

Branchebeskrivelse for renseserier

Teknik og Administration
Nr. 3 1999

INDHOLDSFORTEGNELSE

1. INDLEDNING	7
2. SAMMENFATNING.....	11
3. GENEREL BESKRIVELSE AF BRANCHEN	15
3.1 Branchedefinition og afgrænsning	15
3.1.1 Branchedefinition.....	15
3.1.2 Afgrænsning.....	15
3.1.3 Lovgivning	15
3.1.4 Brancheorganisering	16
3.2 Branchens strukturelle udvikling	16
3.2.1 Rensevæsker.....	17
3.2.2 Maskinteknologi.....	18
3.2.3 Antal virksomheder og beskæftigelse	20
4. PROCESSER, TEKNOLOGI OG MILJØBELASTNING	23
4.1 Generel procesbeskrivelse.....	23
4.2 Virksomhedsindretning.....	23
4.3 Arbejdsmetoder og miljøbelastning	25
4.3.1 Modtagelse og oplag af nye renevæsker.....	25
4.3.2 Håndtering af renevæske under tekstilrensningen.....	27
4.3.3 Affaldshåndtering.....	32
5. FORURENINGSRISIKO.....	35
5.1 Oversigt over potentielle forureningskilder	35
5.2 Vurdering af forureningsrisiko.....	36
6. UNDERSØGELSER.....	41
6.1 Historisk kortlægning.....	41
6.1.1 Kortlægningsstrategi og -metode	41
6.1.2 Indsamling af historisk materiale	42
6.1.3 Lokalisering af renserier.....	43
6.1.4 Oplysninger om branchen	44
6.1.5 Oplysninger om den enkelte lokalitet	44
6.2 Status for renseribranchens miljøbelastning	45
Forureningskilde	46
6.3 Tekniske undersøgelser.....	48
6.3.1 Undersøgelsesmetoder	48
6.3.2 Placering af boringer og poreluftsonder.....	51
6.3.3 Prøvetagningsmetoder.....	52
6.3.4 Feltanalyser	55
6.3.5 Laboratorieanalyser.....	57
7. AFVÆRGETEKNIKKER	61

7.1	Eksempler på afværgeforanstaltninger.....	62
7.2	Anvendte metoder i udlandet	64
8.	LITTERATURLISTE	67

Bilag:

Bilag 1: Brancheorganisation og andre nyttige adresser

Bilag 2: Datablade for udvalgte forureningskomponenter.

Bilag 3: Oversigt over historisk materiale

1. INDLEDNING

Forord

Denne branchebeskrivelse er udarbejdet af Hedeselskabet, Miljø- og Energidivisionen for Amternes Videncenter for Jordforurening.

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

- Elsebeth Engsig-Karup, Københavns Amt
- Torben Sønnichsen, Københavns Kommune
- Astrid Zeuthen Jeppesen, Amternes Videncenter for Jordforurening

Herudover har brancheforeningen - Dansk Renseri Forening - bidraget med bemærkninger til branchebeskrivelsens kapitel 3 og 4.

Baggrund

Baggrunden for branchebeskrivelsen er, at der gennemføres mange undersøgelser af jord- og grundvandsforurening på lokaliteter, hvor der har været eller pågår renservirksomhed. Erfaringer fra de senere års undersøgelser viser, at rensrier hyppigt er årsag til en kraftig forurening af jord og grundvand.

Vestsjællands Amtskommune har i 1992 ladet udarbejde en historisk beskrivelse af rensribranchens mulige miljøbelastning. I denne rapport er branchens strukturelle udvikling, samt udviklingen i renseprocesser og miljøbelastning gennemgået for perioden indtil 1992 /1/. Siden 1992 er der sket yderligere udvikling i teknologi, renseprocesser og miljøbelastning.

Desuden er der, på baggrund af de udførte undersøgelser af jord- og grundvandsforurening på lokaliteter, hvor der har været renservirksomhed, sket en generel videnudvikling mht. udpegning af forureningskilder samt vurdering af stoffernes skæbne i jord- og grundvandsmiljøet.

Vægten i branchebeskrivelsen er lagt på forurening af ældre dato i henhold til Affaldsdepotlovens tidsgrænser, men nyere forureninger er også beskrevet for at synliggøre disse, og fordi en ny lov på jordforureningsområdet også vil omfatte forurening af nyere dato.

Nærværende rapport samler denne viden, og opstiller på denne baggrund et forslag til undersøgelsesprogram for jord- og grundvandsforurening på lokaliteter, hvor der har været renservirksomhed.

Formål

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

Branchebeskrivelsen tænkes bl.a. anvendt som opslagsværk i forbindelse med arbejdet med kortlægnings- og registreringsundersøgelser samt evt. videregående undersøgelser indenfor depotområdet, og skal supplere relevante 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 tilhørende lovgivning.

I kapitel 4 og kapitel 5 gøres rede for den teknologiske udvikling indenfor renseribranchen samt for de forskellige renseprocessers miljøbelastning med henblik på udpegning af traditionelt anvendte kemikalier og potentielle forureningskilder.

Adresser på brancheorganisation og leverandører af rensemaskiner og rensekemikalier fremgår af bilag 1.

På baggrund af kapitel 4 og 5 er en række kemiske stoffer udvalgt efter hyppighed og farlighed. For disse kemiske stoffer er der udarbejdet datablade, der er vedlagt i bilag 2. Databladene indeholder de mest almindelige fysisk/kemiske data, toksikologiske og spredningsrelevante data samt gældende kvalitetskriterier for jord, grundvand og luft.

I kapitel 6 beskrives en fremgangsmåde til at finde relevante historiske oplysninger. Dernæst gives forslag til hvilke forureningskilder der *altid medtages*, hvilke kilder der *anbefales medtaget* og kilder som *i specielle tilfælde kan medtages* i en undersøgelse, samt anbefalinger af hvorledes tekniske undersøgelser kan udformes, herunder valg af prøvetagnings- og analysemetodik.

Som et 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 afværgeteknikker ved oprensning af jord- og grundvandsforureninger på lokaliteter, hvor der har været renserivirksomhed.

I kapitel 8 findes en liste over referencer.

I rapporten anvendes følgende forkortelser og betegnelser for kemiske stoffer, jf. tabel 1.1:

Stof:	Forkortelse:	Synonym:
tetrachlorethylen	PCE	“per”, “perchlorethylen
trichlorethylen	TCE	“tri”
1,1,1-trichlorethan	TCA	“trichlorethan”
cis-1,2-dichlorethylen, trans-1,2-dichlorethylen og 1,1-dichlorethylen	DCE	“dichlorethylener”
1,1,2-trichlor-1,2,2- trifluorethan	CFC-113	“Freon-113”
forgrenede alkaner af typen C9-C12	-	“isoparaffiner”

Tabel 1.1 Vigtige forkortelser og synonymer for de hyppigst anvendte rensevæsker

2. SAMMENFATNING

Branchedefinition og afgrænsning

Branchen består af virksomheder, hvis hovedbeskæftigelse er kemisk tekstilrensning ved hjælp af organiske opløsningsmidler.

Branchen omfatter virksomheder, der renser alle former for tekstiler, beklædning (herunder pelsværk og skind), tæpper og gardiner. Såvel maskinel som manuel rensning eller rensning i selvbetjeningsmaskiner er omfattet.

Renserivirksomheder er i dag omfattet af miljøministeriets bekendtgørelse vedrørende anden virksomhed end listevirksomhed, men har indtil 1991 også været omfattet af miljøbeskyttelseslovens kapitel 5 om godkendelsespligtige virksomheder.

Branchens strukturelle udvikling

Kemisk tøjrensning blev indført i Danmark omkring 1870 som servicefunktion på garderobefarverier. Udviklingen af selvstændige renserier tager fart fra starten af 1930-erne, og omkring 1940 var der et renseri i enhver by med 5.000 indbyggere eller derover.

Den strukturelle udvikling har siden gået mod oprettelsen af større renserienheder med tilhørende net af indleveringsbutikker samt mod oprettelse af selvbetjeningsrenserier. I dag skønner Dansk Renseri Forening, at antallet af renserier er ca. 300. Selvbetjeningsrenserier findes ikke mere i Danmark.

Danske renserier består overvejende af butikrenserier drevet af et ejerægtepar med 1-2 ansatte. Der findes i dag kun 3-4 centrale renserier med mere end 10 ansatte, mens antallet af renserier med 3-10 ansatte skønsmæssigt anslås til 20-25. I de senere år har branchen været inde i en svag stagnationsperiode.

Processer, teknologi og miljøbelastning

Den teknologiske udvikling inden for kemisk tekstilrensning har fundet sted på såvel det maskintekniske som på rensevæskeområdet. Begge udviklingsområder har stor betydning i forbindelse med en vurdering af risikoen for punktkildebelastning af jord og grundvand. I grove træk kan udviklingsforløbet indenfor teknologi- og rensevæskeområdet i Danmark inddeles i 6 perioder, hvilket fremgår af tabellen.

Periode	År	Teknologi og renevæske
I	1825 - 1869	Simpel manuel tekstilrensning ved hjælp af benzol
II	1869 - 1930	Mekaniseret tekstilrensning ved hjælp af benzin eller terpentin
III	1930 - 1955	Tekstilrensning ved hjælp af trichlorethylen i åbne anlæg
IV	1955 - 1968	Tekstilrensning baseret på tetrachlorethylen i åbne, sammenbyggede anlæg
V	1968 - 1995	Tekstilrensning baseret på lukkede tetrachlorethylen-anlæg og lukkede freon-anlæg
VI	1995 - i dag	Introduktion af lukkede kulbrinte-anlæg

De potentielt forurenende stoffer kan sammenfattes til:

- Benzol (BTEX), benzin, mineralsk terpentin, trichlorethylen, tetrachlorethylen, trichlorethan, CFC-113 og isoparaffiner, der er anvendt som renevæsker
- Olieprodukter, der er anvendt til opvarmning, dampproduktion, smøreolier mv.

Potentielle forureningskilder

En registreringsundersøgelse af jord- og grundvandsforurening på en lokalitet, hvor der har været renserivirksomhed foreslås prioriteret på følgende måde:

*Forureningskilder som **altid medtages** i en undersøgelse*

- Gulv ved renserimaskiner og indendørs oplag af renevæsker
- Områder udenfor renseribygning i nærheden af renserimaskiner
- Nedgravede olietanke og tanke til opbevaring af renevæsker
- Gulv afløb, kloaksystem, både inden- og udendørs (inkl. faskiner)

*Forureningskilder som **anbefales medtaget** i en undersøgelse*

- Udendørs spild
- Udendørs oplag af nye og brugte renevæsker
- Nedgravede filtermaterialer, renevæsketromler mv.

*Forureningskilder som **i specielle tilfælde kan medtages** i en undersøgelse*

- Afkastbrønde (dvs. brønde tilsluttet udsugningsanlæg)
- Skorstensfundamenter og nedløbsrør

Undersøgelingsstrategi

Ved en registreringsundersøgelse på en lokalitet, hvor der har været renseri-virksomhed foreslås følgende elementer at indgå i undersøgelingsstrategien:

- Historisk redegørelse
- Prøvetagning af jord, grundvand og poreluft
- Evt. feltmåling af jord- og poreluftprøver for olieprodukter og chlorerede opløsningsmidler
- Analyse af poreluftprøver for chlorerede opløsningsmidler og evt. BTEX.
- Analyse af vandprøver for chlorerede opløsningsmidler og evt. BTEX
- Analyse af jordprøver for olieprodukter og BTEX
- Vurdering af analyseresultater i relation til relevante kvalitetskriterier
- Orienterende risikovurdering

Undersøgelingsprogram

I det følgende er indholdet i en registreringsundersøgelse på en lokalitet, hvor der har været renserivirksomhed sammenfattet.

Først gennemføres en miljøhistorisk gennemgang.

Som udgangspunkt placeres boringer, gravninger og poreluftsonder ved de potentielle forureningskilder, der er lokaliseret i den miljøhistoriske gennemgang.

Med baggrund i resultaterne af den historiske kortlægning udføres poreluftmålinger ved de punktkilder, der kan have givet anledning til forurening med flygtige komponenter. Poreluftsonderne placeres fortrinsvis i det kapillarbrydende lag under gulv ved renserimaskiner eller indendørs kemikalierum samt evt. udendørs ved kloakker, afkastbrønde samt affalds- og kemikalieoplag.

Ved udvalgte udendørs forureningskilder, f.eks. fyringsolietanke, terpentinbeholdere mv., samt lokaliteter med meget høje poreluftindhold i jorden, placeres boringer. Boringerne føres som minimum til bund af fyldlag eller til bund af kloakker, nedgravede tanke mv. Der udtages jordprøver til felt- eller laboratorieanalyser.

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

På lokaliteter, hvor der har været renserivirksomhed anbefales det at kombinere prøvetagningsmetoderne, således at der udtages både jordprøver, vandprøver og poreluftprøver, men det anbefales at lægge hovedvægten på poreluft- og vandprøver.

Undersøgelsesprogrammet kan suppleres med TV-inspektion af kloakker samt geofysisk kortlægning af nedgravede tanke og rørføringer.

På større ejendomme med mange punktkilder eller på ejendomme, hvor den historiske viden om lokalisering af punktkilder er mangelfuld, kan det overvejes at supplere prøvetagning/analyse ved at anvende feltmetoder som PID/FID, farvetest eller mobilt laboratorium i felten til kortlægning af forureningskilder stammende fra olieprodukter og chlorerede opløsningsmidler. Herudover kan det overvejes at supplere med feltanalyser af chlorerede opløsningsmidler i jord ved Sudan IV-farvetest.

