/53		/3/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	0,045	mg/m <sup>3</sup>	/5/

Navn	4,4'-isopropylidendiphenol	Enhed
Synonym	Bisphenol A	
CAS nr.	80-05-7	
Kemisk formel	C <sub>15</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub>	
Tilstandsform	Hvide/lysbrune flager eller pulver	
Molvægt	228,29	g/mol
Densitet	-	g/mL
Kogepunkt	220 ved 4 mm Hg	°C
Vandopløselighed	Uopløselig, <0,1g/100 mL	mg/L
Flammepunkt	227	°C
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-	
Klassificering	Xi;R36/37/38 R43	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	-	µg/L
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser

Navn	Methylen-bis-phenylisocyanat (MDI)	Enhed
Synonymer	Diphenylmethan-4-4'-diisocyanat Bis (p-isocyanatophenyl)methan	
CAS nr.	101-68-8	
Kemisk formel	OCN-C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> -CH <sub>2</sub> -C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> -NCO	
Tilstandsform	Fast/væske	
Molvægt	250,26 (MDA: 198,26)	g/mol
Densitet		g/ml
Kogepunkt	335,85 (MDA: 231) (11 mmHg)	°C
Smeltepunkt	38,05 (MDA: 93)	°C
Vandopløselighed	-	mg/l
Damptryk	-	mmHg
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-	
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Xn	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	-	µg/L
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>
Bemærkninger	Hydrolyserer ved tilstedeværelse af vand til methyldiphenylamin (MDA)	
At-værdi	0,05	mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser

Navn	Natriumhydroxid	Enhed	Referencer
Synonym	Kaustisk soda		
CAS nr.	1310-73-2		/2/
Kemisk formel	NaOH		/2/
Tilstandsform	Hvidt pulver		/2/
Molvægt	40	g/mol	/2/
Densitet	2,13 (25 C)	g/mL	/2/
Kogepunkt	1390	°C	/2/
Vandopløselighed	500000	mg/L	/2/
Damptryk	1,5	mm Hg	/10/
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	~0		/4/
Klassificering	C; R35		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	1 uorg. støv: 0,005		/12/
At-værdi	2 (loftsværdi)	mg/m <sup>3</sup>	/5/

Navn	N-methyl- 2-pyrrolidon	Enhed
Synonymer	NMP	
CAS nr.	872-50-4	
Kemisk formel	C <sub>5</sub> H <sub>9</sub> NO	
Tilstandsform	Farveløs væske	
Molvægt	99,13	g/mol
Densitet	1,033	g/ml
Kogepunkt	202	°C
Vandopløselighed	Vandblandbar	
Damptryk	26	mm Hg
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)		
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Xi	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	-	µg/L
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	0,5	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	20	mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser

Navn	PCB	Enhed
Synonym	Polychlorerede biphenyler	
CAS nr.	1336-36-3	
Kemisk formel	$C_{12}H_{10-n}Cl_n$	
Tilstandsform	Gullig olielignende væske	
Molvægt	188-494	g/mol
Densitet	-	g/mL
Kogepunkt*	171-320	°C
Vandopløselighed	0,0013-6.000	lg/L
Damptryk	$1 \cdot 10^{-7}$ - $6,5 \cdot 10^{-4}$	mm Hg
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	4,5-8,3	
Klassificering	Xn; R33, N; R50/53	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	-	µg/L
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	0,01	mg/m <sup>3</sup>

Oplyst for mono- og dichlorerede biphenyler

Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser

Navn	Phenolharpiks	Enhed
Synonymer	Phenolformaldehyd	
CAS nr.		
Kemisk formel	$C_6H_4OH-CH_2-(C_6H_3OH-CH_2)_n-C_6H_5OH$	
Tilstandsform	Fast polymer	
Molvægt	>1.000	g/mol
Densitet		g/ml
Kogepunkt		°C
Vandopløselighed	Uopløselig i vand. Opløselig i alkohol.	mg/l
Damptryk		mmHg
Oktanolvand fordelingsforhold (log)		
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Ikke medtaget i listen. Sammensatte produkter i form af polymerer klassificeres efter indholdet af fri monomer i produktet og med de symboler, der er angivet for monomeren. (Her: Phenol, formaldehyd).	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	-	µg/L
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser



Navn	2-Piperazin-1-ylethylamin	Enhed	Referencer
Synonym			
CAS nr.	140-31-8		/3/
Kemisk formel	C6H15N3		/3/
Tilstandsform	Farveløs væske		/3/
Molvægt	129,21	g/mol	/3/
Densitet	0,99	g/mL	/3/
Kogepunkt	222	°C	/3/
Vandopløselighed	Opløselig	mg/L	/3/
Damptryk	0,05	mm Hg	/3/
Oktanøl-vand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	-		
Klassificering	Xn;R21/22 C;R34 R43 R52/53		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	-		

Navn	Propylenglycolacrylat	Enhed	Referencer
Synonym	2-Hydroxypropyl Acrylate		/2/
CAS nr.	25584-83-2		/4/
Kemisk formel	C6H10O3		/4/
Tilstandsform	Farveløs væske		/4/
Molvægt	130,14	g/mol	/4/
Densitet	1,05	g/mL	/4/
Kogepunkt	-	°C	
Vandopløselighed	Opløselig	mg/L	/4/
Damptryk		mm Hg	
Oktanøl-vand fordeling (logK <sub>ow</sub> )			
Klassificering	T;R23/24/25 C;R34 R43		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	-		

Navn	Propylenglycolmonomethacrylat	Enhed	Referencer
Synonym	Hydroxypropyl methacrylat		/4/
CAS nr.	27813-02-1		/4/
Kemisk formel	C7H12O3		/4/
Tilstandsform	Farveløs væske		/4/
Molvægt	144,18	g/mol	/4/
Densitet	1,066	g/mL	/4/
Kogepunkt	240	°C	/4/
Vandopløselighed	107	mg/L	/3/
Damptryk	0,008 (20C)	mm Hg	/3/
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	-		
Klassificering	Xi; R36 R43		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	-		

