

# **Branchebeskrivelse for Trykkerier**

**Teknik og Administration  
Nr. 2 2003**

## Indholdsfortegnelse

<b>1. Indledning</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Sammenfatning</b> .....	<b>5</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 .....	14
3.4. Branchens strukturelle udvikling .....	14
3.4.1. Maskinteknologi .....	15
3.4.2. Anvendte stoffer og kemikalier .....	19
3.4.3. Antal virksomheder og beskæftigede .....	20
<b>4. Processer, teknologi og miljø</b> .....	<b>23</b>
4.1. Procesbeskrivelse .....	23
4.2. Virksomhedsindretning .....	24
4.3. Arbejdsmetoder og miljøbelastning .....	27
4.3.1. Prepress og færdiggørelse .....	28
4.3.2. Højtryk (bogtryk og flexotryk) .....	31
4.3.3. Plantryk (offset) .....	37
4.3.4. Dybtryk .....	42
4.3.5. Serigrafi .....	45
<b>5. Forureningsrisiko</b> .....	<b>49</b>
5.1. Oversigt over potentielle forureningskilder .....	49
5.1.1. Prepress og færdiggørelse .....	49
5.1.2. Bogtryk .....	50
5.1.3. Flexotryk .....	51
5.1.4. Offsettryk .....	52
5.1.5. Dybtryk .....	53
5.1.6. Serigrafi .....	54
5.2. Vurdering af forureningsrisiko .....	54
<b>6. Undersøgelser</b> .....	<b>59</b>
6.1. Historisk kortlægning .....	59
6.1.1. Kortlægningsstrategi og -metode .....	59
6.1.2. Indsamling af historisk materiale .....	60
6.2. Status for trykkeribranchens miljøbelastning .....	62
6.3. Kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2 .....	69
6.3.1. Undersøgelsesmetoder .....	70
6.3.2. Placering af boringer .....	72
6.3.3. Prøvetagningsmetoder .....	74
6.3.4. Feltanalyser .....	76
6.3.5. Laboratorieanalyser .....	78
<b>7. Afværgeteknikker</b> .....	<b>86</b>
<b>8. Litteraturliste</b> .....	<b>88</b>

## **Bilag**

- Bilag 1**      Anvendte stoffer i trykkerbranchen
- Bilag 2**      Datablade for udvalgte stoffer
- Bilag 3**      Beskrivelse af de vigtigste primære og sekundære kilder
- Bilag 4**      Relevante kilder i relation til afværgeteknikker
- Bilag 5**      Ordliste

# 1. Indledning

## Forord

Denne branchebeskrivelse er udarbejdet af Dansk Miljørådgivning A/S for Amternes Videncenter for Jordforurening.

Branchebeskrivelsen er blevet til i et samarbejde med en følgegruppe, som har været tilknyttet projektet. I følgegruppen har deltaget:

- Claus Marcussen, Sønderjyllands Amt
- Carsten Bagge Jensen, Københavns Amt
- Pernille Milton, Københavns Amt
- Ane-Marie Westergaard, Vestsjællands Amt
- Charlotte Weber, Amternes Videncenter for Jordforurening
- Lars Kaalund, Amternes Videncenter for Jordforurening.

## Baggrund

Baggrunden for branchebeskrivelsen er, at erfaringer fra de senere års undersøgelser af jord- og grundvandsforureninger på trykkerier viser, at der hersker usikkerhed om, hvilke forureningskilder og hvilke forureningskomponenter der kan forekomme på lokaliteter med trykkerier.

I denne branchebeskrivelse er branchens strukturelle udvikling samt udviklingen i trykkeprocesser og miljøbelastning gennemgået fra starten af det 20. århundrede og frem til i dag.

Med baggrund i viden om processer og anvendte materialer samt erfaringer fra undersøgelser på trykkerier er typiske forureningskilder udpeget, og der er foretaget en vurdering af de forurenende stoffers skæbne i jord- og grundvandsmiljøet.

Nærværende rapport samler denne viden og på denne baggrund er der udarbejdet et forslag til undersøgelsesprogram for jord- og grundvandsforurening på lokaliteter med trykkerier.

Branchebeskrivelsen, herunder dens anbefalinger, skal dog altid læses i forhold til de til enhver tid relevante vejledninger mv. fra Miljøstyrelsen.

## Formål

Formålet med branchebeskrivelsen er at give en generel indsigt i branchens produktions- og miljøforhold, med særlig henblik på at give et overblik over aktiviteter, der indebærer belastning af jord og grundvand.

Branchebeskrivelsen tænkes bl.a. anvendt som opslagsværk i forbindelse med arbejdet med kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2 og evt. videregående undersøgelser og skal supplere vejledninger fra Miljøstyrelsen.

## Læsevejledning

Branchebeskrivelsens indhold og overordnede anbefalinger er sammenfattet i kapitel 2.

I kapitel 3 defineres og afgrænses branchen, og der gives en oversigtlig indføring i branchens strukturelle udvikling, sammensætning og den tilhørende lovgivning.

I kapitel 4 beskrives arbejdsprocesserne på trykkerier, samt hvilken miljøbelastning, med henblik på jord- og grundvandsforurening, som kan forventes i forbindelse med denne branche. Som supplement til kapitel 4 er der i bilag 1 opstillet en oversigt over anvendte stoffer i trykkeribranchen.

I kapitel 5 gives en oversigt over potentielle forureningskilder, forureningsstyper og spredningsveje samt en vurdering af risikoen for at træffe en given forureningsstype i jord, grundvand eller poreluft. Som supplement til kapitel 5 er der i bilag 2 udarbejdet datablade for stoffer, der er udvalgt med baggrund i kriterier for nedbrydelighed, farlighed og anvendte mængder. Databladene indeholder de mest almindelige fysisk/kemiske data, toksikologiske og spredningsrelevante data samt gældende kvalitetskriterier for jord, grundvand og poreluft.

I kapitel 6 beskrives en fremgangsmåde til indsamling af relevante historiske oplysninger. Dernæst gives der anbefalinger til, hvilke forurenende stoffer der *altid bør analyseres for*, hvilke der *anbefales analyseret for* og hvilke der *i specielle tilfælde kan analyseres for* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2. Desuden gives der anbefalinger til forureningskilder, der *altid bør medtages*, hvilke der *anbefales medtaget* og kilder som *i specielle tilfælde kan medtages* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2. Endelig gives der anbefalinger til, hvorledes tekniske undersøgelser kan udformes, herunder valg af prøvetagnings- og analysemetodik. Som supplement til kapitel 6 er der i bilag 3 anført en oversigt over historisk materiale.

I kapitel 7 gives en kortfattet oversigt over de nuværende tekniske muligheder for afværgeforanstaltninger i forhold til jord- og grundvandsforureninger på lokaliteter, hvor der har været trykkeri. Som supplement til kapitel 7 er der i bilag 4 anført en oversigt over relevante kilder til afværgeteknikker.

I kapitel 8 findes en liste over anvendte referencer.

I rapporten anvendes en række fagtermer, hvoraf en del er nærmere forklaret i ordlisten i bilag 5. Såfremt der ønskes mere uddybende beskrivelser af de omtalte processer på trykkerier, henvises der i afsnit 6.1.2 til en række brancherelevante kilder.

## 2. Sammenfatning

### **Branchedefinition og afgrænsning**

I denne branchebeskrivelse er trykkerier defineret som små såvel som store virksomheder, der udfører eller har udført trykkearbejde. Branchebeskrivelsen er udarbejdet med udgangspunkt i de driftsforhold, der træffes dels på civiltrykkerier, der omfatter selvstændige, ordreproducerende trykkerier og dels på emballagestrykkerier. Da de anvendte trykkeprocesser på disse trykkerier også anvendes i en bred vifte af andre virksomheder, vil en række af de beskrevne processer, stoffer og potentielle forureningskilder også gælde for disse virksomheder.

I princippet kan branchebeskrivelsen således anvendes som en del af grundlaget for alle typer virksomheder, hvor der foregår en trykproces eller reprofotografisk arbejde, herunder f.eks. almindelige fotoforretninger. Visse specialiserede dele af branchen er dog ikke, eller kun perifert, berørt.

Trykkerier er i dag reguleret efter Miljøbeskyttelsesloven med tilhørende bekendtgørelser. Trykkerier med produktionskapacitet for et forbrug af opløsningsmidler på mere end 6 kg/time er godkendelsespligtige i henhold til bekendtgørelse nr. 794 af 9. december 1991 om godkendelse af listevirksomhed. Trykkerier med en kapacitet for forbrug af opløsningsmidler på mindre end 6 kg/time samt reprovirksomheder, der fremkalder mere end 1.000 m<sup>2</sup> film eller 4.000 m<sup>2</sup> papirbilleder pr. år er såkaldte anmeldte virksomheder i henhold til bekendtgørelse nr. 367 af 10. maj 1992 om anden virksomhed end listevirksomhed.

### **Branchens strukturelle udvikling**

Trykkeribranchen har i det 20. århundrede gennemgået en betydelig udvikling, specielt på det tekniske område, hvor det oprindelige blysetteri er blevet erstattet af en række andre trykemetoder. Det har ført til en omlægning af en række arbejdsprocesser og indførelse af en række nye materialer, hjælpestoffer og halvfabrikata. Det har bl.a. også medført en specialisering, hvor f.eks. en tryksag delfremstilles på flere forskellige virksomheder.

En af de væsentligste udviklinger inden for trykkeribranchen har været indførelsen af offsettrykning, der blev introduceret i 1950'erne, men først slog rigtigt igennem i starten af 1980'erne /6/.

Inden for de seneste år har trykkeribranchen fokuseret på miljø- og arbejdsmiljøforhold, hvilket har præget udviklingen af nye teknologier og anvendelsen af stoffer.

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

Branchebeskrivelsen er opdelt efter de fem mest anvendte trykkemetoder: bogtryk, flexotryk, offsettryk, dybtryk og serigrافي.

I forureningsmæssig sammenhæng kan produktionen af en tryksag generelt på alle typer trykkerier opdeles i følgende delprocesser:

- Prepress (klargøring af tryksagen, herunder fremkaldelse og montage af film).
- Fremstilling af trykform (overførsel af det, der skal trykkes til en form, som skal bruges i trykkemaskinen).
- Trykning.
- Færdiggørelse af tryksagen.
- Rengøring af udstyr.
- Oplag og affaldshåndtering.

Generelt må udledning af spildevand indeholdende opløsningsmidler eller chlorerede opløsningsmidler betragtes som en væsentlig potentiel forureningskilde, da udledning til kloak har været en meget anvendt bortskaffelsesvej for rengøringsvand og procesvand.

Forurenende stoffer, som der *altid bør analyseres for* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Kulbrinter (opløsningsmidler, affedtningsmidler, trykfarver, lakker, fyringsolie).
- PAH'er (bl.a. afbrænding af affald).
- Chlorerede kulbrinter (opløsningsmidler, affedtningsmidler, rengøringsmidler mv.).
- Nedbrydningsprodukter af chlorerede kulbrinter (rengøringsmidler, opløsningsmidler, nedbrydningsprodukter mv.)
- Polære kulbrinter (opløsningsmidler, affedtningsmidler, rengøringsmidler mv.).
- Tungmetaller (metalstøv fra fremstilling af blytyper, dybtrykcylinder, fugtevand mv.).

Forurenende stoffer, som der *anbefales analyseret for* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2 (afhængig af trykkemethode):

- Diethanolamin (rammevask, korrektur).
- Butylhydroxytoluen (fotoemulsion).
- Natriumcyanid (fremstilling af dybtrykcylinder).
- Isopropoxyethanol (fortynder).
- Dibuthylphthalat (blødgør i lim og fotoemulsion).
- Hydroxylamin (fremkaldervæske).
- Kaliumferricyanid (specialbad ved filmfremkaldelse).

- Metol og phenidon (fremkaldervæske).
- Thiourinstof (specialbad ved filmfremkaldelse og rengøring).

Forurenende stoffer, som der *i specielle tilfælde analyseres for* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Triethanolamin (pladefremkalder og affedter).
- Isocyanater (2 komponentlim og fortynder).
- Tetrahydrofuran (korrektur)
- Ethanolamin (pladefremkalder).
- P-chlor-m-cresol (konserveringsmiddel i fugtevand).
- Benzotriazol (fremkaldervæske).
- Ammoniumthiocyanat (fixervæske).
- Ammoniumthiosulfat (fixervæske).
- Ethylendiamin (fremkaldervæske).
- Alkylphenoethoxylat (nonionisk tensid) (rengøring).
- Kationiske tensider (rengøring).
- Anioniske tensider (rengøring, affedter, pladefremkalder).

### **Kortlægningsstrategi**

Forureningskortlægning frem til vidensniveau 2 skal ifølge Lov om forurennet jord kun udføres inden for de offentlige indsatsområder, som er nævnt i loven.

Kortlægningsstrategien bør udvikles således, at arealer med trykkerier beliggende i offentlige indsatsområder identificeres først.

Herefter igangsættes miljøhistoriske gennemgange, som er grundlaget for efterfølgende kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2. Disse vil typisk være tekniske undersøgelser.

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

Det anbefales, at følgende elementer indgår i strategien for en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Historisk redegørelse, herunder indsamling af oplysninger om kloaksystem.
- TV-inspektion af kloaksystem, såfremt det er relevant.
- Prøvetagning af jord, grundvand og poreluft.
- Evt. feltmåling af jord- og poreluftprøver.
- Laboratorieanalyse af jord-, grundvands- og poreluftprøver.
- Vurdering af analyseresultater i relation til relevante kvalitetskriterier.
- Orienterende risikovurdering.

En undersøgelse af jord- og grundvandsforurening på en lokalitet med trykkeri foreslås prioriteret på følgende måde:



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

- Under bygning (placering afhænger af de faktiske forhold, men fortrinsvis ved oplag, synlige tegn på spild, afløb eller utætheder i gulv).
- Udendørs oplag af kemikalier og tungmetalholdige produkter.
- Ved afløbssystem (samlebrønde, utætheder i kloak).
- Nedgravede tanke.
- Deponier/nedgravet affald.
- Afbrændingsplads for brugte film, brugte klude mv.

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

- Spild ved intern transport af kemikalier på lokaliteten.

Forureningskilder, som *i specielle tilfælde kan medtages* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Diffus forurening fra luftafkast.

### **Undersøgelingsprogram**

Som udgangspunkt placeres boringer og poreluftsonder ved de potentielle forureningskilder, der er lokaliseret i den miljøhistoriske kortlægning og ved evt. konstaterede utætheder i kloaksystemet.

På baggrund af den miljøhistoriske kortlægning placeres poreluftsonder ved de punktkilder, der kan have givet anledning til forurening med flygtige komponenter. Poreluftprøver udtages fortrinsvis i det kapillarbrydende lag under gulv ved indendørs affalds- og kemikalieoplag samt synlige tegn på spild eller utætheder i f.eks. kloakrør og -brønde.

Boringer placeres ved udvalgte forureningskilder, f.eks. ved punktkilder som fyringsolietanke, kloakbrønde, tromler/tanke med råvarer og affald. Boringerne føres minimum til bund af fyldlag eller til bund af kloakker, nedgravede tanke mv. Der udtages jordprøver til felt- og laboratorieanalyser.

I det omfang, der træffes vandførende lag, filtersættes en eller flere boringer i det terrænnære grundvandsmagasin med henblik på vandprøvetagning. Hvis det er muligt udføres tillige filtersatte boringer nedstrøms forureningskilderne.

Det anbefales at kombinere prøvetagningsmetoderne, således at der udtages både jord-, vand- og poreluftprøver.

Undersøgelingsprogrammet kan suppleres med en geofysisk kortlægning af nedgravede tanke og rørføringer.

Da tungmetalforurening er svær at spore ved visuelle vurderinger bør det overvejes at screene et større antal jordprøver i felten.

Større indhold af polære kulbrinter i poreluft kan evt. spores med testrør.

På trykkerier anbefales, uanset den anvendte trykkemetode, følgende laboratorieanalyser som standard:

- Jordprøver analyseres for totalindhold af kulbrinter, BTEX, PAH'er og tungmetaller.
- Grundvandsprøver analyseres for totalindhold af kulbrinter, BTEX, chlorerede kulbrinter og nedbrydningsprodukter af chlorerede kulbrinter samt polære kulbrinter.
- Poreluftprøver analyseres for totalindhold af kulbrinter, BTEX, chlorerede kulbrinter, nedbrydningsprodukter af chlorerede kulbrinter og polære kulbrinter.

Det anbefales at udvide standardprogrammet med følgende analyser:

Analyser på jordprøver, anbefalet supplement:

Dibuthylphtalat, cyclohexan, diethanolamin, natriumcyanid, hydroxylamin, kaliumferricyanid, metol, phenidon og thiourinstof.

Analyser på jordprøver, anbefalet supplement i specielle tilfælde:

Triethanolamin, buthylhydroxytoluen, ethanolamin, p-chlor-m-cresol, tetrahydrofuran, isocyanater, ethylendiamin, benzotriazol, ammoniumthiocyanat og ammoniumthiosulfat.

Analyser på vandprøver, anbefalet supplement:

Dibuthylphtalat, cyclohexan, diethanolamin, natriumcyanid, isopropoxyethanol, hydroxylamin kaliumferricyanid, metol, phenidon og thiourinstof.

Analyser på vandprøver, anbefalet supplement i specielle tilfælde:

Triethanolamin, anioniske, nonioniske og kationiske tensider, ethanolamin, p-chlor-m-cresol, tetrahydrofuran, isocyanater, ethylendiamin, benzotriazol, ammoniumthiocyanat og ammoniumthiosulfat.

Analyser på luftprøver, anbefalet supplement:

Cyclohexan, natriumcyanid, isopropoxyethanol, hydroxylamin, kaliumferricyanid og thiourinstof.

Analyser på luftprøver, anbefalet supplement i specielle tilfælde:

Ethanolamin, tetrahydrofuran, flygtige isocyanater og ethylendiamin.

Det supplerende analyseprogram for både jord-, vand- og luftprøver afhænger af den aktuelle anvendte trykmetode på trykkeriet og vil derfor ikke nødvendigvis omfatte alle de nævnte stoffer.

Undersøgelsen afsluttes med vurdering af analyseresultaterne i relation til relevante kvalitetskriterier samt en orienterende risikovurdering.

### 3. Generel beskrivelse af branchen

#### 3.1. Branchedefinition og afgrænsning

Trykkeribranchen består af en række underbrancher, der i større eller mindre grad indeholder de samme processer. Ved trykkerier forstås i denne sammenhæng små såvel som store virksomheder, der udfører eller har udført trykkearbejde. Branchebeskrivelsen er udarbejdet med udgangspunkt i de driftsforhold, der træffes dels på civiltrykkerier, der omfatter selvstændige, ordreproducerende trykkerier og dels på emballagetrykkerier. Da de anvendte trykkeprocesser på disse trykkerier også anvendes i en bred vifte af andre virksomheder, vil en række af de beskrevne processer, stoffer og potentielle forureningskilder også gælde for disse virksomheder.

I princippet kan branchebeskrivelsen således anvendes som en del af grundlaget for alle typer virksomheder, hvor der foregår en trykproces eller reprofotografisk arbejde, herunder f.eks. almindelige fotoforretninger. Visse specialiserede dele af branchen er dog ikke, eller kun perifert, berørt.

Med udgangspunkt i Danmarks Statistiks brancheklassifikation (DB93) vurderes følgende branchekoder primært at være omfattet af branchebeskrivelsen:

<b>Branchekode (DB93)</b>	<b>Branche</b>
222100	Avistrykkerier
222200	Andre trykkerier
222210	Bogtrykkerier og offsettrykkerier
222230	Serigrafiske trykkerier
222290	Andre trykkerier i øvrigt.

På grund af de typisk anvendte processer inden for trykkerierne vil følgende brancher også være helt eller delvist omfattet af rapporten:

<b>Branchekode (DB93)</b>	<b>Branche</b>
222300	Bogbinderier
222410	Reproduktionsanstalter
222420	Sætterier
221110	Udgivelse af bøger, brochurer mv. med eget trykkeri
221210	Udgivelse af dagblade med eget trykkeri
221310	Udgivelse af ugeblade og magasiner med eget trykkeri
221330	Udgivelse af distrikts- og annonceblade med eget trykkeri.

Trykkeribranchen optræder på Miljøstyrelsens kodeliste under hovedkode 4 - Trykkerier, som hhv. Offsettrykkerier (kode 4.2) og Bogtrykkerier (kode 4.4). Miljøstyrelsens koder anvendes ved indberetning af oplysninger til Miljøstyrelsen.

Det skal i denne sammenhæng nævnes, at der i tilknytning til trykkerierne ofte er fyringsolietanke til opvarmning. Disse tanke udgør stort set altid en risiko for forurening af jord- og grundvand, men er i øvrigt uafhængige af aktiviteterne på trykkerierne. Tankene er derfor ikke behandlet yderligere i kapitel 3 og 4.

## **3.2. Lovgivning**

### **3.2.1. Historisk lovgivning**

#### **Godkendelse og anmeldelse**

Ved Miljøbeskyttelseslovens ikrafttræden i 1974 blev trykkerier og reproanstalter medtaget på listen over godkendelsespligtige virksomheder under kategorierne E3 (rotations-, offset- og bogtrykkerier) og D9 (fotografisk industri og fremkalderanstalter). Ved nyetablering eller væsentlige ændringer af eksisterende virksomheder inden for disse kategorier var der således krav om godkendelse efter § 35 i kapitel 5 i den dengang gældende Miljøbeskyttelseslov. Trykkerier (E3-virksomheder) skulle dog ikke godkendes såfremt de blev/var etableret i et område, der i lokalplanen var udlagt til erhvervsformål /15/. Serigrafiske virksomheder var ikke omfattet af listen.

Da Bekendtgørelse om godkendelse af særligt forurenende virksomheder mv. trådte i kraft 1. januar 1987 blev bilaget til Miljøbeskyttelsesloven revideret, således at de to kategorier nu hed E3 (rotations-, offset-, silke- og bogtrykkerier) og D9 (fotografisk industri og fotografiske laboratorier for fremkaldelse af mere end 1.000 m<sup>2</sup> film pr. år eller for fremstilling af mere end 4.000 m<sup>2</sup> papirbilleder pr. år). Dette betød, at serigrafiske trykkerier (silketryk anvendes inden for serigrafisk tryk) fra 1987 også var med på listen over godkendelsespligtige virksomheder. Ligesom i den første liste fra 1974 var E3-virksomheder dog undtaget fra godkendelsespligten såfremt de blev/var etableret i erhvervsområder.

I 1991 kom en ny revision af Miljøbeskyttelsesloven og 1. januar 1992 trådte den tilhørende bekendtgørelse nr. 794 af 9. december 1991 om godkendelse af listevirksomhed i kraft. I bekendtgørelsens liste over godkendelsespligtige virksomheder er E3-kategorien udspecificeret til: Rotations-, offset-, serigrafiske trykkerier, bogtrykkerier samt trykkerier på papirvare, kartonnage- og plastfabrikker med en kapacitet for et forbrug af opløsningsmidler på 6 kg/time eller derover. Reproanstalter (tidligere D9-virksomhed) er udgået af den nye liste.

På den nye liste er E3-virksomheder med en kapacitet for forbrug af opløsningsmidler på mindre end 6 kg/time samt reprovirksomheder, der fremkalder mere end 1.000 m<sup>2</sup> film eller 4.000 m<sup>2</sup> papirbilleder pr. år (tidligere godkendel-

sespligtige virksomheder) i stedet blevet såkaldte anmeldte virksomheder i henhold til bekendtgørelse nr. 367 af 10. maj 1992 om anden virksomhed end liste-virksomhed. Det vil sige, at produktionen i disse virksomheder nu blot skal anmeldes til myndighederne.

### **Spildevand**

Med den reviderede Miljøbeskyttelseslov fra 1991 skal alle virksomheder ansøge myndighederne om tilladelse til udledning af spildevand til offentligt afløbssystem efter kapitel 4 i loven. Før 1991 var det kun ved direkte udledning til recipient, at der skulle søges tilladelse.

### **Affald**

I 1972 udstedes, med hjemmel i Lov om bortskaffelse m.v. af olie- og kemikalieaffald, Bekendtgørelse om bortskaffelse m.v. af olieaffald, der skal sikre en mere kontrolleret opbevaring, transport og bortskaffelse af olieaffald. Herefter skal virksomheder, der frembringer olieaffald, aflevere dette på et af kommunalbestyrelsen anvist sted, medmindre kommunalbestyrelsen foranstalter afhentning. Fra modtagestationerne transporteres olieaffaldet til Kommunekemi A/S, Nyborg, der fra 1972 kunne modtage og behandle alt olieaffald i Danmark.

I 1976 blev der med Bekendtgørelse om kemikalieaffald indført tilsvarende lovgivning om kemikalieaffald. 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 har der således ikke været mulighed for at bortskaffe olie-/kemikalieaffald til central behandling.

## **3.2.2. Gældende lovgivning**

### **Godkendelse og anmeldelse**

Kriterierne, for hvornår grafiske virksomheder skal godkendes eller anmeldes, er ikke blevet ændret siden de ovennævnte bekendtgørelser fra 1992.

### **Spildevand**

Der skal ansøges om tilladelse til udledning til offentligt afløbssystem efter kapitel 4 i Miljøbeskyttelsesloven (lov nr. 753 af 25. august 2001 med senere ændringer).

### **Affald**

Ifølge bekendtgørelse nr. 619 af 27. juni 2000 om affald er virksomheden pligtig til at bortskaffe alle typer af affald i henhold til den af kommunalbestyrelsen anviste håndtering af affald.

Fra 1. juni 2001 skal godkendelses- og anmeldte virksomheder registrere oplysninger om deres affaldsproduktion.

### **Øvrigt**

Bekendtgørelse nr. 329 af 16. maj 2002 om klassificering, emballering, mærkning, salg og opbevaring af kemiske stoffer og produkter omfatter bl.a. regler for opbevaring af kemiske stoffer og materialer.

Bekendtgørelse nr. 350 af 29. maj 2002 om begrænsningen af flygtige organiske forbindelser fra anvendelsen af organiske opløsningsmidler (VOC-bekendtgørelsen) stiller krav om reduktion af udslippet af VOC for en række trykkerivirksomheder.

Virksomheder, der er med i EMAS-ordningen, reguleres desuden efter bekendtgørelse nr. 896 af 10. oktober 2001 om industrielle virksomheders frivillige deltagelse i Den Europæiske Fælleskabsordning for miljøstyring og miljørevision.

Virksomheder, der er med i miljømærkeordningen, reguleres desuden efter bekendtgørelse nr. 700 af 26. juni 2001 om det europæiske og det nordiske miljømærke. Trykning på svanemærket papir medfører en række restriktioner, herunder at procesvand ikke må udledes til kloak, men skal opsamles og bortskaffes til modtagestation.

### **3.3. Brancheorganisation**

Den grafiske branche er organiseret i en række organisationer, herunder Grafisk Arbejdsgiverforening, Danske Dagblades Forenings Forhandlingsorganisation, Dansk Bogtrykker- & Presseforening og Dansk Industri.

### **3.4. Branchens strukturelle udvikling**

I Danmark startede trykkeribranchen som industri fra omkring midten af det 19. århundrede, hvor anvendelsen af bly sætterier dominerede. Siden hen er en række andre teknologier taget i anvendelse i branchen.

Siden 1950 er der sket en voldsom teknisk udvikling inden for trykkeribranchen. Det har ført til en omlægning af en række arbejdsprocesser og indførelse af en række nye materialer, hjælpestoffer og halvfabrikata. Det har bl.a. også medført en specialisering, hvor f.eks. en tryksag delfremstilles på flere forskellige virksomheder.

En af de væsentligste udviklinger inden for trykkeribranchen har været indførelsen af offsettrykning, der blev introduceret i 1950'erne, men først slog rigtigt igennem i starten af 1980'erne /6/.

Offset trykning giver bl.a. mulighed for en stor trykkehastighed og muliggør trykning i flere farveværker, således at der kan anvendes maskiner, der kan påtrykke arkene op til fire gange undervejs gennem maskinen (4-farve tryk) /8/.

Inden for de seneste år har trykkeribranchen fokuseret på miljø- og arbejdsmiljøforhold, hvilket har præget udviklingen af nye teknologier og anvendelsen af stoffer.

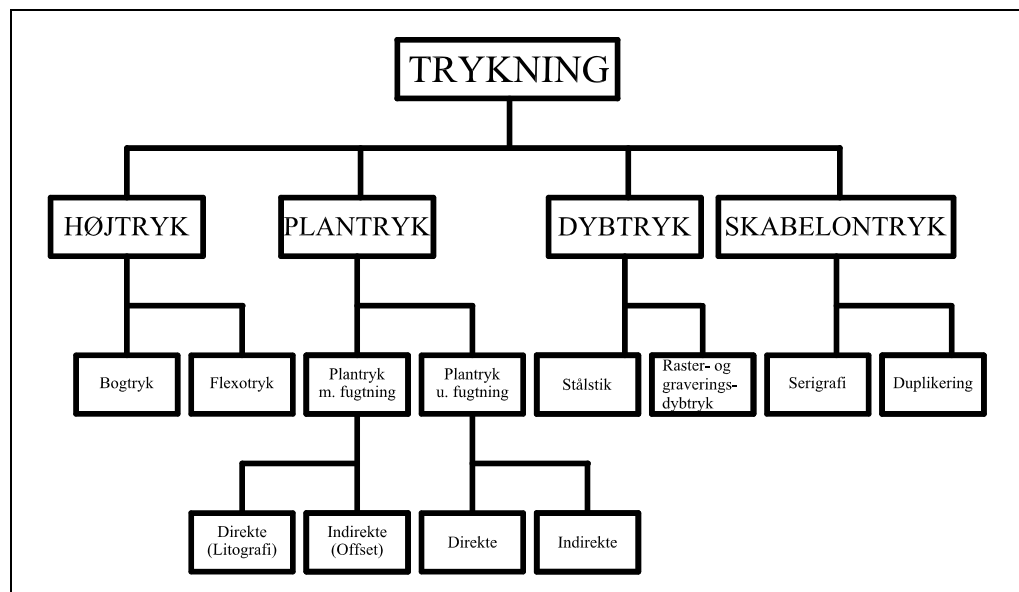
Udviklingen inden for den anvendte maskinteknologi og anvendelsen af stoffer og kemikalier i trykkeriprocesserne beskrives i det følgende, med henblik på at give et overblik over trykmetoder og dermed forureningskomponenter og forureningskilder gennem tiden.

### 3.4.1. Maskinteknologi

I den grafiske industri anvendes generelt fire overordnede trykkeprincipper:

- Højtryk
- Plantryk
- Dybtryk
- Skabelontryk (kaldes ofte serigrafi).

De fire overordnede trykkeprincipper anvendes til en række trykmetoder, hvoraf de mest betydende fremgår af figur 3.1.



**Figur 3.1** Oversigt over trykkeprincipper og anvendelsesområder /2/.

Det fremgår af figur 3.1, at de fire trykkeprincipper anvendes til en række forskellige trykmetoder, hvoraf de hyppigst anvendte omtales under det tilhørende trykkeprincip nedenfor. Beskrivelsen er overordnet, men i afsnit 4 gives en mere detaljeret beskrivelse af trykkeprocesserne.



### **Højtryk**

*Højtryk* blev fra midten af det 19. århundrede, hvor trykkeriprocessen blev industrialiseret, primært anvendt til *bogtryk* med blysetning. I branchen anvendes begrebet bogtryk om trykning med højtryk, hvilket også vil være tilfældet i denne rapport. I 1880'erne blev anvendelsen af metalklichéer (af zink, magnesium eller kobber) i stedet for blysets udbredt, men der blev fortsat arbejdet med blysets helt op til omkring 1970'erne /4/, hvorefter der i en kort periode blev anvendt fotopolymerplader. Siden fremkomsten af offset er bogtrykning stort set forsvundet. Den primære anvendelse af højtryksteknikken i dag er til *flexotryk*, der blev anvendt fra omkring 1920. Den største anvendelse af flexotryk er i forbindelse med trykning på emballage /1/.

### **Plantryk**

I industriel sammenhæng anvendes *plantryk*princippet stort set kun til *offset*-tryk (indirekte plantryk). Plantryk behandle i denne rapport derfor kun som offsettryk. Anvendelsen af plantryk til offset i Danmark blev introduceret omkring midten af det 20. århundrede. Den første offset-rotationsmaskine blev taget i brug i 1964 og i starten af 1980'erne blev 32 ud af 47 dagblade i Danmark trykt ved hjælp af offset, mens de øvrige fortsat blev fremstillet ved de oprindelige højtryksmetoder /1/. I dag anvendes udelukkende rotationsoffset til avistrykning /4/, og offset har ligeledes stort set afløst de tidligere bogtrykkerprocesser, herunder anvendelse af blysetning /6/.

### **Dybtryk**

*Dybtryksteknikken* er kendetegnende ved, at den krævede maskinteknologi er meget omfattende og bekostelig, hvorfor teknikken kun anvendes ved meget store oplag /6/. Dybtryksteknikken blev anvendt i Danmark allerede fra midten af det 19. århundrede til trykning af billeder i kombination med blysetning til tekstsats /22/. I Danmark blev dybtryk i 1993 anvendt på mindre end 20 store trykkerier /2/, og i 1995 var der to dybtryk-trykkerier /14/. Der bruges enten metoder baseret på *rasterdybtryk* eller *dybtrykgraving* (cylindergraving).

### **Skabelontryk**

*Skabelontryk* udviklede sig fra håndværk til industri i 1960'erne. Da den alt-dominerende industrielle anvendelse af skabelontryk er *serigrafi*, vil trykkeprincippet blive omtalt som serigrafi i denne rapport.

Serigrafi anvendes typisk til reklameskilte og andet, hvor der ønskes stor farvekraft. I den serigrafiske branche er det endnu ikke særligt udbredt at begrænse spildet, og i slutningen af 1990'erne endte ca. 50 % af farvefjernevæsken stadig i kloakken /5/.

### Øvrige trykmetoder

De øvrige trykmetoder nævnt i figur 3.1 beskrives efterfølgende kort:

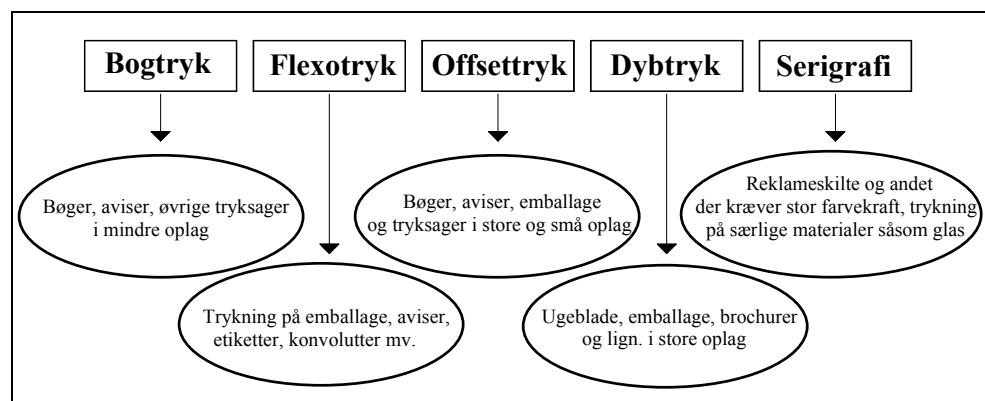
*Litografi (direkte plantryk med fugtning)* var den første anvendelse af plantrykteknikken, hvor en plansleben sten gøres modtagelig for fedtholdig trykfarve i de felter, der skal trykkes. Metoden anvendes stadig af kunstnere.