På lokaliteter, hvor der har været renserivirksomhed anbefales følgende laboratorieanalyser:

- Jordprøver analyseres for BTEX og olieprodukter
- Vandprøver analyseres for chlorerede opløsningsmidler og BTEX
- Poreluftprøver analyseres for chlorerede opløsningsmidler og BTEX

I forbindelse med registreringsundersøgelser anbefales det ikke at analysere for fluorerede forbindelser (herunder CFC-113) og isoparaffiner, idet disse rene væsker først har vundet indpas efter Affaldsdepotlovens ikrafttræden. Det anbefales desuden ikke at analysere for nedbrydningsprodukter af chlorerede opløsningsmidler ved registreringsundersøgelser. Analyse af disse forureningskomponenter kan derimod være relevante ved videregående undersøgelser og risikovurderinger.

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

3. GENEREL BESKRIVELSE AF BRANCHEN

3.1 Branchedefinition og afgrænsning

3.1.1 Branchedefinition

Branchen består af virksomheder, hvis hovedbeskæftigelse er kemisk rensning af tekstiler ved hjælp af organiske opløsningsmidler.

3.1.2 Afgrænsning

Amterne har i nogen sammenhænge sat farverier i forbindelse med renserier, hvilket antagelig skyldes, at renserier i Danmarks Statistik frem til 1993 var henført til erhvervsgrupperingskode 95.204: renserier og farverier, samt under 95.205: selvbetjeningsrenserier /1/.

I Danmarks Statistiks branchekodeinddeling (Dansk Branchekode 1993) har renserier fået sin egen klassificering: 93.01.30. Renserier er her defineret som virksomheder, der renser alle former for tekstiler, beklædning (herunder pelsværk og skind), tæpper og gardiner. Såvel maskinel som manuel rensning eller rensning i selvbetjeningsmaskiner er omfattet af klassificeringen.

I denne branchebeskrivelse behandles kun punktkildeforurening fra renserier, der falder ind under Danmarks Statistiks klassificering 93.01.30.

Det skal bemærkes, at der i tilknytning til renserierne ofte har været anvendt olie til opvarmning og til dampproduktion o.lign. som også kan indebære en risiko for punktkildeforurening.

3.1.3 Lovgivning

Rensier er siden Miljøbeskyttelseslovens ikrafttræden i 1974 omfattet af denne. I tidsrummet 1986-1991 var renserier optaget på listen over godkendelsespligtige virksomheder i henhold til Miljøbeskyttelseslovens kapitel 5 /2/.

De godkendelsespligtige virksomheder var anført i bilaget til loven, jf. figur 3.1.

Hovedgruppe E: "Oparbejdning af vegetabiliske råvarer".

Undergruppe 9: "Rensier og erhvervsmæssigt drevne vaskerier"
--

Figur 3.1 Uddrag fra listen over godkendelsespligtige virksomheder i henhold til Lov om miljøbeskyttelse nr. 329 af 4. juni 1986.

I forbindelse med revisionen af Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 794 af 9. december 1991 om godkendelse af listevirksomhed, blev listen over omfattede godkendelsespligtige virksomhedskategorier reduceret betydeligt, og renserierne gled ud /2/.

En del renserier er miljøgodkendt i henhold til den tidligere bekendtgørelse fra 1986 om godkendelse af særligt forurenende virksomheder, hvor kommunen var godkendende og tilsynsførende myndighed /2/.

Rensier er i dag omfattet af Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 367 af 10. maj 1992 vedrørende anden virksomhed end listevirksomhed, med kommunen som godkendende og tilsynsførende myndighed /2/.

Anden lovgivning, der har betydning for renseribranchen, er forbudet mod at importere og sælge CFC-113 til rensformål, som trådte i kraft den 1. januar 1995. (Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 478 af 3. juli 1994 om forbud mod anvendelse af visse ozonlagnedbrydende stoffer).

3.1.4 Brancheorganisering

Rensning af tekstiler blev i perioden frem til 1930 fortrinsvis drevet fra større vaskerier og farverier, af hvilke nogle var organiseret i Dansk Farveriforening, der blev stiftet i 1888 /1/.

I tiden omkring 1930 oprettedes mange specialiserede tøjrenserier uden om brancheforeningen, hvilket førte til stiftelsen af Dansk Renseriejer-Forening i 1944. (I dag Dansk Renseri Forening), jf. bilag 1.

Dansk Renseri Forening organiserer i dag ca. 140 ud af de eksisterende ca. 300 renserier i branchen.

Vaskerier med rensaktiviteter er organiseret i Foreningen af danske Vaskerier.

3.2 Branchens strukturelle udvikling

Rensning af tekstiler er en proces, hvorved snavs bestående af f.eks. støv, sved, fedt og pletter (olie, blod etc.) opløses i en rensvæske under manuel eller mekanisk bearbejdning, og afledes med den brugte rensvæske.

I modsætning til vask af tekstiler, hvor rensvæsken hovedsagelig består af vand med tilsætning af vaskemidler, sæbe etc., består rensvæsken ved kemisk rensning hovedsageligt af organiske opløsningsmidler (deraf det engelske udtryk "dry clean").

Da de organiske opløsningsmidler primært fjerner olie- og fedtbundet snavs, tilsættes en ringe mængde vand (max 0,5%), der tjener til samtidig at fjerne det vandopløselige snavs. Efter rensning centrifugeres og tørres de rensede tekstiler, oprindeligt i adskilte enheder, men fra og med midten af 1950'erne i sammenbyggede anlæg /1,2/.

Kemisk rensning af tekstiler anses for anvendt for første gang omkring 1825 i Frankrig. Baggrunden herfor var dels ibrugtagning af anilinfarvestoffer (tjærefarvestoffer), der ikke er vandopløselige, og dels ibrugtagning af de organiske opløsningsmidler terpentiner og benzol, fremstillet på basis af stenkulstjære /1/.

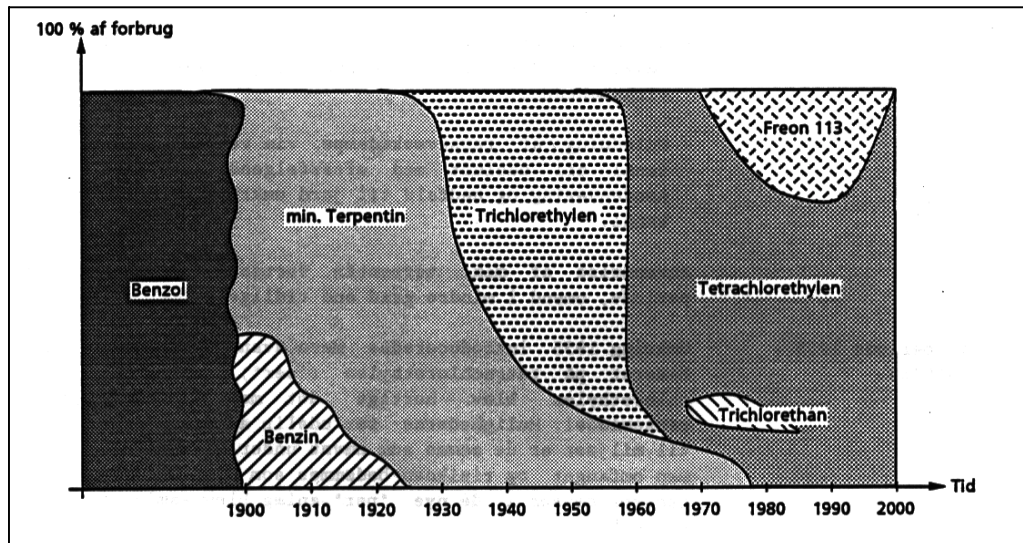
Den teknologiske udvikling inden for kemisk tekstilrensning har fundet sted på såvel renevæskeområdet som på det maskintekniske område. Begge udviklingsområder har stor betydning i forbindelse med en vurdering af risikoen for punktkildebelastning af jord og grundvand.

3.2.1 Rensevæsker

Allerede i 1826 anvendtes terpentiner som renevæske i Frankrig, og i midten af det 19. århundrede udførtes de første forsøg med benzol og benzin som renevæske /2/. På baggrund af de enorme risici ved brug af de brændbare renevæsker baseret på terpentiner, benzol og benzin, udførtes allerede i 1911 forsøg med de ubrændbare chlorerede kulbrinter som renevæske, og de blev snart herefter dominerende i branchen /2/. Fra slutningen af 1960'erne og frem til midten af 1990'erne anvendtes desuden renevæsker baseret på ubrændbare CFC (dvs. klorerede og fluorerede kulbrinter) /3/.

Det samlede salg af PCE til renseribranchen i Danmark var i 1988 ca. 400 ton /4/.

Den relative udvikling i forbruget af anvendte typer af renevæske i Danmark er angivet i figur 3.2.



Figur 3.2 Relativ udvikling i renevæskeforbruget til kemisk rensning /1/.

3.2.2 Maskinteknologi

I perioden 1825-1869 bestod rensprocessen i, at tekstilerne blev lagt i et åbent trækår med benzol i, og omrørt med en stok /1/, jf. figur 3.3.



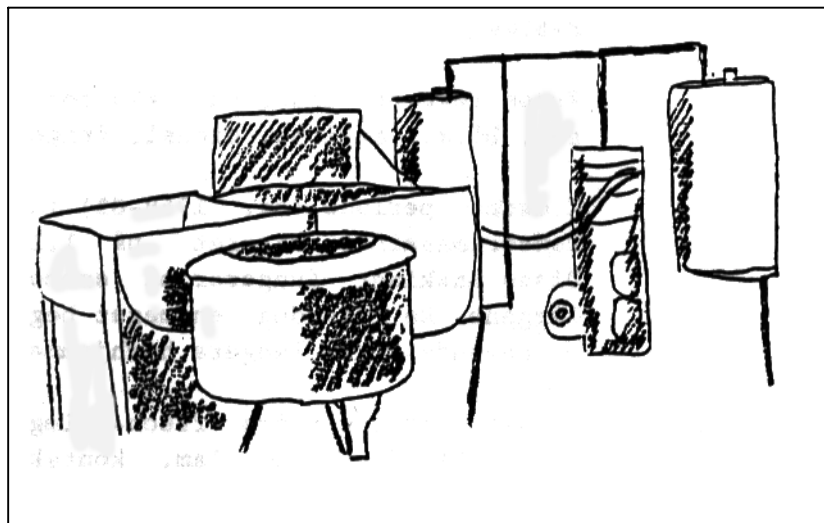
Figur 3.3 Skitse af den tidligste tekstilrensning /1/.

I 1869 blev den første rensmaskine opfundet i Frankrig. Maskinen var opbygget som en kasse, der roterede omkring en aksel. Tekstilerne blev lagt i kassen sammen med renevæsken - benzin eller mineralsk terpentin /1/.

Rensmaskinen videreudvikledes i løbet af perioden, således at renskarret blev indrettet som en lukket kasse, der indvendigt havde en vandret, rote-

rende tromle bestående af stokke placeret med tilpas mellemrum til, at rensvæsken kunne passere. Efter rensning af tekstilerne blev de centrifugeret i en særskilt centrifuge, og derefter hængt til tørre. Rensvæsken blev i et vist omfang rensat vha. separator og klaringstanke og genanvendt /1/.

Skitsen figur 3.4 viser et eksempel på indretning af et mineralsk terpentinrenseri /1/.



Figur 3.4 Skitse af mineralsk terpentinrenseri i 1930 /1/. Bemærk de 2 renskasser i baggrunden til venstre samt centrifugen i forgrunden til venstre. Fra hver renskasse går en slangeforbindelse til separatoren til højre, der igen er forbundet med 2 cylindriske klaringstanke på hver side af separatoren.

Fra starten af 1930'erne skete der kraftige ændringer indenfor renseribranchen, idet den første renserimaskine baseret på chlorerede kulbrinter - "Tri-kohl-maskinen" - blev taget i brug /1/. I disse maskiner udførtes rensning (med TCE som rensvæske) i ét anlæg og centrifugering/tørring i en særskilt tørretumbler.

Fra midten af 1950-erne udvikledes renserimaskiner, der kunne udføre rensning, centrifugering og tørring i en sammenbygget enhed. Rensvæsken var fortrinsvis PCE. Da afkastluften ikke blev recirkuleret, men afledt til det fri, benævntes sådanne anlæg "åbne per-anlæg" /1/.

I slutningen af 1960-erne indførtes renserimaskiner, hvor afkastluften blev recirkuleret - såkaldte lukkede anlæg med enten PCE eller fluorerede forbindelser såsom CFC-113 som rensvæske. Fra og med midten af 1990-erne er lukkede anlæg med CFC-113 som rensvæske blevet udfaset, fortrinsvis

til fordel for lukkede anlæg med PCE, der idag er næsten enerådende i danske renserier /4/.

Samtidig med udfasningen af CFC-113-anlæggene er der introduceret lukkede anlæg med kulbrinter som renevæske. Baggrunden for tilbagevenden til (de brandfarlige) kulbrinter som renevæske er dels den tiltagende grundvandsforurening med TCE og PCE og dels anvendelse af substitutionsprincippet, der foreskriver, at den mindst sundheds- og miljøbelastende renevæske skal anvendes. Der er i dag tale om halogen- og aromafrie kulbrinter af C9-C12-typen (enten isoparaffiner eller blandinger af iso- og cykloparaffiner) /3/. Til dato har kun 5-6 danske renserier indført denne teknologi /4/.