Navn	2,4-Toluendiisocyanat	Enhed
Synonym	TDI	
CAS nr.	584-84-9	
Kemisk formel	C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	
Tilstandsform	Klar farveløs til svagt gul væske	
Molvægt	174,16	g/mol
Densitet	1,225	g/mL
Kogepunkt	251	°C
Vandopløselighed	Reagerer med vand under dannelse af CO <sub>2</sub>	
Damptryk	-	mm Hg
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-	
Klassificering	Tx;R26 Xi;R36/37/38 Carc3;R40 R42/43 R52/53	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	-	µg/L
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	0,035	mg/m <sup>3</sup>

Datablad stammer fra AVJ-rapport: Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser

Navn	3,6,9-Triazaundecan-1,11-diamin	Enhed	Referencer
Synonym	Tetraethylenpentamin		
CAS nr.	112-57-2		/3/
Kemisk formel	C8H23N		/3/
Tilstandsform	Gul væske		/3/
Molvægt	189,3	g/mol	/3/
Densitet	~0,99	g/mL	/3/
Kogepunkt	~330	°C	/3/
Vandopløselighed	Opløseligt	mg/L	/3/
Damptryk	<0,08	mm Hg	/3/
Oktanøl-vand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	-		
Klassificering	Xn;R21/22 C;R34 R43 N;R51/53		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	-		

Navn	1,3,5-Triglycidyl Isocyanurate	Enhed	Referencer
Synonym	TGIC		/2/
CAS nr.	2451-62-9		/2/
Kemisk formel	C12H15N3O6		/2/
Tilstandsform	-		
Molvægt	297,27	g/mol	/2/
Densitet	-	g/mL	
Kogepunkt	-	°C	
Vandopløselighed	<1000	mg/L	/2/
Damptryk	-	mm Hg	
Oktanøl-vand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	-		
Klassificering	Mut2;R46 T;R23/25 Xi;R41 R43 Xn;R48/22 R52/53		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	0,001	mg/m3	/12/
At-værdi	-		

Navn	Thiram	Enhed	Referencer
Synonym	Tetramethylthiuram disulfide		
CAS nr.	137-26-8		/3/
Kemisk formel	C6H12N2S4		/3/
Tilstandsform	Hvidt pulver		/3/
Molvægt	240,43	g/mol	/3/
Densitet	1,3	g/mL	/3/
Kogepunkt	129	°C	/3/
Vandopløselighed	Uopløseligt	mg/L	/3/
Damptryk	-	mm Hg	
Oktanøl-vand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	1,73		/3/
Klassificering	Xn;R20/22 Xi;R36/37 R43 Mut3;R68		/9/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-		
Grundvand	-		
Afdampning	-		
B-værdi	-		
At-værdi	1	mg/m3	/5/

Navn	Tetrahydrofuran	Enhed
Synonym	THF, 1,4-epoxybutan	
CAS nr.	109-99-9	
Kemisk formel	C4H8O	
Tilstandsform	Farveløs væske	
Molvægt	72,11	g/mol
Densitet	0,886	g/mL
Kogepunkt	66	°C
Vandopløselighed	3E+5	mg/L
Damptryk	1,62E+2	mm Hg
Oktanøl-vand fordeling (logKOW)	0,46	
Klassificering	F;R11 R19 Xi;R36/37	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	-	µg/L
Afdampning	-	mg/m3
B-værdi	0,2	mg/m3
At-værdi	148	mg/m3

Datablad stammer fra Branchebeskrivelsen for Trykkerier

Navn	Triethanolamin (TEA)	Enhed
Synonym	2,2',2''-nitrilotriethanol	
CAS nr.	102-71-6	
Kemisk formel	C6H15NO3	
Tilstandsform	Gul væske	
Molvægt	149,19	g/mol
Densitet	1,126	g/mL
Kogepunkt	335,4	°C
Vandopløselighed	>1E+5	mg/L
Damptryk		mm Hg
Oktanøl-vand fordeling (logKOW)	-1,5	
Klassificering	Ikke klassificeret	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	-	mg/kg TS
Grundvand	-	µg/L
Afdampning	-	mg/m3
B-værdi	0,01	mg/m3
At-værdi	3,1	mg/m3

*Datablad stammer fra Branchebeskrivelsen for Trykkerier*

## Referencer for datablade

- /1/ Kortlægning af kemikalieanvendelser i forskellige brancher (AVJ-rapport).
- /2/ [www.chemfinder.com](http://www.chemfinder.com) Marts 2004.
- /3/ ChemDAT – The Merck Chemical Database, 2003.
- /4/ HSDB (Hazardous Substances Database) [www.toxnet.nlm.nih.gov](http://www.toxnet.nlm.nih.gov).
- /5/ AT-vejledning C.0.1 Grænseværdier for stoffer og materialer. Oktober 2002 [www.at.dk](http://www.at.dk).
- /6/ [www.eastman.com](http://www.eastman.com).
- /7/ [www.cerij.or.jp/ceri\\_en/index\\_e.html](http://www.cerij.or.jp/ceri_en/index_e.html), Marts 2004.
- /8/ Andersson, M., Hansen, T.L., Nielsen, K.E. & Rasmussen, L.S., 1998: Forurening i Rungsted Havn forårsaget af antibegroningsmidler, Midtvejsprojekt, Institut for Miljøteknologi, Danmarks Tekniske Universitet.
- /9/ Miljøstyrelsen 2000: Bekendtgørelse om listen over farlige stoffer. Bekendtgørelse nr. 733 af 31/7-2000. Samt <http://www.mst.dk/default.asp?Sub=http://www.mst.dk/kemi/02000000.htm>. Marts 2004.
- /10/ <http://msds.redox.com/>, Marts 2004.
- /11/ Miljøstyrelsen 2003: Liste over kvalitetskriterier i relation til forurennet jord. Opdateret juli 2003.
- /12/ Miljøstyrelsen 2000: B-værdivejledningen. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 2, 2002.
- /13/ Miljøstyrelsen, 1996: Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand, Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen, nr. 20, 1996.
- /14/ Gerd Rickers: Grundstoffernes periodiske system. Linde Tryk, 1993 udgave.