*Plantryk uden fugtning* anvendes i meget begrænset omfang. Principielt er det samme proces som plantryk med fugtning. På offset området er tør-offset i forsøgsfasen. Formålet er at undgå fugtevandet, der er en potentiel miljø- og arbejdsmiljøbelastning.

*Stålstik* var sammen med kobberstik en tidlig anvendelse af dybtryksteknikken, hvor det ønskede motiv blev indgraveret eller indtset i en stålplade. Stålstik har primært været anvendt til trykning af frimærker og pengesedler, hvilket også er den primære anvendelse i dag /20,22/.

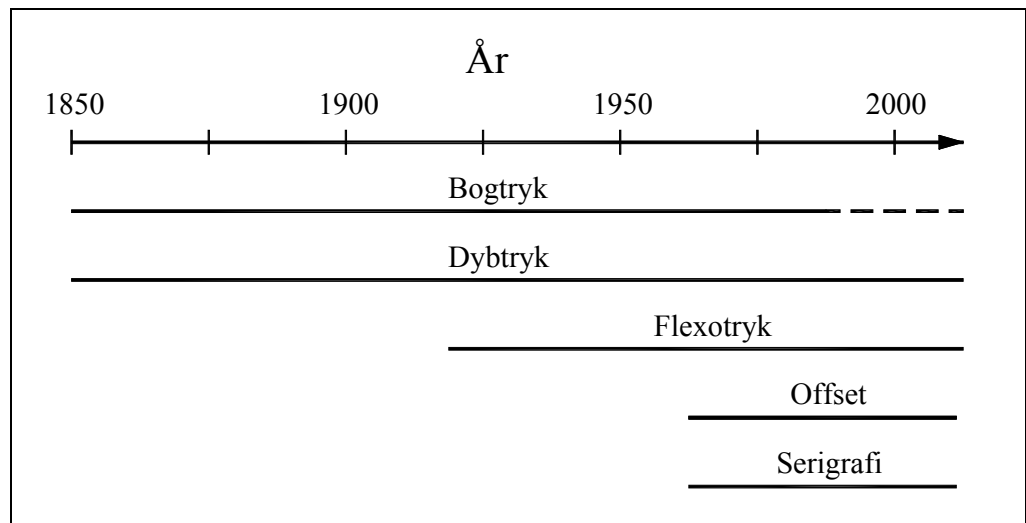
*Duplikering* er primært kendt fra den tidligere anvendelse til kopiering af skrivelser på kontorer. Der blev anvendt voksimprægneret silke- eller papirsdug eller farveimprægneret papir.

I figur 3.2 ses en oversigt over de mest anvendte trykmetoder og deres typiske anvendelsesområder. Anvendelsesområderne omfatter både tidligere og nuværende anvendelse.



**Figur 3.2** Oversigt over trykmetoder og typiske anvendelsesområder.

I figur 3.3 ses en tidslinie, der illustrerer udviklingen i de væsentligste trykmetoders anvendelse.



**Figur 3.3** Tidslinie med omtrentlige anvendelsesperioder for de væsentligste trykkemetoder.

### Generelt

Den udbredte anvendelse af organiske opløsningsmidler ved både arbejdsprocesser og rengøring har altid været en del af trykkeribranchen og har altid udgjort et potentielt miljø- og arbejdsmiljøproblem.

I slutningen af 1980'erne introduceres de første fremkaldemaskiner, hvor fremkaldelsen af film og trykplader sker i et lukket system, frem for i åbne bade /6/. Dette har primært reduceret et arbejdsmiljøproblem, men har sandsynligvis også reduceret spildet på gulv og i kloak.

Først i løbet af 1990'erne er man blevet mere opmærksom på håndteringen af de anvendte stoffer, og der er op gennem 1990'erne sket en voldsom udvikling i anvendte metoder og stoffer, hvor der fokuseres på en substitution af miljø- og arbejdsmiljøfarlige stoffer, herunder organiske opløsningsmidler, og en indførelse af mere miljø- og arbejdsmiljøvenlig teknologi /6/.

Helt op til starten af 1990'erne var det normalt, at produktionslokalerne var forsynet med gulv afløb til bortledning af spild, afvaskevand og rengøringsvand /6/. Med den øgede fokus på miljøbelastningen fra trykkerierne i 1990'erne blev der igangsat en række miljøforbedrende initiativer, herunder at afblænde kloakker, indførelse af trykfarver og afvaskemidler, baseret på vegetabilsk olie frem for mineralisk olie/organiske opløsningsmidler, genindvinding af sølv fra film og fixervæske og genbrug af fremkalder og fixer efter regenerering /6/.

Der blev desuden lavet den såkaldte VOC-aftale mellem den grafiske branche og Miljøministeriet, der forpligtede branchen til at reducere udslippet af organiske opløsningsmidler med 58% i 2000 i forhold til udslippet i 1988 /7/. Indførelsen af UV-hærdende trykfarver og lakker har reduceret anvendelsen af organiske opløsningsmidler, specielt inden for flexotryk.

Indførelsen af svanemærket papir har bl.a. betydet, at trykkerier, der bruger svanemærket papir ikke må udlede procesvand (såsom fugtevand) til kloaksystemet /9/. Det bliver derfor normalt opsamlet i beholdere, der efter en midlertidig oplagring bortskaffes til en modtagestation.

Generelt er anvendelsen af genvindingsprocesser stigende, især ved de større trykkerier, hvor det også er økonomisk fordelagtigt at genindvinde f.eks. de anvendte afvaskemidler og vandet.

Omkring år 2000 sker der et gennembrud i anvendelsen af CTP-teknologien (computer-to-plate), der på flere trykkerier har afløst brugen af reprofoto. Ved CTP overføres den samlede tekst- og billedmontage direkte fra computer til trykform, dvs. der skal ikke fremstilles et filmnegativ med montagen. Dette medfører en reduceret anvendelse af fotokemikalier, herunder fremkalder og fixer.

### **3.4.2. Anvendte stoffer og kemikalier**

Der er anvendt, og anvendes stadig, en lang række stoffer i forbindelse med trykkeprocesser og rengøring af trykkemaskiner. I 1993 var der registreret mere end 2.000 produkter, fordelt på over 100 produktgrupper. Hertil kommer ca. 1.000 produkter, der ikke er registreret /2/.

Anvendelsen af produkter og rengøringsmidler er til dels knyttet til den trykproces, der anvendes, hvorfor det i forbindelse med undersøgelse af jord og grundvand altid er væsentligt at fastlægge, hvilken form for trykning der er udført på lokaliteten. F.eks. har der på ældre bogtrykkerier, der har arbejdet med blysatser ikke været anvendt fotokemiske stoffer, dvs. fremkalder, fixer og lignende, men til gengæld er der en væsentlig større risiko for at træffe blyforurening end på et trykkeri, hvor der ikke har været trykket med blysatser.

Generelt kan det dog siges, at der altid har været anvendt forskellige organiske opløsningsmidler i forbindelse med trykningen. Stofferne er anvendt i trykfarven og/eller i afvaskemidler og rengøringsmidler.

Dertil kommer anvendelsen af chlorerede opløsningsmidler, der i 70'erne har været brugt til rengøring og stadig i dag bruges til fremstilling af trykformen til både offsettryk og flexotryk. Desuden bruges chlorerede opløsningsmidler stadig enkelte steder til grovrengøring af valser mv.

I mange tilfælde vil det være vanskeligt at finde oplysninger om de anvendte stoffer på mindre trykkerier ud fra tidligere ejere og miljøsagsarkiver. Dette skyldes dels, at der ikke eksisterer oplysninger om trykkerierne i miljøsagsarkiverne og dels, at trykkerierne kan være så gamle, at de tilknyttede personer er døde. I forbindelse med /4/ er det dog oplyst, at den væsentligste information om anvendelsen af stoffer er kommet fra Arbejdstilsynets tilsynsrapporter, der

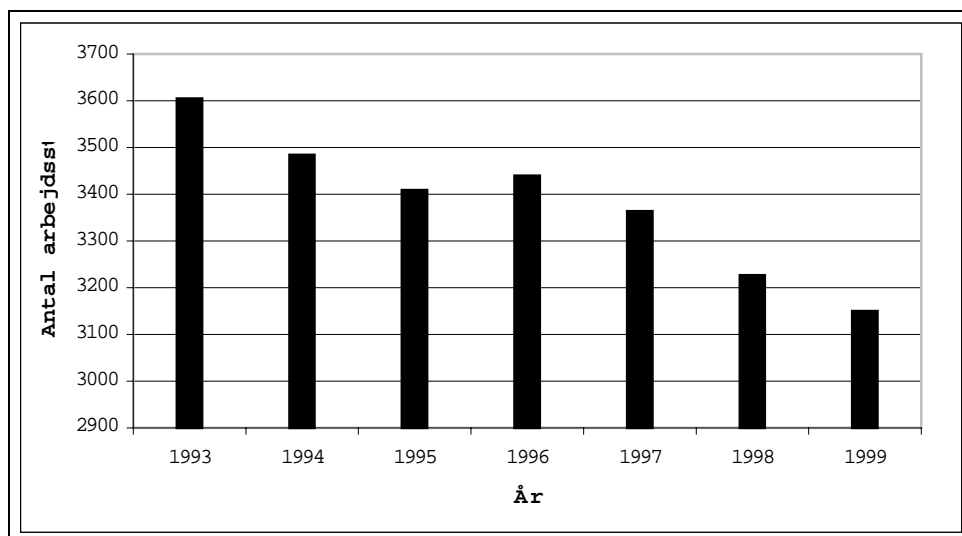
således med fordel kan indhentes i forbindelse med planlægning af undersøgelser på trykkerier.

I afsnit 4.3 er trykemetoderne nærmere beskrevet, herunder de anvendte stoffer ved hver af metoderne. I bilag 1 ses en samlet oversigt over de anvendte stoffer på trykkerier.

### 3.4.3. Antal virksomheder og beskæftigede

Antallet af virksomheder inden for den grafiske branche har generelt været faldende, mens antallet af ansatte i branchen både i gennemsnit på virksomhederne og totalt har været stigende gennem tiden.

Ud fra oplysninger fra Grafisk Arbejdsgiverforenings (GA) statistiske afdeling er antallet af arbejdssteder i perioden 1993 til 1999 angivet på figur 3.4. Udtrykket "Arbejdssteder" betegner antallet af fysiske trykkeristeder. En trykkeri-virksomhed kan således bestå af flere geografisk spredte arbejdssteder. GA oplyser, at tallene stammer fra Danmarks Statistik, og at tallene dækker alle registrerede arbejdssteder. Både GA og Danmarks Statistik oplyser, at de ikke har sammenlignelige tal for antal arbejdssteder fra før 1992/93.

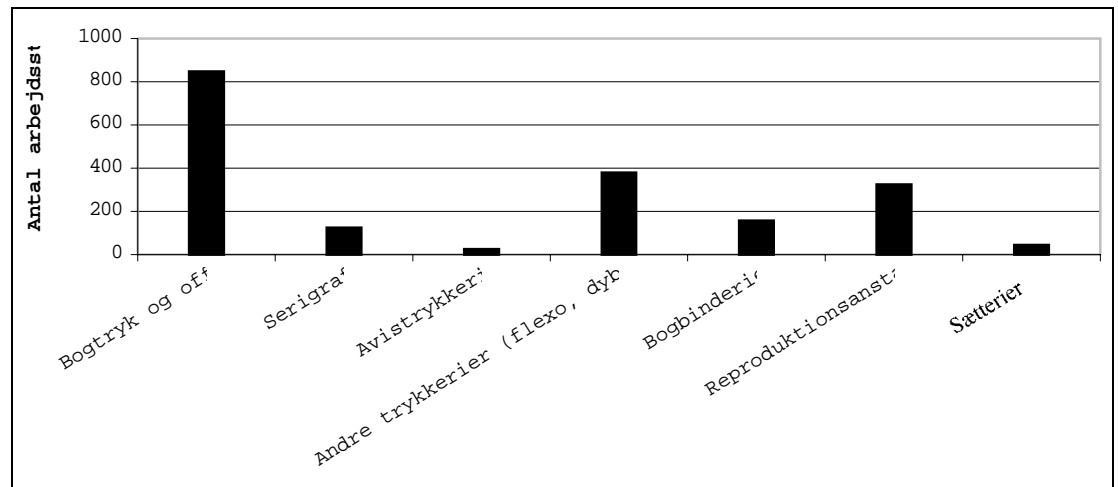


**Figur 3.4** Antal arbejdssteder inden for den grafiske branche i Danmark.

Faldet i antallet af arbejdssteder skyldes primært det stigende antal sammenlægninger af virksomheder til større enheder /13/.

Antallet af ansatte pr. arbejdssted udgjorde i 1999 i gennemsnit ca. 10 ansatte, hvilket er en stigning på 15-20 % i forhold til 1993 /13/. Dette underbygger, at der er sket sammenlægninger af arbejdssteder til større enheder.

Ifølge Det Centrale Virksomhedsregister /21/ var der i 2002 en fordeling af trykkerityper på delbrancher, som angivet på figur 3.5.



**Figur 3.5** Antal arbejdssteder fordelt på delbrancher i 2002 /21/.

Data for offset- og bogtrykkerier findes kun som samlet gruppe. Dette er dog meget naturligt, da trykning af bøger i dag stort set kun foregår ved offsettrykning, og den oprindelige bogtrykkeproces kun anvendes i meget begrænset omfang.

Som det fremgår af figur 3.5, er offsettrykkerier den delbranche, der omfatter langt det største antal arbejdssteder.

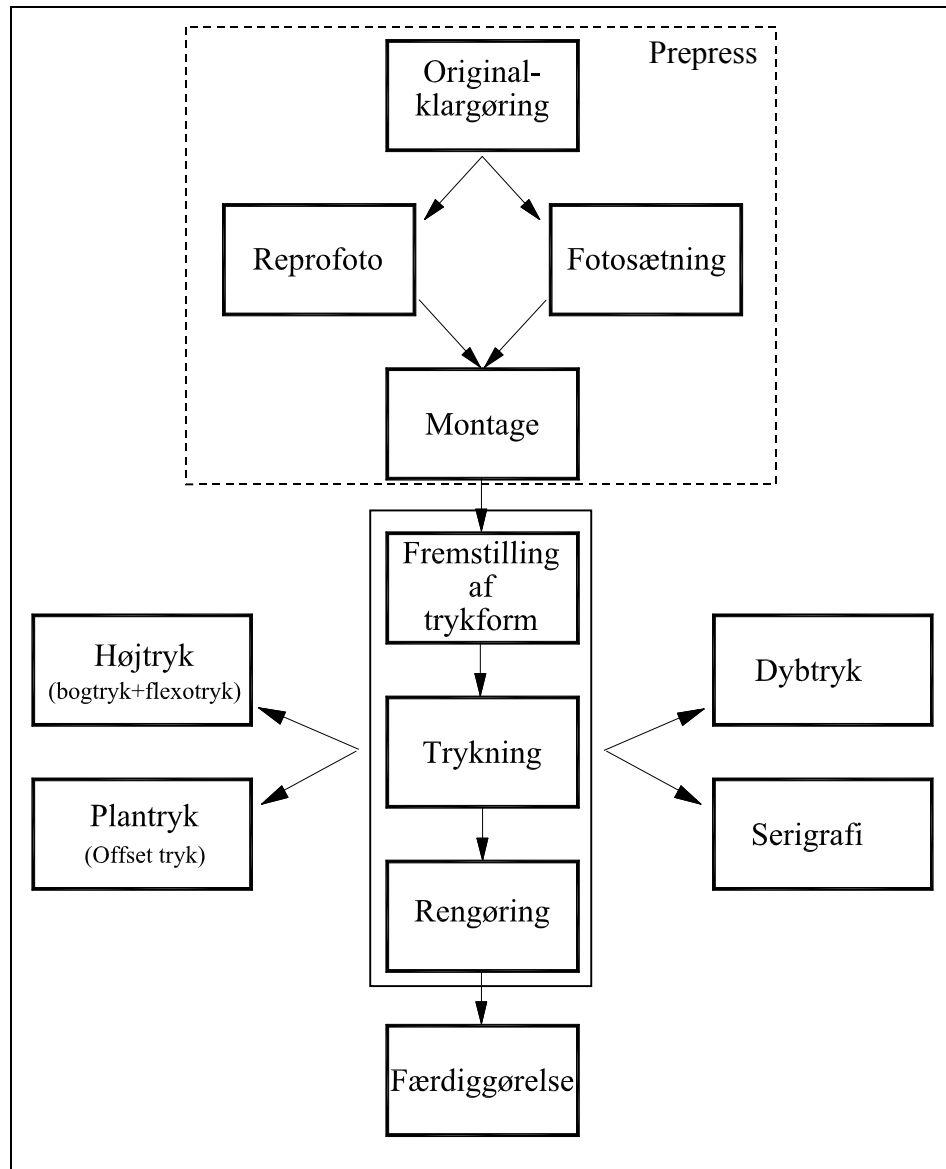
Det har ikke været muligt at få særskilte oplysninger om antallet af flexo- og dybtrykstrykkerier fra Danmarks Statistik, GA eller Det Centrale Virksomhedsregister. I /14/ fremgår det dog, at der omkring 1995 var ca. 1.000 offsettrykkerier, herunder avistrykkerier, mens der var ca. 200 serigrafiske trykkerier, to dybtrykstrykkerier og ca. 20 flexotrykkerier.



## 4. Processer, teknologi og miljø

### 4.1. Procesbeskrivelse

Fremstillingen af en tryksag omfatter en række adskilte produktionsprocesser. Processerne er skitseret i figur 4.1 /2/.



**Figur 4.1** Oversigt over delprocesser i forbindelse med trykning /2/.

*Originalklargøring, reprofoto, fotosætning og montage* benævnes samlet set typisk prepress. Prepressprocesserne udgør sammen med *færdiggørelse* processer, der udføres efter stort set ens principper på alle trykkerier, uanset trykmetode. Processerne forbundet med *fremstilling af trykform, trykning og ren-*



*gøring* afhænger derimod i høj grad af, hvilken af de fire trykkeprincipper der anvendes.

I det følgende beskrives de anvendte delprocesser i den samlede trykkeproces, hvilket herefter anvendes som udgangspunkt for en beskrivelse af den miljøbelastning, som trykkerier potentielt udgør for jord og grundvand.

#### 4.2. Virksomhedsindretning

Den nøjagtige indretning af et konkret trykkeri afhænger bl.a. af trykkeriets størrelse/kapacitet og produktionstype.

Antallet af bogtrykkerier og offsettrykkerier har gennem tiden været dominerende i forhold til de øvrige trykkerityper (se bl.a. figur 3.5). Der er derfor i figur 4.2 og figur 4.5 vist et generelt eksempel på indretningen af hhv. et bogtrykkeri og et offsettrykkeri.

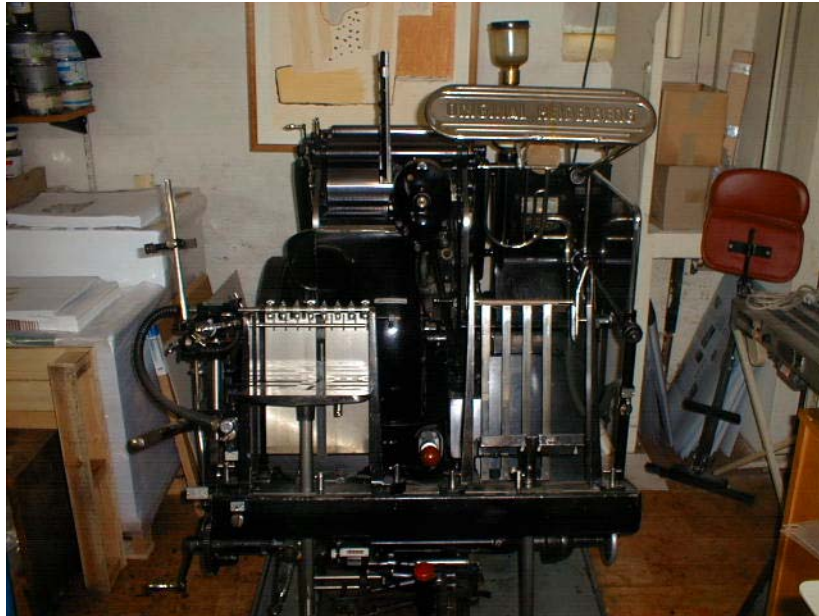
Bogtrykkeri		Støberi	Papirlager
Bogbinderi	Sætter		Smelterum

**Figur 4.2** Eksempel på indretning af et bogtrykkeri.

En stor del af bogtrykkerierne har haft deres eget *sætter* med *smelterum* og *støberi* til omsmeltning og støbning af de anvendte satser /6/. Smelterummet har også været anvendt til opbevaring af affald. Både smelterum og *bogtrykkeri* har typisk været indrettet med afløb til kloak /6/. De anvendte materialer i produktion og rengøring opbevares både indendørs og udendørs /6/.

Til opvarmningsformål har trykkeriet ofte en fyringsolietank.

På figur 4.3 og figur 4.4 ses et eksempel fra et igangværende trykkeri på hhv. en bogtrykkemaskine til bogtryk ved højtryk og et sættebord fra et mindre sætteri.



**Figur 4.3** Bogtrykkemaskine.



**Figur 4.4** Sættebord i sætteri.

På figur 4.5 er vist et generelt eksempel på indretningen af et mindre trykkeri med offsettryk.

Trykkerum		Kemi- kalierum	Admini- stration
		Mørke- kammer	
Papirlager	Pakkeri	Plade- fremkaldelse	Repro

**Figur 4.5** Generelt eksempel på indretning af et offsettrykkeri.

Forskellen mellem et ældre bogtrykkeri og et offsettrykkeri er primært, at sætteriet og dermed håndteringen af tungmetaller er afløst af reprot teknikken, hvor der i højere grad anvendes fotokemikalier, herunder fremkalder og fixer. I *reproafdelingen* foretages en opsætning (montage) af det emne, der skal trykkes og filmen fremkaldes. I *pladefremkaldelsesrummet* overføres den fremkaldte film til en plade, der fremkaldes og fungerer som trykform. *Kemikalierummet* har typisk været anvendt til omhældning/blanding af procesvæsker (f.eks. fotokemikalier) og rengøringsmidler /6/. Rummet har ofte været indrettet med afløb til kloak /6/. *Trykkeriet* kan være indrettet med forskellige typer af offsetmaskiner, herunder arkoffset (tryk på ark) og rotationsoffset (tryk på ruller).

På figur 4.6 ses et eksempel på en arkoffsetmaskine til 4-farvetryk, der er i drift i dag. Papirarkene fødes fra højre og gennemløber valserne, der lægger hver sin farve på arket. Længst til venstre står maskinoperatøren/trykkeren og overvåger kvaliteten og foretager eventuelle justeringer af farvetilsætninger.



**Figur 4.6:** Arkoffsetmaskine.

På figur 4.7 ses et eksempel på en offsetrotationsmaskine, der er i drift i dag. Billedet viser kun en del af den relativt store maskine, hvor man ser papirbanen blive ført fra venstre og ind til de første valser.



**Figur 4.7** Offsetrotationsmaskine.

### **4.3. Arbejdsmetoder og miljøbelastning**

I de følgende afsnit beskrives de enkelte delprocesser, samt den dertil relaterede miljøbelastning i den samlede trykkeproces. De fire trykkeprincipper behandles hver for sig, da det anvendte trykkeprincip også er bestemmende for en væsentlig del af miljøbelastningen.

De anvendte kemikalier i processerne nævnes for overskuelighedens skyld kun overordnet, men er udspecificeret i bilag 1.

Processerne i prepress og færdiggørelse behandles indledningsvist separat, da de i langt de fleste tilfælde er uafhængige af den anvendte trykkemetode.

#### **4.3.1. Prepress og færdiggørelse**

##### **Arbejdsmetode og miljøbelastning ved originalklargøring**

Ved originalklargøring udformes tekst og illustrationer og lay-out skitser færdiggøres med de nødvendige oplysninger til reprofoto og fotosætning (se efterfølgende afsnit). I forbindelse med klargøringen sker der et minimalt forbrug af papir, lim, tape, korrekturmidler og afrensningssmidler til film og glas /2/.

Der vurderes derfor ikke at være en væsentlig miljøbelastning forbundet med originalklargøringen.

##### **Arbejdsmetode ved reprofoto, fotosætning og montage**

Ved reprofoto overføres et billede eller en montage til en egnet film, der kan danne udgangspunkt for fremstilling af en trykform. Der anvendes både fotografiske og edb-baserede arbejdsteknikker. Reprofoto varetages i mange tilfælde af reproduktionsanstalter, men et stigende antal trykkerier har reprofoto som en del af arbejdsgangen /2/.

Reproduktionsprocessen kan overordnet opdeles i fire grupper /2/:

- Traditionel reproduktionsfotografering, hvor filmen eksponeres gennem et reprokamera. Filmen fremkaldes, fikseres, skylles og tørres i fremkaldemaskine eller manuelt.
- Elektronisk scanning med manuel montage af færdige sider. Denne metode vandt frem i 1980'erne og var i 1993 den mest benyttede /2/. Filmen fremkaldes og fixeres maskinelt.
- Elektronisk scanning med elektronisk montage af færdige sider. Filmen fremkaldes og fixeres maskinelt.
- Elektronisk scanning med direkte overførsel af montage til trykform (CTP, Computer To Plate). Ved anvendelse af CTP-teknologien overføres montagen direkte fra computer til trykformen, hvorved der ikke skal fremkaldes en film, men kun fremkaldes en trykform. Ved fremkaldelse af trykformen anvendes fremkaldervæske, men sjældent fixervæske.

Fremkaldervæske indeholder typisk /17,19/:

- Hydroquinon (anvendes primært ved sort/hvid film /19/)
- Metol/phenidon (anvendes primært ved sort/hvid film /19/)
- P-phenylendiaminderivater (CD2/CD3/CD4) (anvendes ved farvefilm /19/)
- EDTA eller salte heraf
- Formaldehyd

- Hydroxylamin, ethylendiamin
- Borsyre/borax
- Benzotriazol og imidazoler

Fixervæske indeholder typisk /17/:

- Ammoniumthiosulfat
- Ammoniumthiocyanat
- Alkaliacetat
- Diverse syrer, herunder borsyre.

Efter brug indeholder fixervæsken desuden rester af fotoemulsion fra den fremkaldte film, herunder sølvforbindelser, ofte sølvbromid /18/ og diazoforbindelser.

Derudover behandles filmen i en række specialbade, herunder stopbad og bleg-/svækkerbad, med indhold af bl.a. kaliumferricyanid, thiourinstof og EDTA-ferrisalt /19/.

Brugt film indeholder stadig en del sølv, og i dag sendes en stor del af de brugte film til afsølvning for at genindvinde det bundne sølv /6/. Tidligere er den brugte film sandsynligvis bortskaffet via renovation, afbrænding eller nedgravning.

Ved fotosætning overføres en tekst til film. Fotosætning har afløst bly sætterierne /2/, der er behandlet under afsnit 4.3.2. Filmen bliver herefter typisk fremkaldt maskinelt, dvs. ved anvendelse af fremkaldervæske og fixer.

Den manuelle montage af reproducerede billeder og fotosat tekst indebærer kun i mindre grad et forbrug af organiske opløsningsmidler til rengøring af lysborde, retoucheringsvæsker og lime /2/.

Til rengøring af udstyr og fremkaldertanke i forbindelse med reprofoto, fotosætning og montage anvendes typisk organiske opløsningsmidler (f.eks. rensebenzin, terpentin), kaliumdichromat, thiourinstof og forskellige syrer /2/.

### **Arbejdsmetode ved færdiggørelse**

De fleste tryksager skal igennem en færdiggørelse, før produktet er helt færdigt. Færdiggørelse i mindre omfang sker ofte på selve trykkeriet, mens større processer gerne overlades til egentlige bogbinderier /2/.

De typiske processer ved færdiggørelse er:

- Lakering af trykemnet
- Laminering/kachering af trykemnet
- Hæftning eller limning.

Lakering, laminering og kachering er alle metoder til overfladebehandling af trykknemmet. Overfladebehandlingen foretages for at beskytte trykknemnets overflade mod ridser og for at forøge glansen i farverne.

Ved *lakering* anvendes tre laktyper - acrylatbaserede lakker (vandfortyndbare) med et meget lille indhold af opløsningsmidler, UV-lakker med polyester-, epoxy-, eller polyurethanacrylater og et meget lille eller intet indhold af opløsningsmidler og opløsningsmiddelbaserede lakker baseret på ethylacetat, alkoholer og toluen /2,11/. Det skønnes, at lakforbruget i branchen er større end forbruget af trykfarve /2/. Lakering udføres på mange trykkerier i de eksisterende trykmaskiner, der er udstyret med særlige lakværker /19/.

Risikoen for forurening af jord eller grundvand ved lakeringsprocesserne vurderes at være væsentlig pga. en omfattende anvendelse af organiske opløsningsmidler.

*Laminering og kachering af trykknemner* udføres ved, at der påklæbes en plastfolie på arket, hvilket forøger rivstyrken og glansen. Ved kachering påklæbes en tynd plastfolie og ved laminering påklæbes eller svejses et kraftigt plaststykke på begge sider. Der anvendes typisk enten dispersionslim eller opløsningsmiddelbaseret lim. Dispersionslim er en kold-lim uden organiske opløsningsmidler /16/. Anvendelsen af laminering/kachering er begrænset til meget få specielle virksomheder, mens anvendelsen af lak som overfladebehandling er mere udbredt /19/.

Ved *hæftning* af tryksager anvendes primært hæfteklammer og tråd, og processen vurderes ikke at udgøre et problem i forhold til forurening af jord og grundvand.

*Limningen* af tryksager udføres med en række forskellige lime, der kan opdeles i kold-lime og hot-melt-lime /1/.

Kold-limene er baseret på vand eller organiske opløsningsmidler (toluen, acetone eller rensbenzin). Bindemidlerne i kold-lime kan være stivelse, dextrin, latex eller polyvinylacetat. Kold-lime tilsættes ofte blødgøreren dibutylphtalat /1,16/.

Hot-melt-limene består normalt af ethylvinylacetat-copolymer tilsat forskellige blødgørere /1/.

De fleste lime konserveres med formaldehyd /1/.

Risikoen for forurening af jord eller grundvand ved limning vurderes at være begrænset pga. det begrænsede forbrug. Dog kan deponering af limaffald og udledning af limrester til afløb ved rengøring være et potentielt miljøproblem.

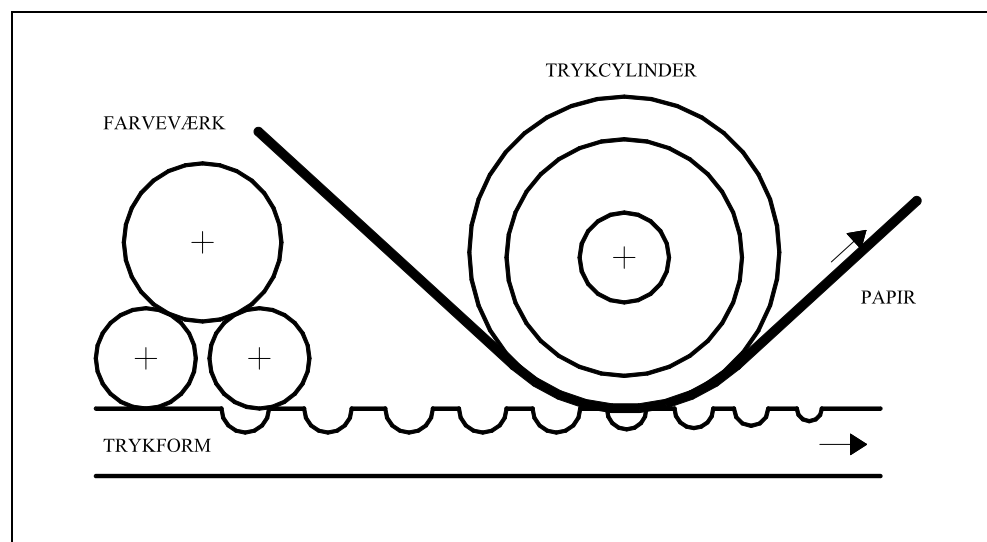
## Miljøbelastning ved prepress og færdiggørelse

I relation til jord- og grundvandsforurening kan processerne ved prepress og færdiggørelse medføre følgende miljøbelastning:

- Udledning af procesvæsker til afløb, herunder fixer og fremkaldervæske, afvasket fotoemulsion, lakker og evt. chromholdige væsker.
- Udledning af rengøringsvand til afløb, herunder dichromat, svovlsyre, rensebenzin, acetone, terpentiner og limrester /2/.
- Uheld eller spild på gulv, i kloak eller på ubefæstet areal i forbindelse med håndtering og oplag af fixer, fremkaldervæske, lakker og organiske opløsningsmidler.
- Uheld, lækage og spild i forbindelse med håndtering af affald, herunder oplag, intern transport og bortskaffelse samt nedgravning eller udhældning af affald på ubefæstet areal samt til kloak.

### 4.3.2. Højtryk (bogtryk og flexotryk)

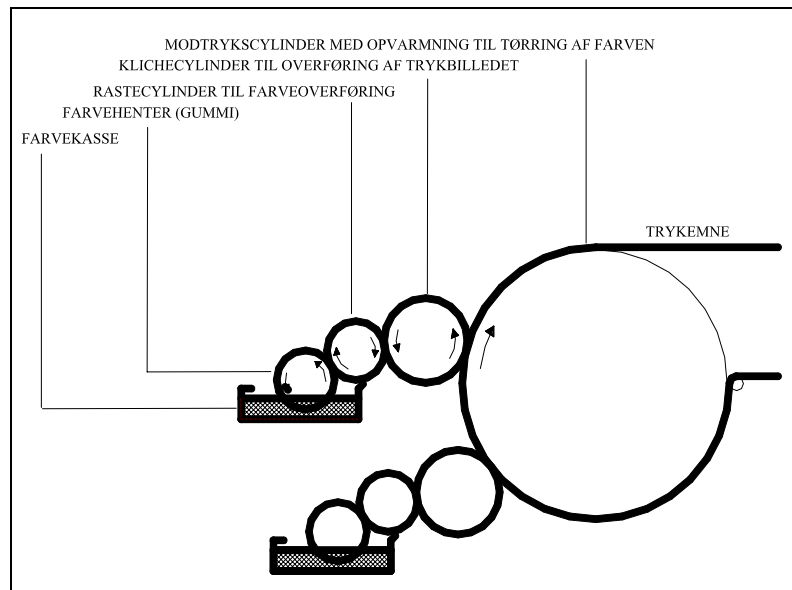
Princippet i højtryk er, at trykfarven overføres til de forhøjede dele af en trykform, som derefter afsætter farven til papiret ved hjælp af en modtrykscyliner /1/. Processen er illustreret i figur 4.8, der viser en typisk bogtrykkeproces.



**Figur 4.8** Illustration af højtryksprocessen til bogtryk /2/.

Højtryksprincippet anvendes til bogtryk og flexotryk. Bogtryk har været anvendt til trykning af mindre oplag og til trykning af aviser, mens flexotryk primært anvendes til trykning på emballage. Ved flexotryk består trykformen af en gummi- eller nylonkliché, der fastklæbes til trykcyliner. Princippet i flexotryk er illustreret i figur 4.9.





**Figur 4.9** Illustration af højtryksprocessen til flexotryk /2/.

## Arbejdsmetoder ved bogtryk

### *Fremstilling af trykform*

Forud for selve trykningen fremstilles en blytypesats, metalkliché eller fotopolymerplade som trykform. I figur 4.10 ses et eksempel på en færdig blytypesats (trykform) i ramme.