I grove træk kan udviklingsforløbet indenfor teknologi- og renevæskeområdet i Danmark således inddeles i 6 perioder, jf. tabel 3.1:

Periode	År	Teknologi og renevæske
I	1825 - 1869	Simpel manuel tekstilrensning ved hjælp af benzol
II	1869 - 1930	Mekaniseret tekstilrensning ved hjælp af benzin eller terpentin
III	1930 - 1955	Tekstilrensning ved hjælp af trichlorethylen i åbne anlæg
IV	1955 - 1968	Tekstilrensning baseret på tetrachlorethylen i åbne, sammenbyggede anlæg
V	1968 - 1995	Tekstilrensning baseret på lukkede tetrachlorethylen-anlæg og lukkede freon-anlæg
VI	1995 - i dag	Introduktion af lukkede kulbrinte-anlæg

Tabel 3.1 Periodisering af renseribranchen i Danmark, teknologihistorisk og miljøhistorisk.

Periodeafgrænsningerne i tabel 3.1 er i flere tilfælde baseret på udvikling af nye renserimaskiner og ibrugtagning af nye renevæsker. Da der går et vist tidsrum inden ny teknologi vinder indpas i branchen, må der i de enkelte perioder regnes med et vist overlap.

3.2.3 Antal virksomheder og beskæftigelse

Kemisk tøjrensning (tidligere benævnt kemisk vask) blev herhjemme indført som servicefunktion på garderobefarverier omkring 1870, men farverierne måtte ifølge Dansk Farveriforening helt frem til 1938 ikke avertere med denne service. Dette kan besværliggøre indkredsning af virksomheder med kemisk tøjrensning i denne periode /1/.

De første selvstændige renserier var oprindeligt kun presseforretninger (damppresning af tøj), men med udviklingen af "Trikoht-renserimaskinen" i 1930, blev der for alvor sat skub i oprettelsen af deciderede kemiske tøjrenserier. Allerede omkring 1940 var der et trikoht-renseri i enhver by med 5.000 indbyggere eller derover /1/.

Den strukturelle udvikling i 1950'erne og 1960'erne har dels gået mod oprettelsen af større renserienheder med tilhørende net af indleveringsbutikker samt mod oprettelse af selvbetjeningsrenserier /1/.

I dag skønner Dansk Renseri Forening, at antallet af aktive renserier er ca. 300. Der findes ikke mere selvbetjeningsrenserier i Danmark /4/.

Blandt vaskerierne findes desuden mange virksomheder med renseaktiviteter /4/.

Danske renserier består overvejende af butikrenserier drevet af et ejerægtepar med 1-2 ansatte /4/.

Der findes i dag kun 3-4 centrale renserier med mere end 10 ansatte, mens antallet af renserier med 3-10 ansatte skønsmæssigt anslås til 20-25 /3,4/.

I de senere år har branchen været inde i en svag stagnationsperiode /1,4/.

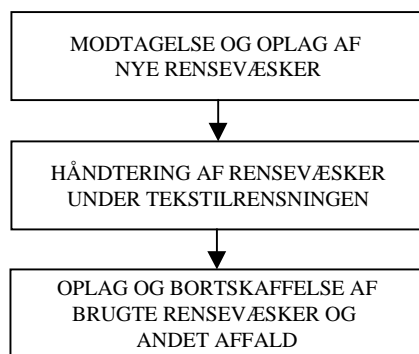
4. PROCESSER, TEKNOLOGI OG MILJØBELASTNING

4.1 Generel procesbeskrivelse

De miljøbelastende processer i forbindelse med renserier kan generelt henføres til:

- modtagelse og oplag af nye rensesvæsker
- håndtering af rensesvæsker under tekstilrensningen
- affaldsbortskaffelse, herunder oplag af brugte rensesvæsker

Disse delprocesser er i det følgende benyttet som udgangspunkt for beskrivelsen af renseriers miljøbelastning.



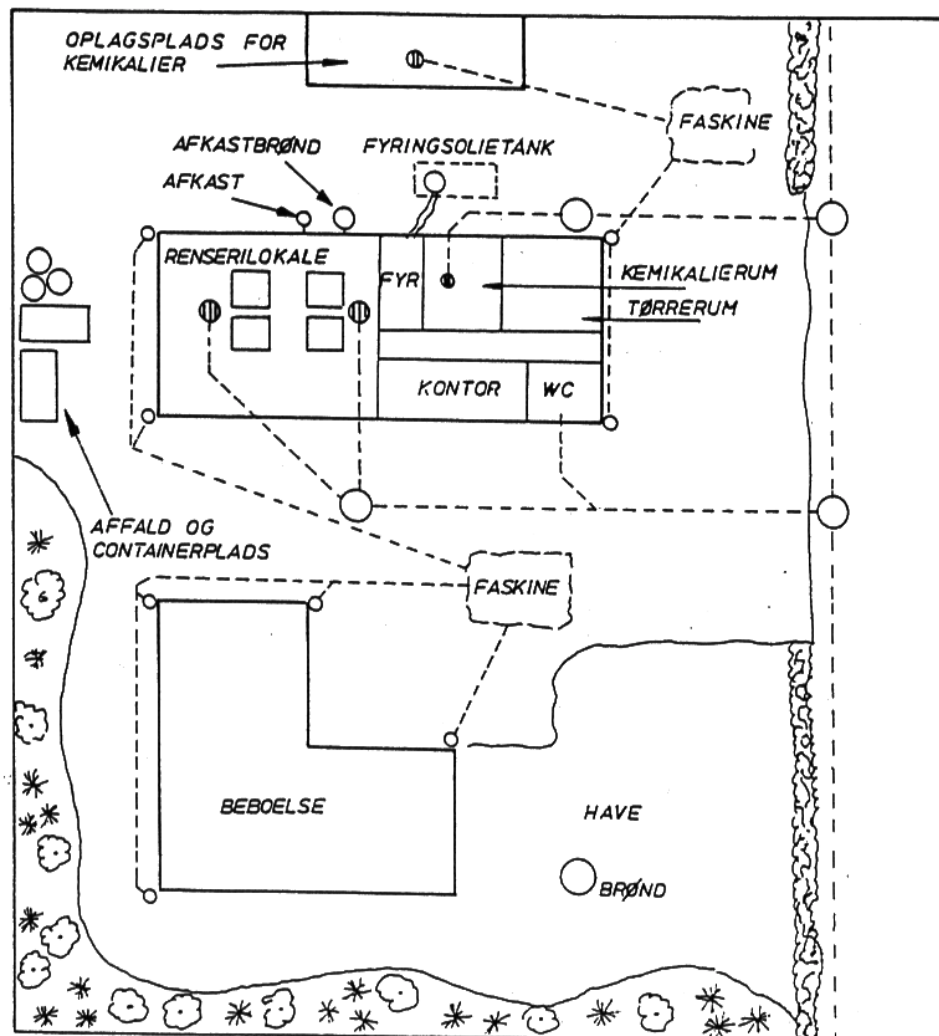
Figur 4.1 Procesdiagram for miljøbelastende renseriaktiviteter

4.2 Virksomhedsindretning

I det følgende er produktionsindretningen beskrevet i et typisk renseri. Det er ikke muligt at tegne et kort med nøjagtig placering af de forskellige installationer i forhold til hinanden, da dette vil være meget specifikt for det enkelte renseri.

Et typisk eksempel på indretning af en ejendom med renseri er skitse-mæssigt angivet i figur 4.2

Tromler og senere plastdunke med nye og brugte rensesvæsker har været opbevaret dels udendørs (evt. på uoverdækkede *oplagspladser*) og dels indendørs i særskilte *kemikalierum*. Herudover har der i et vist omfang været midlertidige oplag af nye og brugte rensesvæsker i *renserilokalet*.



Figur 4.2 Principskitse for en ejendom med renserivirksomhed.

I *renserilokalet* var renseskasser, centrifuger, separatorer, klaringstanke og senere åbne og lukkede renserimaskiner opstillet.

I forbindelse med spildevandssystemet kan der være installeret riste med forbindelse til *kloak* eller *sivebrønde/faskiner*. I forbindelse med rumventilation kan *afkast* være ført til afkasthætte over tag eller til *afkastbrønde*, jf. afsnit 4.3.2.

I de tidligere renserier blev tekstilerne hængt til tørre i et separat *tørrerum*. Fra og med midten af 1930-erne blev tekstilerne tørret i renserimaskinen, og tørrerummet blev anvendt til lager for rensede tekstiler.

Herudover har der ofte været anvendt *olie til opvarmning* af lokaler, og ved kombinerede vaskerier og renserier, hvor der har været et stort vandforbrug,

kan vandforbruget i nogle tilfælde være dækket af *egne boringer/brønde* på ejendommen.

4.3 Arbejdsmetoder og miljøbelastning

I det følgende afsnit beskrives de enkelte led i renseprocessen og den affaldsproduktion, der kan forårsage jord- og grundvandsforurening. Beskrivelsen tager udgangspunkt i de forskellige renevæsker og de forskellige arbejdsmetoder, der anvendes/anvendtes i renseribranchen og giver således en detaljeret beskrivelse af processerne i disse arbejdsmetoder.

4.3.1 Modtagelse og oplag af nye renevæsker

Spild ved modtagelse og især ved oplag af nye renevæsker giver rig mulighed for punktkildebelastning af jord og grundvand.

Rensevæsker

I perioden 1825-1869 anvendtes primært benzol, og i mindre grad benzin og mineralsk terpentin som renevæske /1/. Benzol er en tidligere anvendt benævnelse for benzen, man må dog regne med, at benzolen i denne periode har været et mindre teknisk rent produkt, og har således været et blandingsprodukt bestående af benzen, toluen, ethylbenzen og xylener (BTEX).

I perioden 1869-1930 anvendtes primært benzin og mineralsk terpentin som renevæske, og rensning med mineralsk terpentin som renevæske fortsatte til langt op i 1950'erne. Mineralsk terpentin har gennem tiderne været forhandlet under en række handelsnavne, bl.a.: Varnoline, stoddard solvent, white spirit og high flash spirit /1/.

I perioden 1930-1955 anvendtes i stigende grad TCE som renevæske /1/.

I tiden (1825-1955) før indførelse af rensermaskiner med effektiv rensning og genbrug af renevæsken, har forbruget af renevæske, og dermed størrelse af leverancer, lager og risikoen for spild herved, været meget stor. Således angives det samlede forbrug af TCE i de første "åbne trikohl-anlæg" til 20-30% af vægten af den rensede tøjmængde! /1/.

I denne periode har renevæskeforbruget på renserierne været så stort, at renevæsken i visse tilfælde blev leveret pr. tankvogn og påfyldt nedgravede eller overjordiske lagertanke /1/.

Fra midten af 1950'erne faldt forbruget af renevæske pr. kg. rensed tøj. Rensevæsken var nu fortrinsvis PCE samt mineralsk terpentin. Et typisk renseri fra midten af 1950'erne med 2-3 maskiner havde typisk et årsforbrug af PCE på ca. 3.000 kg /1/.

Med indførelse af lukkede anlæg i starten af 1980'erne faldt det årlige rensvæskeforbrug på et tilsvarende renseri typisk til 300-400 kg. Efterhånden som forbruget af rensvæske faldt, bortfaldt også behovet for større tanklagre af rensvæske /1/.

Fra starten af 1980'erne leveres rensvæsken (PCE og CFC-113) typisk i metal- eller plastbeholdere á 10-20 liter. I en del anlæg sættes beholderne direkte ind i renserimaskinen og tilsluttes, hvilket minimerer risikoen for spild. Rensvæsker er tilsat en række hjælpestoffer, hvoraf de mest almindelige er /1,2/:

- rensforstærkere (doseres til rensvæsken)
- forbrørstningsmidler (til pletfjerning, anvendes før rensning)
- detachermidler (til pletfjerning, anvendes efter rensning)
- imprægneringsmidler
- læderolie

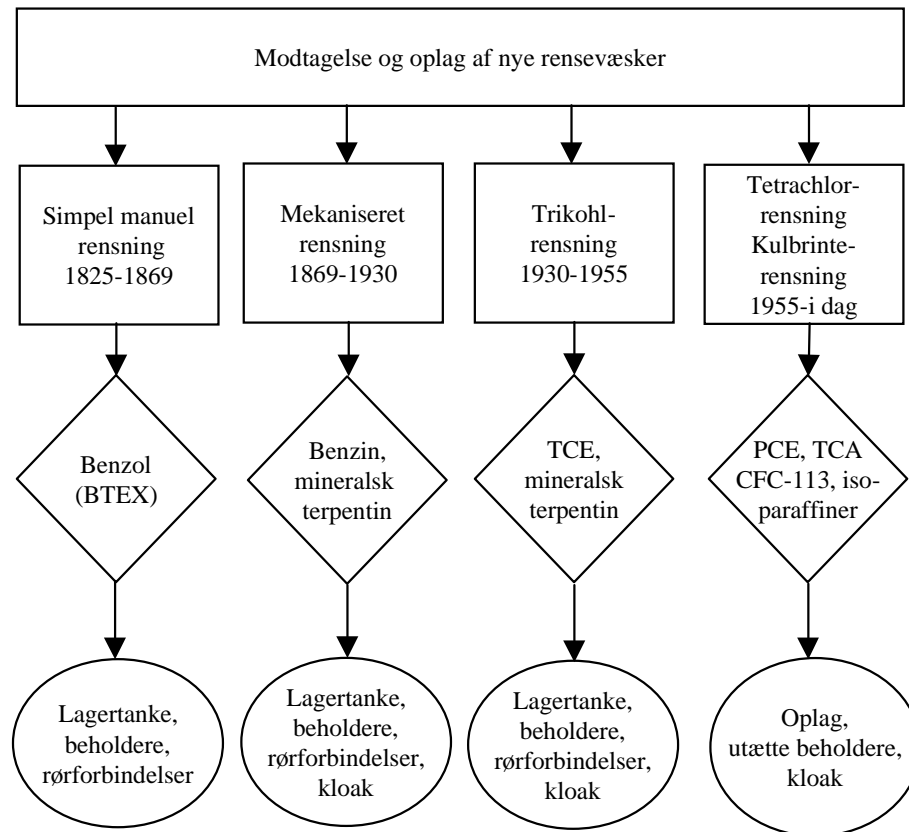
Det har ikke været muligt at konkretisere hjælpestofferne nærmere, f.eks. mht. kemiske betegnelser, men det er oplyst, at sammensætningen af hjælpestofferne er ændret i de senere år. Letflygtige og sundhedsskadelige opløsningsmidler er fjernet og erstattet af tungtflygtige og mindre sundhedsskadelige opløsningsmidler (f.eks. højtkogende kulbrinter og alkoholer) /2/.