## **Bilag 3**

# **Oversigt over opløsningsmidler**





## Lister over organiske opløsningsmidler brugt i maling og lak i henholdsvis 1970, 1984 og 1994

Listerne stammer fra følgende referencer:

- Petersen, Jørgen: Maling og lak. Foreningen for Danmarks Lak- og Farveindustri, 1970
- Lossepladsprojektet: Forurenede industrigrunde. Udredningsrapport U2, januar 1988.
- Miljøstyrelsen: Brancheorientering for lak- og farveindustrien. Orientering fra Miljøstyrelsen, nr. 5, 1996.

OVERSIGT OVER DE VIGTIGSTE OPLØSNINGSMIDLER.

	vegtfylde	destillation °C	fordampningstal (tid) æter = 1	flammpunkt °C	sundhedsfare, liste	brandfare, klasse
<u>Kulbrinter</u>						
Benzin	0,71	80-110	3,5	-20	II	I
Mineralsk terpentin	0,78	145-200	50	35	II	II
Lugtløs terpentin	0,76	180-205		52		III
Vegetabilsk terpentin	0,86	150-180	38	31	II	II
Dipenten	0,86	170-190	175	48		II
Toluen	0,86	110	6	7	III B	I
Xylen	0,86	135-140	13,5	23	III B	II
Solvesso 100	0,87	162-172		46		II
Solvesso 150	0,88	185-210		66		III
Shellsol A	0,87	160-180	64	48		II
Tetralin	0,97	206-208	190	70	III B	III
Dekalin	0,87	190-193	94	59	III B	III
Styren	0,91	145	21	32	III B	II
<u>Alkoholer</u>						
Metanol	0,79	65	6,3	6,5	III A	IV
Ætanol (den.m.veg.terp.)	0,79	78- 80	8,2	16		IV
Sek propanol (isopropanol)	0,79	82- 83	11	14		IV
n-butanol	0,81	114-118	33	34	III B	II
iso-butanol	0,81	105-108	24	27		II
<u>Ketoner</u>						
Acetone	0,79	56	2,1	-20	II	IV
Metylætylketon	0,80	80	2,7	-14	III B	I
Metylisobutylketon (MIBK)	0,80	114-117	7,5	16	III B	I
Metylisoomylketon (MIAK)	0,81	136-150		40		II
Cyklohexanon	0,95	150-156	40	44	III B	II
Diacetonealkohol	0,94	159-169	147	57	III A	III
<u>Estere</u>						
Ætylacetat	0,90	75- 77	2,9	- 0,5	III B	I
Butylacetat	0,88	123-127	12	24	III B	II
iso-Butylacetat	0,87	116-118	15	18		I
GB-Ester (glykolsyrebutylester)	1,02	178-190	430	68		III
<u>Glykolætere og -estere</u>						
Metylglykolæter	0,96	122-127	34	38	III A	II
Ætylglykolæter	0,96	132-136	43	43	III B	II
iso-Propylglykolæter	0,91	142-145	68	51		II
Butylglykolæter	0,90	167-173	163	66	III A	III
Ætylglykolacetat	0,97	150-160	52	58	III B	III
<u>Andre</u>						
Metylenklorid	1,36	40- 62	2	-	III A	-
Triklorætylen	1,46	87- 88	3,8	-	III A	-

Tabel 2: 1984 forbruget af organiske opløsningsmidler /6/.

Opløsningsmiddel	Tons
Ekstraktionsbenzin	21028
Mineralsk terpentin	17160
Toluen	3740
Xylenet	4918
Styren	1155
Aromablandinger	2012
Diverse kulbrinter	<u>2476</u>
<b>Kulbrinter, total</b>	<b>52489</b>
Methanol	26190
Ethanol	40000
Propanoler	10202
Butanoler	3185
Diverse alkoholer	<u>652</u>
<b>Alkoholer, total</b>	<b>80229</b>
Acetone	5150
Methylethylketon	1117
Methylisobutylketon	714
Diverse ketoner	<u>795</u>
<b>Ketoner, total</b>	<b>7776</b>
Ethylacetat	3120
Butylacetat	2065
Diverse estere	6211
<b>Estere, total</b>	<b>11406</b>
Ethylenglykol	2151
Propylenglykol	3613
Diverse glykoler	466
Ethylglykol	122
Betylcellosolve	559
Diverse glykolethere	2399
Glykolethere og -estere	<u>9310</u>
Methylenchlorid	983
1,1,1 Trichlorethan	1980
Tetrachlorethylen	1096
Diverse chlorerede	1283
<b>Chlorerede kulbrinter, total</b>	<b>6491</b>