**Figur 4.10** Blytypesats klar til trykning.

Der har tidligere været anvendt sætterier eller sætteriafdelinger på trykkerier, som har fremstillet satser med løse blytyper ved enten håndsætning eller maskinsætning. Som oftest er blytypesatsen ikke blevet anvendt i trykningen, men der

er i stedet blevet støbt en kopi af blysatsen, en såkaldt blystereotypiplade. Anvendelsen af blystereotypiplader har været almindelig fra omkring 1950 og frem til omkring 1970. Til støbningen anvendes en blanding af bly, antimon og tin. Stereotypipladerne er ofte blevet efterbehandlet med fræsning for at fjerne støbegreter.

Den anvendte sats, og det vil i de fleste tilfælde sige stereotypipladerne, er indtil ca. 1980 hovedsageligt blevet fremstillet (støbt) og jævnlige omsmeltet på trykkerierne, men der har også været tale om selvstændige sætterier /1, 6/.

En undersøgelse af 197 bly-sætterier i 1978 viste, at der til bly-sætning anvendtes 67 forskellige produkter, hvoraf 2/3 var håndrensemidler og formslipmidler, mens de resterende er afvaskemidler. Der er især tre dominerende afvaskemidler, som er rensbenzin, mineralsk terpentin og petroleum. Ud fra de typiske forbrug af afvaskere skønnes det, at stofferne har været opbevaret i dunke /1/.

Ved anvendelsen af metalkliché eller fotopolymerplade som trykform, skal der først fremstilles et negativ med trykknivet, som derefter skal overføres til en metalplade, der er forsynet med en lysfølsom kopihinde eller en plade udført i lysfølsomt plast (fotopolymerplade). Overførslen sker via belysning i en kopi-ramme, hvorefter pladen fremkaldes ved en udvaskningsproces, hvor der ved metalklichéen anvendes rent vand eller alkohol /1/, og hvor der ved fotopolymerpladen typisk anvendes tetrachlorethylen og butanol. Herefter klippes clichéen til og spændes i den endelige form sammen med tekst mv.

Der er desuden oplysninger om anvendelse af chlorerede opløsningsmidler til fremstillingen af metalklichéer (f.eks. trichlorethylen) /4/. Ved fremstilling af metalklichéer anvendes også andre organiske opløsningsmidler, f.eks. ethylacetat og butylacetat /4/.

Ved fremstilling af metalklichéer eller fotopolymerplader må der også forventes et indhold af udvasket fotoemulsion i spildevandet. Det er ikke afklaret, hvorvidt der til fremstillingen af trykforme udelukkende er anvendt fotoemulsion baseret på fotopolymere systemer, eller om der ligeledes er anvendt emulsioner baseret på diazoforbindelser eller dichromater. Da dichromat-baserede emulsioner har været meget anvendt tidligere (blev udfaset i 1990'erne /2,14/), må det formodes, at der er anvendt emulsion indeholdende dichromater. Diazoemulsioner indeholder stoffer, der mistænkes for at være kræftfremkaldende, bl.a. hydroquinoner /2/.

### **Trykning**

I forbindelse med trykningen skal der skiftes farvekar på trykkermaskinerne. Trykfarverne til bogtryk er tyktflydende, uden indhold af flygtige opløsningsmidler. Tørringen sker ved, at farven hærder ved oxidation eller fysisk tørring /1/. En typisk trykfarve til bogtryk kan være sammensat således /1/:

Pigment	22 % (ofte Carbon Black)
Mineralolie	25 %
Alkyd	20 %
Linolie	17 % (bindemiddel)
Kunstharpiks	13 % (bindemiddel)
Additiver	3 %

Carbon Black indeholder en række PAH'er, herunder benz(e)pyren /1/.

Den tilsvarende sammensætning af trykfarven til trykning af aviser ved højtryk er /1/:

Pigment	20 % (ofte Carbon Black)
Mineralolie	45 %
Fast bindemiddel	32 % (f.eks. sulfat)
Additiver	3 %

### **Rengøring**

Ved rengøring af trykkermaskinen i forbindelse med bog- og avistryk anvendes typisk følgende stoffer til rengøringen af valserne /1,28/:

- Petroleum
- Terpentin
- Benzin
- Ethanol
- Toluen
- Cellulosefortynder.

## **Miljøbelastning**

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

- Udledning af afvaskningsmidler fra klichéfremstilling og rengøring til kloak. Spildevandet indeholder bl.a. organiske og evt. chlorerede opløsningsmidler, alkoholer, rester af trykfarver og evt. rester af fotoemulsion.
- Uheld og spild af bly, tin og/eller antimon ved omsmelting af blyblyant.
- Uheld og spild ved øvrig håndtering af bly, tin og/eller antimon.
- Uheld og spild på utæt gulv, i kloak eller på ubefæstet areal i forbindelse med oplag og håndtering af afvaskemidler, trykfarver og rengøringsmidler.
- Uheld og spild i forbindelse med håndtering af affald, herunder oplag, intern transport og bortskaffelse samt nedgravning eller udhældning af affald på ubefæstet areal samt til kloak.

## **Arbejdsmetoder ved flexotryk (højtryk)**

### ***Formfremstilling***

Trykformen inden for flexotryk kaldes en flexokliché, der er af lysfølsomt plast (fotopolymerbart materiale) eller gummi.

Det fotopolymerbare materiale indeholder typisk blødgørere (phtalater), bindemidler (acrylater, acetater) samt fotoinitiatorer (f.eks. quinoner og ketoner) /11/.

Flexoklichéer baseret på fotopolymerbart materiale fremstilles ved at belyse plastmaterialet med UV-lys gennem en eksponeret film, hvorved de belyste dele hærdes, hvorefter de ubelyste dele vaskes af med vaskemidler, baseret på organiske og chlorerede opløsningsmidler (typisk perchlorethylen og butanol) /2/.

Klichéen efterbehandles typisk i et bad med kaliumbromid og –bromat opløst i saltsyre. Dette hærder og affedter klichéen.

I dag bliver disse væsker opsamlet og afleveret til destruktion, men før det blev lovpligtigt (1972 og 1976), blev væskerne typisk bortskaffet via kloak /6/.

Klichéerne laves også som vandudvaskbare flexoklichéer, hvor afvaskning foregår med varmt vand.

Flexoklichéer baseret på gummi fremstilles ud fra en metalplade i magnesium (tidligere var pladen ofte af bly eller zink) /2/. Den eksponerede film kontaktkopieres over på metalpladen, der udvaskes i saltsyre. Så fjernes pladens lak-

hinde med opløsningsmidler, oftest acetone, og metalpladen anvendes til prægning af en gummikliché.

Størstedelen af de mindre og mellemstore trykkerier får og har fået fremstillet klichéen på en reproanstalt, mens de store trykkerier ofte selv laver klichéen /6/. Omkring 1993 blev flexoklichéer fremstillet på 10 eller færre deciderede reproanstalter i landet /2/.

### **Trykning**

I forbindelse med trykningen skal der skiftes farvekar på trykkerimaskinerne. Trykfarverne til flexotryk er i modsætning til bogtryk tyndtflydende og indeholder organiske opløsningsmidler (fortyndere), oftest ethanol, isopropanol, methylethylketon, ethylacetat og ethylglycol /1, 2/.

I starten af det 20. århundrede var ethanol det eneste benyttede organiske opløsningsmiddel i trykfarverne /1/.

Ved flexotryk er fordampningsmulighederne på farvens vej fra farvekasse til trykform så ringe, at man skal benytte letflygtige opløsningsmidler for at farven kan tørre. Modtrykscylinderen kan samtidig være opvarmet for at fordampe opløsningsmidlet /1/. Trykfarverne kan opdeles i to grupper:

- Vandbaserede trykfarver, som dog kan indeholde en vis mængde organisk opløsningsmiddel, f.eks. op til 25 % ethanol. En vandbaseret trykfarve til trykning på papemballage indeholder typisk /1/:

Pigment	10-15 %
Acryl	20-25 %
Vand	50-60 %
Ammoniakvand	1-2 %
Amin	1-2 %
Voks	1-2 %
Antiskummiddel	0-0,3 %

- Opløsningsmiddelbaserede trykfarver til tryk på papir og plast (typisk emballage) indeholder typisk /1/:

Pigment	8-14 %
Bindemiddel (f.eks. polyamid, acrylatharpiks, nitrocellulose, acryl m.fl.)	20-40 %
Opløsningsmiddel (f.eks. ethanol, isopropanol, ethylacetat, methylethylketon, benzin og toluen)	50-70 %
Polyethylenvoks	1-5 %
Additiver (f.eks. antiskummiddel)	0-2 %

### **Rengøring**

Rensning af trykkemaskinens valser foregår ved afvaskning med enten organiske opløsningsmidler (f.eks. isopropanol) eller vandige opløsninger med tensider. Typisk anvendes de samme opløsningsmidler, som indgår i trykfarverne /11/. I /28/ er det ved en undersøgelse i 1978 konstateret, at der især er brugt cellulosefortynder og rensbenzin. I dag bliver disse væsker opsamlet og afleveret til destruktion, men før det blev lovpligtigt blev væskeerne som regel bortskaffet via kloak /6/.

### **Miljøbelastning**

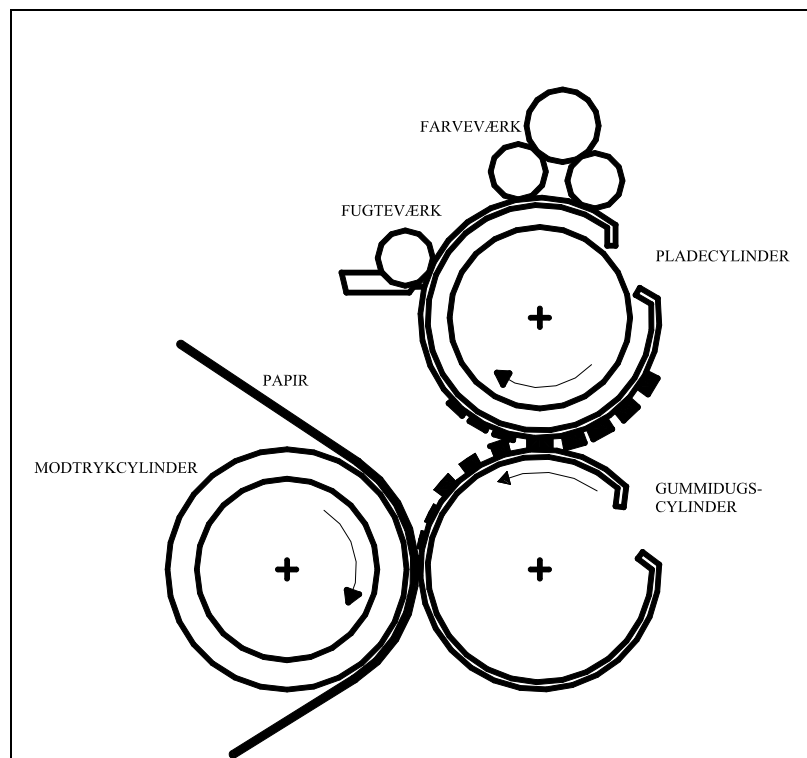
I relation til jord- og grundvandsforurening kan flexotryk medføre følgende miljøbelastning:

- Udledning af afvaskningsmidler fra klichéfremstilling og rengøring til kloak. Spildevandet indeholder bl.a. organiske og chlorerede opløsningsmidler, afvaskemidler, syrer, rester af lysfølsomt plast/gummi og rester af trykfarver.
- Uheld og spild på utæt gulv, i kloak eller på ubefæstet areal i forbindelse med oplag og håndtering af afvaskemidler, trykfarver og rengøringsmidler.
- Uheld, lækage og spild i forbindelse med håndtering af affald, herunder oplag, intern transport og bortskaffelse samt nedgravning eller udhældning af affald på ubefæstet areal samt til kloak.

#### **4.3.3. Plantryk (offset)**

I modsætning til de øvrige trykformer, hvor de trykgivende dele er enten forhøjede (højtryk) eller i udskæringer (dybtryk) er der ved plantryk ikke nogen niveauforskel mellem de trykgivende dele og de ikke-trykgivende dele på trykformen. Der er således tale om en plan trykform, der er forbehandlet, således at de trykgivende dele ad kemisk vej er gjort modtagelige for trykfarve, og de ikke-trykgivende dele er gjort farveskyende (vandmodtagelige).

Den mest anvendte plantrykmethode er offsettryk /2/. Offsettryk er speciel, fordi trykformen ikke er i direkte kontakt med trykemnet (f.eks. papir), men overfører farven via en gummivalse. Da gummivalser er mere fleksible end en metalvalse betyder det bl.a., at der kan opnås en god tryk kvalitet, selvom der f.eks. er ujævnheder i papiret, hvilket ofte er tilfældet ved genbrugspapir. Den principielle proces er illustreret i figur 4.11.



**Figur 4.11** Illustration af plantrykteknikken til offset /2/.

Offsetteknikken anvendes inden for emballagestrykning, trykning af aviser, bøger, tidsskrifter, ugeblade, reklamer, blikemballage mv. Der anvendes hovedsageligt arkoffset (tryksagen er i arkform) og rotationsoffset (tryksagen er i baner). Aviser trykkes på sugende papir, hvorved farven tørrer. Heat-set er en type rotationsoffset, hvor der ikke trykkes på sugende papir, men hvor der i stedet er indført en tørreovn i trykpressen.

## Arbejdsmetoder ved plantryk

### *Formfremstilling*

Forud for trykningen fremstilles en plan trykform med vandbindende og vandafvisende overfladeområder. Formen er typisk en aluminiumsplade med en lysfølsom kopihinde, og ved belysning eksponeres trykpladen gennem den eksponerede film, hvorefter trykpladen kan fremkaldes og gummieres, hvorved man får sin trykform. Der anvendes både positive og negative plader. Positive plader anvendes ved ark- og heatset-offset, mens negative plader hovedsageligt anvendes ved avisrotation /14/. Ved positive plader anvendes typisk en fremkalder bestående af en alkalisk opløsning, hvis hovedbestanddele er vand, alkaliske salte og uorganiske salte. Ved negative diazoplader (den dominerende type) anvendes en fremkalder indeholdende alkoholer (f.eks. propanol), sulfonater, aminer (ethanolamin og triethanolamin) og additiver. Negative fotopolymere plader fremkaldes med væsker, der er baseret på organiske opløsningsmidler tilsat syre /14/.

Fejl i pladerne rettes ofte med ætsende produkter, der indeholder organiske eller chlorerede opløsningsmidler, f.eks. acetone og trichlorethylen /2/.

Stort set alle offsettrykkerier har fremstillet og fremstiller selv deres trykform, dvs. aluminiumspladen med kopihinde leveres af et fotofirma (f.eks. Kodak) og trykkeriet eksponerer og fremkalder herefter selv pladen til den færdige trykform /6/. Pladen afvaskes efter kontakt med fremkaldervæsken for at fjerne ikke hærdet fotoemulsion. På figur 4.12 ses et eksempel på en pladeafvaskningsplads på et mindre trykkeri med arkoffset.



**Figur 4.12** Pladeafvaskningsplads.

På figur 4.13 ses et eksempel på en færdigfremstillet offsettrykplade i aluminium til rotationsoffset.





**Figur 4.13** Pladetrykform.

Den lysfølsomme kopihinde består i dag af en diazoemulsion, hvor der tidligere blev anvendt chrom-emulsioner med indhold af chromater, der bl.a. er kræft- og allergifremkaldende /2/. Kopihinden har også tidligere indeholdt sølvforbindelser /9/. Diazo-emulsioner indeholder stoffer, der mistænkes for at være kræftfremkaldende, bl.a. hydroquinoner.

Ved trykningen fugtes pladen med fugtevand og indfarves herefter med trykfarve, som afsættes på vandafvisende områder. Farven afsættes på en gummibe-kledt cylinder, der afsætter trykket til papiret ved hjælp af en modtrykscylinder /1/.

En undersøgelse af 258 offset-afdelinger i 1978 viste, at der anvendtes 560 forskellige produkter, hvoraf 25 % var afvaskemidler til plader og valser. Langt den overvejende del heraf bestod af organiske opløsningsmidler, herunder rense benzin, mineralsk terpentint og petroleum. Ud fra de typiske forbrug af afvaskere skønnes det, at stofferne har været opbevaret i tromler /1/.

### ***Trykning***

I forbindelse med trykningen skal der skiftes trykfarver på trykkerimaskinerne. Trykfarverne til offsettryk er tyktflydende, uden indhold af flygtige opløsningsmidler. Tørringen sker ved, at farven hærder ved oxidation under opvarmning eller ved hærkning i UV-lys /1/. En typisk arkoffsetfarve kan have følgende sammensætning, der svarer til sammensætningen for trykfarven til bogtryk i afsnit 4.3.1 /1/:

Pigment	22 % (ofte Carbon Black)
Mineralolie	25 %
Alkyd	20 %
Linolie	17 % (bindemiddel)
Kunstharpiks	13 % (bindemiddel)
Additiver	3 %

Det anvendte fugtevand indeholder bl.a. alkoholer til nedsættelse af overfladespænding (typisk isopropanol), antiudtøringsmidler (typisk gummi arabicum) samt glycerinbeslægtede stoffer til at beskytte valser og gummidug /1/. Derudover kan fugtevandet indeholde coboltnitrat, coboltacetat, butylglycol og ethylenglycol /1/ samt glycolethere og glycoletheracetater /14/. Fugtevandet tilsættes også biocider, f.eks. isothiasoliner.

Fugtevandet udledes typisk til kloak, da det ikke er afleveringspligtigt /1/. Siden slutningen af 1990'erne er flere trykkerier dog begyndt at bortskaffe deres fugtevand som kemikalieaffald via en afhentningsordning /6/.

### **Rengøring**

Der anvendes typisk følgende stoffer til rengøringen af valserne på trykkemaskinen /1/:

- Petroleum
- Terpentin
- Benzin
- Ethanol
- Toluen.

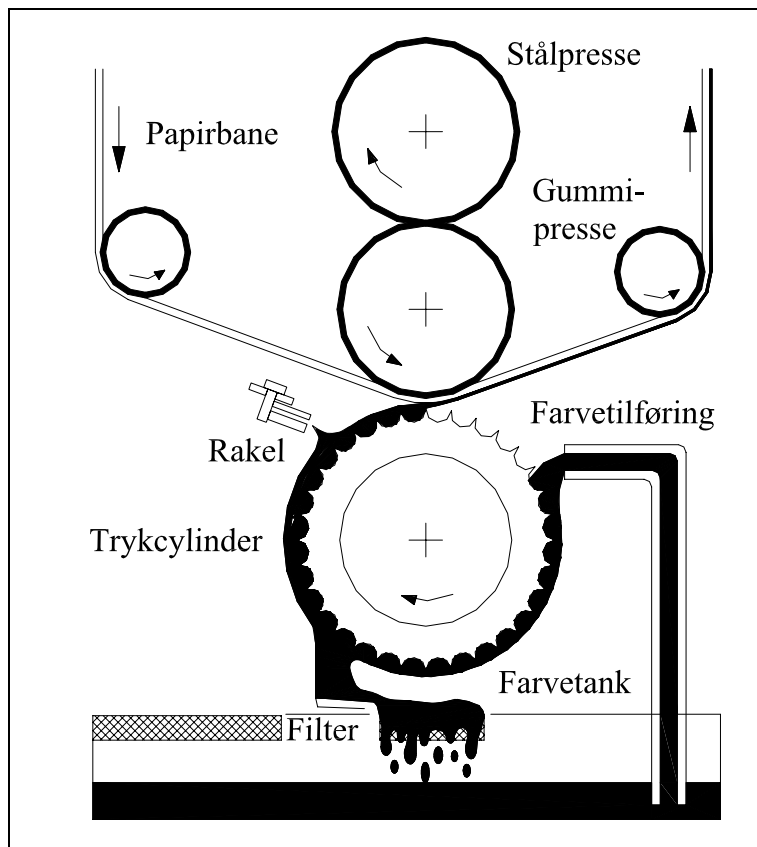
### **Miljøbelastning**

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

- Udledning af procesvæsker, herunder pladefremkalder, fugtevand og afvaskemidler indeholdende bl.a. organiske og chlorerede opløsningsmidler, tungmetaller og alkoholer til kloak.
- Uheld eller spild på utæt guly, i kloak eller på ubefæstet areal i forbindelse med håndtering og oplag af pladefremkalder, afvaskemidler, trykfarver og rengøringsmidler.
- Uheld, lækage og spild i forbindelse med håndtering af affald, herunder oplag, intern transport og bortskaffelse samt nedgravning eller udhældning af affald på ubefæstet areal samt til kloak.

#### 4.3.4. Dybtryk

Princippet i dybtryk er, at trykfarven overføres fra graverede fordybninger i en trykform til papiret ved hjælp af en gummicylinder /1/. Processen er illustreret på figur 4.14.



**Figur 4.14** Illustration af dybtrykteknikken /2/.

Dybtryksprincippet anvendes især inden for produktion af ugeblade, postordrekataloger, brochurer, emballage o.l. i store oplag /1/. Hovedparten af ugebladene i Danmark blev i begyndelsen af 1980'erne trykt ved hjælp af dybtryk. Der er dog, som nævnt tidligere, kun et fåtal af trykkerierne i Danmark, der bruger eller har brugt dybtryk.

Ved dybtrykprocessen udgør fremstillingen af dybtrykcyklinderen en større proces og en væsentlig miljømæssig faktor.

#### Arbejdsmetoder ved dybtryk

##### *Formfremstilling*

Forud for selve trykningen fremstilles dybtrykcyklinderen, der fungerer som trykform. Da trykkerierne, der har anvendt dybtryk, har eller har haft et stort oplag og dermed været af en vis størrelse, vurderes det, at trykkerierne selv har forestået fremstillingen af dybtrykcyklinderen.

Dybtrykcyllinderen er en forniklet eller cyanoforchromet og forkobret stålcyllinder med fordybninger, der kan transportere den tyndtflydende trykfarve til trykemnet.

Der foretages indledningsvist en affedtning af stålcyllinderen. Affedtningen kan f.eks. foregå alkalisk efterfulgt af behandling med svovlsyre /14/.

Herefter sker der en fornikling eller en cyanoforchromning af stålcyllinderen. Ved cyanoforchromning anvendes ofte natriumcyanid /2/. Så udføres metalliseringen af cyllinderen ved en elektrolytisk proces i flere trin. For hvert metalliseringsstrin foretages en afdrejning af skævheder/urenheder /2/. Ved metalliseringen påføres to lag kobber, med et mellemliggende kviksølv- eller sølvholdigt lag. Det yderste kobberlag fjernes efter trykningen (f.eks. i saltsyre med zinksalte).

Metalliseringen sker i kobber- og nikkelbade /2/, der før 1976 sandsynligvis er udhældt i kloak eller på jorden.

Efter en stempolering er cyllinderen klar til overførsel af den eksponerede film. Dette gøres ved ætsning (rasterdybtryk) eller ved indgraving i cyllinderen (cyllindergraving). Ved stempoleringen sker der typisk en udledning af spildevand indeholdende kobberstøv /2/.

Ved ætsning påføres cyllinderen en lysfølsom kopihinde ("ringcoater"), der er fortyndet med organiske opløsningsmidler. Hertil overføres den eksponerede film ved lyseksponering, hvorefter kopihinden fremkaldes ved at udvaske ikke hærde kopihinde med organiske opløsningsmidler og herefter indfarve (fremkalde) de hærde områder med xylenbaseret farvestof /14/. Cyllinderen afdækkes med lak omkring ikke tilsigtede frie kobberoverflader og ætzes herefter med jernchlorid, hvorefter lak og kopihinde fjernes /2/.

Ved graving aflæses filmen i en scanner og overføres til en gravérmaskine, der med en diamant indgraver direkte på cyllinderen /2/.

Indgraveringsmetoden har efterhånden fortrængt ætsningsmetoden /2/.

En undersøgelse af 7 trykafdelinger i 1978, hvor der blev fremstillet cyllindre til dybtryk viste, at der anvendtes 85 forskellige produkter, hvoraf størstedelen var uorganiske salte, der anvendtes i forbindelse med produktion af cyllinderen. Der er ligeledes anvendt nikkel, chrom og kobber til metalliseringen af cyllinderen. Til ætsning er der typisk brugt jernchlorid, og til afvaskning er der anvendt toluen, methanol, denatureret sprit og acetone /1/.

### **Trykning**

I forbindelse med trykningen skal der skiftes farvekar på trykkermaskinerne. Trykfarvetypen afhænger af, om der er tale om magasintryk (trykning af ugeblade o.lign.) eller emballagetryk (trykning på emballager). Ved magasintryk

anvendes udelukkende toluenbaserede farver, mens der ved emballagetryk anvendes trykfarver, der er næsten identiske med flexotrykfarver, bortset fra et lidt højere indhold af opløsningsmidler /14/. Tørringen sker ved, at opløsningsmidlerne fordamper umiddelbart efter trykkeprocessen /1/. Følgende er et typisk eksempel på sammensætningen af en dybtrykfarve til magasintryk /14/:

Opløsningsmiddel	60-70 % (toluen)
Pigment	5-10 %
Fast bindemiddel	15-20 % ( hårde harpikser)
Additiver	0,5-4 %

I de fleste dybtrykafdelinger genindvindes toluenen. Udover toluen anvendes en række andre opløsningsmidler som farvefortyndere (i emballagetrykfarver).

Disse er:

- Methylethylketon (MEK)
- Cyklohexanon
- Ethylacetat
- Ethylglycol
- Isopropanol
- Xylen
- Methanol.

Emballagetrykfarver har normalt et indhold af opløsningsmidler, der er 10-20 % mindre end indholdet i magasintrykfarver. Additiverne i emballagetrykfarver indeholder bl.a. blødgørere /14/.

### ***Rengøring***

Ved rengøring af trykkemaskinen anvendes normalt de opløsningsmidler, der er i trykfarven, typisk toluen. Der er også anvendt trichlorethylen til de mere krævede rengøringer /1/. Derudover indeholder rengøringsvandet typisk syrer og baser. Rengøringsvandet er sandsynligvis tidligere udledt til kloak /6/.

## **Miljøbelastning**

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

- Udledning af processpildevand indeholdende bl.a. kobbersulfat, nikkelsulfat, chromsyre, zinkchlorid, organiske opløsningsmidler, lakrester og syrer fra fremstilling af dybtrykcylinder på ubefæstet areal eller i kloak.
- Udledning af afvaskevand og rengøringsvand indeholdende organiske og chlorerede opløsningsmidler, lakrester og farverester til kloak.
- Udendørs oplag af tungmetalholdige emner/tungmetalholdigt affald i forbindelse med fremstillingen af dybtrykcylinderen.
- Uheld eller spild på utæt gulv, i kloak eller på ubefæstet areal i forbindelse med håndtering og oplag af afvaskemidler, lakker, trykfarver og rengøringsmidler.
- Uheld, lækage og spild i forbindelse med generel håndtering af affald herunder oplag, intern transport og bortskaffelse samt nedgravning eller udhældning af affald på ubefæstet areal samt til kloak.

### **4.3.5. Serigrafi**

Princippet i serigrafi, er, at trykfarven overføres til en ramme og presses ned igennem rammens væv på trykemnet /3/. Områderne på dugen, hvor farven ikke skal trykke igennem, er gjort tætte med lak /1/.

Serigrafi anvendes typisk ved trykning af reklameskilte og andet, hvor der ønskes stor farvekraft eller trykning på særlige materialer, f.eks. glas.

#### **Arbejdsmetoder ved serigrafi**

##### ***Formfremstilling***

Forud for selve trykningen fremstilles en trykform, der består af en finmasket dug opspændt i en ramme. Trykformen benævnes også stencilen. Pålimningen af dugen til rammen sker typisk ved anvendelse af en to-komponent lim, typisk epoxy- eller isocyanatprodukter /2/. Dugen kan være af silke, nylon, polyester eller stål. Herefter overføres fotoemulsion som kopihinde til dugen, hvorefter en eksponeret film overføres ved kontaktkopiering til kopihinden under belysning. Den eksponerede film kommer enten fra egen reprofotoproduktion eller leveres udefra. Den uhærdede fotoemulsion fjernes ved, at rammen skylles med vand, og afsluttende kan rammens kanter evt. lakeres for at øge holdbarheden /2/. Fotoemulsionen indeholder typisk dichromatsalte og diazoforbindelser samt forskellige bindemidler, additiver, f.eks. blødgørere, biocider mm. /14/.

Som korrekturmidler anvendes filler, der findes både som opløsningsmiddelbaseret type og vandfortyndbar type.

Under trykningen presses trykfarve ned gennem de åbne partier i vævet, hvorved farven overføres til det underliggende emne, f.eks. papir /10/.

### ***Trykning***

I forbindelse med trykningen skal der bl.a. håndteres trykfarver. Serigrafifarverne indeholder forskellige opløsningsmidler (fortyndere) afhængigt af, hvad farverne skal bruges til. Oftest anvendes trykfarver baseret på et stort indhold af organiske opløsningsmidler, bl.a. /2/:

- Propylenglycolmethylether
- Petroleumsdestillater (mineralolier)
- Butoxyethanol
- Isopropoxyethanol.

Der kan dog også anvendes farver baseret på epoxy, isocyanater, UV-lysfølsomt materiale eller vand. Ved krav om særlig udendørs holdbarhed kan der anvendes farver, der indeholder tungmetaller, især blychromater /2/. I en undersøgelse fra 1978 /28/ blev det oplyst, at der på dette tidspunkt blev anvendt følgende opløsningsmidler som fortyndere:

- Mineralsk terpentin
- Petroleum
- Ethylglycol
- Buthylacetat
- Cellulosefortynder
- Xylen
- Solvesso.

### ***Rengøring***

Ved rengøring af trykningsudstyret for farve anvendes typisk det opløsningsmiddel, der indgår i trykfarven. Ifølge /1,28/ anvendes der især xylen og solvesso (kaldes også laknaphta, indeholder C<sub>9</sub>-C<sub>12</sub> aromater, destillat af petroleum). Der har tidligere været anvendt mere flygtige stoffer, bl.a. benzen /10/. Det anvendte middel kaldes farvefjerner.

Den væsentligste forureningskilde ved serigrafi er anvendelse af farvefjerner, der udgør ca. 90 % af kemikalieforbruget til rammevask /5/.

Ved farvefjernelse lægges den brugte ramme typisk op i en vask, og der påføres farvefjerner med hådbørste. Ved størstedelen af serigrafivirkomhederne, hvor

serigrafi er hovedproduktionen, løber farvefjerner via vaskens afløb ned i et kar, hvorfra den recirkuleres. Tidligere løb farvefjerner med farverest direkte til kloak /10/.

Efter farvefjernelse skal stencilen fjernes ved påføring af en såkaldt stencilfjerner, typisk vha. børste, klud eller sprøjteflaske. Herefter højtryksspules med vand, og rengøringsvandet ledes til kloak. Stencilfjerner er typisk vandige opløsninger af oxidationsmidler, f.eks. perjodsyre eller perjodater, sammen med andre uorganiske syrer, f.eks. svovlsyre eller salpetersyre.

Udledning af syrer til kloaksystemet kan medføre tæring og efterfølgende utætheder.

Farverester eller stencilrester i vævet efter stencilfjernelse fjernes typisk med en skyggefjerner. Der anvendes opløsningsmiddelbaserede fjernere eller alkaliske fjernere. De opløsningsmiddelbaserede fjernere indeholder typisk ketoner, ether, acetater, estere, diestere, alkoholer og nitrogenholdige komponenter. De alkaliske fjernere er stærke basiske opløsninger af hydroxid eller hypochlorit /5/.

Desuden anvendes affedtere til rengøring/klargøring af vævet i rammen. Affedtere indeholder organiske opløsningsmidler – typisk terpener, glucolethere eller organiske aminer. Affedtere indeholder også biocider, f.eks. isothiasoliner /5/.

### **Miljøbelastning**

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

- Udledning af farvefjerner, stencilfjerner, skyggefjerner, affedter og farverester indeholdende organiske opløsningsmidler og tungmetaller til kloak.
- Uheld eller spild på gulv, i kloak eller på ubefæstet areal i forbindelse med håndtering og oplag af trykfarver, lakker, farve-, stencil-, og skyggefjerner samt affedtere indeholdende bl.a. organiske opløsningsmidler.
- Uheld, lækage og spild i forbindelse med håndtering af affald, herunder oplag, intern transport og bortskaffelse samt nedgravning eller udhældning af affald på ubefæstet areal samt til kloak.





## 5. Forureningsrisiko

### 5.1. Oversigt over potentielle forureningskilder

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

I de efterfølgende tabeller er der samlet en oversigt over de gennemgåede processer, kilder til forurening, mulige spredningsveje og forurenende kemikalietyper opsummeret. Enkeltstoffer, der optræder i de nævnte kemikalietyper, er opsummeret i listen over de anvendte kemiske stoffer i trykkerier, der er vedlagt i bilag 1.

#### 5.1.1. Prepress og færdiggørelse

Delprocesser	Kildetyper	Spredningsveje	Forureningstyper
<b>Prepress og færdiggørelse</b>			
Håndtering af fotokemikalier, lime og lakker	Udledning til kloak eller ubefæstet areal, uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal og i kloakker.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Fremkaldervæske, fixervæske, væsker fra evt. specialbade, udvaskningsrester fra film, lime og lakker.
Rengøring af udstyr	Udledning til kloak eller ubefæstet areal, uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal eller i kloakker.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Organiske opløsningsmidler, syrer, rester af trykfarve, lime og lakker.
Oplag af råvarer, hjælpestoffer og rengøringsmidler	Uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal eller i kloakker.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Fremkaldervæske, fixervæske, væske til evt. specialbade, lime og lakker.
Håndtering af affald	Uheld, lækage og spild ved oplag, intern transport og bortskaffelse samt nedgravning eller udhældning af affald på ubefæstet areal eller i kloak.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Organiske opløsningsmidler, brugt fremkaldervæske, brugt fixervæske og evt. brugt væske fra specialbade, brugte rengøringsklude med trykfarve eller opløsningsmidler, brugt film, rester af lime og lakker.

**Tabel 5.1** Opsummering af processer, kilder til forurening, mulige spredningsveje og forureningstyper ved prepress og færdiggørelse.

### 5.1.2. Bogtryk

Delprocesser	Kildetyper	Spredningsveje	Forureningstyper
<b>Bogtryk</b>			
Fremstilling af blysats/trykform	Udledning til kloak eller ubefæstet areal, uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal og i kloakker.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Afvaskningsmidler, tungmetalholdige spåner, rester af fotoemulsion.
Udskiftning af farvekar	Uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal eller i kloakker.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Rester af trykfarver.
Rengøring af trykkemaskine	Udledning til kloak eller ubefæstet areal, uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal eller i kloakker.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Organiske, herunder chlorede opløsningsmidler, alkoholer, rester af trykfarve.
Oplag af råvarer, hjælpestoffer og rengøringsmidler	Uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal eller i kloakker.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Afvaskemidler, fremkaldere, trykfarver, tungmetalholdige emner og rengøringsmidler.
Håndtering af affald	Uheld, lækage og spild ved oplag, intern transport og bortskaffelse samt nedgravning eller udhældning af affald på ubefæstet areal eller i kloak.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Opsamlede afvaskemidler og fremkaldere, trykfarver, tungmetalholdige emner, brugte rengøringsklude med trykfarve eller organiske opløsningsmidler .