Miljøbelastning

Risikoen for punktkildeforurening er især knyttet til spild ved påfyldning og aftapning fra lagertanke og -beholdere samt spild fra korroderede rørforbindelser, afløb og tanke. Risikoen for spild har været størst i perioden 1825-1955 før indførelsen af lukkede anlæg med effektiv genanvendelse af rensvæsken.

Miljøbelastningen ved modtagelse og oplag af nye rensvæsker er sammenfattet i figur 4.3.

Selv i perioden efter Miljøbeskyttelseslovens ikrafttræden er der sket spild fra oplag af rensvæsker. I en tysk undersøgelse blev der ved miljøtilsyn i 1988 på 51 renserier konstateret alvorlige mangler mht. lagerfaciliteter på de fleste af renserierne. Den hyppigste mangel var manglende spildbakke under de oplagrede rensvæskebeholdere, hvilket i flere tilfælde havde ført til omfattende spild, men også udendørs omhældning på beholdere eller indendørs omhældning i nærheden af kloak afløb var en hyppig årsag til spild /3/.



Figur 4.3 Oversigt over arbejdsmetoder/tidsperioder, potentielt forurenende stoffer samt potentielle kildetyper ved modtagelse og oplag af nye renevæsker

4.3.2 Håndtering af renevæske under tekstilrensningen

Processer

I perioden 1825-1869 udførtes simpel manuel tekstilrensning. Tekstilerne blev lagt i blød i et åbent trækår med benzol i, og omrørt med en stok /1/, jf. figur 3.3.

I perioden 1869-1930 blev der udført mekaniseret tekstilrensning. Den første rensermaskine var opbygget som en kasse, der roterede omkring en aksel. Tekstilerne blev lagt i kassen sammen med renevæsken - benzin eller mineralsk terpentin /1/. Rennermaskinen videreudvikledes i løbet af perioden, således at rensekarret blev indrettet som en lukket kasse, der indvendigt havde en vandret, roterende tromle bestående af stokke placeret med tilpas mellemrum til, at renevæsken kunne passere /1/.

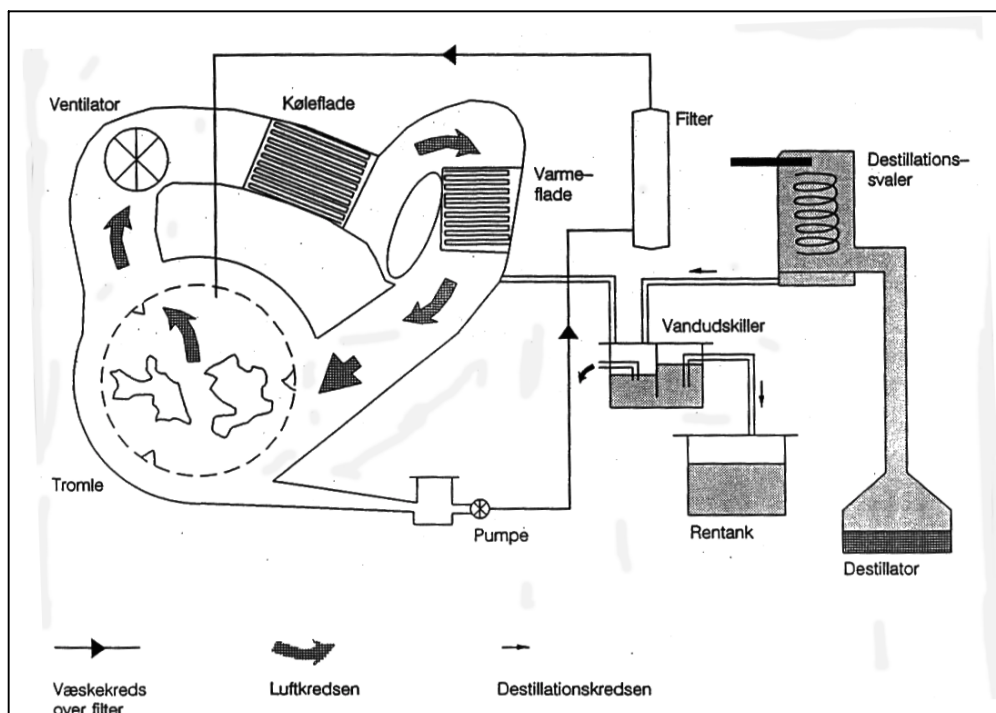
Efter rensning af tekstilerne blev de centrifugeret i en særskilt centrifuge, og derefter hængt til tørre /1/. Indtil omkring 1920 blev den snavsede renevæ-

ske renses i en klaringsbeholder samt - i større renserier - også i et destillationsapparat. Omkring 1920 påbegyndtes i flere renserier indførelsen af kontinuerlig regenerering af rensesvæske ved hjælp separator og filtre, jf. figur 3.4 /1/.

Fra starten af 1930'erne skete der kraftige ændringer indenfor renseribranchen, idet den første renserimaskine baseret på chlorerede kulbrinter - "Tri-kohl-maskinen" - blev taget i brug /1/. Disse maskiner udførte rensning i ét anlæg og centrifugering/tørring i en særskilt tørretumbler. Anlæggets indretning og procesforløb kan - bortset fra den særskilte tørreproces - sidestilles med de senere udviklede såkaldte "åbne per-anlæg", og kan - bortset fra behandling af afkastluften - også sidestilles med de senere lukkede anlæg.

Selve rensprocessen fungerer ved, at tekstilerne bringes i kontakt med den flydende rensesvæske i tromlen. Efter endt behandling i rensesvæsken centrifugeres og tørrer tekstilerne. Rensningen afsluttes med udluftning af tekstilerne i maskinen. Under rensprocessen cirkuleres rensesvæsken mellem tromlen, rensesvæsketanken og filtret. Udluftningsluften føres enten direkte til det fri (åbne anlæg), eller cirkuleres (lukkede anlæg) /2/.

Figur 4.4 viser principperne i opbygningen af en lukket renserimaskine /2/.



Figur 4.4 Principskitse af en lukket renserimaskine (efter 1968) /2/.

Rensesvæsken regenereres med jævne mellemrum vha. filtrering og destillation /2/.

I rensermaskiner med kiselgur som filtermateriale pumpes den snavsede renevæske over i destillatoren. Her bringes filtermasse og renevæske i kog, afkøles i en svaler, hvorved kontaktvandet udskilles, og den rensede renevæske pumpes tilbage til renevæsketanken, og derfra videre til tromlen. Efter endt destillation tømmes destillatoren for slam, der består af kiselgur, tekstilfibre, pigmentsmuds, olie-fedtstoffer samt rester af renevæske. I visse maskiner benyttes papirfiltre, der efter endt afdrypning fjernes fra maskinen og stilles til tørre - gerne udendørs. I nyere maskiner tørres papirfilterene i maskinen. Af andre filtertyper kan nævnes filterpatroner, der er rør med indlagt filterpapir, granuleret aktivt kul samt en granuleret lerart /1,2/.

Indholdet af renevæske i destillationsresten vil afhænge af viskositeten af renevæsken og anvendelse af filterpulver. Anvendes filterpulver vil renevæskeindholdet i affald fra et typisk renseri variere fra 10-30 %. I destillationsrester uden filterpulver kan der være op til 50% renevæske /3/.

Under rensprocessen tilsættes dels en smule vand til renevæsken og dels optages der vand i renevæsken fra fugt i luft og tekstiler. Da en del (vandopløseligt) snavs opløses i dette såkaldte kontaktvand, udskilles det snavsede kontaktvand i en vandudskiller. Kontaktvandet vil typisk indeholde farve- og fedtstoffer, olier samt rester af renevæske i koncentrationer op til opløselighedsgrænsen. Kontaktvandet blev tidligere i vid udstrækning afledt til kloak. I senere anlæg kan der være indrettet et rensningsanlæg til kontaktvandet ved enten aktiv kulfiltrering eller ved stripping og rensning af afkastluft ved aktiv kulfiltrering /3/.

Udluftningsluften fra åbne anlæg transporteres via ventilationskanal til udeluften i det fri eller via rørforbindelser til afkastbrønde. Nyere åbne anlæg kan være forsynet med kulfiltre til opsamling af renevæskedampe i udluftningsluften. De senere lukkede anlæg recirkulerer udluftningsluften efter forudgående rensning i et luftfilter og kondensering i en svaler. De i svaleren kondenserede renevæske- (og vanddampe) ledes til en vandudskiller, hvorved kontaktvandet bortledes til kloak eller opsamles på tromler. Rennevæsken pumpes til renevæsketanken /2/.

Miljøbelastning

I perioden med manuel tekstilrensning har arbejdsmetoden givet rig mulighed for punktkildeforurening omkring renskarret pga. utætheder, ved omrøring samt ved vridning og afdrypning af tekstilerne.

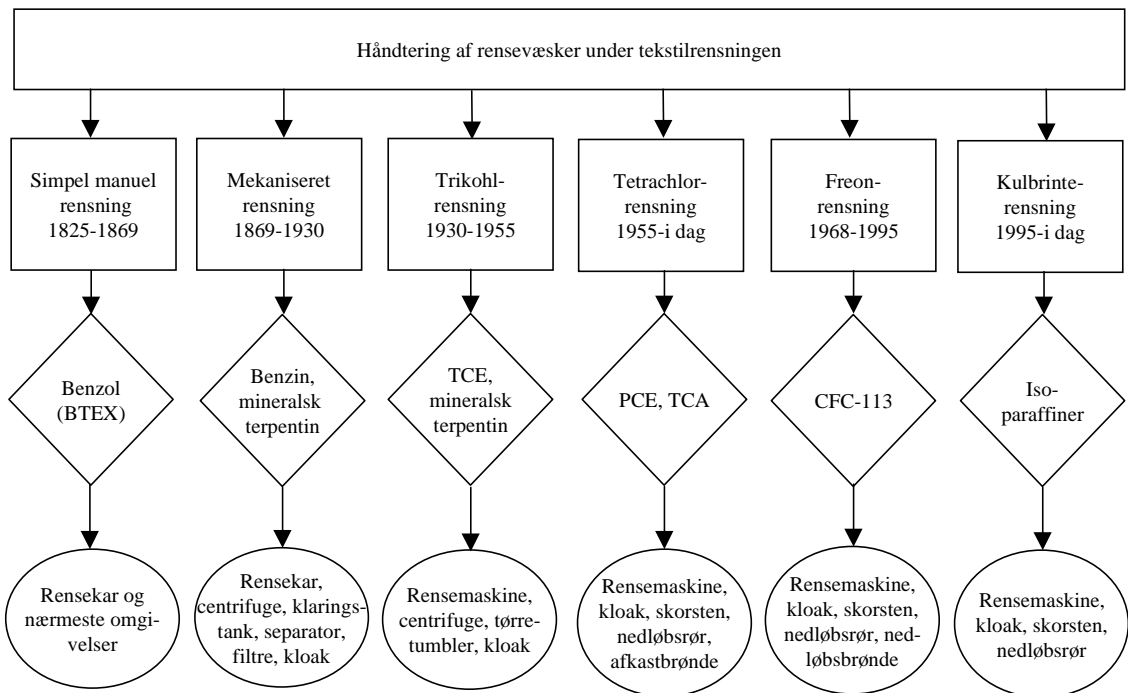
Mulighederne for punktkildeforurening af jord og grundvand fra den mekaniserede tekstilrensning i perioden 1869-1930 er især knyttet til spild og udslip af flydende renevæske omkring anlægget. Dette gælder såvel selve renskarret som centrifugen, klaringstanken, separatoren og filtre som følge af utætheder samt spild ved påfyldning og aftapning. Spild af renevæske er eventuelt blevet afledt videre til evt. kloakafløb i renserilokalet.

Det samlede udslip til jord- og grundvandsmiljøet fra renseprocessen må antages at kunne have nået et ganske betydeligt omfang i perioden frem til ca. 1930.

Selve renseprocessen har i starten ved de åbne Trikohl-anlæg kunnet give anledning til punktkildeforurening af jord og grundvand primært ved udslip af flydende rensesvæske til gulv/afløb i renserilokalet på grund af utætheder i væskekredsen (tromle, væskepumpe, væskefilter, destillator, svaler, vandudskiller, rensesvæsketank, tromle), ved afdrypning under flytning af tekstiler fra renseproces til centrifuge/tørreproces samt ved påfyldning og aftapning af rensesvæske.