## OPLØSNINGSMIDLER, registreret anvendt i lak- og farveindustrien 1995

Sikkerheds nr.	Opløsningsmiddel	At grænseværdi	Hovedgruppe <sup>1</sup>	Klasse <sup>2</sup>	B-værdi
<b>Industribenziner</b>					
1.01.21	Ekstraktionsbenzin 62/82 og Hexan		(Hexan 2)	III	0,4
1.01.24	Ekstraktionsbenzin 80/110	400ppm			
	Ekstraktionsbenzin 100/140	300ppm			
<b>Brændfarlige Blandede kulbrinter</b>					
1.01.32	Krystallin	100 ppm testativ			
1.01.34	Aromafri Mineralisk Terpentol	25 ppm	2	III	1
1.01.37	Mineralisk Terpentol	25 ppm	2		0,3
1.01.47	Mineralisk Terpentol med højt fl.pkt.	25 ppm	2		0,3
<b>Cycloalifatiske kulbrinter</b>					
1.01.61	Cyclohexan	200 ppm	2	II	1
<b>Cycloalifatiske kulbrinter med dobb. binding</b>					
1.01.81	Dipenten	75 ppm testativ			
1.01.87	Pine Oil	ikke fastlagt			
1.01.89	Vegabilsk terpentin	25 ppm	2		0,3
<b>Aromatiske kulbrinter</b>					
1.02.10	Styren	25 ppm HL	2	II	0,2
1.02.12	Toluol	35 ppm H	2	III	0,4
1.02.15	Vinytoluol	25 ppm H			
1.02.19	Tetralin				
1.02.21	Nylenol	35 ppm H	2	II	0,1
1.02.23	Aromatiske kulbrinter (C9)	10 ppm testativ			
1.02.31	Aromatiske kulbrinter (C10)	25 ppm testativ			
1.02.35	Decalin				
<b>Alkoholer</b>					
1.04.01	Methanol	200 ppm	2	III	0,3
1.04.03	Ethanol	1000 ppm	2	III	5
1.04.07	Isopropanol	200 ppm H	2	III	1
1.04.09	Butanol (n-, sec-, iso-)	50 ppm HL	2	III	0,2-0,7
1.04.14	Texanol	ikke fastlagt			
1.04.18	Decanolol	ikke fastlagt			
1.04.23	Cyclohexanol	50 ppm	2	II	0,05
1.04.31	Benzylalkohol				
1.04.33	-Methylbenzylalkohol				
<b>Glycoler</b>					
1.06.01	Ethylenglycol	50 ppm L			
1.06.03	Propylenglycol	ikke fastlagt			
<b>Aldehyder og ketoner</b>					
1.08.21	Acetone	250 ppm	2	III	0,4
1.08.22	Diacetonalkohol	50 ppm	2	II	
1.08.23	Acetylaceton				
1.08.25	Methylethylketon	50 ppm	2	III	1
1.08.27	Methylisobutylketon	25 ppm H	2	II	0,2
1.08.28	Methylisomylketon	50 ppm			
1.08.29	Diacetylketon	25 ppm			
1.08.31	Cyclohexanon	25 ppm	2	II	0,1
1.08.32	2-Methylcyclohexanon	50 ppm H			
1.08.34	Isophenon	5 ppm L	2	II	

<sup>1</sup>"Hovedgruppe" og <sup>2</sup>"klasse" refererer til Miljøstyrelsens Luftvejledning

Sikkekodet nr.	Ordningsmiddel	At. grænseværdi	Hazardgruppe	Klasse	B-værdi
<b>Etere</b>					
1.10.11	Dimethoxymethan	1000 ppm			
1.10.21	Tetrahydrofuran	100 ppm	2	II	
<b>Estre</b>					
1.12.11	Ethylacetat	150 ppm	2	III	I
1.12.13	Iso-Propylacetat	150 ppm	2	III	0,7
1.12.15	n-Butylacetat	150 ppm	2	II	0,1
1.12.16	Iso-Butylacetat	150 ppm	2	III	0,3
1.12.37	Glycolhex-Butylacetat	25 ppm	tentativ		
1.12.51	Luxolvan FBH				
1.12.61	DBE D-basisk Ester				
<b>Glycoletere</b>					
<b>Ethylen-glycol-etere</b>					
1.14.11	Methylglycol	5 ppm H	2	II	
1.14.12	Ethylglycol	5 ppm H	2	II	0,2
1.14.14	Isopropylglycol				
1.14.15	Butylglycol	25 ppm	2	II	0,04
<b>Propylen-glycol-etere</b>					
1.14.21	Propylenglycolmethylether	50 ppm			
1.14.22	Monopropylenglycolmonoethylether	100 ppm	tentativ		
1.14.23	Propacol P				
1.14.25	Dowanol PA6 (Propylenglycol-n-butylether)	100 ppm	tentativ		
<b>Diethylen-glycol-etere</b>					
1.14.30	Diethylglycolmonomethylether	25 ppm	tentativ		
1.14.31	Carbitol		ikke fastlagt		
1.14.35	Butylidiglycol		ikke fastlagt		
<b>Dipropylen-glycol-etere</b>					
1.14.41	Dipropylenglycolmethylether	50 ppm			
1.14.61	3-Methoxy-1-Butanol	25 ppm	tentativ		
<b>Glycolether-ester</b>					
1.16.11	Methylglycolacetat	5 ppm H			
1.16.13	Ethylglycolacetat	5 ppm H			
1.16.15	Butylglycolacetat	25 ppm	tentativ		
1.16.17	1-Methoxypropylacetat (Dowanol PMA)	20 ppm			
1.16.19	Ethoxypropylacetat	100 ppm	tentativ		
1.16.50	Arcozol FME acetat (1-Methoxy-2-propanolacetat)				
1.16.51	3-Methoxybutylacetat	25 ppm	tentativ		
<b>Andre tilholdige kulbrinter</b>					
1.18.21	-Butyrolacton	50 ppm	tentativ		
<b>Pyrolidoner</b>					
1.40.51	N-Methylpyrrolidon	50 ppm			
1.40.59	N-Vinylpyrrolidon				

Tentative (foreløbige) grænseværdier er regnestørrelser, der benyttes som erstatning for en egentlig grænseværdi ved beregning af MAL-faktorer.