**Tabel 5.2** Opsummering af processer, kilder til forurening, mulige spredningsveje og forureningstyper ved bogtryk.

### 5.1.3. Flexotryk

Delprocesser	Kildetyper	Spredningsveje	Forureningstyper
<b>Flexotryk</b>			
Fremstilling af trykform	Udledning til kloak eller ubefæstet areal, uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal og i kloakker.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Afvaskningsmidler indeholdende organiske, herunder chlorerede opløsningsmidler, efterbehandlingsbade, syrebade, rester af fotoemulsion.
Udskiftning af farvekar	Uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal og i kloakker.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Rester af trykfarver.
Rengøring af trykkemaskine	Udledning til kloak eller ubefæstet areal, uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal eller i kloakker.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Organiske opløsningsmidler, alkoholer, rester af trykfarver.
Oplag af råvarer, hjælpestoffer og rengøringsmidler.	Uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal eller i kloakker.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Afvaskningsmidler, trykfarver og rengøringsmidler.
Håndtering af affald	Uheld, lækage og spild ved oplag, intern transport og bortskaffelse samt nedgravning eller udhældning af affald på ubefæstet areal eller i kloak.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Brugte tungmetallholdige klichéplader, brugte rengøringsklude med trykfarver eller organiske opløsningsmidler, brugte bøtter med rester af trykfarve, opsamlede afvaskemidler, opsamlede syrebade og opsamlede efterbehandlingsbade.

**Tabel 5.3** Opsumming af processer, kilder til forurening, mulige spredningsveje og forureningstyper ved flexotryk.

### 5.1.4. Offsettryk

Delprocesser	Kildetyper	Spredningsveje	Forureningstyper
<b>Offsettryk</b>			
Fremstilling af trykform	Udledning til kloak eller ubefæstet areal, uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal og i kloakker.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Fremkalderbade, fixerbade, fotoemulsion.
Udskiftning af farvekar	Uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal og i kloakker.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Rester af trykfarve.
Udskiftning af fugtevand	Uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal og i kloakker.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Spildevand indeholdende bl.a. alkoholer og tungmetaller.
Rengøring af trykkemaskine	Udledning til kloak eller ubefæstet areal, uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal eller i kloakker.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Organiske, herunder chlorede opløsningsmidler, rester af trykfarve.
Oplag af råvarer, hjælpestoffer og rengøringsmidler	Uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal eller i kloakker.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Afvaskningsmidler, fremkaldervæske, fixervæske, trykfarver, fugtevand, rengøringsmidler.
Håndtering af affald	Uheld, lækage og spild ved oplag, intern transport og bortskaffelse samt nedgravning eller udhældning af affald på ubefæstet areal eller i kloak.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Offsetplader med fotoemulsion, brugte rengøringsklude med trykfarve eller organiske opløsningsmidler, brugte bøtter med rester af trykfarve, opsamlede fremkaldervæske og evt. opsamlet fixervæske, opsamlet væske fra pladekorrektur.

**Tabel 5.4** Opsummering af processer, kilder til forurening, mulige spredningsveje og forureningstyper ved offsettryk.

### 5.1.5. Dybtryk

Delprocesser	Kildetyper	Spredningsveje	Forureningstyper
<b>Dybtryk</b>			
Fremstilling af trykform	Udledning til kloak eller ubefæstet areal, uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal og i kloakker.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Tungmetalholdige spåner fra stenpolering, affedtningsbade, syrebade med tungmetaller, afvaskemidler, bade til afkobring eller afchromning.
Udskiftning af trykfarver	Uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal og i kloakker.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Rester af trykfarver.
Rengøring af trykkemaskine	Udledning til kloak eller ubefæstet areal, uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal eller i kloakker.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Organiske, herunder chlorede opløsningsmidler, rester af trykfarver.
Oplag af råvarer, hjælpestoffer og rengøringsmidler	Uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal eller i kloakker.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Tungmetalholdige emner, afvaskningsmidler, lakker, affedtningsmidler, trykfarver, syrer og rengøringsmidler.
Håndtering af affald	Uheld, lækage og spild ved oplag, intern transport og bortskaffelse samt nedgravning eller udhældning af affald på ubefæstet areal eller i kloak.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Tungmetalholdige emner, opsamlede afvaskningsmidler, affedtningsmidler, lakker, syrer, brugte bøtter med rester af trykfarve, brugte rengøringsklude.

**Tabel 5.5** Opsummering af processer, kilder til forurening, mulige spredningsveje og forureningstyper ved dybtryk.

### 5.1.6. Serigrafi

Delprocesser	Kildetyper	Spredningsveje	Forureningstyper
<b>Serigrafi</b>			
Fremstilling af trykform	Udledning til kloak eller ubefæstet areal, uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal og i kloakker.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Fotoemulsion og filler fra fremkaldelse.
Håndtering af trykfarver	Uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal og i kloakker.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Trykfarver.
Rengøring af ramme og øvrigt trykkeudstyr	Udledning til kloak eller ubefæstet areal, uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal eller i kloakker.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Fotoemulsion, farvefjerner, stencilfjerner, skyggefjerner, rester af trykfarve, filler.
Oplag af råvarer, hjælpestoffer og rengøringsmidler	Uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal eller i kloakker.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Fotoemulsion, farvefjernere, stencilfjernere, skyggefjernere, affedtere, trykfarver og rengøringsmidler.
Håndtering af affald	Uheld, lækage og spild ved oplag, intern transport og bortskaffelse samt nedgravning eller udhældning af affald på ubefæstet areal eller i kloak.	Nedsivning, udvaskning og diffusion.	Opsamlet rengøringsvand med farvefjerner, stencilfjerner, skyggefjerner, affedtere og trykfarvebøtter med rester af trykfarve, brugte rengøringsklude med trykfarve eller organiske opløsningsmidler.

**Tabel 5.6** Opsummering af processer, kilder til forurening, mulige spredningsveje og forureningstyper ved serigrafi.

### 5.2. Vurdering af forureningsrisiko

I følgende afsnit er hovedgrupperne af udvalgte stoffer anvendt på trykkerier beskrevet. Datablade for de udvalgte enkeltstoffer findes i bilag 2. I bilag 1 er det beskrevet, hvordan udvælgelsen af enkeltstoffer er sket.

Generelt er stoffernes fysisk-kemiske egenskaber udgangspunkt for en vurdering af risikoen for at træffe en forurening med stofferne i hhv. 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 jordprofilen

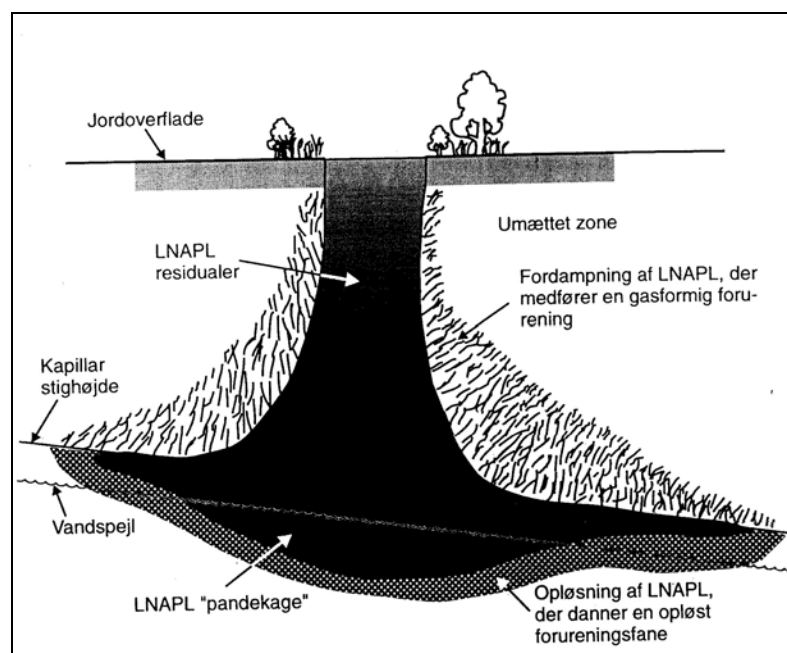
frem for at udvaskes til grundvand eller fordampe til poreluften. Omvendt vil stoffer med stor vandopløselighed og ringe adsorption udgøre den største risiko for grundvandskvaliteten, mens stoffer med højt damptryk udgør en risiko for poreluftsforurening.

### **Kulbrinter (mineralolie, organiske opløsningsmidler)**

Eksempler på kulbrinter anvendt inden for trykkeriprocesserne er mineralolie i trykfarver og opløsningsmidler, f.eks. terpentin, rensebenzin og toluen som fortyndere eller rengøringsmiddel.

Kulbrinter har generelt en massefylde, der er mindre end vands og benævnes derfor LNAPL, Light Non-Aqueous Phase Liquids /23/.

En forurening med LNAPL bevæger sig gennem jordmatrixen mod grundvandet pga. udvaskning, tyngdekraften, trykgradier samt kapillarkræfter, se figur 5.1. På vejen vil en del af de flygtige komponenter fordampe til poreluften, en del vil blive opløst i porevandet, og en del af kulbrinterne vil blive fanget i jordens porer ved sorption (residual NAPL) /23/.



**Figur 5.1:** Udbredelse af et LNAPL spild /23/.

Et tilstrækkeligt stort kulbrintespild vil til sidst nå grundvandet, hvor det vil lægge sig oven på vandspejlet og strømme i retning af grundvandets hydrauliske gradient. Diffusion af kulbrinterne medfører en yderligere spredning af forureningen i andre retninger ud over strømningsretningen. Grundvandsforureningens udbredelse begrænses af sorption, fordampning og nedbrydning /23/.

Selv længe efter, at den frie fase har passeret gennem jorden vil residual NAPL langsomt frigøres igen til jordvæsken fra jordmatrixen pga. desorption.



De forskellige typer af LNAPL bevæger sig ikke lige hurtigt gennem jordmatricen. Langkædede kulbrinter er f.eks. meget lidt mobile i jord, da de sorberes stærkt til det organiske materiale og udgør således et potentielt problem for arealanvendelsen. Flygtige og vandopløselige stoffer, som BTEX'erne, er derimod særdeles mobile og vil med tiden fordampe og udvaskes fra den oprindelige forurening, og de udgør således den største trussel for grundvand og indeklima /23/.

### **Hydrerede kulbrinter (alkoholer, organiske opløsningsmidler)**

Eksempler på hydrerede kulbrinter anvendt inden for trykkeriprocesserne er isopropanol, diethylether, acetone, methylethylketon, ethylacetat, butylacetat og ethanol. De hydrerede kulbrinter anvendes både som fortyndere, fugtevand og som rengøringsmiddel.

Hydrerede kulbrinter har på grund af et eller flere indbyggede iltatomer en vis lighed med vand og dermed en større tendens end kulbrinterne til at opløses i vand. Ifølge /ChemFinder/ er de ovennævnte stoffer alle defineret som opløselige eller blandbare med vand, og stofferne vil derfor tilbageholdes i langt mindre grad end kulbrinter i jordmatricen i forbindelse med infiltration sammen med regnvand efter et spild.

Store molekyler vil transporteres langsommere gennem jordmatricen end små molekyler pga. fysisk tilbageholdelse i de mindste porer og delvis adsorption. De mindste molekyler, f.eks. acetone, vil derimod transporteres med stort set samme hastighed som vandet.

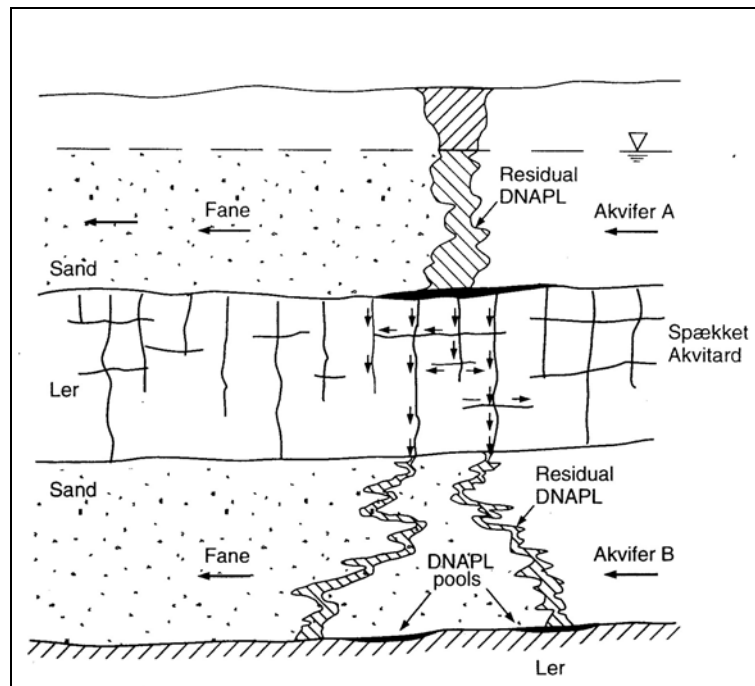
Da de ovennævnte hydrerede kulbrinter alle har en massefylde, der er mindre end vands, vil et ufortyndet spild, der når grundvandet, i begyndelsen flyde oven på vandet, som illustreret i figur 5.1. Relativt hurtigt opløses stofferne dog i grundvandet og spredes derefter ved konvektion i retning af grundvandets hydrauliske gradient samt ved diffusion.

Spild af hydrerede kulbrinter udgør sjældent et problem for arealanvendelsen, da stofferne relativt hurtigt udvaskes. Dette betyder imidlertid også, at spild af hydrerede kulbrinter kan udgøre et problem for grundvandet.

### **Chlorerede kulbrinter**

De chlorerede kulbrinter der optræder i forbindelse med trykkeriprocesserne er methylenchlorid, 1,1,1-trichlorethan, trichlorethylen og tetrachlorethylen, der bruges til rengøring og/eller afvaskning af trykforme. Chlorerede kulbrinter har generelt en massefylde, der er større end vands og benævnes derfor DNAPL, Dense Non-Aqueous Phase Liquids /23/.

Et spild med DNAPL vil bevæge sig gennem den umættede zone stort set på samme måde som LNAPL, se figur 5.2.



**Figur 5.2:** Udbredelse af et DNAPL spild /23/.

Hvis et DNAPL spild når grundvandsspejlet, vil det imidlertid ikke lægge sig oven på grundvandet, men vil på grund af den større massefylde strømme længere ned og evt. til sidst lægge sig på bunden af reservoiret og danne søer /23/. Herfra kan DNAPL spredes yderligere ved at flyde langs bundens hældning eller ved at trænge ned i sprækker og således forurene underliggende grundvandsmagasiner /23/.

Et spild med chlorerede kulbrinter er i stand til at forurene et stort område, hvilket bl.a. skyldes, at chlorerede kulbrinter i modsætning til f.eks. andre usubstituerede kulbrinter enten ikke nedbrydes eller nedbrydes meget langsomt i både anaerobe og aerobe miljøer /24/.

Stoffernes generelt høje damptryk bevirker, at residual DNAPL i undergrunden vil fordampe og som følge af konvektion og diffusion transporteres til terræn og evt. forårsage indeklimaproblemer i overliggende bygninger.

### **Tungmetaller**

Tungmetaller bruges som en generel betegnelse for metallerne arsen (As), bly (Pb), cadmium (Cd), kobber (Cu), chrom (Cr), kviksølv (Hg), nikkel (Ni) og zink (Zn). Tungmetaller er grundstoffer, der således ikke kan nedbrydes til uskadelige komponenter. Tungmetaller kan forekomme på forskellige kemiske tilstandsformer, der som følge heraf har forskellig mobilitet og miljøpåvirkning. Effekterne vil dog hovedsagelig bero på koncentrationsniveauet, og hvor de findes /23/.

Ud fra oplysningerne i kapitel 4 og 6 er tungmetallerne bly, kobber, chrom, kviksølv, nikkel og zink samt tungmetallerne sølv (Ag), tin (Sn) og antimon (Sb) relevante i denne sammenhæng.

Tungmetallernes spredning i det terrestriske miljø er styret af processernes udfældning, sorption og kompleksering og endvidere af redox- og methyleringsprocesser for chrom, kviksølv, tin og antimon /23,26/.

Tungmetallerne *bly, kobber, nikkel* og *zink* optræder hyppigst som divalente kationer i det terrestriske miljø og tilbageholdes generelt kraftigt i jord pga. af sorption og udfældning med f.eks. fosfat. Sorption forekommer ved alle koncentrationsniveauer, mens udfældning generelt kræver høje koncentrationer. Den afgørende faktor for stoffernes sorption er pH, hvor stofferne er mest mobile ved lave pH-værdier. Tilføres jorden organiske eller uorganiske ligander, f.eks. chlorid, carbonat og sulfat øges stoffernes opløselighed som følge af kompleksdannelser, på nær under stærkt reducerede forhold /23/.

*Chrom* forekommer almindeligvis kompleksert med OH<sup>-</sup> ioner (Cr(III)) og som oxyanionen chromat (Cr(IV)). Mobiliteten af chrom er stærkt afhængig af redoxforholdene, da chrom optræder som mobilt chromat under oxiderede forhold og udfældes under reducerede forhold. Sorptionen af chromat er styret af tilstedeværelsen og mængden af jern-, mangan- og aluminiumoxider, da anionerne ikke kan adsorbere direkte til jordmatricen /23/.

*Kviksølv* optræder hovedsageligt på oxidationstrinene 0 og II i det terrestriske miljø. Kviksølv forekommer sjældent som frie Hg<sup>2+</sup> ioner, der ville tilbageholdes kraftigt til jordmatricen. I stedet komplekserer stoffet, primært som HgOH<sup>+</sup> og Hg(OH)<sub>2</sub>, og bliver derved mobilt. Elementært kviksølv, Hg<sup>0</sup>, samt methylet kviksølv er flygtige stoffer /23/.

*Tin* bindes normalt meget hårdt til jorden og især til organisk stof. Ved reducerede forhold bliver tin dog mere mobilt, ligesom mikrobiel methylering i jorden øger mobiliteten og kan gøre stoffet flygtigt /27/.

*Antimon* er et metalloid fra samme hovedgruppe som arsen. Metallisk antimon er uopløseligt i vand, men ved dannelse af typiske forbindelser såsom sulfid-, hydroxid- eller oxidforbindelser, bliver antimon svagt opløseligt i vand og dermed mere mobilt /26/.

*Sølv* bindes generelt meget hårdt til jord, hvilket også medfører en lav bioakkumulering. Et fald i pH og et fald i organisk materiale i jorden vil dog kunne frigive sølv fra jordpartiklerne /27/.

På grund af tungmetallernes store tendens til at adsorbere til jordpartikler, har stofferne lange residentstider i jorden. Kviksølv har en residenttid omkring 750 år, mens kobber, nikkel, bly og zink har residentstider på omkring 2.000 år i tempereret jord /25/.

## 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 /29/.

Ved en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2 på et trykkeri anbefales følgende elementer at indgå i undersøgelsesstrategien:

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

I det følgende er indholdet i kortlægningsundersøgelsen frem til vidensniveau 2 nærmere beskrevet.

### 6.1. Historisk kortlægning

#### 6.1.1. Kortlægningsstrategi og –metode

Siden 1. januar 2000 har amtsrådet i samarbejde med kommunalbestyrelsen skullet forestå forureningskortlægning i henhold til § 3 i Lov om forurenede jord /31/.

Et areal betegnes som kortlagt på vidensniveau 1, hvis der er tilvejebragt en faktisk viden om potentielle forureningskilder på arealet.

Et areal betegnes som kortlagt på vidensniveau 2, hvis der er tilvejebragt dokumentation for, at der med høj grad af sikkerhed er en jordforurening på arealet, der kan have skadelig virkning på mennesker og miljø. Hvis der ikke i forvejen foreligger dokumentation, der udgør et sikkert grundlag for at kortlægge arealet på vidensniveau 2, udføres der tekniske undersøgelser i form af opgravninger, boringer, analyser eller lignende.

Forureningskortlægning frem til vidensniveau 2 er begrænset til offentlige indsatsområder, der omfatter arealer, hvor der er forurening eller forureningskilder, der kan:

- have skadelig virkning på grundvandet inden for et område med særlige drikkevandsinteresser (OSD),
- have skadelig virkning på grundvandet i et indvindingsopland for et alment vandforsyningsanlæg,
- have skadelig virkning på mennesker på et areal med bolig, børneinstitution eller offentlig legeplads.

Det bemærkes, at nyere forureninger og diffuse forureninger også er medtaget. Kortlægningen omfatter således al jordforurening uafhængigt af, hvornår og hvordan den er sket.

Strategien over for trykkerier bør udvikles således, at virksomheder i offentlige indsatsområder identificeres først. Når virksomhederne er identificeret, iværksættes miljøhistoriske gennemgange, der danner grundlag for kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2.

### **6.1.2. 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 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 trykkeriet.

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 bilag 3.

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

- Oplysninger om lokalisering af tidligere og nuværende trykkerier
- Oplysninger om branchen
- Oplysninger om lokaliteten.

#### **Lokalisering af trykkerier**

Med henblik på en generel kortlægning indhentes oplysninger om, hvor der har været trykkerier inden for afgrænsede geografiske områder.

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

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 trykkerier anbefales det at tage kontakt til leverandører af trykfarver, lak og opløsningsmidler. Disse kan udover adresser og ejerforhold desuden i et vist omfang oplyse om produktionstype, indretning og drift.

### **Oplysninger om branchen**

Af litteratur, der beskriver trykkeribranchen, kan udover nærværende branchebeskrivelse nævnes:

- ”Håndbog i grafisk produktion”, Ole Brinch, Forlaget Grafisk Litteratur, 1991.
- ”Renere teknologi i den grafiske branche”, Miljøprojekt nr. 169, 1991.
- ”Indsatsområder for renere teknologi i den grafiske branche”, Miljøprojekt nr. 284, 1995.
- ”Kemiske stoffer og produkter inden for den grafiske branche”, Lisbeth Seedorf m.fl., Medicinsk-Kemisk institut, Kbh. Universitet, 1979.

Desuden kan oplysninger om branchen og arbejdsprocesser søges hos Grafisk Arbejdsgiverforening, Odense og Danmarks Grafiske Museum, Odense.

Mere specifikke oplysninger om forureningsforhold mv. kan findes i databasen over amternes registreringsundersøgelser /30/ og gennemgås overordnet i afsnit 6.2.

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

Når et areal med trykkeri er kortlagt på vidensniveau 1 på baggrund af oplysninger indhentet i afsnit 6.1.2, er næste trin at gennemgå de kilder til historiske oplysninger, der vil være relevante ved planlægning af kortlægningsundersøgelser 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 et trykkeri kan følgende forhold være relevante:

- **Lokalisering og driftsperiode**  
Adresse, matr.nr. og ejerforhold mv. fremgår af kommunens arkiver. Driftsperioden fremgår af tingbogen eller kan oplyses af grundejer i driftsperioden. Herudover kan der evt. indhentes oplysninger fra erhvervsregistret, vejvisere, brancheforeninger mv.
- **Fysisk indretning**  
Kommunens arkiver, herunder evt. miljøgodkendelser.  
Virksomhedens arkiver.  
Fotos fra det Kongelige Biblioteks billedsamling, Kort- og Matrikelstyrelsen og Lokalhistorisk arkiv.
- **Gennemgang af processer og oplag**  
Kommunens arkiver, herunder evt. miljøgodkendelser.  
Virksomhedens arkiver.  
Interview med grundejer eller ansatte i driftsperioden.  
Avisartikler mv.

Arbejdstilsynets inspektionsberetninger.  
Gennemgangen suppleres med teknisk historisk litteratur.

For at kunne målrette den efterfølgende undersøgelse mest muligt er det væsentligt ved gennemgangen at fastlægge, hvilke(n) trykkemetode(r) der har været anvendt, om virksomheden selv har fremstillet trykforme, og om virksomheden selv har foretaget processerne i prepress og færdiggørelse (se evt. figur 4.1).

- **Identifikation af miljøfarlige stoffer og lokalisering af forureningskilder**  
Det vil være relevant at gennemgå de samme kilder som under ovenstående punkt.
- **Oplysninger om brand og ulykker**  
Kommunens arkiver.  
Virksomhedens arkiver.  
Interview med grundejer i driftsperioden eller ansatte.
- **Besigtigelse**  
Ved besigtigelse af et trykkeri bør man forsøge at lokalisere udendørs og indendørs kemikalieoplag, eventuel reproafdeling, evt. smelte-/støberum for blysatse, trykkelokale, evt. afdeling for fremstilling af trykform, evt. kemikalierum, afløbsforhold samt eventuelle udendørs deponerings- og afbrændingspladser. Det anbefales at udføre besigtigelsen sammen med tidligere grundejer eller ansatte, der har kendskab til produktionsprocesser og affaldsbortskaffelse.

## 6.2. Status for trykkeribranchens miljøbelastning

På trykkerier kan der, som omtalt i tidligere afsnit, være flere kilder til jord- og grundvandsforurening. I kapitel 4 og 5 er udarbejdet oversigter over miljøbelastninger fra de forskellige aktiviteter, der kan foregå eller har foregået.

Amternes Videncenter for Jordforurenings database over amternes registreringsundersøgelser (februar 1997) indeholder oplysninger om undersøgelser på i alt 11 ejendomme med trykkerier, herunder 1 fotografvirksomhed. På 9 af de 10 ejendomme med trykkeri har trykkeriet været primæraktiviteten, mens 1 ejendom har haft renseri som primæraktivitet /30/.

Da det statistiske grundlag til vurdering af registreringsundersøgelserne er relativt begrænset, er der inddraget resultater fra en række undersøgelsesrapporter fra 4 forskellige amter (Ribe, Ringkøbing, Sønderjylland og Vestsjælland), således at der i alt er medtaget 27 undersøgelser på 26 lokaliteter.

Ved de seks hyppigst undersøgte kildetyper er der konstateret forurening og spor af forurening, som angivet i tabel 6.1. Spor af forurening er defineret som

indhold over analysemetodens detektionsgrænse, men under Miljøstyrelsens kvalitetskriterier.

Kilde	Antal undersøgelser	Forurening	Spor af forurening	Spor eller forurening
Under bygning	5	0 (0 %)	4 (80 %)	4 (80 %)
Spild	6	2 (33 %)	0 (0 %)	2 (33 %)
Ved bygning	5	1 (20 %)	1 (20 %)	2 (40 %)
Oplag ude	17	8 (47 %)	2 (12 %)	10 (59 %)
Olietanke	8	2 (25 %)	4 (50 %)	6 (75 %)
Afløbssystem	18	4 (22 %)	6 (33 %)	10 (56 %)

**Tabel 6.1:** Forureningshyppighed ved undersøgte kildetyper.

Tallene i tabellen skal kun opfattes som omtrentlige, idet nogle kildetyper kan være talt med flere steder. F.eks. kan tekniske undersøgelser udført ved bygninger ligeledes have dækket afløbssystemet eller oplag.

På trods af et relativt lille erfaringsgrundlag fremgår det af tabel 6.1, at der er en tendens til, at der er størst risiko for at træffe forurening eller spor af forurening ved undersøgelser under bygning og ved olietanke. En medvirkende årsag til den relativt høje risiko ved undersøgelser under bygning er sandsynligvis, at disse undersøgelser primært er poreluftmålinger, der i højere grad kan påvise mindre lokale forureninger end f.eks. jordprøver. Ved mere velundersøgte kilder, såsom udendørs oplag og afløbssystem, er der fundet forurening eller spor af forurening i mere end halvdelen af de omfattede undersøgelser.

Ud fra ovennævnte erfaringer er der nedenfor givet en prioriteret liste over forureningskilder, som bør undersøges på lokaliteter, hvor der har været trykkeri. Listen er udarbejdet ud fra generelle erfaringer, hvorfor listen i hvert enkelt tilfælde skal vurderes sammen med de konkrete forhold på lokaliteten.

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

- Under bygning (placering afhænger af de faktiske forhold, men fortrinsvis ved oplag, synlige tegn på spild, afløb eller utætheder i gulv)
- Udendørs oplag af kemikalier og tungmetalholdige produkter
- Ved afløbssystem (samlebrønde, utætheder i kloak)
- Nedgravede tanke
- Deponier/nedgravet affald
- Afbrændingsplads for brugte film, brugte klude mv.



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

- Spild ved intern transport af kemikalier på lokaliteten.

Forureningskilder, som *i specielle tilfælde kan medtages* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Diffus forurening fra luftafkast.

Ved de tekniske undersøgelser på de 26 ejendomme er der foretaget analyser og konstateret koncentrationsniveauer i de tre medier jord, grundvand og poreluft, som angivet i tabel 6.2.

Komponent	Jord (mg/kg TS)		Vand (µg/L)		Poreluft (µg/m <sup>3</sup> )	
	Interval for konc.	Antal analyser*	Interval for konc.	Antal analyser*	Interval for konc.	Antal analyser*
<b>Blandingsprodukter</b>						
Totalindhold af kulbrinter	6,3-5.100	60/23	12-28.000	12/4	0-2.600	23/3
Benzin	0	3/0	0	2/0	-	-
Diesel-/fyringsolie	0	3/0	0	2/0	-	-
Sum af C9-C10 aromater	0	1/0	0	1/0	-	-
<b>BTEX</b>						
Benzen	0,3	34/1	3,0-7,0	14/2	0,08-0,09	6/2
Toluen	0,13-0,83	34/2	0,67-2	12/2	0,07-0,79	6/4
Ethylbenzen	0,18	34/1	0,35-5,7	11/2	0	6/0
Xylen	0,12-3,72	33/2	0,1-56,64	11/4	0,07	6/1
Sum BTEX	0	16/0	0	3/0	64	11/1
<b>PAH</b>						
Naphthalen	0	3/0	0,61	4/1	-	-
Benz(a)pyren	0,09-1,4	9/9	0	1/0	-	-
Dibenz-anthracen	0,012-0,22	8/8	-	-	-	-
Sum PAH	0,96-100	25/10	0	1/0	-	-
<b>Chlorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter</b>						
TCA	0	8/0	0,96	9/1	0,14-2,0	8/5
TCE	0,001	11/1	<0,05	10/0	0,07-3,8	8/3
PCE	0,00047-7,3	11/3	<0,05	10/0	0,1-5,9	8/6

Komponent	Jord (mg/kg TS)		Vand (µg/L)		Poreluft (µg/m <sup>3</sup> )	
	Interval for konc.	Antal analyser*	Interval for konc.	Antal analyser*	Interval for konc.	Antal analyser*
Chloroform (trichl.methan)	0	3/0	0,082	9/1	0,13-0,81	8/4
Tetrachlor-methan	0	3/0	0	9/0	0,091-0,35	8/6
1,1DCE	0	2/0	0,12-0,34	5/2	<0,16	6/0
t-1,2 DCE	0	2/0	0,11-0,39	5/3	<0,16	6/0
c-1,2 DCE	0	2/0	0,1-0,37	5/3	<0,16	6/0
Vinylchlorid	0	2/0	0,14-0,24	5/2	<0,16	6/0
Sum chlor. opløsningsmidler	0,001-0,003	14/9	0,39	2/1	0-18	14/12
<b>Polære kulbrinter</b>						
7 alkoholer	-	-	0	1/0	-	-
Ethylacetat	0	1/0	0	2/0	2.300-12.000	12/8
<b>Metaller</b>						
Arsen	2-3	5/2	-	-	-	-
Bly	2,3-380	34/34	-	-	-	-
Cadmium	0,05-1,0	19/19	-	-	-	-
Chrom	2,0-20	29/29	-	-	-	-
Kobber	3,0-96	28/28	-	-	-	-
Kviksølv	0,014-1,1	20/16	-	-	-	-
Nikkel	2-9,4	12/9	-	-	-	-
Selen	<10	3/0	-	-	-	-
Zink	12-200	27/27	-	-	-	-
Kobolt	2,2-3,6	4/4	-	-	-	-
Tin	0	1/0	-	-	-	-
Sølv	3,6	1/1	-	-	-	-

\* Antallet af analyser før skråstregen er det totale antal udførte analyser. Efter skråstregen er anført det antal analyser, hvor indholdet overskrider detektionsgrænsen.

**Tabel 6.2:** (fortsat) Koncentrationsniveauer i registreringsundersøgelser på 26 lokaliteter med trykkerier.

Som det fremgår af tabel 6.2, er der udført en bred vifte af analyser i forbindelse med de tekniske undersøgelser. Nogle stoffer er analyseret hyppigere end andre og giver derfor et bedre erfaringsgrundlag.

*Blandingsprodukter:* Der er foretaget forholdsvis mange analyser for blandingsprodukter (defineret som totalindhold af kulbrinter, benzin, diesel-/fyrringsolie og C9-C10 aromater) i både jord, grundvand og poreluft. Der er konstateret totalindhold af kulbrinter i ca. 32 % af alle analyserne for totalindhold og hyppigst i jord- eller vandanalyser. I ca. 10 % overskrider koncentrationen Miljøstyrelsens kvalitetskriterier for totalindhold af kulbrinter.

*BTEX:* Der er ligeledes foretaget mange analyser for indhold af BTEX'ere, primært i jord og grundvand, men også i poreluft. For de enkelte komponenter er der i 6-15 % af de analyserede prøver konstateret indhold. Toluen og xylene er de hyppigst konstaterede, med indhold i hhv. 15 og 14 % af de udførte analyser. Samlet set er der dog kun konstateret overskridelse af Miljøstyrelsens kvalitetskriterier i ca. 1 % af de udførte analyser for BTEX'ere.

*PAH:* I alle jordprøver, der er analyseret for indhold benz(a)pyren og dibenzanthracen, er der konstateret indhold over detektionsgrænsen, og for benz(a)pyren overskrider indholdet i ca. 70 % af analyserne Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium. PAH-komponenterne er ikke væsentligt forekommende i de anvendte stoffer i trykkeribranchen, og det vurderes, at de konstaterede indhold sandsynligvis ikke stammer fra de undersøgte trykkerier.

Summen af PAH'er er kvantificeret 25 gange, og i 40 % af tilfældene er der konstateret indhold over detektionsgrænsen. I ca. 10 % af tilfældene overskrider indholdet Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium.

*Chlorerede opløsningsmidler:* Der er foretaget analyser for chlorerede opløsningsmidler og deres nedbrydningsprodukter i alle tre medier.

Tallene viser, at der i 22 % af analyserne af jordprøver er konstateret indhold af én eller flere komponenter, men at indholdet i jord typisk er meget lavt ( $\ll 1$  mg/kg TS). Der er kun i ét tilfælde konstateret indhold af PCE, der overskrider jordkvalitetskriteriet. Der er ikke konstateret indhold af nedbrydningsprodukter i jordanalyserne (grundlaget er 2 analyser udført i én undersøgelse).

I grundvandet er der kun fundet indhold af chlorerede opløsningsmidler i ca. 4 % af analyserne, og ingen af de konstaterede indhold overskrider grundvandskriterierne. Til gengæld er der fundet indhold af nedbrydningsprodukter i 50 % af de udførte 20 analyser (repræsenterer 4 undersøgelser). Indholdet overskrider i ét tilfælde kriterierne.

I poreluften er der i 67 % af de 54 udførte analyser konstateret indhold af chlorerede opløsningsmidler, hvor der dog kun i ét tilfælde er fundet indhold over Miljøstyrelsens kvalitetskriterium. Der er ikke truffet indhold af nedbrydningsprodukter i de 24 udførte poreluftanalyser (repræsenterer 4 undersøgelser).