Med indførelsen af de lukkede anlæg efter 1968 er risikoen for spild under renseprocessen mindre, dels fordi maskinerne er mere sikkert indrettede, dels fordi rensesvæskeforbruget er mindre pr. kg. rensede tøj, og dels fordi nye rensermaskiner, iflg. en aftale mellem Dansk Renseri Forening og maskinleverandørerne, bliver leveret med spildbakker, der kan indeholde det samme volumen som maskinens største tank /4/.

Miljøbelastningen ved håndtering af rensesvæsker under tekstilrensningen er sammenfattet i figur 4.5.

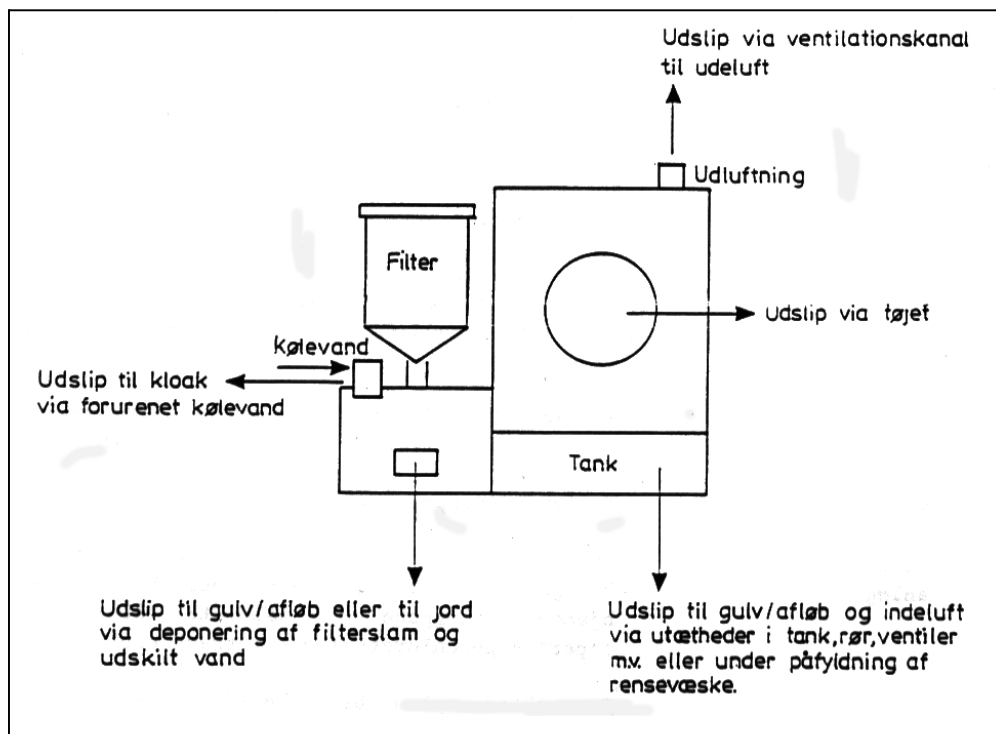


Figur 4.5 Oversigt over arbejdsmetoder/tidsperioder, potentielt forurenende stoffer samt potentielle kildetyper ved håndtering af renevæsker under tekstilrensningen

Der er dog erfaring for, at der selv i lukkede anlæg stadig er stor risiko for spild ved f.eks. utilstrækkeligt dimensionerede spildbakker, eller hvor installationer på maskinerne rager ud over spildbakken. Der er erfaring for, at rensanlæg til kontaktvand ikke altid fungerer, hvorved kontaktvandet fortsat ledes urenset til kloak (evt. via kølevandssystemet).

Der er i Danmark eksempler på, at udluftningsluft fra åbne anlæg, der afledes til en afkastbrønd, kan kondensere i brønden, hvorved kondensatet kan tilføres jordmiljøet, f.eks. hvis brønden er udført som en sivebrønd. Tilsvarende kan afkastluft fra åbne anlæg kondensere i afkastet/skorstenen, hvorved kondensatet siver ned langs skorstenens sider, og derfra ud i jordmiljøet. Kondensat kan også dannes på kolde tagflader udfor skorstenen, og kan via regnvandsnedløb og utætte kloakker tilføres jordmiljøet /3/.

De forskellige kilder til udslip af renevæske til miljøet fra typiske rensermaskiner baseret på chlorerede kulbrinter i åbne og lukkede anlæg er anskueliggjort i figur 4.6.



Figur 4.6 Potentielle kilder til udslip af rene væske fra åbne og lukkede rensermaskiner (1968-i dag) /1/

Langt det største rene væsketab i rene processerne, ca. 80%, er skønnet at ske via udluftning. Flydende udslip gennem utætheder mv. andrager i gennemsnit 5% af det totale udslip, men kan dog komme op på 25%. Udslip via destillation og filterskift andrager kun nogle få procent af totaludslippet /1/.

4.3.3 Affaldshåndtering

Miljøbelastning

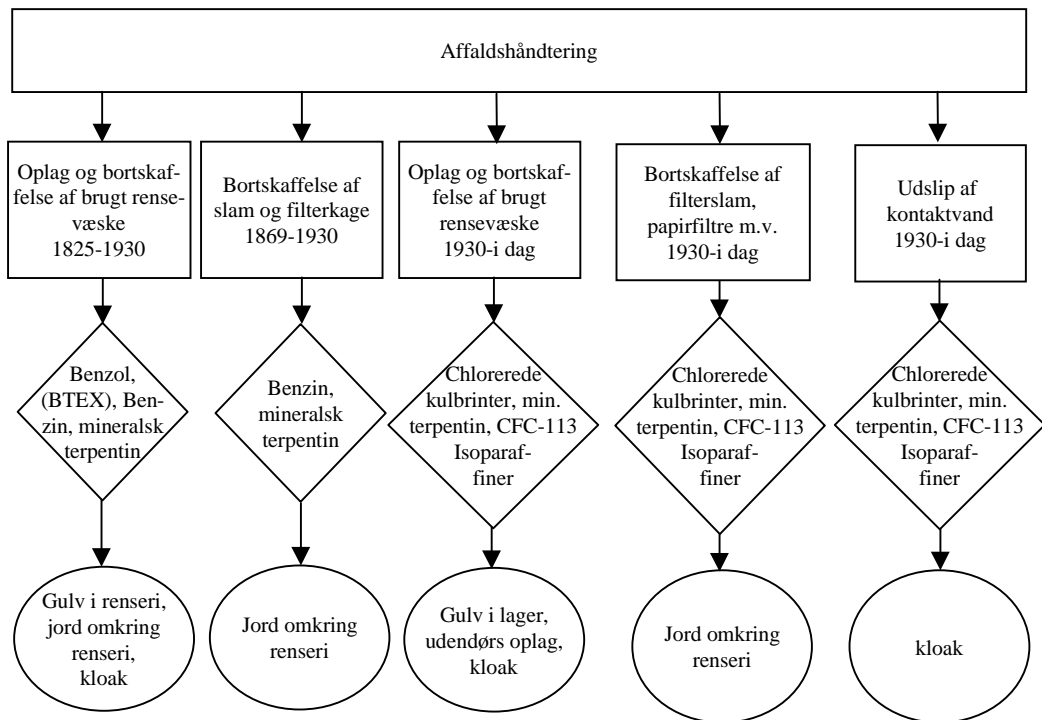
I perioden frem til 1869 er brugt rene væske - benzol (BTEX) sandsynligvis bortskaffet til kloak eller udhældt direkte på jorden. Det har især været nødvendigt at udskifte rene væsken ofte i de tidlige anlæg uden klaringsstanke, filtre o.lign /1/.

På anlæg med klaringsstanke, filtre m.v. fra perioden 1869-1930 kan der være sket udendørs deponering af slam og filterkage fra klaringsbeholder, separator eller filter. Deponeringen kan være sket enten ovenpå jorden, eller ved nedgravede depoter. Restindholdet af rene væske (benzin og mineralsk terpentin) i slammet eller filterkagen vil ved deponering udendørs kunne udvaskes til jord og grundvand.

I de tidligste anlæg med chlorerede rene­væs­ker fra perioden 1930-1955 af­­tappedes den brugte rene­væs­ke efter en række destillationer, og ny rene­væs­ke påfyldtes anlægget. Den brugte rene­væs­ke påfyldtes typisk 50-100 l beholdere, og både under aftapningen, lagringen (som i visse tilfælde er foregået uoverdækket og udendørs) og den senere afhentning af den brugte rene­væs­ke er der risiko for spild til jord og grundvand primært af TCE og mineralisk terpentin.

Miljøbelastningen ved affaldsbortskaffelsen er sammenfattet i figur 4.7.

Spildebakker mv. har i perioden fra 1955 til i dag begrænset dette spild, men i lighed med spild under rene­pro­ces­sen er der eksempler på, at utilstrækkeligt dimensionerede spildebakker eller omhældning/lagring udenfor spildebakker har ført til omfattende spild af især PCE og TCE /3/.



Figur 4.7 Oversigt over arbejds­me­to­der/tids­pe­ri­o­der, po­ten­tielt forurenende stoffer samt potentielle kildetyper ved oplag og bortskaffelse af brugte rene­væs­ker og andet affald.

5. FORURENINGSRISIKO

5.1 Oversigt over potentielle forureningskilder

Som det fremgår af gennemgangen af processer, teknologi og miljøbelastning i kapitel 4, kan der udpeges en række tidsbestemte potentielle punktkilder til forurening af jord og grundvand på lokaliteter, hvor der har været renserivirksomhed.

I tabel 5.1 er der givet en oversigt over de punktkilder og forurenende stoffer som er knyttet til de i kapitel 4 nævnte aktiviteter. Tabellen indeholder desuden en vurdering af muligheden for spredning af forureningen.

Aktivitet (periode)	Kildetyper	Spredningsveje	Forurenende stoffer
Leverance og oplag af kemikalier			
Påfyldning/aftapning (1825-1955)	Lagertanke, utætte installationer	Spild, udvaskning, diffusion	Benzol (BTEX), benzin, mineralsk terpentin, TCE
Påfyldning/aftapning (1955- i dag)	Oplag, utætte beholdere	Spild, utætte kloaker, udvaskning, diffusion	PCE, TCA, CFC-113, isoparaffiner
Håndtering af kemikalier under tekstilrensningen			
Simpel manuel rensning (1825-1869)	Rensekar og nærmeste omgivelser	Spild, udvaskning, diffusion	Benzol (BTEX).
Mekaniseret rensning (1869-1930)	Rensekar, centrifuge, klaringstank, separator, filtre m.v.	Spild, utætte kloaker, udvaskning, diffusion	Benzin og mineralsk terpentin
Trikohl-rensning (1930-1955)	Utætheder i rensemaskine, centrifuge, tørretumbler mv.	Spild, utætte kloaker, udvaskning, diffusion	TCE, mineralsk terpentin
Tetrachlorrensning (1955- i dag)	Utætheder i rensemaskine, udledning af kontaktvand til	Spild, utætte kloaker, udvaskning, diffusion	PCE, TCA
Freonrensning (1968-1995)	kloak, nedsivning af kondensat fra afkast-		CFC-113
Kulbrinterrensning (1995-i dag)	brønde, langs skorsten og i nedløbsrør		Isoparaffiner

Tabel 5.1 Miljøbelastning ved rensprocesser

Aktivitet (periode)	Kilder	Spredning	Forurenende stoffer
Affaldshåndtering			
Oplag og bortskaffelse af brugt rensévæske (1825-1930)	Gulv i renseri, jord omkring renseri	Spild, utætte kloakker, udvaskning, diffusion	Benzol (BTEX), benzin og mineralsk terpentin
Bortskaffelse af slam og filterkage (1869-1930)	Jord omkring renseri	Udvaskning, diffusion	Benzin og mineralsk terpentin
Oplag og bortskaffelse af brugt rensévæske (1930-i dag)	Gulv i lager, evt. uoverdækkede udendørs oplag	Spild, utætte kloakker, udvaskning, diffusion	TCE, PCE, TCA, mineralsk terpentin, CFC-113, isoparaffiner
Bortskaffelse af filterslam, papirfiltre mv. (1930-i dag)	Jord omkring renseri	Udvaskning, diffusion	
Udslip af kontaktvand (1930-i dag)	Utætte kloakker	Udsivning, diffusion	
Andet			
Oplag af fyringsolie (1930-i dag)	Lagertanke, utætte installationer	Spild, udvaskning	Diesel og svær fuel

Tabel 5.1 (fortsat) Miljøbelastning ved rensprocesser.

5.2 Vurdering af forureningsrisiko

Erfaringsopsamling på amternes registreringsundersøgelser har vist, at rensier er en branche som ofte er årsag til en kraftig forurening af jord og grundvand /5,6/. De konstaterede forureninger har i relativt mange tilfælde givet anledning til risiko for påvirkning af grundvandsressourcen i området samt risiko for forringet indeklime i byggeri over forureningerne.

I bilag 2 findes datablade for udvalgte kemiske stoffer. Stofferne er udvalgt på baggrund af hyppighed i anvendelse og farlighed. Der er udarbejdet datablade for:

- Benzen
- Benzin
- CFC-113
- Isoparaffiner
- Mineralsk terpentin
- PCE
- TCE
- TCA

Databladene viser fysisk-kemiske data som molvægt, densitet, smeltepunkt, kogepunkt, vandopløselighed, damptryk og oktanol-vand fordelingskoeffi-

cent. Endvidere er der anført om stoffet er optaget på listen over farlige stoffer.