L = loftsværdi

H = stoffet kan optages gennem huden



## **Bilag 4**

### **Erfaringer fra tidligere undersøgelser**





## Erfaringer fra tidligere undersøgelser i Amterne

### 1. Miljøstyrelsens register over forurenede arealer

Amternes Videntcenter for Jordforurening har lavet et udtræk fra Miljøstyrelsens register over forurenede arealer, ROKA. I databasen findes en industritype som netop er benævnt "Farve- og lakfabrikker". I nedenstående tabel er lavet en opgørelse over hvilke typer af forureninger der er påvist på lokaliteterne, dette er inddelt i 7 hovedgrupper, olie/benzin, tungmetaller, tjære/PAH, almindelige (BTEX+terpentin), chlorerede og vandblandbare opløsningsmidler samt andre forureninger. Sidstnævnte dækker uspecificerede forureninger og specielle forureningstyper som fx. pesticider.

Forurening	Farve- og lakfabrikker	Andel
Olie/benzin	52	27 %
Tungmetaller	13	7 %
Tjære/PAH	10	5 %
Opløsningsmidler (BTEX+terpentin)	61	32 %
Chlorerede opløsningsmidler	29	15 %
Vandblandbare opløsningsmidler	8	4 %
Andet	17	9 %
Total i ROKA	190	

**Tabel 1** Opgørelse over fund af forurening, ROKA udtræk.

Af tabellen ses det at de typiske forureninger, knap 80 %, er hhv. olie/benzin og opløsningsmidler. Dette kunne tyde på at tankanlæg indeholdende opløsningsmidler og benzin/olie er den største kilde til forurening på disse lokaliteter.

### 2. Undersøgelserapporter

Ved rundspørge i amterne har Amternes Videntcenter indsamlet oplysninger om 14 lokaliteter med farve- og lakfabrikker, hvor forureningen kan vurderes at stamme fra denne aktivitet. I tabel 2 er lavet en kort gennemgang af de 14 lokaliteter og de fund af forurening der er observeret.

Opgørelsen viser at det ofte er tankanlæg og andre former for opbevaring af råvarer, der medfører forurening. Forureningerne er oftest BTEX'er eller kulbrinter i jord og grundvand, men andre forureninger ses også.

Lokalitet	Kilde	Medie	Forurening
1	Tjærede tanke	Jord	PAH
	Tankgrav	Jord	Cadmium
	Tankanlæg	Grundvand, jord	Opløsningsmidler (BTX)
	Råstoflager	Overfladejord	Cadmium, bly
2			Aromatiske forbindelser (terpentin)
			Chlorerede opløsningsmidler
3			BTEX, benzin o.lign.
4	Tankanlæg		BTEX (toluen, xylene)
	do.		Div alifatiske forbindelser
	do.		Acetone
5		Jord	Olie/benzin (petroleum)
		Jord, grundvand	BTEX (ethylbenzen, xylene)
6		Jord, grundvand	Ole/benzin
		Grundvand	BTEX o.lign.
		Grundvand	Chlorerede opløsningsmidler (tetrachlormethan, trichlorethylen)
7			Kulbrinter
			BTEXN
8	Benzinstander		Kulbrinter
	Nedgravede tanke	Jord	Terpentin, xylene
9	Tromleplads	Jord (grundvand)	Petroleum, acetone, ethanol, isopropanol
10		Grundvand	1,1,1 trichlorethan (lav konc.)
11		Poreluft	Chlorerede opløsningsmidler (spor)
12	Tankgrav	Jord	Metal, styren
13	Produktion	Jord, grundvand	Kulbrinter
14	Produktion	Jord	Kulbrinter
	Oplagsplads	Grundvand	-
	Kloak	Jord	Kulbrinter

**Tabel 2** Opgørelse over fund af forurening, oplysninger fra amter.

## **Bilag 5**

### **Metodebeskrivelser**



## Metodebeskrivelser

I det følgende er de enkelte elementer i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2 beskrevet nærmere.

Undersøgelingsprogrammet er opdelt i et standardprogram og et supplementprogram.

Standardprogrammet indeholder de elementer, som altid anbefales medtaget i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2. Her forudsættes det, at der er gennemført en detaljeret historisk kortlægning med lokalisering af de vigtigste forureningskilder.

Hvis historikken er sparsomt belyst, eller der er mistanke om tilstedeværelse af større forureningskilder med ukendt placering, kan standardprogrammet udvides med et eller flere elementer fra supplementprogrammet.

### 1 Undersøgelsesmetoder

Standardprogrammet anbefales at indeholde:

- Udførelse af boringer (korte indtil 1 m u. t. og dybere indtil minimum 3-4 m u. t.) og udtagning af jordprøver i udendørsområder; ved oplag af råvarer og affald, ved tidligere eller eksisterende samlebrønde i kloaksystemet og ved nedgravede tanke. Der bør ligeledes bores ved påviste utætheder i kloakledninger med forbindelse til produktions- og lagerområder og på kendte områder, hvor der er sket produktion af pigmenter og bindemidler.
- Ved tilstedeværelse af terrænnære grundvandsmagasiner udføres der en eller flere filtersatte boringer med henblik på vandprøvetagning. Der bør placeres filtersatte boringer ved eller nedstrøms de potentielle forureningskilder.
- Etablering af prøvetagningssteder til poreluftmåling samt udtagning af poreluftprøver, primært ved forureningskilder, hvor der er mistanke om spild af opløsningsmidler, herunder chlorerede opløsningsmidler. Dette kan f.eks. være ved oplag af råvarer og affald eller under gulv i bygningen på steder, hvor der er tegn på spild, ved gulvafløb og ved utætte kloakrør og -brønde.

Supplementprogrammet kan omfatte TV-inspektion af kloaksystem og lokalisering af nedgravede tanke og rørføringer ved geofysiske opmålinger. Læketest på tankanlæg kan også inddrages i fald der er tanke af en vis alder, som er i drift på lokaliteten. I det følgende er undersøgelsesmetoderne gennemgået nærmere.