*Polære kulbrinter:* Der er kun udført en screeningsanalyse for indhold af polære kulbrinter. Analysen er udført på en grundvandsprøve, og der blev ikke kon-

stateret indhold af nogen polære komponenter over analysemetodens detektionsgrænse. Der er foretaget én analyse for ethylacetat i jord og to analyser i grundvand. Analyserne viste ikke indhold af ethylacetat. Derimod er der i 12 poreluftsprøver (4 undersøgelser) analyseret for indhold af ethylacetat, og der blev fundet et relativt højt indhold i 67 % af analyserne. Det skal dog bemærkes, at alle prøver med konstateret indhold stammer fra én og samme undersøgelse.

*Metaller:* Der er generelt udført mange analyser for de gængse tungmetaller (Pb, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni og Zn). Analyserne er alle udført på jordprøver. Bly overskrider kvalitetskriterierne i 26 % af analyserne. Cadmium og kviksølv er kun konstateret over kvalitetskriterierne i hver en analyse, svarende til ca. 5 % af analyserne. De konstaterede indhold af chrom, kobber, nikkel og zink overskrider ikke jordkvalitetskriterierne. Endvidere er der udført analyser for arsen, selen, kobolt, sølv og tin i jord. Disse stoffer er kun konstateret i lave niveauer, under Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterier.

De hyppigst konstaterede forureningstyper er PAH'er og dernæst chlorerede opløsningsmidler og polære kulbrinter.

For en stor del af de stoffer, der har været anvendt på trykkerier, er der ikke tidligere udført analyser på trods af, at de anvendes eller har været anvendt i store mængder i Danmark inden for trykkeribranchen. Stofferne er omtalt i bilag 1 og 2.

Ved opsætning af et analyseprogram for trykkerier er det væsentligt, at der foreligger en historisk gennemgang. Der bør så vidt muligt indhentes oplysninger om, hvilke processer der er foregået. Det er således væsentligt for analyseprogrammet, om der er foregået prepressprocesser med anvendelse af fotokemikalier, og om trykkeriet selv har fremstillet trykforme med anvendelse af de dertil hørende kemikalier.

Derudover er der anvendt forskellige kemikalier og råvarer ved de forskellige trykkemetoder, f.eks. er der anvendt væsentlige mængder bly, antimon og tin ved et bogtrykkeri, mens dette ikke er tilfældet ved et serigrafisk trykkeri.

Udvælgelsen af stoffer, der er relevante ved en undersøgelse af jord og grundvand, er foretaget i bilag 1, hvor de nærmere kriterier for udvælgelsen er beskrevet. Udvælgelsen er primært foregået ud fra følgende stofkriterier:

- Nedbrydelighed og potentiale for bioakkumulering
- Øko- og humantoksikologisk farlighed
- Anvendte mængder og risiko for spild.

Ud fra ovennævnte erfaringer og med baggrund i bilag 1 er der efterfølgende givet en prioriteret liste over forurenende stoffer, der bør analyseres for på lo-

kaliteter, hvor der har været trykkeri. Det fremgår ligeledes, ved hvilken trykmetode stoffet anvendes, såfremt stoffet er specifikt for en trykmetode. Data for de nedenfor nævnte stoffer findes i bilag 2.

Forurenende stoffer, som der *altid bør analyseres for* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2 (uafhængig af trykmetode):

- Totalindhold af kulbrinter, herunder BTEX og PAH
- Chlorerede kulbrinter
- Nedbrydningsprodukter af chlorerede kulbrinter
- Polære kulbrinter
- Tungmetaller.

Forurenende stoffer, som der *anbefales analyseret for* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2 (afhængig af trykmetode):

- Diethanolamin (*offset og serigrafi*)
- Buthylhydroxytoluen (*offset og flexotryk*)
- Natriumcyanid (*dybtryk*)
- Isopropoxyethanol (*serigrafi*)
- Dibuthylphtalat (*alle trykmetoder*)
- Hydroxylamin (*reprofoto*)
- Kaliumferricyanid (*reprofoto*)
- Metol og phenidon (*reprofoto*)
- Thiourinstof (*reprofoto*).

Forurenende stoffer, som der *i specielle tilfælde analyseres for* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Triethanolamin (*bogtryk, flexotryk, offset og serigrafi*)
- Isocyanater (*serigrafi, færdiggørelse*)
- Tetrahydrofuran (*offset og færdiggørelse*)
- Ethanolamin (*offset*)
- p-chlor-m-cresol (*offset*)
- Benzotriazol (*reprofoto*)
- Ammoniumthiocyanat (*reprofoto*)
- Ammoniumthiosulfat (*reprofoto*)
- Ethylendiamin (*reprofoto*)
- Alkylphenoethoxylat (nonionisk tensid) (*alle trykkerier*)
- Kationiske tensider (*alle trykkerier*)
- Anioniske tensider (*alle trykkerier*).

Ved den nævnte analyse for totalindhold af kulbrinter, aromater (BTEX'er) og PAH'er, vil de nævnte alifatiske kulbrinter, aromater og PAH'er nævnt i bilag 2 kunne findes - det vil ud over de specifikt nævnte BTEX'er sige:

- Mineralolie, petroleum, mineralsk terpentin, solvesso, trimethylbenzener, diethylbenzen, hexan, cyclohexan, carbon black og rensebenzin (heptan).

Som det fremgår af ovenstående er nedbrydningsprodukterne af de chlorerede kulbrinter medtaget som stoffer, der altid bør analyseres for. Dette skyldes dels, at disse komponenter er truffet i de tidligere undersøgelser, jf. tabel 6.2, dels at en række af dem, der normalt betegnes som nedbrydningsprodukter, er anvendt til f.eks. rengøring, jf. bilag 1, og dels at det må forventes, at der kan være sket nedbrydning af øvrigt anvendte chlorerede kulbrinter, f.eks. PCE.

### **6.3. Kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2**

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

Undersøgelserprogrammet 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.

### 6.3.1. Undersøgelsesmetoder

Standardprogrammet anbefales at indeholde:

- Udførelse af TV-inspektion af kloaksystem, da beskrivelsen af branchen i kapitel 4 viser, at utætte kloakrør og -brønde kan udgøre en væsentlig kilde til forurening. Resultatet af TV-inspektionen danner grundlag for den efterfølgende undersøgelse.
- Udførelse af boringer (korte indtil 1 m.u.t. og dybere indtil minimum 3-4 m.u.t.) og udtagning af jordprøver i udendørs områder 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 lagerlokaler.
- 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 gravninger og lokalisering af nedgravede tanke og rørføringer ved geofysiske opmålinger. I det følgende er undersøgelsesmetoderne gennemgået nærmere.

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

Risikoen for udsivning fra et defekt kloaksystem til den omkringliggende jord og grundvandet kan vurderes ved gennemførelse af en TV-inspektion. 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).

## **Boringer**

Udførelse af boringer og udtagning af jordprøver er detaljeret beskrevet i Miljøstyrelsens prøvetagningsvejledning /34/. Boringerne føres minimum til bund af fyldlag eller til bund af brønde, nedgravede tanke mv. Boringer indtil ca. 1 m.u.t. er velegnede til undersøgelse af overfladenær 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
- Jordartsbeskrivelse, 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 én filtersat boring f.eks. ved en samlebrønd, da samlebrønde af ældre dato ofte viser sig at være utætte.

Det anbefales endvidere, at der udføres korte lokaliseringsboringer til undersøgelse af overfladenær forurening med metaller (specielt bly) og PAH'er, da dette er forureningskomponenter, der ofte er konstateret i forbindelse med undersøgelser på trykkerier.

## **Poreluftmålinger**

For flygtige forbindelser, herunder aromatiske kulbrinter (f.eks. toluen og xylen), chlorerede kulbrinter (f.eks. TCA, TCE og PCE) og polære kulbrinter (f.eks. ethanol, isopropanol, ethylacetat), der forventes at kunne konstateres i forbindelse med trykkerier, 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 trykkeri.

Etablering af prøvesteder til poreluftmåling samt udtagning af poreluftprøver er nærmere beskrevet i /32/.

Poreluftmålinger er især 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 kapillarbrydende 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 især 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 trykkerier:

### **Gravninger**

Hvis der er overfladenære affaldsdeponeringer og afbrændingspladser på trykkerier, kan det overvejes at supplere borearbejdet med gravninger.

Ved udtagning af helt terrænnære jordprøver kan borerne erstattes af gravninger. Gravninger udføres normalt med rendegraver eller lignende. Udgravning med maskine giver et godt overblik over lagfølgen og forureningens rummelige variation langs gravefronten, hvilket har betydning ved vurdering af en evt. affaldsdeponering.

I felten optegnes profiler med beskrivelse af det gennemgravede affald og fyld. Herudover er det en god ide at fotografere graveprofilen og det opgravede fyld.

Det skal dog bemærkes, at prøvegravninger kan blive omkostningskrævende, hvis der ikke inden opgravningen foreligger accept fra de relevante parter om tilbagefyldning af evt. forurenede jord efter endt gravning.

### **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 metaldetektor.

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

### **6.3.2. 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.

Som supplement kan boringer og poreluftsonder placeres ud fra den nuværende eller fremtidige arealanvendelse eller ud fra statistiske overvejelser. Endelig kan boringer og poreluftsonder placeres ud fra TV-inspektion, tæthedsprøvning og geofysiske opmålinger. I det følgende er strategien for placeringen af boringer og poreluftsonder 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.

Er den historiske kortlægning mangelfuld, kan prøvetagningsfelterne defineres ud fra sårbarhed af den nuværende eller fremtidige arealanvendelse, f.eks. kan en køkkenhave defineres som et prøvetagningsfelt eller et areal, som fremover skal anvendes til parkeringsplads, kan defineres som et prøvetagningsfelt.

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 analysestrategier fremgår af /34/. 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”.

### 6.3.3. 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 og afbrændingspladser kan udtagning af jordprøver fra terrænnære jordlag være ideelt i forhold til forureningskomponenter, der adsorberes kraftigt til jorden, f.eks. metaller, PAH'er og olieprodukter.

Fra borer udtages typisk to jordprøver for hvert jordlag dog minimum for hver halve boremeter til beskrivelse af jordart, 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 metaller og svært 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 red-cap/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 /34/.

Mere detaljerede retningslinjer for udtagning af jordprøver og deres håndtering fremgår af /34/.

## Grundvand

I prøvetagningen indgår tre faser:

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

Ved *forpumpning* af højtydende boringer bør vandet passere en pH-, ilt- og ledningsevnemåler. 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 /29/.

Ved lavtydende boringer, hvor boringen tørpumpes, inden forpumpningen er afsluttet, bør boringen tørpumpes 1-4 gange inden prøvetagningen /33/. I terrænnære grundvandsmagasiner er boringerne 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 /33/.

Prøvetagningsmetode, *emballering, håndtering og opbevaring* af prøverne skal tilpasses forureningens art. 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 glasflasker med teflonlåg og opbevares mørkt og køligt i felten, under transport og under opbevaring i laboratoriet for at minimere fordampningsrisikoen /33/.

Mere detaljerede retningslinjer for udtagning af vandprøver og deres håndtering er nærmere beskrevet i /33/.

## Poreluft

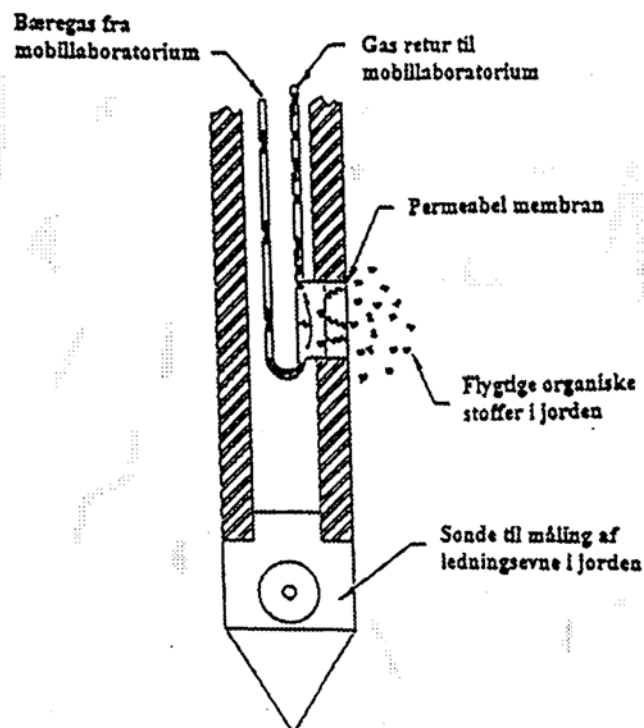
Når der skal foretages en vurdering af afgangning til udeluften bør målingerne tages tæt på jordoverfladen, dog ikke tættere end 0,5 m.u.t. Ved prøvetagning til brug for indeklimavurderinger bør prøven udtages umiddelbart under gulvniveau /33/.

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 kontinuerede målinger med PID-, FID- og EDC-detektorer. Principskitse for prøvetagningen med maskindrevet udstyr fremgår af figur 6.1.

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 /32/.



**Figur 6.1:** Principskitse for poreluftprøvetagning med maskindrevet udstyr.

#### 6.3.4. Feltanalyser

Ved feltanalyser forstås analysemetoder af mindre kompleksitet, som er egnede til anvendelse i felten. De fleste feltanalyser er mindre nøjagtige og mindre præcise end laboratorieanalyserne, jf. afsnit 6.3.5, men er hurtigere og giver en respons for flere stoffer ved samme analyse. Feltanalyser anvendes af økonomiske og tidsmæssige årsager til sikring af et tilstrækkeligt analysegrundlag for lavere omkostninger, således at der udvælges relevante prøver til laboratorieanalyser, og der analyseres for relevante parametre. Herudover kan feltanalyser foretages samtidig med borearbejdet, således at placeringen af borerne løben-

de tilrettelægges ud fra resultaterne af feltanalyserne. Hvis feltmetoden er stofspecifik, bør den som minimum have en detektionsgrænse, der svarer til det gældende kvalitetskriterium for det pågældende stof.

For trykkerier kan følgende feltanalyser være aktuelle:

- PID/FID anvendes til vurdering af flygtige forbindelser i poreluften eller 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 semispecifikke og følsomme over for de fleste af de organiske forureninger, der kan forekomme på trykkerier.
- Metalscreening med røntgenfluorescenceteknik (EDXRF). Metoden giver en orientering om, hvorvidt jorden er forurenet med almindeligt forekommende metaller, og hvilken variation der kan forventes over undersøgelsesområdet.
- Jordprøver med høje koncentrationer af chlorerede opløsningsmidler eller olieprodukter kan ved udrystning med Sudan IV (hydrofobt farvestof) give en farvereaktion. Metoden er ikke stofs specifik.
- En stofs specifik metode, der er anvendelig til polære kulbrinter, er at suge luft (poreluft eller headspace fra jordprøver) gennem et testrør og aflæse farvereaktionen.

Yderligere oplysninger om forskellige feltmetoder findes i /29/, /35/ og /36/.

Standardprogrammet anbefales at indeholde 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, geologiske aflejringer og lugt.
- Registrering af lugt, uklarheder, oliefilm og lignende i oppumpet vand.
- Screening af jordprøver i felten og/eller i laboratorium for flygtige ioniserbare forbindelser ved PID/FID.

Supplementprogrammet kan indeholde feltanalyser med PID/FID-detektor på poreluftprøver. Det kan desuden overvejes at screene et større antal jordprøver i felten for indhold af metaller med røntgenfluorescenceteknik (EDXRF) samt for indhold af høje jordkoncentrationer af chlorerede opløsningsmidler med Sudan IV farvetest. Desuden kan det overvejes at screene jord- og poreluftprøver i felten for indhold af vandblandbare kulbrinter med testrør.

I tabel 6.3 er feltmetoderne sammenfattet med angivelse af analysemetoder, parametre og vejledende detektionsgrænser /29/.

Analyseteknik	Analysemetoder	Parametre	Vejl. detektionsgrænser
Direkte måling på poreluftprøver eller headspace over jordprøver	PID/FID	BTEX Benzin Terpentin Diesel/fyringsolie Chlorerede kulbrinter Polære kulbrinter Phenoler	- 1-10 mg/kg 1-10 mg/kg 20-100 mg/kg 0,02 mg/kg - -
Direkte måling på poreluftprøver eller headspace over jordprøver eller indirekte måling på jordprøver efter ekstraktion	GC/FID og GC/EDC	Benzin Dieselolie Tung olie BTEX Chlorerede kulbrinter Polære kulbrinter	1 mg/kg 5 mg/kg 25 mg/kg 0,05-0,2 mg/kg 0,001-0,05 mg/kg 0,1-10 mg/kg
Direkte måling på jordprøver	Røntgenfluorescens (ECXRF)	Bly Cadmium Chrom Kobber Nikkel Zink Kviksølv Sølv Tin Antimon Kobolt	10-30 mg/kg ~30 mg/kg 70-160 mg/kg 15-50 mg/kg 0-80 mg/kg 15-80 mg/kg 30 mg/kg 0,5 mg/kg 85 mg/kg 55 mg/kg 330 mg/kg
Direkte måling på jordprøver	Farvetest med Sudan IV	Kulbrinter Chlorerede kulbrinter	~50 mg/kg
Direkte måling på poreluftprøver eller headspace over jordprøver	Testrør	Polære kulbrinter	Generelt høje detektionsgrænser, ofte væsentligt højere end luftkriterier.

**Tabel 6.3:** Oversigt over feltanalyser.

### 6.3.5. Laboratorieanalyser

Ved laboratorieanalyser forstås analyser udført på et analyselaboratorium, som er akkrediteret til at lave analyser af en kvalitet, der som udgangspunkt lever op til bl.a. følgende krav /29/:

- Detektionsgrænserne er 1/10 af de gældende acceptkriterier for jord, vand og poreluft (undtaget er detektionsgrænsen for C<sub>25</sub>-C<sub>35</sub>).

- Metodeusikkerheden er acceptabel (typisk 10-20 % standardafvigelse).

Primo 2003 har det ikke været muligt at finde analyselaboratorier, der udbød akkrediterede analyser for polære kulbrinter med detektionsgrænser under grundvandskvalitetskriterierne.

Standardprogrammet, gældende for alle typer trykkerier, anbefales at indeholde følgende akkrediterede laboratorieanalyser:

- Udvalgte jordprøver for:
  - totalindhold af kulbrinter, BTEX og PAH ved GC-FID og GC-MS
  - metaller ved ICP eller AAS.
- Grundvandsprøver for:
  - totalindhold af kulbrinter og BTEX ved GC-FID og GC-MS
  - chlorerede kulbrinter og nedbrydningsprodukter ved GC-MS/ECD, GC-MS og Purge & Trap
  - polære kulbrinter ved GC-FID, GC-MS og Purge & Trap.
- Poreluftprøver for:
  - totalindhold af kulbrinter og BTEX ved GC-FID og GC-MS
  - chlorerede kulbrinter og nedbrydningsprodukter ved GC-MS/ECD
  - polære kulbrinter ved GC-FID og GC-MS.

Ud fra enkeltstoffernes fysisk/kemiske egenskaber, herunder vandopløselighed og damptryk, er det vurderet, i hvilket af medierne jord, grundvand eller poreluft det kan optræde.

I det følgende er der herudfra angivet forslag til laboratorieanalyseprogrammer for både jord-, vand- og poreluftprøver. Analyseprogrammerne medtager de stoffer, der er udvalgt på baggrund af kriterierne beskrevet i bilag 1 og afsnit 6.2.

En række af stofferne, der er nævnt som supplement til standardanalyseprogrammet udføres kun af enkelte laboratorier og udføres kun i meget begrænset omfang. Dette medfører, at prisen på disse analyser p.t. er væsentligt højere (5-10.000 kr. pr. analyse) end de typiske priser for de mere gængse analyseparametre. Det er således meget væsentligt, for hver enkelt undersøgelse, at få afklaret, om de enkelte analyseparametre skal medtages i programmet.

Hvis den historiske gennemgang har afsløret specifik viden om, at virksomheden f.eks. ikke har anvendt chlorerede opløsningsmidler, eller at der ikke er foregået reprofotoaktiviteter, anbefales det at indsnævre analyseprogrammet, så det specifikt rettes mod de forureningskomponenter, der har været anvendt.



De anførte vejledende detektionsgrænseniveauer i jord, grundvand og poreluft er hentet fra gældende metodebeskrivelser og oplysninger fra et udvalg af danske analyselaboratorier i 2002.

### 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 trykkeri, anbefales analyseret efter programmet angivet i tabel 6.4. Analysemetoderne er nærmere beskrevet i /34/. For tungmetaller analyseres der typisk for metallerne bly, cadmium, chrom, kobber, nikkel og zink som en samlet pakke. Metallerne er ikke alle anvendt på alle typer trykkerier, men da flere af metallerne, f.eks. cadmium, alligevel relativt ofte er konstateret på trykkerilokaliteter, er det valgt at lade alle seks metaller indgå.

I tabel 6.4 fremgår det anbefalede analyseprogram for jordprøver udtaget på trykkerier, uanset den anvendte trykkerimetode. Der er tilføjet enkelte metaller, der kun anvendes ved særlige processer/trykkemetoder. Analyseprogrammet kan reduceres eller udbygges afhængigt af, hvilke oplysninger der kan fremskaffes i forbindelse med den konkrete undersøgelse.

Analyseteknik	Analysemetoder	Parametre	Detektionsgrænser [mg/kg TS]
Indirekte måling på jordprøver efter ekstraktion	GC-FID <sup>1</sup> og GC-MS <sup>2</sup>	C6-C10	2,0 <sup>1</sup>
		C10-C25	5,0 <sup>1</sup>
		C25-C35	20,0 <sup>1</sup>
		BTEX	0,01 <sup>2</sup> /0,1 <sup>1</sup>
		PAH	0,005 <sup>2</sup>
Indirekte måling på jordprøver efter ekstraktion	ICP <sup>3</sup> og AAS <sup>4</sup>	Bly	0,05 <sup>4</sup> /0,9 <sup>3</sup>
		Cadmium	0,01 <sup>4</sup> /0,05 <sup>3</sup>
		Chrom	0,03 <sup>4</sup> /0,2 <sup>3</sup>
		Kobber	0,05 <sup>4</sup> /0,5 <sup>3</sup>
		Nikkel	0,1 <sup>4</sup> /0,6 <sup>3</sup>
		Zink	0,01 <sup>4</sup> /1 <sup>3</sup>
		Antimon ( <i>kun bogtryk</i> )	1,0 <sup>3</sup>
		Tin ( <i>kun bogtryk</i> )	0,1 <sup>4</sup>
		Kviksølv ( <i>kun dybtryk</i> )	0,01
		Sølv ( <i>ved reprofoto</i> )	0,05 <sup>4</sup>

**Tabel 6.4:** Laboratorieanalyser for jordprøver.

En GC/FID screening af jordprøverne for totalindhold af kulbrinter vil endvidere kunne afsløre, om der er høje koncentrationer af chlorerede kulbrinter i prøverne eller indhold af PAH'er, men vil dog ikke kunne give den nøjagtige koncentration af disse.

Umiddelbart anbefales det ikke at analysere jordprøver for polære kulbrinter, da denne stofgruppe er meget mobil og hurtigt udvaskes af jorden.

Som supplement til standardprogrammet anbefales det at analysere jordprøver for følgende stoffer, afhængig af de aktuelle trykkemetoder/processer:

*Bogtryk:* Dibuthylphtalat.

*Flexotryk:* Dibuthylphtalat.

*Offsettryk:* Dibuthylphtalat, cyclohexan, diethanolamin.

*Dybtryk:* Dibuthylphtalat, cyclohexan, natriumcyanid.

*Serigrafi:* Dibuthylphtalat, diethanolamin.

Er der foregået *reprofoto*, anbefales det desuden at analysere for hydroxylamin, kaliumferricyanid, metol, phenidon og thiourinstof.

I specielle tilfælde kan standardprogrammet suppleres med følgende stoffer, afhængig af de aktuelle trykkemetoder/processer:

*Bogtryk:* Triethanolamin.

*Flexotryk:* Triethanolamin, buthylhydroxytoluen.

*Offsettryk:* Triethanolamin, ethanolamin, p-chlor-m-cresol, tetrahydrofuran, buthylhydroxytoluen.

*Serigrafi:* Triethanolamin, isocyanater.

Er der foregået *reprofoto*, kan der suppleres med analyser for ethylendiamin, benzotriazol, ammoniumthiocyanat og ammoniumthiosulfat.

Er der foregået *færdiggørelse*, kan der suppleres med analyser for isocyanater og tetrahydrofuran.

### **Analyseprogram for vandprøver**

Vandprøver fra lokaliteter, hvor der har været trykkeri, anbefales analyseret efter programmet angivet i tabel 6.5.

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.

Analyseteknik	Analysemetoder	Parametre	Detektionsgrænser [µg/L]
Indirekte måling på vandprøver efter ekstraktion	GC-FID <sup>1</sup> og GC-MS <sup>2</sup>	C6-C10	5 <sup>1</sup>
		C10-C25	9 <sup>1</sup>
		C25-C35	15 <sup>1</sup>
		Benzen	0,04 <sup>2</sup> /0,1 <sup>1</sup>
		Toluen	0,04 <sup>2</sup> /0,1 <sup>1</sup>
		Ethylbenzen	0,02 <sup>2</sup> /0,1 <sup>1</sup>
		Xylener	0,02 <sup>2</sup> /0,1 <sup>1</sup>
Indirekte måling på vandprøver efter ekstraktion	GC-MS/ECD <sup>4</sup> og Purge & Trap <sup>3</sup> og GC-MS <sup>2</sup>	TCE	0,02 <sup>3+4</sup>
		PCE	0,02 <sup>3+4</sup>
		TCA	0,01 <sup>4</sup>
		Dichlormethan	0,02 <sup>3</sup>
		1,2-dichlorethylen	0,1 <sup>2</sup> /0,02 <sup>3</sup>
		1,2-dichlorethan	0,02 <sup>3</sup>
Direkte måling på vandprøver	GC-FID <sup>1</sup> og Purge & Trap GC-MS <sup>3</sup>	Ethylacetat	~10 <sup>3</sup> /200 <sup>1</sup>
		Isopropanol	~5 <sup>3</sup> /200 <sup>1</sup>
		Methylethylketon	~10-50 <sup>3</sup> /100 <sup>1</sup>

**Tabel 6.5:** Laboratorieanalyser for vandprøver.

I tabel 6.5 er angivet de tre polære kulbrinter, der har været de mest almindeligt anvendte inden for trykkeribranchen. Detektionsgrænserne for de øvrige polære kulbrinter, nævnt i afsnit 5.2, ligger i samme interval som for de tre nævnt i tabel 6.5. Purge & Trap GC/MS-metoden er p.t. den eneste tilgængelige, hvorved stofferne kan konstateres i niveauer ned omkring kvalitetskriterierne (10 µg/L). Der er p.t. kun enkelte laboratorier, som er akkrediterede til analyse for de polære kulbrinter ved Purge & Trap-metoden.

Som supplement til standardprogrammet anbefales det at analysere vandprøver for følgende stoffer, afhængig af de aktuelle trykkemetoder/processer:

*Bogtryk:* Dibuthylphtalat.

*Flexotryk:* Dibuthylphtalat.

*Offsettryk:* Dibuthylphtalat, cyclohexan, diethanolamin.

*Dybtryk:* Dibuthylphtalat, cyclohexan, natriumcyanid.

*Serigrafi:* Dibuthylphtalat, isopropoxyethanol, diethanolamin.

Er der foregået *reprofoto*, anbefales det desuden at analysere for hydroxylamin kaliumferricyanid, metol, phenidon og thiourinstof.

I specielle tilfælde kan standardprogrammet suppleres med følgende stoffer, afhængig af de aktuelle trykmetoder/processer:

- Bogtryk:* Triethanolamin, anioniske, nonioniske og kationiske tensider.  
*Flexotryk:* Triethanolamin, anioniske, nonioniske og kationiske tensider.  
*Offsettryk:* Triethanolamin, ethanolamin, p-chlor-m-cresol, tetrahydrofuran, anioniske, nonioniske og kationiske tensider.  
*Serigrafi:* Triethanolamin, isocyanater, anioniske, nonioniske og kationiske tensider.

Er der foregået *reprofoto*, kan der suppleres med analyser for ethylendiamin, benzotriazol, ammoniumthiocyanat og ammoniumthiosulfat.

Er der foregået *færdiggørelse*, kan der suppleres med analyser for isocyanater og tetrahydrofuran.

#### Analyseprogram for poreluftprøver

Poreluftprøver fra lokaliteter, hvor der har været trykkeri anbefales analyseret efter programmet angivet i tabel 6.6.

Som anført for jord- og vandprøver kan analyseprogrammet for poreluftprøver ligeledes reduceres eller udbygges afhængigt af, hvilke oplysninger der kan fremskaffes i forbindelse med den konkrete undersøgelse. Det skal bemærkes, at detektionsgrænserne vil være afhængige af den mængde luft, der oppumpes.

Analyseteknik	Analysemetoder	Parametre	Detektionsgrænser [µg/rør]
Indirekte måling på absorptionsrør efter ekstraktion	GC-FID <sup>1</sup> og GC-MS <sup>2</sup>	Total kulbrinter Benzen Toluen Ethylbenzen Xylener	1-5 <sup>1</sup> 0,01 <sup>2</sup> /0,1 <sup>1</sup> 0,01 <sup>2</sup> /0,2 <sup>1</sup> 0,01 <sup>2</sup> /0,1 <sup>1</sup> 0,01 <sup>2</sup> /0,5 <sup>1</sup>
Indirekte måling på absorptionsrør efter ekstraktion	GC-MS/ECD <sup>3</sup> og GC-MS <sup>2</sup>	TCE PCE TCA Dichlormethan 1,2-dichloretylen 1,2-dichlorethan	0,01 <sup>3</sup> 0,01 <sup>3</sup> 0,01 <sup>3</sup> 0,04 <sup>2</sup> 0,03 <sup>2</sup> 0,03 <sup>2</sup>
Indirekte måling på absorptionsrør efter ekstraktion	GC-FID <sup>1</sup> og GC-MS <sup>2</sup>	Ethylacetat Isopropanol Methylethylketon	1 <sup>1</sup> 0,1 <sup>2</sup> /1 <sup>1</sup> 1 <sup>1</sup>

**Tabel 6.6:** Laboratorieanalyser for poreluftprøver.

I tabel 6.6 er de tre mest anvendte polære kulbrinter inden for trykkeribranchen angivet. Detektionsgrænserne for de øvrige polære kulbrinter, nævnt i afsnit 5.2, ligger i samme interval som for de tre, der er nævnt i tabel 6.6.

Som supplement til standardprogrammet anbefales det at analysere poreluftprøver for følgende stoffer, afhængig af de aktuelle trykmetoder/processer:

*Offsettryk:* Cyclohexan.

*Dybtryk:* Cyclohexan, natriumcyanid.

*Serigrafi:* Isopropoxyethanol.

Er der foregået *reprofoto*, anbefales det desuden at analysere for hydroxylamin, kaliumferricyanid og thiourinstof.

I specielle tilfælde kan standardprogrammet suppleres med følgende stoffer, afhængig af de aktuelle trykkeprocesser:

*Offsettryk:* Ethanolamin, tetrahydrofuran.

*Serigrafi:* Flygtige isocyanater.

Er der foregået *reprofoto*, kan der i specielle tilfælde suppleres med analyser for ethylendiamin.

Er der foregået *færdiggørelse*, kan der i specielle tilfælde suppleres med analyser for tetrahydrofuran og flygtige isocyanater.

## 7. Afværgeteknikker

Hvis kortlægningsundersøgelsen frem til vidensniveau 2 og eventuelle mere omfattende undersøgelser leder frem til en risikovurdering, der viser, at forureningen udgør en risiko over for arealanvendelsen, grundvands- eller recipient-interesserne, skal der foretages afværgeforanstaltninger.

Inden projektet påbegyndes, foreslås det at orientere sig i Amternes Projekt-håndbog /37/. I projekthåndbogen er der samlet en lang række erfaringer med udbud og kontrahering af rådgivere og entreprenører.

I det følgende er der listet eksempler på afværgeforanstaltninger, der kan være aktuelle til sikring af arealanvendelse, herunder indeklimate, samt grundvandsinteresser på lokaliteter, hvor der er eller har ligget trykkerier.

I bilag 4 er der for de enkelte afværgeteknikker angivet relevante kilder, hvor der kan findes uddybende beskrivelser mht. praktisk udførelse samt anvendelighed i forhold til forskellige stofgrupper og geologi.

### **Afværgeforanstaltninger til sikring af arealanvendelsen**

Nedenfor er nævnt eksempler på afværgeforanstaltninger til sikring af arealanvendelsen, herunder indeklimate, som tager sigte på at fjerne eller afskære forureningen, så eksponeringen hindres eller mindskes.

- Afgravning
- Forceret udvaskning
- Vakuumeekstraktion/-ventilering
- Bioventilering
- Passiv ventilering
- Termisk assisteret oprensning
- Elektrokinetisk rensning
- Phytooprensning
- Forsegling af forurening.

### **Afværgeforanstaltninger til sikring af grundvand og recipient**

Nedenfor er nævnt eksempler på afværgeforanstaltninger over for grundvand, som tager sigte på at reducere eller hindre spredningen af forureningen i grundvand og recipienter.

- Afværgepumpning
- Air-sparging
- In-well stripping
- Etablering af vertikale barrierer
- Frakturering.





## 8. Litteraturliste

- /1/ Vestsjællands Amtskommune, Teknisk Forvaltning, juni 1992. Affaldsdepoter. Historisk beskrivelse af Trykkeribranchens mulige miljøbelastning – specielt med henblik på jord- og grundvandsforurening. Carl Bro as.
- /2/ Miljøstyrelsen, 1993.  
Miljø og arbejdsmiljø i den grafiske branche, bind 1 – Ydre miljø  
Miljøprojekt nr. 212  
Miljøministeriet – Miljøstyrelsen.
- /3/ Miljøkontrollen, Københavns Kommune 1990  
Serigrافي i København – En brancheundersøgelse  
Miljøkontrollens skriftserie nr. 1/1990.
- /4/ Frederiksborg Amt, 2002  
Kilder til jord- og grundvandsforurening ved trykkerier  
Sammenfatning af 14 historiske undersøgelser  
COWI, august 2002, udkast.
- /5/ Miljøstyrelsen, 1999  
Miljøoptimering af rammevask ved serigrافي  
VKI, 1999  
Elektronisk version.
- /6/ Personlig kontakt til Kresten Torp på trykkeriet Nørhaven A/S, Viborg.
- /7/ Miljøstyrelsen, 1998  
Miljøfordel ved UV-hærdende trykfårver  
Den Grafiske Højskole, Eva Tauby og Erik Silfverberg  
Elektronisk version.
- /8/ Danmarks Grafiske Museum  
Beskrivelse af offsettryk på DGM's hjemmeside.  
<http://www.mediemuseum.dk/håndværk/offset.htm>.
- /9/ Personlig kontakt den 11. oktober 2002 til Susanne Beltorp, miljømedarbejder på trykkeriet Nørhaven A/S.
- /10/ Miljøstyrelsen, 1998  
Miljøoptimering af rammevask ved serigrافي  
Miljøprojekt nr. 381, 1998  
Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen.