Ud fra de fysisk-kemiske egenskaber er det i databladet anført, i hvilken fase (jord, vand eller luft) man vil forvente lettest at finde stoffet. Desuden er anført gældende kvalitetskriterier for de tre faser.

Risikoen for påvirkning af grundvandsressourcen og indeklimaet skyldes generelt stoffernes vandopløselighed, massefylde, mikrobielle nedbrydningspotentiale og damptryk. De hyppigste og farligste forureningskomponenter og deres miljømæssige nøgleparametre fremgår af bilag 2 og er sammenfattet i tabel 5.2.

Chlorerede og fluorerede kulbrinter (TCA, TCE, PCE og CFC-113) - DNAPL	
vandopløselighed (v. 20 °C)	150 - 1070 mg/l
massefylde	1,3 - 1,6 g/ml (vand: 1,0 g/ml)
mikrobielt nedbrydningspotentiale	manglende i aerobt miljø, som regel svagt under anaerobe forhold
damptryk	18,5 - 124 mm Hg (vand: 21 mm Hg)
Klassificering iht. listen over farlige stoffer	Sundhedsskadelig, kræftfremkaldende og giftig
Olieprodukter og BTEX - LNAPL	
vandopløselighed (v. 20 °C)	ca. 6 - 1700 mg/l
massefylde	0,8 - 0,9 g/ml (vand: 1,0 g/ml)
mikrobielt nedbrydningspotentiale	højt i aerobt miljø, som regel svagt under anaerobe forhold
damptryk	4 - 775 mm Hg (vand: 21 mm Hg)
Klassificering iht. listen over farlige stoffer	Brandfarlig, sundhedsskadelig og kræftfremkaldende

Tabel 5.2 Nøgleparametre for de hyppigste og farligste forureningskomponenter på lokaliteter, hvor der har været renserivirksomhed.

I miljømæssig sammenhæng benævnes flydende kulbrinter NAPL (Non-Aqueous Phase Liquids), der kan oversættes til ikke vandblandbare væsker /7/. Samtlige stoffer i databladene i bilag 2 er NAPL.

DNAPL

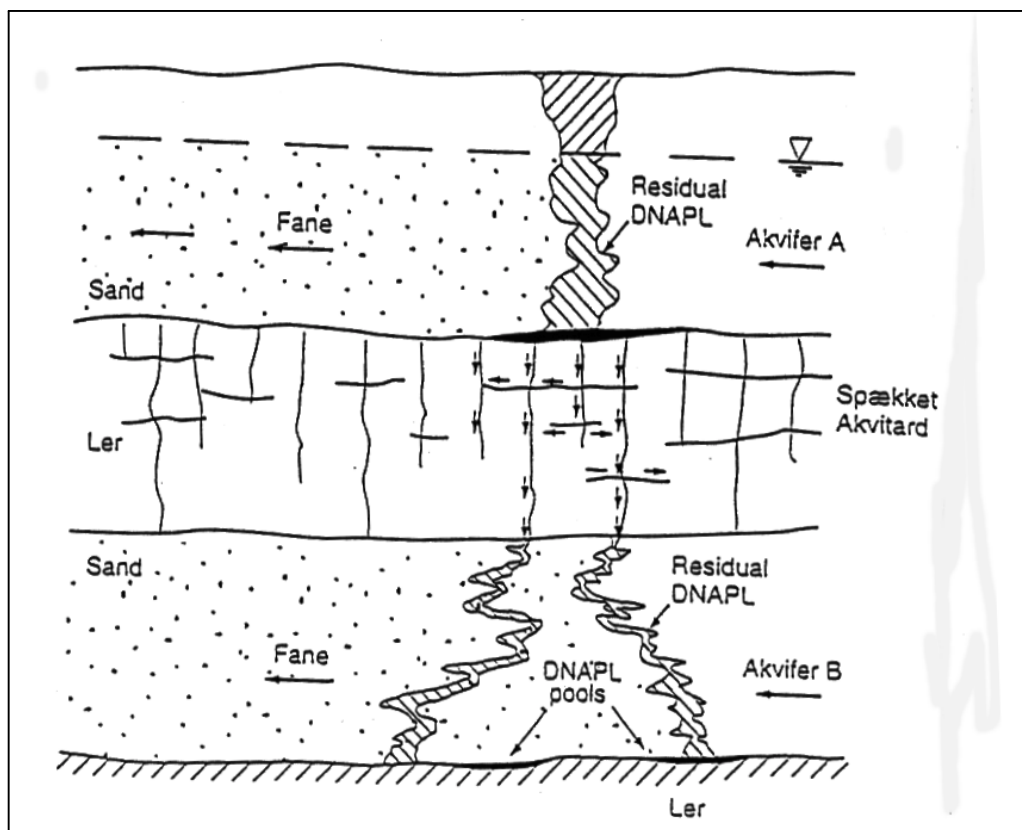
Chlorerede og fluorerede kulbrinter, som har større massefylde end vand, benævnes DNAPL (Dense NAPL) /7/. For renserier vedrører det stofferne:

- TCA
- TCE
- PCE
- CFC-113

Ved udslip af rene væske i jordens umættede zone (over grundvandsspejlet) fordeles stofferne i tre faser. Pga. stoffernes høje damptryk og høje vandopløselighed vil en stor del af forureningen findes opløst i jordens poreluft og porevand, mens den resterende del vil forekomme som fri fase eller residual fase (der i nogen grad er adsorberet til jordens partikler) /7/.

Ved udvaskning af nedsivende regnvand og via tyngdekraften vil den opløste og den frie stoffase transporteres ned mod jordens mættede zone, hvorved der kan opstå en grundvandsforurening /7/.

En principskitse af et typisk DNAPL-spild fremgår af figur 5.1.



Figur 5.1 Principskitse af et typisk DNAPL-spild (chlorerede og fluorede opløsningsmidler) /7/

Pga. stoffernes høje massefylde vil den frie stoffase kunne strømme gennem grundvandsspejlet og længere ned i grundvandsreservoiret. Hvis forureningsmængden er stor nok, kan den frie fase evt. brede sig ned til den mindre permeable bund af reservoiret, og danne søer (pools). Bunden af reservoiret kan i nogle tilfælde være opsprækket, hvorved den frie stoffase kan gennemtrænge et ellers impermeabelt lag og forurene dybereliggende grundvandsreservoir. Da stofferne generelt har et lavt mikrobielt nedbryd-

ningspotentiale, kan forureninger spredes med strømmende grundvand, og evt. nå frem til drikkevandsboringer.

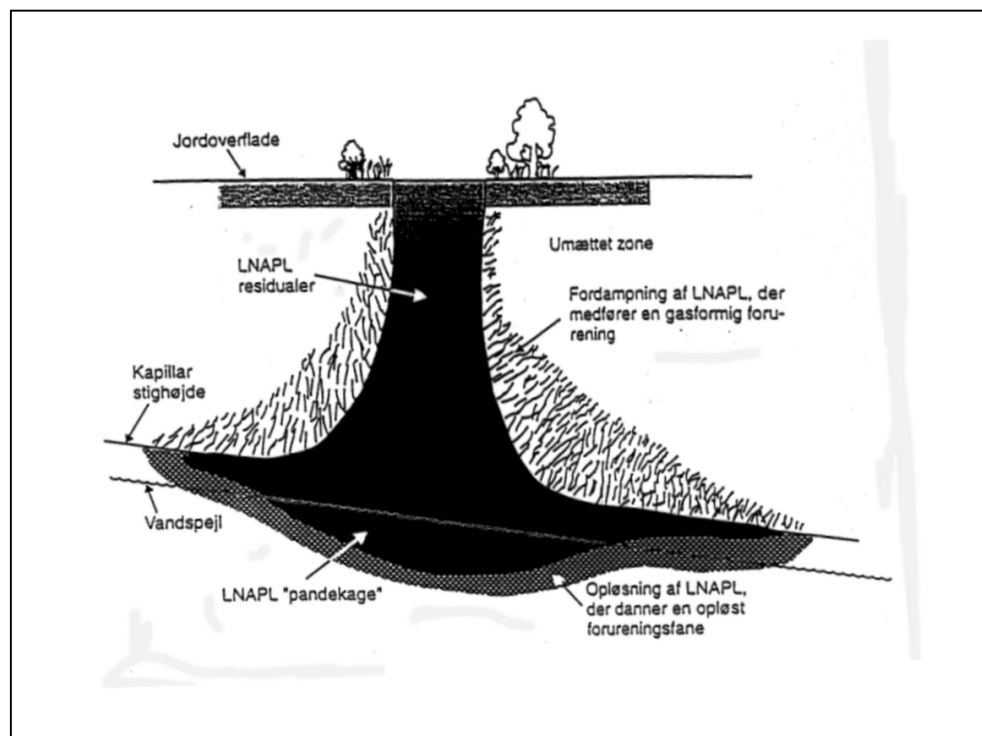
Pga. stoffernes høje damptryk, vil der kunne ske en diffusiv transport fra den forurenede poreluft og gennem gulvkonstruktionen til overliggende bygnings indeluft, og dermed skabe et indeklimaproblem.

LNAPL

Olieprodukter og BTEX, der generelt har lavere massefylde end vand, benævnes LNAPL (Light NAPL) [7]. For renserier vedrører det stofferne:

- Benzen
- Benzin
- Mineralsk terpentin
- Isoparaffiner

En principskitse af et typisk LNAPL spild fremgår af figur 5.2.



Figur 5.2 Principskitse af et typisk LNAPL-spild (olieprodukter og BTEX) [7]

I jordens umættede zone fordeles olieprodukter og BTEX også i tre faser: poreluft, porevand og fri fase, og vil ligesom DNAPL kunne transporteres ned mod grundvandspejlet. I modsætning til DNAPL vil stofferne ikke synke til grundvandsreservoirets bund, men vil dels pga. deres høje vandopløselighed opløses i grundvandet og dels flyde ovenpå grundvandspejlet og

dermed spredes. Da olieprodukter har et højt mikrobielt nedbrydningspotentiale under aerobe forhold, vil der under nedsivningen og den senere grundvandstransport kunne ske en nedbrydning af forureningen, hvorfor denne generelt ikke indebærer samme risiko for en drikkevandsforsyning som DNAPL.

I lighed med de chlorerede og fluorerede kulbrinter vil der for LNAPL kunne ske en diffusiv transport af flygtige enkeltstoffer i olieprodukter fra den forurenede poreluft og gennem gulvkonstruktionen til overliggende bygningers indeluft, og dermed skabe et indeklimaproblem.

6. UNDERSØGELSER

I det følgende er der fokus på beskrivelsen af indholdet i en **registreringsundersøgelse**. Beskrivelse af mere omfattende undersøgelser kan bl.a. ses i /11/.

Ved en registreringsundersøgelse på en lokalitet, hvor der har været renserivirksomhed foreslås følgende elementer at indgå i undersøgelsesstrategien:

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

En registreringsundersøgelse for jord- og grundvandsforurening på en lokalitet, hvor der har været renserivirksomhed kan typisk have et tidsforløb som skitseret i figur 6.1.

Aktivitet/uge	1	2	3	4	5	6
Historisk kortlægning	■					
Udførelse af boringer og poreluftsonder mv. samt udtagning af jord-, vand- og poreluftprøver		■	■			
Felt- og laboratorieanalyser			■	■	■	
Vurdering af analyseresultater					■	
Orienterende risikovurdering					■	■
Rapportering						■

Figur 6.1 Eksempel på tidsforløb for en registreringsundersøgelse på en lokalitet, hvor der har været renserivirksomhed.

I det følgende er indholdet i en registreringsundersøgelse nærmere beskrevet.

6.1 Historisk kortlægning

6.1.1 Kortlægningsstrategi og -metode

Siden 1990 har registreringsundersøgelser været gennemført efter Affaldsdepotloven og Registreringsbekendtgørelsen, jf. /17,18,19/.

Sammenfattende angiver Affaldsdepotloven og Registreringsbekendtgørelsen at der skal påvises en forurening af en vis art, koncentration og omfang, som har skadelig virkning på mennesker og miljø, før en ejendom kan registreres efter Affaldsdepotloven.

I Miljøstyrelsens kommende vejledning om kortlægning af forurenede lokaliteter /8/, skelnes mellem *særlige indsatsområder* og *områder med begrænset indsats*.

Særlige indsatsområder omfatter:

- ejendomme med mulige kilder til grundvandsforurening indenfor områder med særlige drikkevandsinteresser (OSD) og beskyttelseszoner for kilderpladser udenfor OSD
- ejendomme med følsomme arealanvendelse og risiko for forurening med lavmobile stoffer (tungmetaller, PAH'er mv.)

Områder med begrænset indsats omfatter ejendomme med særlig risiko forurening, som ikke er i konflikt med drikkevandsinteresser eller den aktuelle arealanvendelse.

Kortlægningsstrategien bør udvikles således at ejendomme beliggende i særlige indsatsområder identificeres først.

Når ejendommene er identificeret iværksættes miljøhistoriske undersøgelser, som er grundlaget for efterfølgende tekniske undersøgelser.

6.1.2 Indsamling af historisk materiale

Forud for igangsættelse af tekniske undersøgelser, er det vigtigt at få lavet en historisk kortlægning 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 kortlægning er at få udpeget art og fysisk placering af de potentielle forureningskilder.

Der findes en lang række kilder, hvor fra der kan søges oplysninger. Kilderne kan opdels i primære og sekundære kilder /8/. 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 renserier

Indhentning af oplysninger om hvor der har været renserier, med henblik på en generel kortlægning.