#### Boringer og filtersætning

Udførelse af boringer og udtagning af jordprøver er detaljeret beskrevet i Miljøstyrelsens prøvetagningsvejledning /14/. Boringerne føres minimum til bund af fyldlag eller til samme dybde som bund af brønde, nedgravede tanke mv. Boringer indtil ca. 1 m u. t. er velegnede til undersøgelse af overfladenære og evt. diffus forurening, mens boringer på minimum 3-4 m u. t. er velegnede til undersøgelse af koncentrerede forureningskilder og til undersøgelse af grundvandsforurening.

Under borearbejdet udarbejdes der feltjournal med angivelse af:

- Prøvetagningsdybder.
- Geologisk beskrivelse af jordtyper, forureningsbedømmelse, laggrænser og boreddybder.
- Jordens fugtighed med henblik på forventet beliggenhed af grundvandsspejl.
- Filtersætning, afpropning, retablering og vandspejlsobservationer.

Det anbefales, at der altid etableres minimum en filtersat boring f.eks. hvor der findes olieudskillere og samlebrønde, især af ældre dato, da disse ofte viser sig at være utætte.

Det anbefales endvidere, at der udføres korte lokaliseringsboringer til undersøgelse af overfladenære forurening med olie og tungmetaller, da dette er forureningskomponenter, der ofte er konstateret og vurderes at kunne findes i forbindelse med undersøgelser på cement- og betonvarefabrikker.

### **Poreluftmålinger**

For flygtige forbindelser, herunder aromatiske kulbrinter (f.eks. toluen og xylen), og chlorerede kulbrinter (f.eks. TCA, TCE og PCE). der forventes at kunne konstateres i forbindelse med farve- og lakindustri, vil en væsentlig del af forureningen forekomme på dampform. Det anbefales derfor at udføre poreluftmålinger som en del af standardprogrammet på lokaliteter, hvor der har været produktion af farve og lak.

Etablering af prøvesteder til poreluftmåling samt udtagning af poreluftprøver er nærmere beskrevet i /15/.

Poreluftmålinger er velegnede som undersøgelsesmetode ved potentielle indendørs forureningskilder, såsom oplag af råvarer og affald samt ved indendørs afløb i gulv. I disse tilfælde etableres prøvestederne mest hensigtsmæssigt ved at nedramme en sonde vertikalt gennem gulv og fundament til det kapillar- brydende lag umiddelbart under gulvniveau. Ved anvendelse af særligt udstyr kan prøvesteder i det kapillarbrydende lag også etableres udefra ved skrå boringer ind gennem bygningens fundament.

Poreluftmålinger er desuden velegnede til screening af udendørs arealer for flygtige stoffer. Ud fra resultaterne af poreluftmålingerne kan boringerne efterfølgende placeres.

Resultatet af poreluftmålinger er imidlertid påvirket af jordens permeabilitet, hvilket f.eks. betyder, at en kompakt moræneler er mindre velegnet til poreluftundersøgelser, især som screeningsmetode.

Som en del af supplementprogrammet kan følgende undersøgelsesmetoder anbefales på farve- og lakfabrikker:

### **TV-inspektion af kloaksystem**

Hvis kloaknettet er af ældre dato eller oplysningerne om udformning eller tilstand er mangelfulde kan der udføres en TV-inspektion, der vurderer risikoen for udsivning fra et defekt kloakrør til det omkringliggende miljø. Udsivning af vand fra kloak kan medføre forurening, da afløbsvandet ofte er olie og slamholdigt.

Ved TV-inspektionen trækkes et kamera gennem kloaksystemet. Kameraet registrerer rørens tilstand og skader på rørene.

I tilfælde, hvor f.eks. aflejringer på indersiden af rørene eller forskydninger af samlinger kan skabe tvivl om, hvorvidt der kan ske en udsivning, kan TV-inspektionen suppleres med en tæthedsprøvning af en rørstrækning. Tæthedsprøvning udføres typisk med vand eller luft.

Ud fra TV-inspektion eller tæthedsprøvning kan forureningskilder stammende fra udsivning fra kloaksystemet lokaliseres.

Det anbefales at anvende et TV-inspektionsfirma, der er tilsluttet Danske TV-inspektionsfirmaers kontrolordning (DTVK).

### **Lokalisering af nedgravede tanke og rørføringer**

Ved undersøgelser, der omfatter nedgravede tankanlæg, kan det tilgængelige kort- og informationsmateriale være mangelfuldt og unøjagtigt. I sådanne tilfælde kan der anvendes geofysiske metoder, som f.eks. målinger med protonmagnetometer eller georadar. Disse metoder kan dog være temmelig følsomme overfor 'støj' fra andre metalgenstande i nærheden, såsom armeringsjern i beton o. lign.

Metoderne kan anvendes ved lokalisering af nedgravede tanke, tromler og rørinstallationer ned til 2-3 m u. t.

### **Lækagetest**

For tankanlæg indeholdende opløsningsmidler eller evt. andre produkter eller rengøringsvand og som stadig er i drift anbefales det at udføre lækagetest.

Ved tanktest tilsættes et sporstof til tanken indhold. Efter en tidsperiode måles med sædvanligt poreluftudrustning (se senere) for sporstof samt komponenter fra tankens almindelige indhold. Målinger laves både i tank, udenfor tank og evt. langs rørføringer. Målingen i tanken kan indikere hvor meget af det tilsatte sporstof der er tilbage i tanken.

Lækagetest er bedre indikatorer for forureningsspredning end sædvanlige boringer, da det ikke altid er sikkert at boringen placeres korrekt i forhold til en forureningslækage.