- /11/ Miljøstyrelsen 1999  
Miljøparametre ved flexografisk trykning - del 1  
Miljøprojekt nr. 481, 1999  
Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen.
- /12/ Miljøstyrelsen, 1986  
Bekendtgørelse nr. 783 af 21. november 1986 om godkendelse af særligt forurenende virksomheder mv.
- /13/ Grafisk Arbejdsgiverforening, 2002  
Fremsendt materiale vedrørende statistiske data i publikationen ”De grafiske fag”, nr. 3/4, april/maj 2002.
- /14/ Miljøstyrelsen 1995  
Indsatsområder for renere teknologi i den grafiske branche  
Miljøprojekt nr. 284, 1995  
Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen.
- /15/ Miljøstyrelsen, 1973  
Bilag til lov nr. 372 af 13. juni 1973 om miljøbeskyttelse.
- /16/ Miljøstyrelsen, 2001  
Sælger-/kundevejledning til udarbejdelse af en produktmiljøprofil  
Arbejdsrapport nr. 10, 2001  
Elektronisk version.
- /17/ Miljøstyrelsen, 1997  
Minimering af kemikalie- og vandudledning fra fotoprocesser i grafiske virksomheder.  
Arbejdsrapport nr. 60, 1997  
Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen.
- /18/ Miljøstyrelsen, 1993  
Miljøvurdering af fotokemikalier.  
Miljøprojekt nr. 218, 1993  
Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen.
- /19/ Miljøstyrelsen, 1991  
Renere teknologi i den grafiske branche  
Miljøprojekt nr. 169, 1991  
Miljøministeriet, Miljøstyrelsen.
- /20/ Ole Brinch  
Håndbog i grafisk produktion  
Grafisk Litteratur, 1991.

- /21/ Told og Skat  
Det Centrale Virksomhedsregister.  
Oplysninger fra elektronisk database på [www.cvr.dk](http://www.cvr.dk).
- /22/ Opfindelsernes bog  
Bind III, ottende del, skrift og tal, bøger og billeder.  
Helge Holst, Nordisk Forlag 1925.
- /23/ Miljøstyrelsen 1996, ”Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand”. Bind 1 og 2. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen nr. 20, 1996.
- /24/ Miljøstyrelsen, 1996.  
Chlorerede opløsningsmidler i den mættede zone  
Miljøprojekt nr. 330, 1996  
Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen.
- /25/ Arne Helweg, 1988  
Kemiske stoffer i landbrugsmiljøer  
Teknisk Forlag A/S, 1988.
- /26/ Miljøstyrelsen, 2002  
Grundstofferne i 2. geled - et miljøproblem nu eller fremover?  
Bilag 1. Antimon  
Elektronisk version.
- /27/ Miljøstyrelsen, 1997  
Økotoksikologiske jordkvalitetskriterier  
Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 82, 1997  
Miljø- og Energiministeriet Miljøstyrelsen.
- /28/ Kemiske stoffer og produkter inden for den grafiske branche, 1979.  
Rapport fra Medicinsk-Kemisk Institut, Københavns Universitet.
- /29/ Miljøstyrelsen 1998: ”Oprydning på forurenede lokaliteter” – hovedbind.  
Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 1998.
- /30/ Amternes Videncenter for Jordforurening 1997. Branchespecifikke udtræk fra databasen over amtens registreringsundersøgelser.
- /31/ Miljø- og Energiministeriet 1999: ”Lov nr. 370 af 2. juni 1999 om forurenede jord”.
- /32/ Amternes Videncenter for Jordforurening 1998. ”Håndbog for poreluftundersøgelser”. Teknik og Administration nr.3, 1998.

- /33/ Miljøstyrelsen, 1998. "Oprydning på forurenede lokaliteter" - appendikser. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 7, 1998.
- /34/ Miljøstyrelsen, 1998. "Prøvetagning og analyse af jord". Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 13, 1998.
- /35/ Miljøstyrelsen 1995: "Feltmetoder til forurenede jord". Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen nr. 18, 1995.
- /36/ Amternes Videncenter for Jordforurening 1999: "Sammenligning af testmetoder til jord". Tillæg til Orientering, november 1999. Temanummer om feltanalyser.
- /37/ Amternes Videncenter for Jordforurening 2001: "Amternes Projekthåndbog nr. 1".

## **Bilag 1**

**Anvendte stoffer i trykkerbranchen.**

## **Kriterier for udvælgelse af stoffer til listen**

### **Bruttoliste:**

Den samlede liste over anvendte stoffer som fremgår i dette bilag, er sammensat ud fra oplysninger om anvendte stoffer i primært referencerne /U/, /V/ og /X/ samt i /Y/, /Z/ og /Æ/.

Som nævnt tidligere er antallet af anvendte stoffer i trykkeribranchen meget højt, og der er derfor ved opbygningen af bruttolisten foretaget en frasortering af en række stoffer, der kun indgår som en meget begrænset procentdel af de anvendte produkter. Herunder hører f.eks. flere additiver.

Ligeledes er kun de mest anvendte farvepigmenter medtaget på listen.

### **Nettoliste:**

Ud fra bruttolisten er der foretaget en kritisk gennemgang af stofferne med henblik på, at udforme en nettoliste med stoffer, der bør indgå i en analysepakke ved undersøgelse af en trykkerivirksomhed. Stoffer på bruttolisten er filtreret fra ud fra følgende stofkriterier:

- Nedbrydelighed og potentiale for bioakkumulering.
- Øko- og humantoksikologisk farlighed.
- Anvendte mængder og risiko for spild.

### **Nedbrydelighed og potentiale for bioakkumulering**

Stoffer der er let nedbrydelige, er taget ud af listen. Der er primært taget udgangspunkt i CERI's webside (Chemicals Evaluation and Research Institute) /E/, der indeholder eksperimentelle data for nedbrydelighed for en lang række stoffer. Forsøgene i /E/ er udført i henhold til OECD's test 301 C. Testen angiver en minimumsnedbrydelighed på 60% over 28 dage som kriteriet for let nedbrydelighed. Dvs. at stoffer med en nedbrydelighed på mere end 60% over 28 dage og stoffer der i øvrige kilder er kategoriseret som let nedbrydelige, er taget ud af bruttolisten.

Hvor der ikke har været eksperimentelle oplysninger om stoffets nedbrydelighed i /E/ er der om muligt anvendt oplysninger fra øvrige kilder om nedbrydelighed eller foretaget en estimering af nedbrydeligheden ved hjælp af CERI's estimeringsværktøj for bionedbrydelighed. Resultatet af estimatet er relateret til OECD's test 301 C og angiver en sandsynlighed for, om der kan forventes en nedbrydning på mere end 60% af stoffet efter 28 dage.

### Øko- og humantoksikologisk farlighed

Der er taget udgangspunkt i Miljøstyrelsens "Listen over uønskede stoffer", "Effektlisten" og "Listen over farlige stoffer". Hvis stofferne ikke optræder på Miljøstyrelsens lister er der søgt oplysninger i andre databaser og elektroniske artikler herunder /A, B, C, D, F og G/. Der er primært søgt oplysninger om stoffernes potentiale for bioakkumulering og toxicitet overfor vandmiljøet (typisk værdier for EC50). Hvor der er oplysninger om et lavt potentiale for bioakkumulering sammen med en lav toxicitet (EC50>100 mg/L) overfor organismer i vandmiljøet er stofferne taget ud af bruttolisten.

### Anvendte mængder og risiko for spild

Oplysninger om anvendte mængder er hvor det har været muligt hentet fra /U/ og /Y/. I andre tilfælde er der, hvor det har været relevant, foretaget en vurdering af det typiske omfang af forbruget og dermed risikoen for udslip til jord eller grundvand.

Udover de tre ovennævnte kriterier er der ved udvælgelsen af stoffer desuden taget hensyn til følgende parametre:

- Kan stoffet rent teknisk analyseres.
- Er det som standard med i en eksisterende analysepakke.
- Er det truffet i tidligere undersøgelser.

Et stof som benzen er eksempelvis medtaget på nettolisten, selvom stoffet ud fra de opstillede kriterier er letnedbrydeligt. Dette skyldes dels at stoffet er kræftfremkaldende, dels at det, jf. tabel 6.2 i hovedrapporten, er truffet i tidligere undersøgelser og dels at det typisk analyseres sammen med øvrige aromatiske kulbrinter (f.eks. toluen og xylen) i én analyseproces.

### **Referencer:**

/A/ <http://esc.syrres.com/efdb/chemfate.htm>

/B/ <http://ptcl.chem.ox.ac.uk/MSDS/casnumbers.htm>

/C/ <http://chemindustry.com>

/D/ <http://chemfinder.cambridgesoft.com>

/E/ [http://www.cerij.or.jp/ceri\\_en/index\\_e.html](http://www.cerij.or.jp/ceri_en/index_e.html)

/F/ <http://esc.syrres.com/interkow/kowdemo.htm>

/G/ [http://www.greeninfo.dk/kd\\_vis\\_stof.asp?stof\\_id=169](http://www.greeninfo.dk/kd_vis_stof.asp?stof_id=169)

/H/ <http://www.fi.dk/hjemmet/rengoering/indholdsstoffer/butyglycol/>

/I/ <http://www.mst.dk/udgiv/publikationer/2000/87-7909-800-2/html/kap04.htm#4.3.1>

/J/ <http://www.mst.dk/default.asp?Sub=http://www.mst.dk/udgiv/-publikationer/2002/87-7972-320-9/html/kap04.htm>

- /K/ <http://www.mst.dk/default.asp?Sub=http://www.mst.dk/-udgiv/publikationer/2001/87-7944-579-9/html/bilag6.htm>
- /L/ <http://216.239.39.100/search?q=cache:FBI2HIVcAcsC:-www.ameroncoatings.com/www/msds/files/444S50015.htm+isoheptyl&hl=da&ie=UTF-8>
- /M/ <http://www.mst.dk/udgiv/publikationer/1998/87-7909-096-6/html/bil04.htm#bil4.1>
- /N/ [http://www.epa.gov/superfund/programs/risk/ragse/appendix\\_b.pdf](http://www.epa.gov/superfund/programs/risk/ragse/appendix_b.pdf)
- /O/ <http://www.mst.dk/default.asp?Sub=http://www.mst.dk/udgiv/publikationer/2002/87-7972-000-5/html/kap07.htm>
- /P/ <http://www.mst.dk/default.asp?Sub=http://www.mst.dk/udgiv/publikationer/2002/87-7972-000-5/html/kap07.htm>
- /Q/ <http://www.fi.dk/hjemmet/rengoering/indholdsstoffer/alkylsulfat/-alkylsulfatc12/>
- /R/ Listen over farlige stoffer
- /S/ [http://www.mst.dk/udgiv/NyViden/2001\\_4/07011202.htm](http://www.mst.dk/udgiv/NyViden/2001_4/07011202.htm)
- /T/ <http://www.mst.dk/udgiv/publikationer/2000/87-7944-124-6/html/bil07.htm>
- /U/ Frederiksborg Amt, 2002  
Kilder til jord- og grundvandsforurening ved trykkerier  
Sammenfatning af 14 historiske undersøgelser  
COWI, august 2002, udkast.
- /V/ Miljøstyrelsen, 1998  
Miljøoptimering af rammevask ved serigrafie  
Miljøprojekt nr. 381, 1998  
Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen
- /X/ Miljøstyrelsen 1995  
Indsatsområder for renere teknologi i den grafiske branche  
Miljøprojekt nr. 284, 1995  
Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen.
- /Y/ Miljøstyrelsen, 1993  
Miljøvurdering af fotokemikalier.  
Miljøprojekt nr. 218, 1993.  
Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen.
- /Z/ Vestsjællands Amtskommune, teknisk forvaltning, juni 1992.  
Affaldsdepoter. Historisk beskrivelse af Trykkeribranchens mulige miljøbelastning – specielt med henblik på jord- og grundvandsforurening. Carl Bro as.



/Æ/ Miljøstyrelsen 1999  
Miljøparametre ved flexografisk trykning - del 1  
Miljøprojekt nr. 481, 1999  
Miljø- og Energiministeriet, Miljøstyrelsen.

/Ø/ [http://www.thunemann.de/martin/Chemie/Analy\\_1/Stofftabelle.htm](http://www.thunemann.de/martin/Chemie/Analy_1/Stofftabelle.htm)

## Anvendte stoffer i trykkeribranchen

Stof	CASnr	Stofgruppe	Anvendelse	Reprofoto	Bogtryk	Flexotryk	Offset	Dybttryk	Serigrafi	Færdiggøre	Forbrug l/år	logKow	På l. over u.e	På effektliste	På liste over	Bemærkning/klassificering	Med/ikke med på nettoliste	
1,1,1-trichlorethan	71-55-6	Chl. kulbrinte	Rengøring, pladefremkaldelse	x	x	x					4.800		ja	ja	ja	Xn:R20 N:R59	Med pga. klassificering og forbrug	
1,2,4-trimethylbenzen	95-63-6	Aromater	Rengøring	x	x	x							nej	ja	ja	R10 Xn:R20 Xi:R36/37/38 N:R51/53	Med pga. klassificering	
1,2-dichlorethan	107-06-2	Chl. kulbrinte	Rengøring								1.200		ja		ja	Carc2:R45 F:R11 Xn:R22 Xi:R36/37/38	Med pga. klassificering og forbrug	
1,2-dichlorethylen	540-59-0	Chl. kulbrinte	Rengøring								240		nej	ja		F:R11 Xn:R20 R52/53	Med pga. klassificering	
1,3,5-trimethylbenzen	108-67-8	Aromater	Rengøring	x	x	x							ja	ja	ja	R10 Xi:R37 N:R51/53	Med pga. klassificering	
1-ethoxy-2-propylacetat	54839-24-6	Glycoether-acetat	Rammevask						x				nej	nej	nej	Ingen forsøgsdata om nedbrydning, ikke på liste over farlige stoffer, sandsynligt med let nedbrydning /beregning i E/	Ikke med pga. sandsynlig let nedbrydning /E/ og ikke på liste over farlige stoffer	
1-methoxy-2-propanol	107-98-2	Glycoether	I trykfarve, affedter, alkohol-substitut i fugtevand, rengøring, rammevask, fortynder, korrektur			x	x		x				*-0,437 /F/	nej			B: Fuldt opløselig i vand, A: 90% nedbrydning	Ikke med pga. let nedbrydelig
1-methoxy-2-propylacetat	108-65-6	Glycoether-acetat	Rammevask						x			0,52 /F/	nej			F: R10, R36, LD50 >5000 mg/kg (på mus), meget vandopløselig. /X/ vurderer let nedbrydelig eller ufarlig for vandmiljø og ikke bioakkumulerbart	Ikke med pga. vurdering i /X/	
2,4-diisocyanatotoluen		Isocyanat	Hårdere, rengøring, trykfarve				x		x				ja			Dissocierer, kan ikke analyseres /U/	Ikke med pga. oplysning i /U/	
2,6-diisocyanatotoluen		Isocyanat	Hårdere, rengøring, trykfarve				x		x				ja			Dissocierer, kan ikke analyseres /U/	Ikke med pga. oplysning i /U/	
2-ethoxyethylacetat		Acetat	Afvasker													Meget let nedbrydelig og ikke specielt toksisk /U/	Ikke med pga. oplysninger i /U/	
2-Ethoxyethylacetat	111-15-9		Alkoholsubstitut i fugtevand				x						nej	ja		På effektlisten, 86% nedbrydning på 14 d /E/	Ikke med pga. nedbrydning	
2-ethylhexyldiphenylphosph	1241-94-7	Organisk blødgører	Additiv				x		x			5,73 /A/				Ikke let nedbrydelig (1% på 28d) og højt akkumuleringspotentiale men kan ikke analyseres og er formodentlig brugt i begrænsede mængder da det er et additiv /U/	Ikke med pga. oplysning i /U/	
3-methoxy-n-butylacetat	4435-53-4	Acetat	Skyggefjerner						x				e. 1,01 /F/	nej		Meget lille vandopløselighed /B/. /E/ 63% nedbrydning på 14d	Ikke med pga. nedbrydning	
Acetone	67-64-1	Alkohol	Fortynder, flexokliché, offsetplade, rengøring, korrektur	x	x	x	x	x	x	x	2.400		nej	nej	ja	F:R11 Xi:R36 R66 R67	Med pga. klassificering og forbrug	
Acryl			I trykfarve til flexotryk			x							nej			Forskellig nedbrydelighed, generelt toxicitet på EC50=1-100 mg/L /X/. MST vurderer generelt at acrylater er let nedbrydelig eller ufarlige for vandmiljø og ikke bioakkumulerbart.	Ikke med pga. MST's vurdering	
Acrylater			Lakfortynder, bindemiddel i flexokliché			x	x			x			ja			Kan ikke analyseres /U/	Ikke med pga. oplysninger i /U/	
Alkyder		Polymerer	Bindemiddel trykfarve		x		x						nej			EC50=2000 mg/L /O/, vurderes pga. deres store størrelse og uopløselighed i vand at være uoprobatiske i miljøet /P/	Ikke med pga. vurdering i /P/	
Alkylphenoethoxylat	26027-38-3	Nonioniske detergent	Rengøring				x					5,3 /Q/	ja		nej	Nedbrydes til meget giftige stoffer, der er svært nedbrydelige /Q/, EC50<1 mg/L, ikke let nedbrydelig, foreslået miljøfareklassificering	Med i særlige tilfælde pga. toxicitet, ikke let nedbrydelig og højt potentiale for bioakkumulering	
Alkylsulfat		Anionisk detergent	Affedter						x				nej			Let nedbrydelig og lav bioakkumulering (Q)	Ikke med pga. let nedbrydelig	
Ammoniumthiocyanat	1762-95-4		Fixer	x											nej	Kan ikke umiddelbart analyseres /U/. På l.o.f.s. henvises til thiocyanat, der er klassif. Xn:R20/21/22 R32 R52/53, ikke let nedbrydelig /Y/	Med i særlige tilfælde	
Ammoniumthiosulfat	7783-18-8		Fixer	x							300 t/år	0,93 /F/	nej	nej	nej	R35, R36 og R37, ikke på liste over farlige stoffer, sandsynligvis ikke bioakkumulerbart, økotoxicitet ikke kendt, nedbrydelighed ikke kendt	Med i særlige tilfælde	
Antimon	7440-36-0	Tungmetal	Stereotypi	x											ja	Xn:R20/22 N:R51/53, EC50<1 mg/L	Med pga. klassificering	
Aziridin			Lakker, trykfarver		x	x	x								ja	Mærket som kræftfremkaldende, ikke kendt af Milana /U/ eller Eurofins	Ikke med	
Azopigment			Gult pigment i trykfarver		x	x	x	x	x				ja	ja		Kan ikke analyseres ifølge Eurofins	Ikke med	
Benzen	71-43-2	Aromater	Rengøring, fortynder, olietank	x	x	x	x	x	x				nej	ja	ja	Carc1:R45 F:R11 T:R48/23/24/25	Med pga. klassificering	
Benzo(e)pyren		PAH	Pigment		x	x	x	x	x								Optræder ikke alene, bidrag fra trykkeri vil være meget mindre end ved afbrænding af haveaffald	Ikke med pga. oplysning i /U/
Benzophenon			Fotoinitiator		x	x			x		1% i produkt						Anvendes i meget små mængder, ikke bioakkumulerbart /U/	Ikke med pga. oplysninger i /U/
Benzotriazol	95-14-7		Fremkalder	x							0-6 t/år /Y/	1,34 /A/	nej	nej	nej	2% nedbrydning på 28 d /E/, ikke på liste over farlige stoffer, ikke bioakkumulerbart	Med pga. lille nedbrydning og fordi der er jordkvalitetskriterie	

Stof	CASnr	Stofgruppe	Anvendelse	Reprofoto	Bogtryk	Flexotryk	Offset	Dybtryk	Serigrafi	Færdiggøre	Forbrug l/år	logKow	På l. over u.s	På effektliste	På liste over	Bemærkning/klassificering	Med/ikke med på nettoliste
Benzoylperoxid	94-36-0	Oxidationsmiddel	Fotoinitiator i offsetpladeemulsion			x							nej	ja		Let nedbrydeligt /X/, MST vurderer let nedbrydelig eller ufarlig for vandmiljø og ikke	Ikke med pga. MST's vurdering
Benzylalkohol		Alkohol	Udvasker ved formfremstilling			x					10-15% i produkt					Letnedbrydelig, ufarlig for vandmiljøet /U/	Ikke med pga. oplysninger i /U/
Bly	7439-92-1	Tungmetal	Blytyper, fugtevand		x	x	x								ja	Klassificeres generelt som sundhedsskadelig og reproduktions-skadende. Enkelte blyforbindelser er klassificeret som kræftfremkaldende	Med pga. klassificering og forbrug
Blychromater	7758-97-6	Tungmetal	Gult pigment i trykfarver						x				ja	ja	ja	Rep1;R61 R33 Carc3;R40 Rep3;R62 N;R50/53	Med pga. klassificering
Borax	1303-96-4		Fremkalder	x							6-32 t/år /Y/		ja	nej		På MST's liste, under klassificering - foreslået reproduktionstoxisk Rep2R60 og Rep3R63, ingen oplysninger om nedbrydning, ikke giftig overfor vandmiljøet /Y/	Ikke med pga. ikke giftig overfor vandmiljøet
Borsyre	10043-35-3		Fremkalder	x									ja			På MST's liste, under klassificering - foreslået reproduktionstoxisk Rep2R60 og Rep3R63, ingen oplysninger om nedbrydning, ikke giftig overfor vandmiljøet	Ikke med pga. ikke giftig overfor vandmiljøet
Buthanol			Afsvkning fotopolymer-plade, rammevask		x	x	x		x		1.800					Let nedbrydelig og ringe bioakkumulering /U/	Ikke med pga. oplysninger i /U/
Buthylacetat			Metalkliché, rammevask, korrektur		x	x	x		x		1.800				ja	R10 R66 R67, letnedbrydelig /U/, toxicitet sammenlignelig med ethylacetat /U/.	Ikke med pga. letnedbrydeligt
Buthylglycol	7397-62-8	Ester	Fugtevand, rengøring, rammevask				x		x							Let nedbrydelig og ikke farlig for vandmiljøet /U/	Ikke med pga. oplysninger i /U/
Butoxyethanol	111-76-2		Fortynder						x			0,74 /G/	nej	ja		EC50>500 mg/L /G/, ikke bioakkumulerbar /G/	Ikke med pga. lav toxicitet og ikke bioakkum.
Butyldiglycol		Glycoether	Rammevask						x				nej	nej		Let nedbrydelig og uskadelig i vandmiljøet /H/	Ikke med pga. let nedbrydeligt og uskadeligt i vandmiljø
Butylhydroxytoluen	128-37-0	Phenoler	Fotoemulsion			x	x				<1% i produkt					Lille mængde, ikke let nedbrydelig, høj toxicitet og bioakkumuleringspotentiale /U/.	Med i særlige tilfælde
Carbon Black	1333-86-4		sort pigment		x	x	x	x	x			0,38 /G/	nej	nej		Kan spredes i vandmiljøet, G: EC50=95,7+ ikke bioakkumulerbart	Indirekte med ved analyse for PAH'er
Cellulosefortynder		Blandingsfortynder	Rengøring		x	x			x				nej	nej		Består af sprit (isopropanol el.lign.),xylen/toluen og acetone	Ikke med da bestanddelene analyseres for sig
Chrom	7440-47-3	Tungmetal	Fremstilling af trykform, fugtevand				x	x							ja	Chrom(+VI) forbindelser som f.eks. chromtrioxid er klassificeret som "kræftfremkaldende".	Med pga. klassificering
Cyklohexan	110-82-7	Alifatisk kulbrinter	Trykfarver				x	x					ja	nej		Ikke let nedbrydelig og bioakkumulerbar /A/, R11, R65, R38, R50/53, R67	Med pga. klassificering
Cyklohexanon			Fortynder, rammevask, korrektur				x	x	x		6.000					Let nedbrydeligt og ikke farligt for vandmiljøet /U/	Ikke med pga. oplysninger i /U/
Decalin	91-17-8	Alicyklisk hydrocarbon	Fremkalder		x							4,79 /A/	nej	nej	nej	Ikke opløselig i vand, 2% nedbrydning 14d /E/, R20 R36 R37 R38 R19 /B/, potentielt bioakkumulerbar, ikke på l.o.f.g., kan ikke analyseres af Eurofins	Ikke med pga. ikke farligt for vandmiljø og kan ikke analyseres af Eurofins
Dextrin	9004-53-9		Bindemiddel i lim						x				nej	nej		MST vurderer let nedbrydelig eller ufarlig for vandmiljø og ikke bioakkumulerbar /I/	Ikke med pga. MST's vurdering
Diacetonealkohol	123-42-2	Keton	Rammevask						x				nej	nej		90% nedbrydning på 14d /E/	Ikke med pga. nedbrydning
Diazoforbindelser			Lysfølsomme emulsioner	x			x		x							Kan ikke analyseres ifølge Milana /U/ og Eurofins	Ikke med
Dibuthylphtalat	84-74-2	Blødgører	Blødgører i lim og fotoemulsion	x	x	x	x	x	x	x	0-20% i produkt		ja	ja		Rep2;R61 Rep3;R62 N;R50	Med pga. klassificering
Dichlormethan	75-09-2	Chl. kulbrinte	Rengøring		x	x	x				8.400		ja	ja		Carc3;R40	Med pga. klassificering og forbrug
Dichromater	24613-89-6	Tungmetal	Fra emulsion	x	x	x	x		x				ja	ja	ja	Carc2;R45 O;R8 C;R35 R43 N;R50/53	Med pga. klassificering
Diethanolamin	111-42-2	Alifatiske amine	Rammevask, korrektur				x		x				ja	ja	ja	Ikke let nedbrydelige /X/. Let nedbrydelige /Q/, toxiske for alger og krebsdyr ned til 1-10 mg/L /X/. Klassificering: Xn;R22-48/22 Xi;R38-41 /R/	Med pga. toxicitet og klassificering og usikkerhed omkring nedbrydning
Diethylbenzen	25340-17-4	Aromater	Fremstilling af trykform	x	x								nej	nej		Ikke letnedbrydelig, effekter ned til 4 mg/L, bioakkumulerbart /U/	Med pga. oplysninger i /U/
Diethylenglycol	111-46-6	Glycoethere	Rammevask						x				nej	nej		MST vurderer let nedbrydelig eller ufarlig for vandmiljø og ikke bioakkumulerbart /I/	Ikke med pga. MST's vurdering
Dimethylformamid	68-12-2	Amider	Korrektur				x				15-39% i produkt	-1,01 /U/	ja	ja		Ikke mærket som farligt for vandmiljøet, klassif. Rep2;R61 Xn;R20/21 Xi;R36, ikke bioakkumulerbart /U/	Ikke med pga. ikke farligt for vandmiljø og ikke bioakkumulerbart
Dimethylglutarat	1119-40-0	Dimethylester	Rammevask						x			0,9 /F/	nej	nej	nej	Ikke bioakkumulerbar, /V/ vurderer let nedbrydelig eller ufarlig for vandmiljø og ikke	Ikke med pga. vurdering i /V/

Stof	CASnr	Stofgruppe	Anvendelse	Reprofoto	Bogtryk	Flexotryk	Offset	Dybtryk	Serigrafi	Færdiggøre	Forbrug l/år	logKow	På l. over u.s	På effektliste	På liste over	Bemærkning/klassificering	Med/ikke med på nettoliste
Dioxazinviolet			Violet pigment i trykfarver		x	x	x	x	x				nej	nej		MST har ikke kunnet finde data omkring farlighed mv for dioxaziner /J/, sandsynligvis tydelig farve ved indhold i medie.	Ikke med
Dipropylenglycol	110-98-5	Glycolethere	Rammevask						x						nej	Ikke bioakkumulerbart /U/, 1% nedbrydning 28d /E/. Ikke med pga. vurdering i /X/	Ikke med pga. ikke på liste over f.s. og ikke bioakkumulerbart
Dipropylenglycolmono-methylether	34590-94-8	Glycolether	Skyggefjerner, korrektur, pladerens				x		x			"-0,064	nej	nej		/X/ vurderer let nedbrydelig eller ufarlig for vandmiljø og ikke bioakkumulerbart	Ikke med pga. oplysninger i /U/
EDTA			Fremkalder+ specialbad	x			x								nej	Ikke bioakkumulerbar og relativ lav toxicitet over for vandorg. (EC50>100 mg/L) /U/.	Ikke med pga. forventet begrænset anvendelse og spild
Epoxycyanat			2-komponent-lim						x					nej	nej	Ingen info	Ikke med pga. forventet begrænset anvendelse og spild
Ethanol			Rengøring, fortynder, smøremiddel		x	x	x	x	x		240.000					Let nedbrydelig og ufarlig for vandmiljø /U/	Ikke med pga. oplysninger i /U/
Ethanolamin	141-43-5	Aminer	pladefremkalder					x			1-3% i produkt				ja	Toxisk ved lave konc, ikke let nedbrydelig /U/, Xn;R20 Xi;R36/37/38	Med i særlige tilfælde pga. toxicitet, og lille mængde
Ethylacetat	141-78-6	Acetat	Fixer, Fortynder, metallkliché, rengøring	x	x	x	x	x	x		376.800				ja	Ingen bioakkumulation, let nedbrydning /U/, på l.o.f.s. med klassif. F;R11 Xi;R36 R66 R67, fundet i tidligere undersøgelser	Med pga. klassificering og fundet i tidligere undersøgelser, brugt i store mængder
Ethylendiamin	107-15-3	Aminer	Fremkalder	x								"-1,62	nej	ja	ja	På effektlisten, 39% nedbrydning på 28 dage /E/, vandopløselig, Klassificering:R10 Xn;R21/22 C;R34 R42/43 /E/	Med pga. klassificering og pga. lille nedbrydning
Ethylenglycol	107-21-1		Fugtevand				x				1.800				ja	Ikke farlig for vandmiljøet /U/, på l.o.f.s. med klassif. Xn;R22. 90% nedbrydning på 28 d /E/	Ikke med pga. nedbrydning
Ethylenglycolacetat		Acetat	Fugtevand				x					0,4 /F/				Antageligt let nedbrydeligt /U/, ikke bioakkumulerbart /F/	Ikke med pga. vurdering i /U/ og ikke bioakkumulerbart
Ethylglycol			Fortynder		x	x		x	x		40.200		ja			Let nedbrydeligt og lav toxicitet for vandmiljø /U/	Ikke med pga. oplysninger i /U/
Ethylglycolacetat		Acetat	Afvasker, fortynder													Let nedbrydelig og ikke farligt for vandmiljøet /U/	Ikke med pga. oplysninger i /U/
Ethylvinylacetat-copolymer			Bestandel i lim							x				nej	nej	Ingen info	Ikke med pga. forventet begrænset anvendelse og spild
Fedtalkoholethoxylat	69011-36-5	Nonioniske detergenter	Affedter						x					nej	nej	MST vurderer let nedbrydelig eller ufarlig for vandmiljø og ikke bioakkumulerbart /K/	Ikke med pga. MST's vurdering
Formaldehyd	50-00-0	Aldehyd	Fremkalder, konservering af lime	x						x		0,35 /G/	nej	ja		Let nedbrydelig, ikke bioakkumulerbart EC50=430 mg/L /G/	Ikke med pga. vurdering i /G/
Formalin			Konserveringsmiddel i fugtevand, fotoemulsjoner				x		x				ja			Let nedbrydeligt /U/	Ikke med pga. oplysning i /U/
Glycoler			Alkoholsubstitut i fugtevand, rengøring		x	x	x									Let nedbrydelig og ufarlig for vandmiljø /U/	Ikke med pga. oplysninger i /U/
Hexan	110-54-3	Alifatisk kulbrinter	Afvasker, fortynder		x	x	x	x	x		3.600		ja	ja	ja	På l.o.f.s. med klassif. F;R11 Xi;R38 Xn;R48/20-65 Rep3;R62 R67 N;R51/53	Med pga. klassificering og forbrug
Hydroquinon			Fremkalder, fotoemulsion	x	x	x	x					<1% i produkt				Meget reaktiv /U/ og kan ikke analyseres /U/, EC50<1 mg/L men letnedbrydeligt /Y/	Ikke med pga. let nedbrydelig /Y/
Hydroxylamin	7803-49-8	Aminer	Fremkalder	x								"-1,23	nej	ja	ja	På effektlisten, Klassificering: R5 Xn;R22-48/22 Xi;R37/38-41 R43 N;R50	Med pga. klassificering og ingen oplysninger om nedbrydning
Imidazol			Fremkalder (svampemiddel?)	x										nej	nej	MST har givet farlighedsscoren A for vandmiljø pga. giftighed /J/. Sandsynligvis kun anvendt i begrænsede mængder, Eurofins kan ikke analysere	Ikke med pga. begrænsede mængder og analysebegrænsninger
Isobutylacetat	110-19-0	Acetat	Rengøring						x			1,78 /F/				Formentlig let nedbrydelig og ufarlig for vandmiljø vurderet ud fra lignende stoffer /U/, /F/: ikke bioakkumulerbar.	Ikke med pga. vurdering i /U/ og ikke bioakkumulerbar
Isocyanat			2-komponent-lim, fortynder						x	x			ja	ja		Med på MST's lister,	Med i særlige tilfælde pga. uønskede stoffer men begrænsede
Isoheptylacetat	90438-79-2	Ester	Fremkalder			x							nej	nej		/X/ vurderer let nedbrydelig eller ufarlig for vandmiljø og ikke bioakkumulerbart	Ikke med pga. vurdering i /X/
Isoheptylalkohol	70914-20-4	Alkohol	Fremkalder			x						1,75 /F/	nej	nej		/X/ vurderer let nedbrydelig eller ufarlig for vandmiljø og ikke bioakkumulerbart	Ikke med pga. vurdering i /X/
Isopropanol	67-63-0	Alkohol	Fortynder, rengøring, fugtevand, filler	x	x	x	x	x	x		178.800		nej		ja	Anvendes i store mængder, F;R11 Xi;R36 R67	Med pga. klassificering og forbrug
Isopropoxyethanol	109-59-1	Alkohol	Fortynder						x			0,05 /F/	nej	nej	ja	8% nedbrydning 28d /E/, Klassificering: Xn;R20/21 Xi;R36	Med pga. klassificering og lille nedbrydning
Isothiasoliner			Affedter, biocid i fugtevand				x		x		ca. 800		nej			Kan ikke umiddelbart måles, formentlig brugt i meget små mængder /U/	Ikke med pga. oplysninger i /U/