- Oplysninger om branchen

Indhentning af oplysninger som er specifikke for branchen for at opnå et nærmere branchekendskab, samt som en støtte for tilrettelæggelse af teknisk undersøgelse.

- Oplysninger om lokaliteten

Indhentning af oplysninger om de aktiviteter af miljømæssig relevans, der er foregået på den pågældende lokalitet med henblik på tilrettelæggelse af en teknisk undersøgelse.

6.1.3 Lokalisering af renserier

Ved en generel kortlægning opspores renserier indenfor afgrænsede geografiske områder. Da renserier fortrinsvis er et byerhverv, anbefales det at koncentrere kortlægningsindsatsen til byområder.

Til generel kortlægning kan anvendes "brede" historiske kilder, som f.eks. gamle vejvisere, telefonbøger, lokalvejvisere og annonceværker (som Kraks vejviser) med f.eks. 5-års intervaller. Kendetegnende for disse kilder er, at de har en bred dækning, men en lav detaljeringsgrad. Det kan således erfaringsmæssigt være et problem, at visse adresser kan vise sig kun at have været indleveringssteder for rensesøj. I denne forbindelse kan der med fordel tages kontakt til lokalhistorisk arkiv, hvor medarbejdere enten selv har et udvidet lokalkendskab eller kan henvise til ældre borgere med lokalkendskab.

Vedrørende industrikortlægning generelt henvises til /9/ som er en bibliografi over industrihistorisk litteratur og kildemateriale.

Specifikt for renserier anbefales desuden at kontakte brancheforeningen, Dansk Renseri Forening samt tage kontakt til større maskinleverandører, renseskeleverandører og maskinreparatører, se bilag 1 for adresser. Disse kan udover adresser og ejerforhold desuden i et vist omfang oplyse om indretning og drift af tidligere og nuværende renserier.

Til dokumentation af ovennævnte arkivoplysninger anbefales det, at indhente supplerende oplysninger fra kommunale byggesagsarkiver. Dette kan være bygge- og afløbssager samt tankoplysninger fra BBR-registre. Herudover kan der indhentes oplysninger fra kommunale og amtskommunale miljøogsagsarkiver samt oplysninger fra tinglysningkontoret.

6.1.4 Oplysninger om branchen

Af litteratur, der beskriver renseribranchen, kan udover nærværende rapport nævnes:

- Emil Hammershøy (red.). 1971. De danske vaskeri- og renserierhverv. Faglig biografisk håndbog for de erhvervsdrivende inden for vaskeri- og renserierhvervene i Danmark. Forlaget Liber A/S. København.
- Vestsjællands Amtskommune 1992. Historisk beskrivelse af Renseri-branchens mulige miljøbelastning - specielt med henblik på jord- og grundvandsforurening. Udført af Carl Bro A/S.
- Miljøstyrelsen 1995. Renere teknologi i renseribranchen. Miljøprojekt nr. 305.
- Miljøstyrelsen 1995. Erfaringsopsamling på amternes registreringsundersøgelser. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen nr. 9.

Desuden kan generelle oplysninger om branchen indhentes fra brancheforeningen Dansk Renseri Forening.

Mere specifikke oplysninger om forureningsforhold mv. kan findes i /6,20/

6.1.5 Oplysninger om den enkelte lokalitet

Når en lokalitet, hvor der har været renserivirksomhed er kortlagt som muligt forurenat 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 tekniske undersøgelser på ejendommen.

Ved tilrettelæggelse af tekniske undersøgelser kan det historiske materiale indeles efter de forhold, der søges oplysninger om. For en lokalitet, hvor der har været renserivirksomhed kan følgende forhold være relevante:

- **Lokalisering og driftsperiode**
Adresse, matr. nr. og ejerforhold mv. fremgår af kommunens arkiver. Driftsperioden fremgår af tingbogen. Herudover kan der evt. indhentes oplysninger fra erhvervsregistret, vejvisere, brancheforeninger mv.
- **Fysisk indretning**
Kommunens arkiver, herunder evt. miljøgodkendelser
Virksomhedens arkiver
Dansk Tarifforenings inspektionsberetninger
Fotos fra det Kongelige bibliotek, Kort- og Matrikelstyrelsen og Lokalhi-

storisk arkiv

Politi og brandvæsen, hvis der har været oplag af brandfarlige stoffer eller ulykker

Industrialismens bygninger og boliger (Nationalmuseet i Brede)

- **Gennemgang af processer og oplag**

Kommunens arkiver, herunder evt. miljøgodkendelser

Virksomhedens arkiver

Dansk Tarifforenings inspektionsberetninger

Arbejdstilsynets inspektionsberetninger

Avisartikler mv.

Gennemgangen kan suppleres med teknisk historisk litteratur, se baggrundsmateriale om anlæg og processer i afsnit 6.1.2.

- **Identifikation af miljøfarlige stoffer og lokalisering af forureningskilder.**

Her vil det være relevant at gennemgå de samme kilder som under ovenstående punkt.

- **Oplysninger om brand og ulykker**

Oplysninger kan hentes i virksomhedens arkiver og hos politi- og brandmyndigheder

- **Besigtigelse**

Ved besigtigelse af en tidligere lokalitet, hvor der har været renserivirksomhed med intakt gulvbelægning kan man evt. lokalisere renserimaskinens placering ved rester af beslag, støbte fundamenter og evt. gulvreparationer samt evt. lokalisere indendørs kemikalieoplag ved tegn på spild/gulvreparationer.

- **Interviews**

Interviews af tidligere og nuværende ejere og/eller ansatte samt af leverandører kan bidrage med værdifuld information.

6.2 Status for renseribranchens miljøbelastning

På lokaliteter, hvor der har været renserivirksomhed, 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 forekomme, jf. tabel 5.1.

Ifølge udtræk fra Amternes Videntcenter for Jordforurenings database over amternes registreringsundersøgelser (september 1998) er der registreret oplysninger om undersøgelser på i alt 108 ejendomme med renserivirksomhed fordelt på ca. 75 renserier, og resten er kombinerede renserier og vaskerier samt møntvaskerier med selvbetjeningsrens /6/.

I alt 34 kortlagte ejendomme er registreret som affaldsdepot på baggrund af tekniske undersøgelser, mens 54 kortlagte ejendomme ikke er registreret og resten p.t. ikke er afklaret (20 ejendomme) /6/. En del af de 54 ikke-registrerede ejendomme kan imidlertid godt være forurenede, men i så fald er det skønnet, at forureningen er sket efter miljølovens ikrafttrædelse i 1974.

Ved de 6 hyppigst undersøgte kildetyper, er der konstateret forurening som vist i tabel 6.1.

Forureningskilde	Procentdel af kilder, hvor der er fundet forurening
Under bygning	65 % af 17 undersøgte kildetyper
Ved bygning	50 % af 71 undersøgte kildetyper
Olietanke	45 % af 29 undersøgte kildetyper
Afløbssystem	43 % af 74 undersøgte kildetyper
Spild	36 % af 11 undersøgte kildetyper
Uspecificeret oplag ude	33 % af 24 undersøgte kildetyper

Tabel 6.1 Procentdel af undersøgte kilder, hvor der er fundet forurening /6/.

Tallene i tabellen skal kun opfattes som retningsgivende, idet det ikke kan afvises, at nogle kildetyper kan dække over andre. F.eks. kan en del kildetyper være talt med flere steder (f.eks. i kategorierne “under bygning”, “afløbssystem”, “spild”).

Trods dette er der en tydelig tendens. De tekniske undersøgelser viser, at der er størst mulighed for at træffe forurening ved kilder under bygning og ved bygninger samt ved afløbssystem, hvor der har foregået renseriaktiviteter. Men også ved olietanke, spild og udendørs oplag er forureningsrisikoen høj.

Der er ved de tekniske undersøgelser af de 108 ejendomme konstateret de i tabel 6.2 viste forureningsniveauer i de tre prøvetagningsmedier jord, grundvand og poreluft. Kun forureningskomponenter, for hvilke der er foretaget flere end 10 analyser, er medtaget i tabellen.

Erfaringerne viser, at de maksimalt fundne koncentrationsniveauer for såvel jord, vand som poreluft er meget høje for de hyppigst analyserede komponenter PCE, TCE og total kulbrinter. For TCA's vedkommende har analyser i jord kun i få tilfælde vist forurening, hvorimod analyser af vand og især poreluft hyppigt har vist forurening. Det samme gør sig gældende for nedbrydningsprodukterne vinylchlorid og DCE. Årsagen til dette er formodentlig, at TCA har en betydeligt højere vandopløselighed og et højere damptryk end TCE og PCE.

I olieproduktgruppen er der først og fremmest analyseret på jordprøver. Der er påvist forholdsvis høje forureningsniveauer i disse. Benzen er kun påvist i vand- og poreluftprøver i relativt lave koncentrationsniveauer, hvorimod toluen og xylener er påvist i relativt større koncentrationer i vand og især i poreluftprøver.

Komponent	Jord (mg/kg)		Vand (µg/l)		Poreluft (µg/m ³)	
	Interval for max.konc.	Antal analyser *	Interval for max.konc.	Antal analyser *	Interval for max.konc.	Antal analyser *
Total kulbrinter						
Total kulbrinter	0,37-10.000	16/10	1-29.000	27/20	2-87.000	39/14
Olieprodukter						
Diesel/fyringsolie	14,6-11.500	28/9	0	1/0		
Terpentin	847-1600	2/2				
BTEX						
Benzen	0,05	36/1	0,05-0,4	21/8	10-60	40/4
Toluen	0,06-0,81	36/5	0,03-6,6	21/12	0,231-2.000	41/8
Xylener	0,64-15,52	35/3	0,07-230	19/6	0,1-19.000	37/3
Chlorerede opløsningsmidler (og nedbrydningsprodukter heraf)						
DCE	0	2/0	0,1-1.400	16/10	0,6-50.000	31/12
TCA	0,00069-2	50/8	0,002-8,9	32/12	0,1-4.000	49/34
TCE	0,0002-1.700	61/36	0,005-5.900	39/30	0,2-2.300.000	55/41
PCE	0,001-123.000	62/53	0,001-23.000	38/34	0,4-240000.000	54/53
Trichlor-methan	0,0003-0,004	32/2	0,13-0,3	8/3	1,1-3,6	2/2
Tetrachlor-methan	0,002-2	40/4	0	15/0	0,07-2,8	3/3
Vinylchlorid	0	1/0	0,2-4,3	7/4	300	2/1

* Antal: Antal lokaliteter, hvor der er "undersøgt for"/"konstateret et indhold af" den specifikke komponent.

Tabel 6.2 Max.koncentrationsniveauer i registreringsundersøgelser på 108 lokaliteter med renserivirksomhed /6/.

Ud fra ovennævnte erfaringer er der nedenfor givet en prioriteret liste over forureningskilder som bør undersøges på lokaliteter, hvor der har været renserivirksomhed. 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 medtages** i en undersøgelse*

- Gulv ved renserimaskiner og indendørs oplag af renevæsker
- Områder udenfor renseribygning i nærheden af renserimaskiner
- Nedgravede olietanke og tanke til opbevaring af renevæsker
- Gulv afløb samt udendørs samlebrønde

Forureningskilder som anbefales medtaget i en undersøgelse

- Udendørs spild
- Udendørs oplag af nye og brugte renevæsker
- Nedgravede filtermaterialer, renevæsketromler mv.

Forureningskilder som i specielle tilfælde kan medtages i en undersøgelse

- Afkastbrønde
- Skorstensfundamenter og nedløbsrør

6.3 Tekniske undersøgelser

I det følgende er de enkelte elementer i en teknisk registreringsundersøgelse beskrevet nærmere.

Undersøgelsesprogrammet er opdelt i et standardprogram og et supplementprogram.

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

Hvis den historiske baggrund er sparsomt belyst, og der er mistanke om tilstedeværelse af større forureningskilder, hvis lokalisering er ukendt, kan standardprogrammet udvides med et eller flere elementer fra supplementprogrammet.

6.3.1 Undersøgelsesmetoder

Standardprogrammet anbefales at indeholde:

- Udførelse af lokaliseringsboringer og udtagning af jordprøver ved nedgravede tanke og andre oplag af brændselsolie og renevæske
- Ved tilstedeværelse af terrænnære grundvandsmagasiner udføres en eller flere filtersatte undersøgelsesboringer mhp. på vandprøvetagning. Filtersatte boringer placeres ved større forureningskilder eller nedstrøms disse.
- Etablering af prøvesteder til poreluftmåling samt udtagning af poreluftprøver, primært ved forureningskilder hvor der er mistanke om spild af chlorerede og fluorerede opløsningsmidler.

Supplementprogrammet kan omfatte gravninger, TV-inspektion og lokalisering af nedgravede tanke og rørføringer ved geofysiske opmålinger. I det følgende er undersøgelsesmetoderne gennemgået nærmere.

Boringer

Udførelse af boringer og udtagning af jord- og vandprøver er detaljeret beskrevet i Miljøstyrelsens prøvetagningsvejledning /12/. Boringer er velegnede til undersøgelse af koncentrerede forureningskilder og til undersøgelse af grundvandsforurening.

Under borearbejdet udarbejdes der feltjournal med angivelse af :

- Prøvetagningsdybder
- Foreløbig jordartsbeskrivelse, forureningsbedømmelse, laggrænser og boreddybder
- Fugtige og våde aflejringer mhp. forventet placering af grundvandsspejl
- Filtersætning, afpropning, retablering og vandspejlsobservationer

Det anbefales, at der altid etableres minimum én filtersat boring på lokaliteter, hvor der har været renservirksomhed, da grundvandsforurening ofte er det væsentligste miljøproblem.