## **2. Placering af boringer**

Da formålet med en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2 er at påvise/afvise forurening på en ejendom, anbefales det i standardprogrammet at placere boringer i de områder, hvor den historiske kortlægning har lokaliseret potentielle forureningskilder. Boringer og poreluftsonder kan også placeres ud fra TV-inspektion, tæthedsprøvning og geofysiske opmålinger. I det følgende er strategien for placeringen af boringer beskrevet nærmere.

Ved opstilling af en prøvetagnings- og analysestrategi, er det vigtigt, at der foreligger en historisk kortlægning for området, således at potentielle forureningskilder og -komponenter er udpeget.

Ud fra den historiske kortlægning defineres der for hver potentiel forureningskilde mindst et prøvetagningsfelt. Et prøvetagningsfelt er et område, hvor der kan forventes sammenhængende eller ensartede forureningsforhold. Et prøvetagningsfelt kan f.eks. være:

- En punktkilde, f.eks. en utæt samlebrønd eller olietank.
- Et område, f.eks. et udendørs oplag af tromler eller en plads til affaldsdeponering.



- En diffus kilde, f.eks. en overfladenær forurening stammende fra spild på tidligere transportveje for råvarer og affald.

Hvis den historiske kortlægning har lokaliseret potentielle forureningskilder, defineres disse kilder som prøvetagningsfelterne. Prøvetagningspunkterne placeres i prøvetagningsfelterne med henblik på at dokumentere eventuelle forureninger.

Som supplement til den historiske gennemgang kan forureningskilder stammende fra udsivning fra kloaksystemer og nedgravede olie- og kemikalietanke lokaliseres vha. TV -inspektion, tæthedsprøvning og geofysiske opmålinger.

Endelig kan der udføres en række poreluftmålinger til screening af området for flygtige stoffer. Ud fra resultaterne kan borerne placeres.

Hvis der er kendskab til en potentiel forureningskilde i et prøvetagningsfelt, men placeringen af forureningskilden er ukendt, kan der anvendes statistiske metoder til placering af prøvetagningspunkter. Prøvetagningspunkterne placeres da i et gitter over hele området.

En detaljeret gennemgang af prøvetagnings- og analyse strategier fremgår af /14/. Her beskrives i bilag 1, eksempel 1 og 2 relevante typer af prøvetagnings- og analysestrategier i orienterende forureningsundersøgelser (tekniske kortlægningsundersøgelser). Det anbefales generelt, at prøvetagnings-tætheden til lokalisering af ukendte forureningskilder ved tekniske kortlægningsundersøgelser begrænses til niveauet "grov screening".

### **3. Prøvetagningsmetoder**

Standardprogrammet anbefales at indeholde udtagning af jord- og poreluftprøver samt udtagning af vandprøver fra terrænnære grundvandsmagasiner. Supplementprogrammet kan omfatte udtagning af vandprøver fra større sekundære grundvandsmagasiner og fra primære grundvandsmagasiner. I det følgende er prøvetagningsmetoderne beskrevet nærmere.

#### **Jord**

Ved overfladedeponeringer fra luftemission eller spild af fx pigmenter og sikkativer kan udtagning af jordprøver fra terrænnære jordlag være ideelt i forhold til forureningskomponenter, der adsorberes kraftigt til jorden, f.eks. tungmetaller.

Fra borerne udtages typisk to jordprøver for hvert jordlag dog minimum for hver halve boremeter til beskrivelse af jordtype, PID-måling og evt. kemisk analyse.

Jordprøver kan evt. blandes med henblik på at minimere analyseomkostningerne. Det anbefales, at der ikke blandes mere end fem delprøver. Blanding af prøver er velegnet til prøvetagning for tungmetaller og ikke flygtige olietyper, men må aldrig anvendes, hvor der skal analyseres for flygtige forureningskomponenter pga. risiko for fordampningstab under blandingen.

Ved blanding af prøver bliver resultatet et gennemsnitsindhold af forureningen i jorden i det undersøgte område. Herved mistes informationer om, hvilke prøvetagningspunkter, der indeholder høje eller lave koncentrationer. Til gengæld fås et billede af den generelle belastning af det undersøgte område.

Prøvetagningsmetode, emballering, håndtering og opbevaring af prøverne skal tilpasses forureningens art. Det er overordentlig vigtigt, specielt ved flygtige forureninger, at udtagne jordprøver emballeres i membranglas eller redcap/duranglas med teflonlåg, hvor prøver kan ekstraheres direkte i glasset. Det er desuden vigtigt, at plastmaterialer i prøveemballagen ikke kan afgive enkeltkomponenter (f.eks. phthalater) til jordprøven. Derfor frarådes generelt pakninger af plast/gummi i prøveglas. Prøver til analyse for flygtige, organiske forureninger skal håndteres så lidt som muligt og skal opbevares mørkt og køligt i felten, under transport og under opbevaring i laboratoriet. Sådanne prøver bør analyseres inden for maksimalt 24 timer efter prøveudtagning /14/.

Mere detaljerede retningslinjer for udtagning af jordprøver og deres håndtering fremgår af /14/.

## **Grundvand**

I prøvetagningen indgår tre faser:

- Forpumpning.
- Prøvetagning.
- Prøveemballering, -håndtering og -opbevaring.

Ved forpumpning af højtydende borerer bør vandet passere en pH-, ilt- og ledningsevne måler. Når pH, iltindhold og ledningsevne bliver konstant udtages vandprøven. På denne måde sikres det, at der udtages en vandprøve, der repræsenterer grundvandsmagasinet bedst muligt. Der skal dog som minimum forpumpes en vandmængde svarende til 10 gange vandmængden i filter og blindrør /1/.

Ved lavtydende borerer, hvor boringen tørpumpes, inden forpumpningen er afsluttet, bør boringen tørpumpes 1-4 gange inden prøvetagningen /11/. I terrænnære grundvandsmagasiner er borererne typisk lavtydende.