Stof	CASnr	Stofgruppe	Anvendelse	Reprofoto	Bogtryk	Flexotryk	Offset	Dybtryk	Serigrafi	Færdiggøre	Forbrug l/år	logKow	på l. over u.s	på effektliste	på liste over	Bemærkning/klassificering	Med/ikke med på nettoliste
Kaliumbromid	03-02-7758		Flexokliché			x						"-0,37 /F/	nej	nej	nej	Ikke øvrige info	Ikke med pga. ikke på l.o.f.s.
Kaliumdichromat	7778-50-9	Chromforbindelse	Rengøring	x									ja	ja	ja	Mut2;R46 Carc2;R49 Xn;R21 T;R25 Tx;R26 Xi;R37/38-41 R43 N;R50/53	Med pga. klassificering
Kaliumferricyanid	13746-66-2	Cyanidforbindels	Specialbad	x									nej	ja		Kaliumcyanid er på effektlisten, R26/27/28 R32 R50/53 /Ø/	Med pga. klassificering
Kationiske tensider			Rengøring			x							nej			Ikke let nedbrydelig, men er ikke umiddelbart er grundvandsproblem ifølge Milana /U/. LC50<1 mg/L og ikke let nedbrydelig /S/	Med i særlige tilfælde pga. toxicitet
Kobber	7440-50-8	Tungmetal	Fremstilling af cylinder, fugtevand			x	x						nej			Kobbersulfat, kobber(I)chlorid, kobber(I)oxid samt kobbernaphthenat er klassificeret som "sundhedsskadelige"	Med pga. klassificering
Koboltacetat	5743-26-0	Tungmetal	Fugtevand			x							nej	nej		Ingen klassificeringsdata, koboltforbindelser anses som mindre miljøskadeligt end øvrige tungmetaller	Ikke med, da der er mere miljøfarlige tungmetaller i
Koboltnitrat	10026-22-9	Tungmetal	Fugtevand			x							nej	nej		Kun med i offset pakken, er klassificeret R22, R40 og R43 /Ø/	Ikke med, da der er mere miljøfarlige tungmetaller i
Kviksølv	7439-97-6	Tungmetal	Fremstilling af cylinder					x					ja	ja		T;R23 R33 N;R50/53	Med pga. klassificering
Latex			Bindemiddel i lim						x				nej	nej		ingen info	Ikke med pga. forventet begrænset anvendelse og spild
Linolie			Bindemiddel i trykfarve	x		x							nej	nej	nej	Ofte tilsat konserveringsmidler og opløsningsmidler som formodes inddækket af de øvrige stoffer på listen. Ikke på l.o.f.s.	Ikke med pga. ikke på liste over f.s. og dækket af øvrige analyser
Maleinsyreharpiks		Naturharpiks	Bindemiddel i fotoemulsion	x		x				50-70% i produkt			nej	ja		Lav bioakkumulering /U/. På l.o.f.s. med klassif. Xn;R22 C;R34 R42/43.	Ikke med pga. lav bioakkumulering og klassificeret som farlig for vandmiljø
Methanol	67-56-1		Fortynder			x	x			10.800			nej			Let nedbrydeligt og ikke farligt for vandmiljøet	Ikke med pga. oplysninger i /U/
Methoxybutylacetat	2517-43-3		Rammevask						x			0,0 /F/	nej	nej		84% nedbrydning på 14d /E/	Ikke med pga. nedbrydning
Methylethylketon	78-93-3	Keton	Fortynder	x	x	x	x	x	x	31.200				ja		F;R11 Xi;R36 R66 R67	Med pga. klassificering og forbrug
Methylglycol	109-86-4	Glycoler	Korrektur			x						"-0,77 /F/	nej	ja		På effektlisten pga. <100 tons, 83% nedbrydning på 14 d /E/	Ikke med pga. nedbrydning
Methylisobutylketon	108-10-1	Keton	Rengøring, fortynder			x						1,19 /A/	nej	nej		84% nedbrydning på 14d /E/	Ikke med pga. nedbrydning
Methyltriacetosilaxan			Korrektur						x							Kan ikke analyseres ifølge Milana. Formodentlig anvendt i små mængder /U/	Ikke med pga. begrænset forbrug og analysebegrænsninger
Metol	55-55-0		Fremkalder	x						9,4 tons /Y/				ja		EC50<1 mg/L /Y/, Xn;R22-48/22 R43 N;R50/53	Med pga. klassificering og forbrug
Mineralolie	8012-95-1	Alifatiske kulbrinter	Trykfarver, olietank	x	x	x	x	x	x					nej		Ikke umiddelbart tilgængelige data, opl. I vand <1000 mg/L /U/	Med pga. hyppig anvendelse
Mineralsk terpentin	8052-41-3	Alifatiske kulbrinter	Rengøring, fortynder	x	x	x	x	x	x	144.000				ja		Carc2;R45 R10 Xn;R48/20-65	Med pga. klassificering og forbrug
Molybdatrød	12656-85-8	Blyforbindelse	Rødt pigment i trykfarver	x	x	x	x	x					ja	ja	ja	Rep1;R61 R33 Carc3;R40 Rep3;R62 N;R50/53	Med pga. klassificering
Morpholin		Bacteriocid	Trykfarver	x	x									ja		Bioakkumuleres ikke og kan ikke analyseres ifølge Milana /U/. På l.o.f.s. med klassif.R10 Xn;R20/21/22 C;R34	Ikke med pga. ikke klassificeret som farlig for vandmiljø og ikke bioakkumulerbar
Naphtoler			Rødt pigment i trykfarver	x	x	x	x	x					nej	nej	nej	MST oplyser at naphtoler kan fraspalte arylaminer og er derfor farlighedsklassificeret A. Der mangler ifølge MST oplysninger om pigmentets nedbrydning i miljøet /U/	Ikke med pga. ikke på l.o.f.s. og stoffet vil sandsynligvis farve mediet
Natriumbromid	7647-15-6	Bromsalte	Hærder	x	x							"-0,37 /F/		nej		Sikkert ikke noget grundvandsproblem /U/. Ikke på l.o.f.s., ikke bioakkumulerbart	Ikke med pga. ikke på liste over f.s. og ikke bioakkumulerbart
Natriumcyanid	143-33-9	Cyanidforbindels	Fremstilling af cylinder					x				"-1,69 /F/	nej	ja	ja	På effektlisten, hydrogencyanid er på l.o.f.s. med klassificering Fx;R12 Tx;R26 N;R50/53.	Med pga. klassificering
Natriumhydroxid	1310-73-2	Base	Skyggefjerner						x				nej	nej		På liste over farlige stoffer pga. ætsningsfare, /X/ vurderer let nedbrydelig eller ufarlig for vandmiljø og ikke bioakkumulerbart	Ikke med pga. vurdering i /X/
Natriumhypochlorit	7681-52-9	Oxidationsmiddel	Skyggefjerner						x				ja	nej	ja	Toxicitet over vandorg. EC50<1 mg/L /M/, /X/ vurderer en score på a, klassificering R31 C;R34, /Q/ oplyser at stoffet ier vurderet til ikke at skulle miljøklassificeres.	Ikke med pga. vurderinger i /Q/
Natriumhypophosphit	10039-56-2	Phosphiter	Afchromning					x					nej	nej	nej	Fuldt opløseligt i vand, ikke flere data, ikke på l.o.f.s.	Ikke med pga. ikke på liste over f.s.

Stof	CASnr	Stofgruppe	Anvendelse	Reprofoto	Bogtryk	Flexotryk	Offset	Dybtryk	Serigrafi	Færdiggøre	Forbrug l/år	logKow	På l. over u.s	På effektliste	På liste over	Bemærkning/klassificering	Med/ikke med på nettoliste
Natriumperjodat	7790-28-5	Perjodater	Stencilfjernere						x				nej	nej		Kan danne chlorerede methanprodukter. Risiko for dannelse af stoffet jodmethan, der er kræftfremkaldende /X/, i /X/ skønnes scoren C	Ikke med pga. vurdering i /X/
Nikkel	7440-02-0	Tungmetal	Fremstilling af cylinder					x					ja	ja		Carc3;R40 R43	Med pga. klassificering og hyppigt brug
N-methyl-2-pyrrolidon	872-50-4		Rammevask, korrektur			x			x				nej	nej		Let nedbrydeligt /X/	Ikke med pga. vurdering i /X/
n-pentanol	71-23-8	Alkohol	Fremkalder		x							0,25 /A/	nej	nej	ja	På l.o.f.s. med klassificering F;R11 Xi;R41 R67, sandsynligvis let nedbrydelig /beregning på E/	Ikke med pga. ikke klassificeret som farligt for vandmiljø og sandsynligvis let nedbrydeligt
n-Propanol		Propylalkohol	Pladefremkalder			x					4.800					Letnedbrydelig, ufarlig for vandmiljøet /U/	Ikke med pga. oplysninger i /U/
p-chlor-m-cresol	59-50-7	Cresoler	Konserveringsmiddel i fugtevand			x									ja	Xn;R21/22 Xi;R41 R43 N;R50	Med i særlige tilfælde pga. klassificering, men med lavt
Perjodsyre	10450-60-9	Oxidationsmiddel	Stencilfjernere						x				nej	nej		Kan danne chlorerede methanprodukter. Risiko for dannelse af stoffet jodmethan, der er kræftfremkaldende /X/, i /X/ skønnes scoren C	Ikke med pga. vurdering i /X/
Petroleum	8008-20-6	Alifatisk kulbri	Rengøring, smøremiddel	x	x	x	x	x	x		180.000				nej	Ikke på l.o.f.s. men stort forbrug	Med pga. forbrug
phenidon	92-43-3		Fremkalder	x							9,4 tons /Y/				ja	Xn;R22 N;R51/53, 1<EC50<10 og ikke let nedbrydelig ifølge /Y/	Med pga. klassificering og forbrug
Phenolformaldehyd-harpiks		Formaldehyd-harpiks	Bindemiddel i fotoemulsion og trykfarve		x	x							nej	nej		Ikke let nedbrydelig, ikke bioakkumulerbar og tox for fisk på EC50>100-200 mg/L /X/	Ikke med pga. vurdering i /X/
Phtalocyaninblå			Blåt pigment i trykfarver		x	x	x	x	x				nej	nej	nej	MST giver farlighedsscore b i vandmiljøet /J/. Ingen oplysninger om nedbrydning, indeholder kobber, ikke på l.o.f.s., vil farve mediet	Ikke med pga. ikke på l.o.f.s. og stoffet vil sandsynligvis farve mediet
Phtalocyaningrøn			Grønt pigment i trykfarver		x	x	x	x	x				nej	nej	nej	MST giver farlighedsscore b i vandmiljøet /J/. Ingen oplysninger om nedbrydning, ikke på l.o.f.s., vil farve mediet	Ikke med pga. ikke på l.o.f.s. og stoffet vil sandsynligvis farve mediet
p-methoxyphenol		Phenoler	Trykfarver		x	x	x		x							Let nedbrydeligt og ikke særlig toksisk, Milana kender ikke stoffet /U/.	Ikke med pga. oplysninger i /U/
Polydimethylsiloxan		Silicone	Antiskummer						x							MST vurderer let nedbrydelig eller ufarlig for vandmiljø og ikke bioakkumulerbart /T/	Ikke med pga. MST's vurdering
Polyvinylacetat	9003-20-7		Bindemiddel i lim							x			nej	nej		Stort set uopløselig i vand, ikke flere data, forventet begrænset anvendelse og spild.	Ikke med pga. begrænset anvendelse og spild
p-phenylendiaminderivater (CD2, CD3 og CD4)			Fremkalder	x							0-7 tons /Y/					Kan ikke analyseres og er meget reaktiv /U/. Ikke let nedbrydelig og EC50<1 mg/ /Y/.	Ikke med pga. analysebegrænsninger
Propylenglycol	57-55-6	Glycoler	Korrektur			x						"-0,3 /H/	nej	nej		LC50: 700 mg/L, EC50: 1000 mg/L. Lav potentiel bioakkumulerbarhed. Let nedbrydelig /H/	Ikke med pga. lav toxicitet og ikke bioakkum.
Rensebenzin (Heptan)	142-82-5	Alifatisk kulbri	Rengøring, fortynder	x	x	x	x	x	x	x	324.000		ja	ja		F;R11 Xi;R38 Xn;R65 R67 N;R50/53	Med pga. klassificering og forbrug
Siliciumdioxid	7631-86-9	Siliciumoxider	Fyldstof i trykfarve		x	x	x	x	x				nej	nej		Ingen oplysninger om miljøegenskaber, /X/ vurderer let nedbrydelig eller ufarlig for vandmiljø og ikke bioakkumulerbart	Ikke med pga. vurdering i /X/
Solveo	64742-95-6	Aromater	Fortynder, rammevask						x				nej	nej		Meget giftigt for vandmiljø	Med pga. giftighed
Sulfonater (LAS)		Anionisk detergent	Pladefremkalder, rengøring			x			x				nej	nej		Ikke let nedbrydelig, ikke bioakkumulerbart, formentlig ikke et grundvandsproblem /U/. Enkelte forbindelse er meget giftige for vandmiljø /S/	Med i særlige tilfælde pga. ikke let nedbrydeligt og giftigt for vandmiljø
Sølvbromid	7785-23-1	Sølvsalt	Fixer	x									nej	nej	nej	Ikke på l.o.f.s. men sølv er toksisk for vandmiljø	Med pga. sølvforbindelse
Sølvnitrat	7761-88-8	Sølvsalt	Fugtevand								42 t. /Y/			ja	ja	C;R34 N;R50/53	Med pga. klassificering og forbrug
Tetrachlorethylen	127-18-4	Chl. kulbrinte	Afvaskning fotopolymerplade, rengøring		x	x	x	x					ja	ja		Carc3;R40 N;R51/53	Med pga. klassificering
Tetrahydrofuran	109-99-9	Ethere	Korrektur			x				x	meget lidt /4/				ja	På l.o.f.s. med klassif. F;R11 R19 Xi;R36/37, 0% nedbrydning 28d	Med i særlige tilfælde pga. på liste over f.s. og ingen bionedbrydning, men små mængder
Thiourinstof	62-56-6		Specialbad, rengøring	x								"-1,02 /H/	nej	nej	ja	Xn;R22 Carc3;R40 Rep3;R63 N;R51/53, opl. 1,42E5 mg/L /A/, ikke let nedbrydeligt /beregning i /E/	Med pga. klassificering
Tin	7440-31-5	Tungmetal	Stereotypi		x										ja	Uorganisk tin er ikke klassificeret. Flere tinforbindelser er dog klassificeret f.eks. tincturachlorid: C;R34 R52/53.	Med pga. klassificering
Titandioxid		Uorganisk	Hvidt pigment		x	x	x	x	x				nej	nej		Vurderes i /X/ at være miljømæssigt uproblematisk	Ikke med pga. vurdering i /X/
Toluen	108-88-3	Aromater	Fortynder, rengøring, olietan	x	x	x	x	x	x		1.140.000				ja	F;R11 Xn;R20	Med pga. klassificering og forbrug

Stof	CASnr	Stofgruppe	Anvendelse	Reprofoto	Bogtryk	Flexotryk	Offset	Dybtryk	Serigrafi	Færdiggøre.	Forbrug l/år	logKow	På l. over u.s	På effektliste	På liste over	Bemærkning/klassificering	Med/ikke med på nettoliste
Triarylcarbonium forbindelser			Rød og blå pigment i trykfarve		x	x	x	x	x							Kraftigt farvende, jorden vil være farvet, kan ikke analyseres /U/, høj tox overfor fisk EC50<1mg/L /X/	Ikke med pga. kraftigt farvende og analysebegrænsninger
Trichlorethylen	79-01-6	Chl. kulbrinte	Metalkliché, offsetpladekor- rektur, rengøring	x	x	x	x	x			15.600				ja	Carc2;R45 Xi;R36/38 R67 Mut3;R68 R52/53	Med pga. klassificering og forbrug
Triethanolamin	102-71-6	Aminer	Pladefremkalder, affedter		x	x	x		x						nej	Toxisk ved lave konc, ikke let nedbrydelig /U/	Med i særlige tilfælde pga. toxicitet, men begrænsede mængder
Triethylenglycol	112-27-6	Glycoler	Korrektur				x								nej	Antageligt let nedbrydeligt og ikke bioakkumulerbart /U/, ikke på l.o.f.s. Ikke farlig	Ikke med pga. oplysninger i /U/ og /Y/
Trinatriumphosphat	10101-89-0	Uorganisk	Blødgører					x					nej	nej	nej	Klassif.: Xi, R36/38, ikke øvrige info, ikke på l.o.f.s., formentlig brugt begrænset omfang, da det er additiv	Ikke med pga. ikke på l.of.s. og begrænset forbrug
Xylen (Xylol)	1330-20-7	Aromater	Fremstilling af cylinder, fortynder, rengøring,	x	x	x	x	x	x	x	2.400				ja	R10 Xn;R20/21 Xi;R38	Med pga. klassificering og forbrug
Zink	7440-66-6	Tungmetal	Fugtevand, korrektur, metalpladekliche		x	x	x								nej	Visse organiske zinkforbindelser er klassificeret som "sundhedsskadelige".	Med pga. tungmetal

## **Bilag 2**

**Datablade for udvalgte stoffer.**



I dette bilag præsenteres datablade for de udvalgte enkeltstoffer, der er indeholdt på nettolisten over anvendte stoffer på trykkerierne. Der er medtaget datablade for følgende stoffer:

### **Kulbrinter**

- Benzen
- Cyklohexan
- Diethylbenzen
- Hexan
- Mineralsk terpentin
- Petroleum
- Rensebenzin (n-heptane)
- Solvesso
- Toluen
- 1,2,4-trimethylbenzen
- 1,3,5-trimethylbenzen (mesitylen)
- Xylen

### **Polære kulbrinter**

- Acetone
- Ethylacetat
- Isopropanol
- Isopropoxyethanol
- Methylethylketon (MEK)

### **Chlorerede kulbrinter**

- 1,2-dichlorethan
- 1,2-dichlorethylen
- Dichlormethan
- PCE
- TCA
- TCE

### **Tungmetalholdige stoffer**

- Antimon
- Bly
- Blychromater
- Chrom (samt dichromat, kaliumdichromat)
- Kobber
- Kviksølv
- Blychromatmolybdatsulfatrød (molybdatrød)
- Nikkel
- Sølv (sølvnitrat)
- Tin
- Zink

### **Øvrige forbindelser**

- Alkylphenoethoxylat
- Ammoniumthiocyanat
- Ammoniumthiosulfat
- Buthylhydroxytoluen
- Benzotriazol
- Dibuthylphtalat
- Diethanolamin
- Ethanolamin
- Ethylendiamin
- Hydroxylamin
- Isocyanat (cyanidforbindelser)
- Kationiske tensider
- Metol (4-methylaminophenolsulfat)
- p-chlor-m-cresol
- Phenidon (1-phenyl-3-pyrazolidon)
- Tetrahydrofuran
- Thiourinstof
- Triethanolamin

Sidst i dette bilag er der vedlagt en oversigt over faresymboler og R-sætninger til fortolkning af klassificeringer.



## Kulbrinter

Navn	Benzen	Enhed
Synonym	Benzol	
CAS nr.	71-43-2	
Kemisk formel	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	
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
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	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/m <sup>3</sup>
B-værdi	0,005	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	1,6	mg/m <sup>3</sup>

Navn	Cyclohexan	Enhed
Synonym	-	
CAS nr.	110-82-7	
Kemisk formel	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	
Tilstandsform	Farveløs væske	
Molvægt	84,16	g/mol
Densitet	0,779	g/mL
Kogepunkt	80,7	°C
Vandopløselighed	Ringe opløselig, < 0,1g/100 mL (17 °C)	mg/L
Flammepunkt	-18	°C
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	-	
Klassificering	R11, R65, R38, R50/53, R67	
<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	172	mg/m <sup>3</sup>

Navn	Diethylbenzen	Enhed	Referencer
Synonym	Diethylbenzen (mixture)		/B/
CAS nr.	25340-17-4		/B/
Kemisk formel	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub>		/B/
Tilstandsform	Ingen data		
Molvægt	134,22	g/mol	/B/
Densitet	0,87	g/mL	/B/
Kogepunkt	180-182	°C	/B/
Vandopløselighed	319	mg/L	/B/
Damptryk	Ingen data	mm Hg	
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	4,07		/J/
Klassificering	Ikke klassificeret		
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	25#	mg/kg TS	/D/
Grundvand	9#	µg/L	/D/
Afdampning	0,03*	mg/m <sup>3</sup>	/D/
B-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>	
At-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>	

#Sum af C5-C10 kulbrinter

\*Sum af C9-C10 aromatiske kulbrinter.

Navn	Hexan	Enhed	Referencer
Synonym	n-hexan, dipropyl		/B/
CAS nr.	110-54-3		/B/
Kemisk formel	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>		/B/
Tilstandsform	Farveløs væske		/B/
Molvægt	86,18	g/mol	/B/
Densitet	0,655	g/mL	/B/
Kogepunkt	69	°C	/B/
Vandopløselighed	9,5	mg/L	/B/
Damptryk	151 (25°C)	mm Hg	/J/
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	3,9		/J/
Klassificering	F;R11 Xi;R38 Xn;R48/20-65 Rep3;R62 R67 N;R51/53		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	25#	mg/kg TS	/D/
Grundvand	9#	µg/L	/D/
Afdampning	Intet kriterium	mg/m <sup>3</sup>	
B-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>	
At-værdi	90	mg/m <sup>3</sup>	/F/

#Sum af C5-C10 kulbrinter

Navn	Mineralolie	Enhed	Referencer
Synonym			
CAS nr.	8012-95-1		/B/
Kemisk formel	-		
Tilstandsform	Farveløs væske		/B/
Molvægt	-	g/mol	
Densitet	0,875	g/mL	/B/
Kogepunkt	360	°C	/B/
Vandopløselighed	<1.000	mg/L	/B/
Damptryk	-	mm Hg	
Oktanolvand fordeling (logK <sub>OW</sub> )	-		
Klassificering	Ikke klassificeret		
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	100 <sup>#</sup>	mg/kg TS	/D/
Grundvand	9 <sup>#</sup>	µg/L	/D/
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>	
B-værdi	0,003	mg/m <sup>3</sup>	/E/
At-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>	

<sup>#</sup> Sum af C5-C35 kulbrinter

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
Oktanolvand fordeling (logK <sub>OW</sub> )	-	
Klassificering	Carc2; R45, R10, Xn; R48/20-65	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	25 <sup>#</sup>	mg/kg TS
Grundvand	9 <sup>□</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>□</sup>Sum af C7-C12 kulbrinter.

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

Navn	Petroleum	Enhed	Referencer
Synonym	Kerosen		/B/
CAS nr.	8008-20-6		/B/
Kemisk formel	Ingen data		
Tilstandsform	Gul væske		/B/
Molvægt	Ingen data	g/mol	
Densitet	0,8	g/mL	/B/
Kogepunkt	151-325	°C	/B/
Vandopløselighed	Uopløselig	mg/L	/B/
Damptryk	Ingen data	mm Hg	
Oktanolvand fordeling (logK <sub>OW</sub> )	Ingen data		
Klassificering	Ingen data		
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	100#	mg/kg TS	/D/
Grundvand	9#	µg/L	/D/
Afdampning	Intet kriterium	mg/m <sup>3</sup>	
B-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>	
At-værdi	180	mg/m <sup>3</sup>	/F/

# Sum af C5-C35 kulbrinter

Navn	Rensebenzin	Enhed	Referencer
Synonym	n-heptane, dipropylmethan		/B/
CAS nr.	142-82-5		/B/
Kemisk formel	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>		/B/
Tilstandsform	Farveløs væske		/B/
Molvægt	100,20	g/mol	/B/
Densitet	0,684	g/mL	/B/
Kogepunkt	98,4	°C	/B/
Vandopløselighed	100	mg/L	/B/
Damptryk	Ingen data	mm Hg	
Oktanolvand fordeling (logK <sub>OW</sub> )	4,66		/J/
Klassificering	F;R11 Xi;R38 Xn;R65 R67 N;R50/53		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	25#	mg/kg TS	/D/
Grundvand	9#	µg/L	/D/
Afdampning	Intet kriterium	mg/m <sup>3</sup>	
B-værdi	1	mg/m <sup>3</sup>	/E/
At-værdi	820	mg/m <sup>3</sup>	/F/

#Sum af C5-C10 kulbrinter

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

#Sum af C5-C35 kulbrinter

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
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	-	
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>



Navn	1,2,4-trimethylbenzen	Enhed	Referencer
Synonym	1,3,4-trimethylbenzen		/B/
CAS nr.	95-63-6		/B/
Kemisk formel	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>		/B/
Tilstandsform	Farveløs væske		/B/
Molvægt	120,19	g/mol	/B/
Densitet	0,876	g/mL	/B/
Kogepunkt	169	°C	/B/
Vandopløselighed	Svagt blandbar	mg/L	/B/
Damptryk	2,1 (25 °C)	mm Hg	/J/
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	3,78		/J/
Klassificering	R10 Xn;R20 Xi;R36/37/38 N;R51/53		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	25#	mg/kg TS	/D/
Grundvand	1□	µg/L	/Δ/
Afdampning	0,03*	mg/m <sup>3</sup>	/D/
B-værdi	0,03	mg/m <sup>3</sup>	
At-værdi	100	mg/m <sup>3</sup>	/F/

#Sum af C5-C10 kulbrinter

□Sum af 1-methyl-3-ethylbenzen, 1,2,4-trimethylbenzen og 1,3,5-trimethylbenzen.

\*Sum af C9-C10 aromatiske kulbrinter.

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
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	3,42	
Klassificering	R10 Xi;R37 N;R51/53	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	25#	mg/kg TS
Grundvand	1□	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

□Sum af 1-methyl-3-ethylbenzen, 1,2,4-trimethylbenzen og 1,3,5-trimethylbenzen.

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

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
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	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>

## 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 (logK <sub>ow</sub> )	3,78	
Klassificering	R10, Xn;R20, Xi;R36/37/38, N;R51/53	
Kvalitetskriterier		
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>

Navn	Ethylacetat	Enhed
Synonymer	Eddikesyreester, 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
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	0,66 / 0,73	-
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	F	
Kvalitetskriterier		
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>

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 (logK <sub>ow</sub> )	-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>

Navn	Isopropoxyethanol	Enhed	Referencer
Synonym	2-isopropoxyethanol, isopropylglycol		/B/
CAS nr.	109-59-1		/B/
Kemisk formel	C5H12O2		/B/
Tilstandsform	-		
Molvægt	104,15	g/mol	/B/
Densitet	-	g/mL	
Kogepunkt	-	°C	
Vandopløselighed	-	mg/L	
Damptryk	-	mm Hg	
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	0,05		/G/
Klassificering	Xn;R20/21 Xi;R36		/C/
<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	22	mg/m <sup>3</sup>	/F/

Navn	Methylethylketon (MEK)	Enhed	Referencer
Synonym	Methylacetone, butanon		/B/
CAS nr.	78-93-3		/B/
Kemisk formel	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O		/B/
Tilstandsform	Klar farveløs væske		/B/
Molvægt	72,11	g/mol	/B/
Densitet	0,805	g/mL	/B/
Kogepunkt	79,6	°C	/B/
Vandopløselighed	256E+3	mg/L	/B/
Damptryk	95,3 (25°C)	mm Hg	/J/
Oktanøl-vand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	0,29		/J/
Klassificering	F;R11 Xi;R36 R66 R67		/C/
<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>	

## Chlorerede kulbrinter

Navn	1,2-dichlorethan	Enhed	Referencer
Synonym	Ethylendichlorid		/B/
CAS nr.	107-06-2		/B/
Kemisk formel	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>		/B/
Tilstandsform	Klar væske med sød duft af chloroform		/B/
Molvægt	98,96	g/mol	/B/
Densitet	1,253	g/mL	/B/
Kogepunkt	83,5	°C	/B/
Vandopløselighed	8.600	mg/L	/B/
Damptryk	78,9 (25 °C)	mm Hg	/J/
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	1,48		/J/
Klassificering	Carc2;R45 F;R11 Xn;R22 Xi;R36/37/38		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	1	mg/kg TS	/D/
Grundvand	1	µg/L	/D/
Afdampning	1E-4	mg/m <sup>3</sup>	/D/
B-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>	
At-værdi	4	mg/m <sup>3</sup>	/F/

Navn	1,2-dichlorethylen	Enhed	Referencer
Synonym	cis/trans 1,2-dichlorethylen		/B/
CAS nr.	540-59-0		/B/
Kemisk formel	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>		/B/
Tilstandsform	Farveløs væske		/B/
Molvægt	96,94	g/mol	/B/
Densitet	1,265	g/mL	/B/
Kogepunkt	48-60	°C	/B/
Vandopløselighed	3.500-6.300	mg/L	/J/
Damptryk	201-331 (25°C)	mm Hg	/J/
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	1,86-2,09		/J/
Klassificering	F;R11 Xn;R20 R52/53		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	85	mg/kg TS	/D/
Grundvand	1#	µg/L	/D/
Afdampning	0,4	mg/m <sup>3</sup>	/D/
B-værdi	0,4	mg/m <sup>3</sup>	/E/
At-værdi	790	mg/m <sup>3</sup>	/E/

# Sum af chlorerede opløsningsmidler

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
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	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>

Navn	Tetrachlorethylen	Enhed
Synonym	PCE, Perchlor	
CAS nr.	127-18-4	
Kemisk formel	C <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub>	
Tilstandsform	Farveløs væske	
Molvægt	165,8	g/mol
Densitet	1,623	g/mL
Kogepunkt	121,1	°C
Vandopløselighed	150 (25 °C)	mg/L
Damptryk	18,5	mm Hg
Oktanolvand fordelings (logK <sub>ow</sub> )	3,4	
Klassificering	Carc3;R45 Mut3;R68 R52/53	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	5	mg/kg TS
Grundvand	1	µg/L
Afdampning	0,006	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	0,01	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	70	mg/m <sup>3</sup>

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 (logK <sub>ow</sub> )	2,2	
Klassificering	Xn; R20 N; R59	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	200	mg/kg TS
Grundvand	1	µg/L
Afdampning	0,5	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	0,5	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	275	mg/m <sup>3</sup>

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 (logK <sub>ow</sub> )	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/m <sup>3</sup>
B-værdi	0,04	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	55	mg/m <sup>3</sup>



## Tungmetalholdige stoffer

Navn	Antimon	Referencer
Kemisk betegnelse	Sb	/I/
Atomnummer	51	/I/
Synonym	Stiban, stibonium	/I/
CAS-nr.	7440-36-0	/I/
Generelt	Antimon er et naturligt forekommende metalloid fra samme kemiske hovedgruppe som arsen og fosfor og anvendes i dag primært som flammehæmmere i plast, tekstiler mv.	/I/
Optræder i følgende oxidationstrin	Antimon optræder på følgende oxidationstrin: -3, 0, +3 og +5, hvor +3 og +5 er de typiske.	/I/
Mest forekommende ioner i jord/vand	Typiske forbindelser er sulfid-, hydroxid- eller oxidforbindelser (Sb(OH) <sub>3</sub> eller Sb(OH) <sub>6</sub> <sup>-</sup> ). Metallisk antimon er uopløseligt i vand mens f.eks. oxid- og sulfidforbindelserne er svagt opløselige i vand.	/I/
Redoxforhold	Ingen data.	
Udfældning/ opløselighed	Det er primært udfældninger med oxider af Fe, Al og Mn, som har betydning for antimons opførsel i jord og grundvand.	/I/
Sorption	Sorption er vigtigt for antimons fordeling og tilbageholdelse i jord. Sorptionen påvirkes af biometyleringen af antimon, der kan gøre forbindelserne mere mobile.	/I/
Kompleksring	Dannelse af komplekser med organiske stoffer anses ikke for betydende for den samlede skæbne i miljøet. Mobiliteten kontrolleres af binding til ler og mineraler.	/I/
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Antimonforbindelserne er generelt klassificeret som sundhedsskadelige (Xn;R20/22) og miljøfarlige (N;R51/53). Visse antimonforbindelser har dog særskilt klassificering f.eks. er antimontrioxid klassificeret som kræftfremkaldende (Carc.3;R40) og antimontriflourid er klassificeret som giftig og miljøfarlig.	/I/
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	Intet kriterium	
Grundvand	Intet kriterium	
Afdampning	Intet kriterium	
B-værdi	0,001 mg/m <sup>3</sup>	/E/
At-værdi	0,5 mg/m <sup>3</sup>	/E/

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 (logK <sub>ow</sub> )	-	
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>

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 (logK <sub>ow</sub> )	-	
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): 0,001	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	Bly: 0,05 Chrom: 0,5	mg/m <sup>3</sup>

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
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	-	
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>

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 <sup>3+</sup> , mens Cr(+VI) i det terrestriske miljø findes som anionen chromat, CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> eller HCrO <sub>4</sub> <sup>-</sup> .
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>

<b>Navn</b>	<b>Kobber</b>
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>

Navn	Kviksølv	Enhed
Synonym	Metallisk kviksølv	
CAS nr.	7439-97-6	
Kemisk formel	Hg	
Tilstandsform	Sølvagtig flydende væske	
Molvægt	200,59	g/mol
Densitet	13,5	g/mL
Kogepunkt		
Vandopløselighed	6*10 <sup>-6</sup> (25OC)	
Damptryk	1,22*10 <sup>-3</sup>	mm Hg
Oktanøl-vand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	-	
Klassificering	T	
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	1	mg/kg TS
Grundvand	0,1	µg/L
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>
B-værdi	0,0001	mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	0,025	mg/m <sup>3</sup>

Navn	Nikkel
Kemisk betegnelse	Ni
Atomnummer	28
Generelt	Nikkel er et essentielt grundstof for mange planter og dyr. Der har i en årrække været fokus på nikkel som følge af mange tilfælde af nikkelallergi.
Optræder i følgende oxidationstrin	Nikkel forekommer på følgende oxidationstrin: 0, +II og +III. Oxidationstrin +II er mest almindeligt i salte.
Mest forekommende ioner i jord/vand	Nikkel findes som Ni <sup>2+</sup> i det terrestriske miljø.
Redoxforhold	Redoxprocesser har ingen betydning for nikkels opførsel i jord og grundvand.
Udfældning/opløselighed	Opløseligheden af nikkel i det terrestriske miljøer kan potentielt styres af sulfider og i mindre grad hydroxider og carbonater.
Sorption	Sorption har stor betydning for nikkels fordeling i jord og grundvand. Også for sorption af nikkel er pH den dominerende faktor. Regressionsligning til estimation af K <sub>d</sub> -værdier for nikkel afhængig af pH findes i litteraturen.
Kompleksring	Kompleksdannelse er vigtigt for nikkels fordeling i jord og grundvand. Nikkel danner komplekser med uorganiske ligander som chlorid og carbonat samt med organiske ligander. Dannelse af nikkelkomplekser i matricer med højt indhold af organiske stof vil kunne øge nikkels mobilitet.
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Nikkel, nikkelcarbonat, nikkelcarbonyl, nikkeldihydroxid, nikkeldioxid, nikkelmonooxid, nikkelsulfat og nikkelsulfid er klassificeret som "kræftfremkaldende". Nikkelcarbonat, nikkeldihydroxid og nikkelsulfat er endvidere klassificeret som "sundhedsskadeligt".
<b>Kvalitetskriterier</b>	
Jord	30 mg/kg TS
Grundvand	10 µg/l
Afdampning	-
B-værdi	0,0001 mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	0,05 mg/m <sup>3</sup>



Navn	Sølv	Referencer
Kemisk betegnelse	Ag	/K/
Atomnummer	47	/K/
Synonym		
CAS-nr.	7440-22-4	/K/
Generelt	Sølv forekommer naturligt i jorden og de primære anvendelser er til smykke-, foto- og elektronikindustrien. Sølv er meget toksisk overfor mikroorganismer.	/K/
Optræder i følgende oxidationstrin	Sølv optræder på følgende oxidationstrin: 0, +1, +2, +3.	/K/
Mest forekommende ioner i jord/vand		
Redoxforhold		
Udfældning/opløselighed	Metallisk sølv er uopløseligt. Sølvnitrat (CAS nr. 7761-88-8) har en opløselighed på 2160 mg/L.	/K/
Sorption	Sølv bindes meget hårdt til jorden. Sorption er dog aftagende med faldende pH og med faldende indhold af organisk stof i jorden.	/K/
Kompleksring		
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Metallisk sølv er ikke klassificeret, sølvbromid er ikke klassificeret, sølvnitrat: C;R34 N;R50/53	/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	1 mg/kg	/D/
Grundvand	-	
Afdampning	-	
B-værdi	-	
At-værdi	0,01 mg/m <sup>3</sup>	/F/