Prøvetagningen bør udføres i direkte forlængelse af forpumpningen. Filtre, pumpe slanger og beholdere af blød plast (især PVC) skal undgås, da disse kan afgive blødgøringsmidler og opløsningsmidler. I stedet anbefales filtre og pumpe slanger af PE-HD og prøvetagningsbeholdere af glas /11/.

Prøvetagningsmetode, emballering, håndtering og opbevaring af prøverne skal tilpasses forureningstype. Det er derfor overordentlig vigtigt, specielt ved flygtige, organiske forureninger, at vandprøven ikke sprøjtes ned i prøveemballagen, da der herved kan forekomme en betydelig stripping af flygtige stoffer fra prøven. De udtagne vandprøver emballeres i glas flasker med teflonlåg og opbevares mørkt og køligt i felten, under transport og under opbevaring i laboratoriet for at minimere fordampningsrisikoen /11/.

Mere detaljerede retningslinjer for udtagning af vandprøver og deres håndtering er nærmere beskrevet i /11/.

## **Poreluft**

Når der skal foretages en vurdering af afgang til udeluften bør målingerne tages tæt på jordoverfladen, dog ikke tættere end 0,5 m.u.t. Ved prøvetagning til brug for indeklimavurderinger bør prøven udtages umiddelbart under gulv- niveau /11/.

Til oppumpning af luft anvendes fra korte sonder en vakuumpumpe. Poreluftprøven kan udtages på flere måder. Der kan f.eks. udtages en poreluftprøve via et udtag i slangen, som umiddelbart herefter manuelt injiceres i en transportabel gaschromatograf.

Ved anvendelse af maskindrevet udstyr transporteres de flygtige komponenter fra sonden via en bæregas til analyse i et mobilt laboratorium, hvor der kan gennemføres kontinuerte målinger med PID-, FID- og EDC-detektorer.

Som alternativ til analyse i mobillaboratorium kan poreluftprøver udtages på kulrør og lignende til senere analyse i stationært laboratorium. Herved kan der opnås bedre detektionsgrænser og anvendes akkrediterede analysemetoder.

Mere detaljerede retningslinjer for udtagning af poreluftprøver og deres håndtering fremgår af /43/.

#### **4. Feltanalyser**

Ved feltanalyser forstås simple analysemetoder, som er simple at udføre og robuste overfor vejr og vind, og som derfor er egnede til anvendelse i felten. De fleste feltanalyser er mindre nøjagtige og mindre præcise end laboratorieanalyser, men er hurtigere og giver en respons for flere stoffer ved samme analyse. Feltanalyser er i visse tilfælde billige, og kan derfor bruges til at screene et sæt af prøver, hvorefter resultaterne efterfølgende kan verificeres med laboratorieanalyse af et mindre sæt prøver. Herudover kan feltanalyser foretages umiddelbart efter prøveudtagning, således at f.eks. placeringen af borer løbende tilrettelægges ud fra resultaterne af feltanalyserne. Hvis feltmetoden er stofs specifik, bør den som minimum have en detektionsgrænse, der svarer til det gældende kvalitetskriterium for det pågældende stof.

For undersøgelser af farve- lakfabrikker kan følgende feltanalyser være aktuelle:

- PID/FID anvendes til vurdering af flygtige forbindelser i headspacen over en jordprøve. Apparatets følsomhed afhænger af, hvilken type lampe detektoren er udstyret med. Metoden er ikke stofs specifik.
- GC/FID og GC/EDC anvendes typisk i mobile laboratorier, og prøverne er enten poreluft, headspace over jordprøver eller jordprøver, der ekstraheres. Metoderne er følsomme over for mange af de organiske forureninger.
- Metalscreening med røntgenfluorescenceteknik (EDXRF). Metoden giver en orientering om, hvorvidt jorden er forurennet med tungmetaller, og hvilken variation der kan forventes over undersøgelsesområdet.

Yderligere oplysninger om forskellige feltmetoder findes i /1/, /16/ og /17/.

Standardprogrammet på farve/lakfabrikker anbefales at omfatte en prøvebeskrivelse af samtlige jord- og vandprøver, der er udtaget i forbindelse med feltarbejdet. Den indledende prøvebeskrivelse bør omfatte:

- Registrering af observationer i felten, såsom misfarvning, fyldmateriale og geologiske aflejringer.
- Registrering af uklarheder, oliefilm og lignende i oppumpet vand.

- Screening af jordprøver i felten og/eller i laboratorium for flygtige ioniserbare forbindelser ved PID/FID.

Som supplement kan det overvejes at screene et større antal jordprøver i felten for indhold af metaller med røntgenfluorescenceteknik (EDXRF).

I tabel 1 er feltmetoderne sammenfattet med angivelse af analysemetoder, parametre og vejledende detektionsgrænser /14/.

Analysemetode	Komponenter	Vejl. detektionsgrænse
<b>Tungmetaller</b>		
Røntgenfluorescens (ECXRF)	Bly	20-40 mg/kg
	Cadmium	20-30 mg/kg
Måles direkte på jordprøve	Chrom	70-160 mg/kg
	Kobber	30-50 mg/kg
	Zink	30-80 mg/kg
	Molybdæn	15-20 mg/kg
<b>Kulbrinter</b>		
PID/FID	BTEX	-
	Benzin	1-10 mg/kg
Måles på headspace over jordprøve	Diesel-/fyringsolie	20-100 mg/kg
GC/FID og GC/EDC	BTEX	0,05-0,2 mg/kg
	Benzin	1 mg/kg
Måles direkte på poreluftprøver eller på headspace over jordprøver eller indirekte på jordprøver efter ekstraktion	Dieselolie	5 mg/kg
	Tung olie	25 mg/kg
	Chlorerede kulbrinter	0,001-0,05 mg/kg
	Polære kulbrinter	0,1-10 mg/kg

**Tabel 1**      Oversigt over feltanalyser.