Navn	Tin	Referencer
Kemisk betegnelse	Sn	/K/
Atomnummer	50	/K/
Synonym		
CAS-nr.	7440-31-5	/K/
Generelt	Tin findes naturligt i både jord og vand. Tin anvendes typisk til legeringer, tintøj og til fortinning.	/K/
Optræder i følgende oxidationstrin	Tin optræder på følgende oxidationstrin: 0, +2 og +4.	/K/
Mest forekommende ioner i jord/vand	Tin forekommer mest som Sn <sup>4+</sup> .	/K/
Redoxforhold	Ingen data.	
Udfældning/opløselighed	Metallisk tin er uopløseligt.	/K/
Sorption	Tin bindes meget hårdt til jorden, men kan dog mobiliseres ved f.eks lav pH, methylering eller reduceret indhold af organisk stof.	/K/
Kompleksring	Ingen data	
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Uorganisk tin er ikke klassificeret. Flere tinforbindelser er dog klassificeret f.eks. tintetrachlorid: C;R34 R52/53.	/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>		
Jord	500/20 mg/kg (20 mg/kg er et økotoxikologisk kriterium)	/D/, /K/
Grundvand	-	
Afdampning	-	
B-værdi	0,02 mg/m <sup>3</sup>	/E/
At-værdi	organiske tinforbindelser 0,1 mg/m <sup>3</sup> uorganiske forbindelser 2 mg/m <sup>3</sup>	/F/

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 $Zn^{2+}$ 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. $K_d$ -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 $K_d$ øges med en faktor 8.
Kompleksring	Zink danner komplekser med tetraæderisk 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	-

## Øvrige forbindelser

Navn	Alkylphenoletoxylat	Enhed
Synonym	Nonylphenolether	
CAS nr.	26027-38-3/26571-11-9	
Kemisk formel	-	
Tilstandsform	-	
Molvægt	-	g/mol
Densitet	1,06	g/mL
Kogepunkt	250	°C
Vandopløselighed	-	mg/L
Damptryk	-	mmHg
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	5,3	
Klassificering	Ikke på liste over farlige stoffer, foreslået miljøfareklassifikation 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	-	mg/m <sup>3</sup>

Navn	Ammoniumthiocyanat	Enhed	Referencer
Synonym	Ammoniumsulfocyanid		/B/
CAS nr.	1762-95-4		/B/
Kemisk formel	CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> S		/B/
Tilstandsform	Krystaller		/B/
Molvægt	76,12	g/mol	/B/
Densitet	1,305	g/mL	/B/
Kogepunkt	170	°C	/B/
Vandopløselighed	1,28E+6	mg/L	/B/
Damptryk	-	mm Hg	
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	-2,29 (estimat)		/A/
Klassificering	Ikke på listen over farlige stoffer		
<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>	

Navn	Ammoniumthiosulfat	Enhed	Referencer
------	--------------------	-------	------------

Synonym	Ammoniumhyposulfit		/B/
CAS nr.	7783-18-8		/B/
Kemisk formel	H <sub>8</sub> N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> S <sub>2</sub>		/B/
Tilstandsform	Farveløse krystaller		/B/
Molvægt	148,19	g/mol	/B/
Densitet	Ingen data	g/mL	
Kogepunkt	Ingen data	°C	
Vandopløselighed	640E+3	mg/L	/B/
Damptryk	Ingen data	mm Hg	
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	0,93 (estimeret)		/G/
Klassificering	R35 R36 R37		/H/
<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>	

Navn	Benzotriazol	Enhed	Referencer
Synonym	1H-benzotriazol		/B/
CAS nr.	95-14-7		/B/
Kemisk formel	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> N <sub>3</sub>		/B/
Tilstandsform	Hvide krystaller		/B/
Molvægt	119,13	g/mol	/B/
Densitet	Ingen data	g/mL	
Kogepunkt	350	°C	/B/
Vandopløselighed	1E+3 - 1E+4	mg/L	/J/
Damptryk	4E-2	mm Hg	/J/
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	1,34		/J/
Klassificering	Ikke klassificeret		
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	30	mg/kg TS	/D/
Grundvand	-	µg/L	
Afdampning	-	mg/m <sup>3</sup>	
B-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>	
At-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>	

Navn	Buthylhydroxytoluen	Enhed	Referencer
Synonym	2,6-di-tert-butyl-4-methylphenol		/B/
CAS nr.	128-37-0		/B/
Kemisk formel	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O		/B/
Tilstandsform	Fast stof		/B/
Molvægt	220,35	g/mol	/B/
Densitet	1,048	g/mL	/B/
Kogepunkt	265	°C	/B/
Vandopløselighed	0,6	mg/L	/J/
Damptryk	-	mm Hg	
Oktanøl-vand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	4,17		/J/
Klassificering	Ikke klassificeret		
<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>	/E/
At-værdi	10	mg/m <sup>3</sup>	/F/

Navn	Cyanider
Kemisk betegnelse	Cn
Forekomst i jord/vand	<p>Hyppigst forekommende forbindelser i jord- og grundvandssammenhæng er:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrogencyanid (blåsyre)</li> <li>• simple cyanider, f.eks. natrium- og kaliumcyanid</li> <li>• komplekse jerncyanider,</li> <li>• thiocyanater, forbindelser hvori gruppen -SCN indgår</li> </ul> <p>På metalliseringsvirksomheder foreligger cyanider hovedsageligt som simple cyanider.</p>
Redoxforhold	-
Cyanidfraktioner i kemiske analyser	<p>Fri cyanid: Cyanbrinte og fri cyanidioner</p> <p>Syreflygtig cyanid: Den del af totalcyanid, som kan frigives som cyanbrinte med syre</p> <p>Total cyanid: Alt det tilstedeværende cyanid</p>
Mobilitet og nedbrydning	<p>Simple cyanider er meget mobile og tilbageholdes ikke i den umættede zone.</p> <p>Nedbrydning af cyanid kan spille en stor rolle på metalliseringsvirksomheder.</p>
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	De simple cyanider er meget toksiske, hvorimod jerncyaniderne er meget lidt toksiske
<b>Kvalitetskriterier</b>	
Jord	<p>syreflygtige: 10 mg/kg TS</p> <p>uorganiske: 500 mg/kg TS</p>
Grundvand	<p>syreflygtige: -</p> <p>uorganiske: 50 µg/l</p>
Afdampning	<p>syreflygtige: 0,06 mg/m<sup>3</sup></p> <p>uorganiske: -</p>
B-værdi	0,06 mg/m <sup>3</sup>
At-værdi	5 mg/m <sup>3</sup>

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 (logK <sub>ow</sub> )	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>

Navn	Diethanolamin	Enhed
Synonym	2,2'-iminodiethanol	
CAS nr.	111-42-2	
Kemisk formel	C <sub>4</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>2</sub>	
Tilstandsform	Viskøs væske eller farveløse krystaller	
Molvægt	105,14	g/mol
Densitet	1,09	g/mL
Kogepunkt	270	°C
Vandopløselighed	Opløselig, >10g/100 mL (14 °C)	mg/L
Flammepunkt	138	°C
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	-	
Klassificering	Xn;R22-48/22 Xi;R38-41	
<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	2	mg/m <sup>3</sup>



Navn	Ethanolamin	Enhed	Referencer
Synonym	Aminoethanol		/B/
CAS nr.	141-43-5		/B/
Kemisk formel	C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> NO		/B/
Tilstandsform	Farveløs væske		/B/
Molvægt	61,08	g/mol	/B/
Densitet	1,012	g/mL	/B/
Kogepunkt	170	°C	/B/
Vandopløselighed	Blandbar	mg/L	/B/
Damptryk	0,26	mm Hg	/J/
Oktanolvandfordeling (logK <sub>ow</sub> )	-1,31		/J/
Klassificering	Xn;R20 Xi;R36/37/38		/C/
<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>	/E/
At-værdi	2,5	mg/m <sup>3</sup>	/F/

Navn	Ethylendiamin	Enhed	Referencer
Synonym	1,2-ethanoldiamin		
CAS nr.	107-15-3		/B/
Kemisk formel	C <sub>2</sub> H <sub>8</sub> N <sub>2</sub>		/B/
Tilstandsform	Farveløs væske		/B/
Molvægt	60,1	g/mol	/B/
Densitet	0,899	g/mL	/B/
Kogepunkt	79,6	°C	/B/
Vandopløselighed	>1E+5	mg/L	/B/
Damptryk	12 (25°C)	mm Hg	/J/
Oktanolvandfordeling (logK <sub>ow</sub> )	-1,62		/J/
Klassificering	R10 Xn;R21/22 C;R34 R42/43		/C/
<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	25	mg/m <sup>3</sup>	/F/

Navn	Hydroxylamin	Enhed	Referencer
Synonym			
CAS nr.	7803-49-8		/B/
Kemisk formel	H <sub>3</sub> NO		/B/
Tilstandsform	-		
Molvægt	33,03	g/mol	/B/
Densitet	1,078	g/mL	/B/
Kogepunkt	107	°C	/B/
Vandopløselighed	-	mg/L	
Damptryk	-	mm Hg	
Oktanolvandfordeling (logK <sub>ow</sub> )	-1,23 (estimeret)		/G/
Klassificering	R5 Xn;R22-48/22 Xi;R37/38-41 R43 N;R50		/C/
<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>	

Navn	Metol	Enhed	Referencer
Synonym	4-methylaminophenolsulfat		/B/
CAS nr.	55-55-0		/B/
Kemisk formel	C <sub>14</sub> H <sub>20</sub> N <sub>2</sub> O <sub>6</sub> S		/B/
Tilstandsform	Fast krystallinsk stof		/B/
Molvægt	344,38	g/mol	/B/
Densitet	Ingen data	g/mL	
Kogepunkt	Ingen data	°C	
Vandopløselighed	5E+4	mg/L	/B/
Damptryk	Ingen data	mm Hg	
Oktanolvandfordeling (logK <sub>ow</sub> )	0,79		/J/
Klassificering	Xn;R22-48/22 R43 N;R50/53		/C/
<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>	

Navn	p-chlor-m-cresol	Enhed	Referencer
Synonym	4-chlor-3-methylphenol		/B/
CAS nr.	59-50-7		/B/
Kemisk formel	C <sub>7</sub> H <sub>7</sub> ClO		/B/
Tilstandsform	Hvide krystaller		/B/
Molvægt	142,58	g/mol	/B/
Densitet	-	g/mL	
Kogepunkt	235	°C	/B/
Vandopløselighed	3,85E+3	mg/L	/J/
Damptryk	-	mm Hg	/J/
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	3,1		/J/
Klassificering	Xn;R21/22 Xi;R41 N;R50		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	3#	mg/kg TS	/D/
Grundvand	0,1#	µg/L	/D/
Afdampning	2E-5#	mg/m <sup>3</sup>	/D/
B-værdi	8E-4#	mg/m <sup>3</sup>	/E/
At-værdi	-	mg/m <sup>3</sup>	

# Sum af chlorphenoler

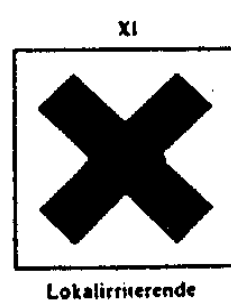
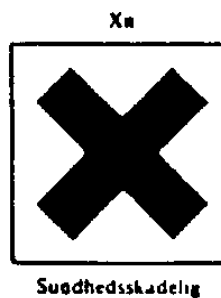
Navn	Phenidon	Enhed	Referencer
Synonym	1-phenyl-3-pyrazolidon		/B/
CAS nr.	92-43-3		/B/
Kemisk formel	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> N <sub>2</sub> O		/B/
Tilstandsform	Ingen data		
Molvægt	162,19	g/mol	/B/
Densitet	Ingen data	g/mL	
Kogepunkt	Ingen data	°C	
Vandopløselighed	1,16E+4	mg/L	/B/
Damptryk	1,63E-5 (25°C)	mm Hg	/J/
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	0,89		/J/
Klassificering	Xn;R22 N;R51/53		/C/
<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>	

Navn	Tetrahydrofuran	Enhed	Referencer
Synonym	THF, 1,4-epoxybutan		/B/
CAS nr.	109-99-9		/B/
Kemisk formel	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O		/B/
Tilstandsform	Farveløs væske		/B/
Molvægt	72,11	g/mol	/B/
Densitet	0,886	g/mL	B
Kogepunkt	66	°C	/B/
Vandopløselighed	3E+5	mg/L	/B/
Damptryk	1,62E+2	mm Hg	/J/
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	0,46		/J/
Klassificering	F;R11 R19 Xi;R36/37		/C/
<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>	/E/
At-værdi	148	mg/m <sup>3</sup>	/F/

Navn	Thiourinstof	Enhed	Referencer
Synonym	Thiourea		/B/
CAS nr.	62-56-6		/B/
Kemisk formel	CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> S		/B/
Tilstandsform	Hvide krystaller		/B/
Molvægt	76,12	g/mol	/B/
Densitet	1,405	g/mL	/B/
Kogepunkt	-	°C	
Vandopløselighed	1,42E+5	mg/L	/B/
Damptryk	1,83E-4 (25°C)	mm Hg	/J/
Oktanolvand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	-1,02		/J/
Klassificering	Xn;R22 Carc3;R40 Rep3;R63 N;R51/53		/C/
<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>	

Navn	Triethanolamin	Enhed	Referencer
Synonym	Triethanol, TEA		/B/
CAS nr.	102-71-6		/B/
Kemisk formel	C <sub>6</sub> H <sub>15</sub> NO <sub>3</sub>		/B/
Tilstandsform	Gul væske		/B/
Molvægt	149,19	g/mol	/B/
Densitet	1,126	g/mL	/B/
Kogepunkt	335,4	°C	/B/
Vandopløselighed	>1E+5	mg/L	/B/
Damptryk		mm Hg	
Oktanøl-vand fordeling (logK <sub>ow</sub> )	-1,5		/J/
Klassificering	Ikke klassificeret		
<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>	/E/
At-værdi	3,1	mg/m <sup>3</sup>	/F/

## FARESYMBOLER OG FAREBETEGNELSER





## R-SÆTNINGER

- R1 Eksplosiv i tør tilstand
- R2 Eksplosionsfarlig ved stød, gnidning, ild eller andre antændelseskilder
- R3 Meget eksplosionsfarlig ved stød, gnidning, ild eller andre antændelseskilder
- R4 Danner meget følsomme eksplosive metalforbindelser
- R5 Eksplosionsfarlig ved opvarmning
- R6 Eksplosiv ved og uden kontakt med luft
- R7 Kan forårsage brand
- R8 Brandfarlig ved kontakt med brandbare stoffer
- R9 Eksplosionsfarlig ved blanding med brandbare stoffer
- R10 Brandfarlig
- R11 Meget brandfarlig
- R12 Yderst brandfarlig
- R14 Reagerer voldsomt med vand
- R15 Reagerer med vand under dannelse af yderst brandfarlige gasser
- R16 Eksplosionsfarlig ved blanding med oxiderende stoffer
- R17 Selvantændelig i luft
- R18 Ved brug kan brandbare dampe/eksplosive damp-luftblandinger dannes
- R19 Kan danne eksplosive peroxider
- R20 Farlig ved indånding
- R21 Farlig ved hudkontakt
- R22 Farlig ved indtagelse
- R23 Giftig ved indånding
- R24 Giftig ved hudkontakt
- R25 Giftig ved indtagelse
- R26 Meget giftig ved indånding
- R27 Meget giftig ved hudkontakt
- R28 Meget giftig ved indtagelse
- R29 Udvikler giftig gas ved kontakt med vand
- R30 Kan blive meget brandfarlig under brug
- R31 Udvikler giftig gas ved kontakt med syre
- R32 Udvikler meget giftig gas ved kontakt med syre
- R33 Kan ophobes i kroppen efter gentagen brug
- R34 Ætsningsfare
- R35 Alvorlig ætsningsfare
- R36 Irriterer øjnene
- R37 Irriterer åndedrætsorganerne
- R38 Irriterer huden
- R39 Fare for varig alvorlig skade på helbred
- R40 Mulighed for kræftfremkaldende effekt
- R41 Risiko for alvorlig øjenskade
- R42 Kan give overfølsomhed ved indånding
- R43 Kan give overfølsomhed ved kontakt med huden



R44	Eksplodingsfarlig ved opvarmning under indeslutning
R45	Kan fremkalde kræft
R46	Kan forårsage arvelige genetiske skader
R48	Alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning
R49	Kan fremkalde kræft ved indånding
R50	Meget giftig for organismer, der lever i vand
R51	Giftig for organismer, der lever i vand
R52	Skadelig for organismer, der lever i vand
R53	Kan forårsage uønskede langtidsvirkninger i vandmiljøet
R54	Giftig for planter
R55	Giftig for dyr
R56	Giftig for organismer i jordbunden
R57	Giftig for bier
R58	Kan forårsage uønskede langtidsvirkninger i miljøet
R59	Farlig for ozonlaget
R60	Kan skade forplantningsevnen
R61	Kan skade barnet under graviditeten
R62	Mulighed for skade på forplantningsevnen
R63	Mulighed for skade på barnet under graviditeten
R64	Kan skade børn i ammeperioden
R65	Farlig: kan give lungeskade ved indtagelse
R66	Gentagen udsættelse kan give tør eller revnet hud
R67	Dampe kan give sløvhed og svimmelhed
R68	Mulighed for varig skade på helbred

#### *Kombinationer af R-sætninger*

R14/15	Reagerer voldsomt med vand under dannelse af yderst brandfarlige gasser
R15/29	Reagerer med vand under dannelse af giftige og yderst brandfarlige gasser
R20/21	Farlig ved indånding og ved hudkontakt
R20/22	Farlig ved indånding og ved indtagelse
R20/21/22	Farlig ved indånding, ved hudkontakt og ved indtagelse
R21/22	Farlig ved hudkontakt og ved indtagelse
R23/24	Giftig ved indånding og ved hudkontakt
R23/25	Giftig ved indånding og ved indtagelse
R23/24/25	Giftig ved indånding, ved hudkontakt og ved indtagelse
R24/25	Giftig ved hudkontakt og ved indtagelse
R26/27	Meget giftig ved indånding og ved hudkontakt
R26/28	Meget giftig ved indånding og ved indtagelse
R26/27/28	Meget giftig ved indånding, ved hudkontakt og ved indtagelse
R27/28	Meget giftig ved hudkontakt og ved indtagelse
R36/37	Irriterer øjnene og åndedrætsorganerne
R36/38	Irriterer øjnene og huden
R36/37/38	Irriterer øjnene, åndedrætsorganerne og huden
R37/38	Irriterer åndedrætsorganerne og huden

R39/23	Giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indånding
R39/24	Giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved hudkontakt
R39/25	Giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indtagelse
R39/23/24	Giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indånding og hudkontakt
R39/23/25	Giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indånding og indtagelse
R39/24/25	Giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved hudkontakt og indtagelse
R39/23/24/25	Giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indånding, hudkontakt og indtagelse
R39/26	Meget giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indånding
R39/27	Meget giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved hudkontakt
R39/28	Meget giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indtagelse
R39/26/27	Meget giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indånding og hudkontakt
R39/26/28	Meget giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indånding og indtagelse
R39/27/28	Meget giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved hudkontakt og indtagelse
R39/26/27/28	Meget giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indånding, hudkontakt og indtagelse
R40/20	Farlig: mulighed for kræftfremkaldende effekt ved indånding
R40/21	Farlig: mulighed for kræftfremkaldende effekt ved hudkontakt
R40/22	Farlig: mulighed for kræftfremkaldende effekt ved indtagelse
R40/20/21	Farlig: mulighed for kræftfremkaldende effekt ved indånding og hudkontakt
R40/20/22	Farlig: mulighed for kræftfremkaldende effekt ved indånding og indtagelse
R40/21/22	Farlig: mulighed for kræftfremkaldende effekt ved hudkontakt og indtagelse
R40/20/21/22	Farlig: mulighed for kræftfremkaldende effekt ved indånding, hudkontakt og indtagelse
R42/43	Kan give overfølsomhed ved indånding og ved kontakt med huden
R48/20	Farlig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indånding
R48/21	Farlig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved hudkontakt
R48/22	Farlig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indtagelse
R48/20/21	Farlig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indånding og hudkontakt
R48/20/22	Farlig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indånding og indtagelse

- R48/21/22 Farlig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved hudkontakt og indtagelse
- R48/20/21/22 Farlig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indånding, hudkontakt og indtagelse
- R48/23 Giftig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indånding
- R48/24 Giftig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved hudkontakt
- R48/25 Giftig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indtagelse
- R48/23/24 Giftig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indånding og hudkontakt
- R48/23/25 Giftig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indånding og indtagelse
- R48/24/25 Giftig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved hudkontakt og indtagelse
- R48/23/24/25 Giftig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indånding, hudkontakt og indtagelse
- R50/53 Meget giftig for organismer, der lever i vand; kan forårsage uønskede langtidsvirkninger i vandmiljøet
- R51/53 Giftig for organismer, der lever i vand; kan forårsage uønskede langtidsvirkninger i vandmiljøet
- R52/53 Skadelig for organismer, der lever i vand; kan forårsage uønskede langtidsvirkninger i vandmiljøet
- R68/20 Farlig: mulighed for varig skade på helbred ved indånding
- R68/21 Farlig: mulighed for varig skade på helbred ved hudkontakt
- R68/22 Farlig: mulighed for varig skade på helbred ved indtagelse
- R68/20/21 Farlig: mulighed for varig skade på helbred ved indånding og hudkontakt
- R68/20/22 Farlig: mulighed for varig skade på helbred ved indånding og indtagelse
- R68/21/22 Farlig: mulighed for varig skade på helbred ved hudkontakt og indtagelse
- R68/20/21/22 Farlig: mulighed for varig skade på helbred ved indånding, hudkontakt og indtagelse

**Referencer:**

- /A/ Frederiksborg Amt, 2002  
Kilder til jord- og grundvandsforurening ved trykkerier  
Sammenfatning af 14 historiske undersøgelser  
COWI, august 2002, udkast.
- /B/ [www.chemfinder.com](http://www.chemfinder.com), januar 2003
- /C/ Miljøstyrelsen, 2000: "Bekendtgørelse om listen over farlige stoffer". Bekendtgørelse nr. 733 af 31. juli 2000.
- /D/ Miljøstyrelsen, 2002: "Liste over kvalitetskriterier i relation til forurenede jord", opdateret 1. oktober 2002.
- /E/ Miljøstyrelsen, 2002: "B-værdivejledningen". Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 2, 2002.
- /F/ Arbejdstilsynet, 2002: "Grænseværdier for stoffer og materialer", AT-vejledning C.0.1 fra oktober 2002.
- /G/ <http://esc.syrres.com/interkow/kowdemo.htm>
- /H/ <http://ptcl.chem.ox.ac.uk/MSDS/casnumbers.htm>
- /I/ Miljøstyrelsen, 2002: "Grundstofferne i 2. geled - et miljøproblem nu eller fremover?". Bilag 1. Antimon. Elektronisk version.
- /J/ <http://esc.syrres.com/efdb/chemfate.htm>
- /K/ Miljøstyrelsen, 1997: "Økotoksikologiske jordkvalitetskriterier". Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 82, 1997.

## **Bilag 3**

**Beskrivelse af de vigtigste primære og sekundære kilder.**

I dette bilag gives en oversigt over historisk materiale.

### **Primære og sekundære informationskilder**

Forud for igangsættelse af tekniske undersøgelser er det vigtigt at få indsamlet og beskrevet det historiske materiale for den aktuelle lokalitet. Dette kan være tidskrævende, men den forbrugte tid vil ofte være givet godt ud, når de tekniske undersøgelser igangsættes.

Formålet med den historiske gennemgang er at få udpeget art og fysisk placering af de potentielle forureningskilder.

Der findes en lang række kilder, hvorfra der kan søges oplysninger. Kilderne kan opdeles i primære og sekundære kilder. De vigtigste oplysninger findes i de primære kilder. Hvis det vurderes, at de primære kilder er mangelfulde, suppleres med oplysninger fra de sekundære kilder.

De *primære kilder* omfatter:

- Arkiver hos kommunen: I kommunens arkiver findes der oplysninger om byggeaktiviteter, lokalplaner, situations- og kloakplaner, oplysninger om nedgravede tanke og deres status, oplag, miljøsager mv. I nogle kommuner findes alle oplysninger i byggesagsarkivet, mens oplysningerne i andre kommuner er fordelt på byggesags- og miljøarkivet. Den lokale politi- eller brandmyndighed kunne tidligere have kronologiske oplysninger om hændelser, der havde forureningsmæssig betydning, f.eks. brande eller andre uheld som spild, lækager eller overløb ved tankanlæg. Herudover kunne der findes oplysninger om tidligere oplag af brandfarlige og eksplosionsfarlige stoffer.
- Lokalhistoriske arkiver: På de lokalhistoriske arkiver findes gamle vejvisere, telefonbøger, fotos og avisudklip mv. Herudover har personalet på arkiverne ofte et stort lokalkendskab.
- Tinglysningskontoret: Oplysninger om tidligere ejerforhold og deklARATIONER findes tinglyst på den enkelte ejendom.
- Interviews: Interviews af tidligere eller nuværende grundejere eller ansatte kan understøtte og supplere oplysninger fra arkiver og litteratur. Det kan også være relevant at interviewe medarbejdere hos kommunen.
- Besigtigelse: Ved besigtigelsen af lokaliteten, kontrolleres om de indsamlede arkivoplysninger er i overensstemmelse med de nuværende forhold. Placeringen af eksisterende bygninger og installationer registreres og synlige tegn på jordforurening noteres. En tjekliste til brug ved besigtigelse findes i /A/.

De *sekundære kilder* omfatter:

- Miljøgodkendelser indeholder beskrivelser af produktionsprocesser, forureningsbegrænsende foranstaltninger samt affaldsprodukter og deres bortskaffelse. For listevirksomheder med regional påvirkning er Amtet miljømyndighed. Miljøgodkendelser omfatter kun perioden efter Miljøbeskyttelseslovens ikrafttræden i 1974.
- Arbejdstilsynets (tidligere fabrikstilsynet) inspektionsberetninger. Her kan skaffes oplysninger om kemikalier og uheld.
- Det kongelige Bibliotek har ca. 400.000 skrå- og lodfotos fra før 1945. Ud fra fotos kan fås indtryk af arealanvendelsen. Herudover kan tankanlæg, oplag af tromler og affald mv. lokaliseres.
- Kort- og Matrikelstyrelsen har lodfotos fra 1945 og frem.
- Private luftopmålingsfirmaer, som Kampsax Geoplan, Landinspektørernes Luftopmåling og Kastrup Luftfoto kan ligge inde med historiske luftfotos. Endelig kan der findes flyfotos hos en lang række kommuner.

**Referencer:**

- /A/ Miljøstyrelsen 1998: ”Oprydning på forurenede lokaliteter – Appendikser”. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 7 1998.

**Bilag 4**  
**Relevante kilder i relation til afværgeteknikker.**



## **Relevante kilder i relation til afværgeforanstaltninger til sikring af arealanvendelsen**

### *Afgravning*

- ”Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind”. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 1998.

### *Forceret udvaskning*

- ”Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind”. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 1998.

### *Vakuumelekstraktion/-ventilering*

- ”Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind”. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 1998.
- ”Vakuumentileringssager fra Oliebranchens Miljøpulje”, Miljøprojekt nr. 421, 1998.
- ”Airsparging og vakuumentilering fra vandrette borer på Drejøgade 3-5: design og anlæg”, Miljøprojekt nr. 480, 1999.
- ”Airsparging og jordventilering med vandrette borer”, Miljøprojekt nr. 678, 2002.
- ”Vakuumentilering, Ikast”, Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening /A/.

### *Bioventilering*

- ”Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind”. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 1998.

### *Passiv ventilering*

- ”Passiv ventilering, Fakse”, Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening /A/.
- ”Passiv ventilering, Allerød”, Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening /A/.
- ”Passiv ventilering, Askov”, Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening /A/.

### *Termisk assisteret oprensning*

- ”Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind”. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 1998.
- ”Termisk assisterede oprensninger”, Miljøprojekt nr. 409, 1998.
- ”Oprydning af klorerede opløsningsmidler ved dampstripping”, Miljøprojekt nr. 543, 2000.
- ”Dampoprensning med vakuumelekstraktion”, Miljøprojekt nr. 552, 2000.
- ”Modellering af opvarmning ved dampinjektion (Modi)”, Miljøprojekt nr. 679, 2002.

- ”Dampinjektion, Østerbro, Aalborg”, Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening /A/.
- ”Dampinjektion, Hedehusene”, Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening /A/.
- ”Termisk assisteret rensning, Vesterbro”, Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening /A/.

#### *Elektrokinetisk rensning*

- ”Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind”. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 1998.
- ”Oprensning af blandingsforurenede jord”, Miljøprojekt nr. 503, 1999.
- ”Afprøvning af ny elektrokemisk metode til oprensning af olieforurenede jord og grundvand”, Miljøprojekt nr. 554, 2000.
- ”Elektrodialytisk rensning af jord fra træimprægneringsgrunde”, Miljøprojekt nr. 626, 2001.

#### *Phytooprensning*

- ”Oprensning af tungmetalforurenede jord”, Miljøprojekt nr. 407, 1998.
- ”Oprensning af blandingsforurenede jord”, Miljøprojekt nr. 503, 1999.
- ”Phytooprensning af metaller”, Miljøprojekt nr. 536, 2000.
- ”Fytoremediering af forurening med olie- og tjæreprodukter”, Miljøprojekt nr. 644, 2001.
- ”Phytooprensning, Valbyparken”, Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening /A/.
- ”Phytooprensning, Allerød”, Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening /A/.
- ”Phytooprensning. Oliebranchens Miljøpulje (OM), Rønnede, Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening /A/.

#### *Forsøgling af forurening*

- ”Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind”. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 1998.
- ”Oprensning af blandingsforurenede jord”. Miljøprojekt nr. 503, 1999.

### **Relevante kilder i relation til afværgeforanstaltninger til sikring af grundvand og recipient**

#### *Afværgepumpning*

- ”Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind”. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 1998.

#### *Air-sparging*

- ”Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind”. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 1998.
- ”Airsparging og vakuumventilering fra vandrette borer på Drejøgade 3-5: design og anlæg”, Miljøprojekt nr. 480, 1999.

- ”Airsparging og jordventilering med vandrette boringer”, Miljøprojekt nr. 678, 2002.
- ”Airsparging og vakuumventilering på Drejøgade 3-5”, Teknologi-programmet for jord- og grundvandsforurening /A/.

#### *In-well stripning*

- ”Afprøvning af In-Well Aerator”, Miljøprojekt nr. 642, 2001.

#### *Etablering af vertikale barrierer*

- ”Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind”. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 1998.
- ”Reaktiv permeabel væg, Vapokon”, Teknologi-program for jord- og grundvandsforurening /A/.
- ”Reaktiv permeabel væg, Hårdkrom, Kolding”, Teknologi-programmet for jord- og grundvandsforurening /A/.
- ”Reaktiv permeabel væg, Godsbanegården”, Teknologi-programmet for jord- og grundvandsforurening /A/.

#### *Frakturering*

- ”Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind”. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 1998.
- ”Vurdering af stødvis ventilering og pneumatisk opsprækning”, Miljøprojekt nr. 491, 1999.
- ”Frakturering”, Miljøprojekt nr. 541, 2000.
- ”Hydraulisk frakturering udført ved vandret boreteknik - Design og anlæg”, Miljøprojekt nr. 699, 2002.
- ”Frakturering-dobbelt fase ekstraktion, Haslev”, Teknologi-programmet for jord- og grundvandsforurening /A/.

#### **Referencer:**

/A/ Miljøstyrelsen 2002: ”Projektkatalog”. Teknologi-programmet for jord- og grundvandsforurening.

**Bilag 5**  
**Ordliste.**

## Ordliste

<i>Afvaskevand</i>	Vandig opløsning af kemikalier, typisk med indhold af organiske opløsningsmidler, der anvendes til afskylning af trykforme efter fremkaldning eller til rengøring af valser.
<i>Bindemiddel</i>	Et flydende medium, som blandet med farvepigmenter danner trykfarven.
<i>Blysats</i>	Trykform til højtryk, hvor teksten er sat med blytyper.
<i>Blystereotypiplade</i>	Kopi af den originale blysats. Kopien er typisk fremstillet af bly, antimon og tin.
<i>Blysætning</i>	Fremstilling af trykform med tekst vha. blytyper.
<i>Cylindergravering</i>	Elektronisk eller manuel gravering (udskæring) af det ønskede tryk i dybtrykcyklinders overflade, dvs. der anvendes ikke fotografisk materiale.
<i>DCE</i>	Fællesbetegnelse for dichlorethylene cis-1,2-dichlorethylen, trans-1,2-dichlorethylen og 1,1-dichlorethylen.
<i>Diazoforbindelse</i>	En del af den lysfølsomme emulsion på en trykform. Diazoforbindelsen, f.eks. diazochinoner, reagerer efter eksponering med UV-lys og fraspalter kvælstof, hvorved emulsionen enten hærder (negative systemer) eller bliver opløselig (positive systemer).
<i>Filler</i>	Udfyldende materiale, der bruges til dækning af åbent væv ved fremstilling af rammen til serigraftryk.
<i>Fixer</i>	Kemikalier der bruges ved fotografisk fremkaldning for at gøre et billede permanent.
<i>Fotoemulsion</i>	Den reaktive del af en fotografisk film eller en kopihinde på en trykplade. Emulsionen består af reaktive mikrokrystaller, typisk sølvbromid, suspenderet i gelatine.
<i>Fotoinitiator</i>	Et stof som ved belysning hærder den fremkaldte film.

<i>Fotopolymerplade</i>	Trykform, der primært anvendes indenfor flexotryk. Pladen består af et elastisk lag prepolymere og monomere oven på en bærefilm. Pladen fremstilles ved belysning med UV-lys gennem et negativ, hvorefter ikke-belyste dele kan vaskes ud.
<i>Fotosætning</i>	Et tekstmanuskript sættes op på en fotosættemaskine og udskrives på en film, der fremkaldes.
<i>Fremkalder</i>	Kemikalier, der reagerer med stofferne på overfladen af fotografiske film eller trykplader og derved fremkalder et motiv.
<i>Kopihinde</i>	En reaktiv emulsion på overfladen af en trykform, f.eks. aluminiumspladen til offsettryk.
<i>Metalkliché</i>	Trykform i metal, der typisk anvendes ved bogtryk.
<i>Metalloid</i>	Metallignende stoffer, der har egenskaber, der ligger imellem egenskaber for metaller og egenskaber for ikke-metaller
<i>Methylering</i>	Dannelse af kulstofbindinger, hvor metaller ændres til en organisk forbindelse.
<i>Montage</i>	Samling af de enkelte tekst- og billeddele til en færdig side.
<i>Negativ</i>	Fotografisk film, der er eksponeret og fremkaldt, således at der kan tages positive aftryk fra den på f.eks. offsettrykplader.
<i>PCE</i>	Tetrachlorethylen.
<i>Pigment</i>	Faste stoffer, der bestemmer trykfarvens nuance, dækkevne og lysægthed og som overvejende er uopløselige i de bindemidler, hvori de anvendes.
<i>Positiv</i>	Fotografisk film eller trykplade, der gengiver en originals sorte streger.
<i>Rakel</i>	En kniv med fleksibelt metalblad, som fjerner overskydende farve.
<i>Rasterdybtryk</i>	Den traditionelle dybtryksproces med anvendelse af fotografisk materiale og ætsning af motiv i kobberoverfladen.
<i>Reprofoto</i>	Billedmateriale kopieres op og ned og billeder med tekst kopieres over på film, der fremkaldes.

<i>Ringcoater</i>	Et lysfølsom stof, der sprøjtes på eller trækkes omkring dybtrykcy- linderens kobberoverflade forud for eksponering.
<i>Stenpolering</i>	En proces, hvor dybtrykcyklinderens kobberoverflade poleres med slibesten, mens der sprøjtes vand på cylinderen.
<i>TCA</i>	1,1,1-trichlorethan.
<i>TCE</i>	Trichlorethylen.
<i>Tekstsats</i>	En montage eller en del af en montage, der kun består af tekst.