Poreluftmålinger

I den umættede zone vil forureningskomponenterne i varierende grad være adsorberet til jord, opløst i porevand og opløst i poreluften (på dampform). Fordelingen mellem de tre faser afhænger af forureningskomponenternes fysisk/kemiske egenskaber.

For flygtige forbindelser, som f.eks. aromatiske opløsningsmidler (BTEX) samt chlorerede og fluorerede opløsningsmidler (TCA, TCE, PCE og CFC-113), der er en bestanddel af de mest benyttede rensesvæsker, vil en større del af forureningen forekomme på dampform. Derfor anbefales det at udføre poreluftmålinger som en del af standardprogrammet på lokaliteter, hvor der har været renservirksomhed.

Etablering af prøvesteder til poreluftmåling samt udtagning af poreluftprøver er nærmere beskrevet i /13/.

Poreluftmålinger er især velegnede som undersøgelsesmetode ved indendørs forureningskilder såsom rensrimaskiner og indendørs oplag af rensesvæsker. 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 de udendørs arealer på ejendommen for flygtige stoffer. Udfra resultaterne af poreluftmålingerne kan borerne efterfølgende placeres.

Det bør erindres, at resultatet af poreluftmålinger er påvirket af jordens permeabilitet, hvilket f.eks. betyder at en kompakt moræneler er mindre velegnet til poreluftundersøgelse.

Som en del af supplementprogrammet kan følgende undersøgelsesmetoder anbefales på lokaliteter, hvor der har været renserivirksomhed:

Gravninger

Da der kan være overfladenære affaldsdeponeringer på lokaliteter, hvor der har været renserivirksomhed, kan det overvejes at supplere borearbejdet med gravninger.

Ved udtagning af helt terrænnære jordprøver kan borerne erstattes af gravninger. Gravningerne udføres normalt med rendegraver eller lign.

Gravninger er en enkel og ofte økonomisk fordelagtig metode, der giver et særdeles godt indtryk af jordens sammensætning. Dette har betydning ved vurdering af evt. affaldsdeponering.

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

TV-inspektion

Risiko for udsivning fra et defekt kloaksystem til den omkringliggende jord og evt. terrænnært grundvand kan vurderes ved gennemførelse af en TV-inspektion. Under TV-inspektionen trækkes et kamera gennem kloaksystemet. Kameraet registrerer rørens tilstand og skader på rørene.

Udfra TV-inspektionen kan forureningskilder hidørende fra udsivning fra kloaksystemet lokaliseres.

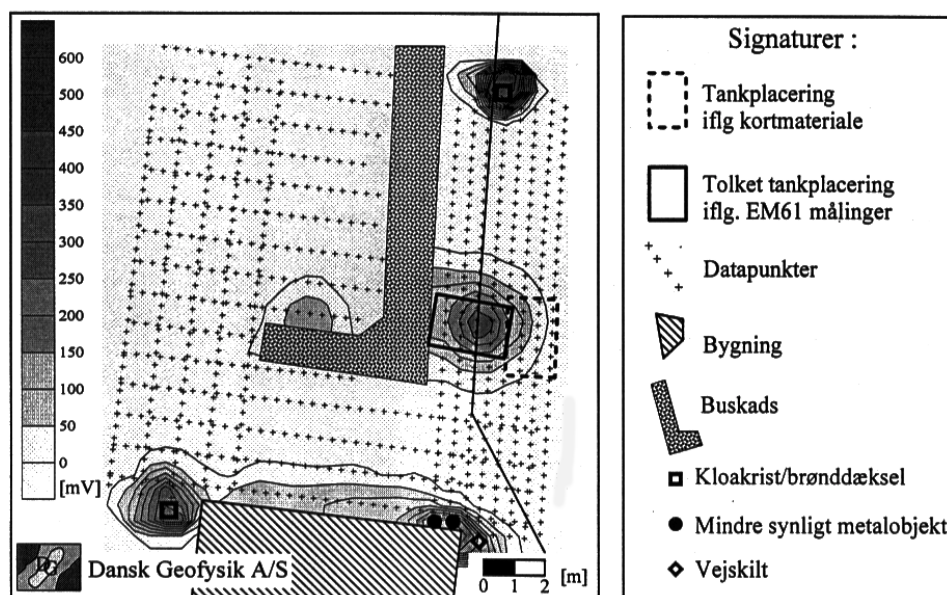
Lokalisering af nedgravede tanke og rørføringer

Ved undersøgelser, der omfatter nedgravede tankanlæg, viser erfaringen, at det tilgængelige kort- og informationsmateriale ofte er mangelfuldt og unøjagtigt.

I sådanne tilfælde kan der anvendes geofysiske metoder, som f.eks. målinger med protonmagnetometer, metaldetektor eller georadar.

Metoderne kan anvendes ved lokalisering af nedgravede tanke, tromler og rørinstallationer. Metoderne kan generelt anvendes ned til 2-3 m's dybde.

Et eksempel på kortlægning med metaldetektor er vist på figur 6.2.



Figur 6.2 Principskitse for anvendelse af metaldetektor. Den nedgravede tank fremgår tydeligt, og er forskudt i forhold til den oprindeligt angivne placering /22/.

6.3.2 Placering af boringer og poreluftsonder

Da formålet med en registreringsundersøgelse er at påvise/afvise forurening på en ejendom anbefales det i standardprogrammet at placere boringer og poreluftsonder 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 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 ét 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 rensermaskine
- Et område, f.eks. et tromleoplag eller en skrotplads
- En diffus kilde, f.eks. en overfladenær forurening stammende fra afkastet fra en udsugning.

Hvis den historiske kortlægning har lokaliseret potentielle forureningskilder defineres disse kilder som prøvetagningsfelterne. Prøvetagningspunkterne placeres i prøvetagningsfelterne mhp. på at dokumentere evt. forureninger.

Hvis den historiske kortlægning er 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 kortlægning kan forureningskilder stammende fra udsivning fra kloaksystemer og nedgravede olie- og kemikalietanke lokaliseres vha. TV-inspektion og geofysiske opmålinger.

Endelig kan der udføres en række poreluftmålinger til screening af området for flygtige stoffer. Ud fra resultaterne af poreluftmålingerne 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 /12/. Her beskrives i bilag 1, eksempel 1 og 2 relevante typer af prøvetagnings- og analysestrategier i orienterende forureningsundersøgelser (registreringsundersøgelser). Det anbefales generelt, at prøvetagningstætheden til lokalisering af ukendte forureningskilder ved registreringsundersøgelser 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

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

Prøvetagningsmetode, emballering, håndtering og opbevaring af prøverne skal tilpasses forureningens art. Det er således overordentligt vigtigt, specielt ved flygtige, organiske forureninger, at udtagne jordprøver emballeres i små glasflasker (100-250 ml) med tætsluttende låg, evt. membranglas, hvor prøver kan ekstraheres direkte i flasken. 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. Prøverne bør analyseres indenfor max. 24 timer efter prøveudtagning /12/.

Mere detaljerede retningslinier for udtagning og håndtering af jordprøver fremgår af /12/.

Grundvand

Det anbefales, at der altid etableres minimum én filtersat boring på lokaliteter, hvor der har været renservirksomhed, da grundvandsforurening ofte er det væsentligste miljøproblem.

I prøvetagningen indgår 3 faser:

- Forpumpning
- Prøvetagning
- Prøveopbevaring

Ved forpumpning af højtydende boringer bør vandet passere en pH- ilt- og ledningsevne måler. Når pH, ilt-indhold og ledningsevne bliver konstant udtales vandprøven. Der skal dog som minimum forpumpes en vandmængde svarende til 10 gange vandmængden i filter og blindrør.

Ved lavtydende boringer, hvor boringen tørpumpes inden forpumpningen er afsluttet, bør boringen tørpumpes 1-4 gange inden prøvetagningen.

Prøvetagningen bør udføres i direkte forlængelse af forpumpningen. Opmærksomheden skal henledes på, at filtre, pumpe slanger og beholdere af blød PVC skal undgås, idet disse kan afgive blødgøringsmidler og opløsningsmidler. I stedet anbefales filtre og pumpe slanger af stiv PEH og prøvetagningsbeholdere af glas.

Prøvetagningsmetode, emballering, håndtering og opbevaring af prøverne skal tilpasses forureningens art. Det er således overordentligt vigtigt, specielt ved flygtige, organiske forureninger, at vandprøven ikke sprøjtes ned i prøveemballagen, idet der herved kan forekomme en betydelig stripning af flygtige stoffer fra prøven. De udtagne vandprøver emballeres i glasflasker med tæt-

sluttende låg, og opbevares mørkt og køligt i felten, under transport og under opbevaring i laboratoriet for at minimere fordampningsrisikoen /8/.

Mere detaljerede retningslinier for udtagning af vandprøver og deres håndtering er beskrevet i /8/.

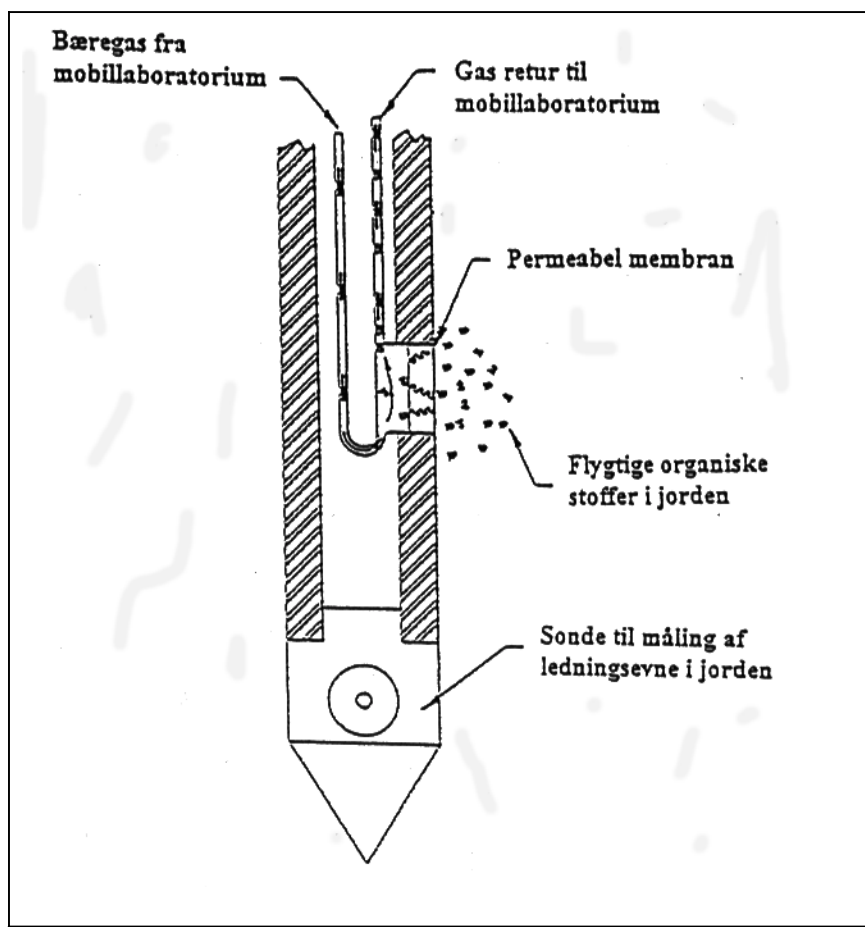
Poreluft

Til oppumpning af luft anvendes fra korte sonder en vacuumpumpe. Der kan udtages en poreluftprøve via et udtag i slangen som umiddelbart herefter injiceres i en transportabel gaschromatograf.

Ved anvendelse af maskindrevet udstyr transporteres de flygtige komponenter fra sonden via en bæregas til analyse i et mobilt laboratorium, hvor der kan gennemføres kontinuerte målinger med PID-, FID- og ECD-detektorer. Principskitse for prøvetagning med maskindrevet udstyr fremgår af figur 6.3.

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

Mere detaljerede retningslinier for udtagning af poreluftprøver og deres håndtering fremgår af /8,13/.



Figur 6.3 Principskitse for poreluftprøvetagning med maskindrevet udstyr.

6.3.4 Feltanalyser

Indledende foretages der en prøvebeskrivelse på samtlige jord- og vandprøver, der er udtaget i forbindelse med feltarbejdet.

Den indledende prøvebeskrivelse bør omfatte:

- registrering af misfarvet jord og vand
- registrering af mislugt i boring eller lugt/uklarheder/oliefilm o.lign. i op-pumpet vand

Ved feltanalyser forstås analysemetoder af mindre kompleksitet, som er egnede til anvendelse i felten. Feltanalyserne har generelt en lavere præcision og nøjagtighed, men er billigere og hurtigere end laboratorieanalyserne, jf. afsnit 6.3.5.

Standardprogrammet anbefales at indeholde:

- Jordprøver analyseres i felten og/eller i stationært laboratorium for flygtige ioniserbare forbindelser ved
- Poreluftprøver analyseres i felten og/eller i mobilt laboratorium for flygtige, ioniserbare forbindelser ved PID samt i mobilt og/eller i stationært laboratorium for TCA, TCE, PCE og BTEX ved GC/ECD og GC/MS.

Supplementprogrammet kan indeholde feltanalyser af jord med Sudan IV-farvetest.

Feltanalyser anvendes primært til indikation af kritiske forureningsniveauer. Herudover kan feltanalyser udføres samtidig med borearbejdet, således at placeringen af borerne løbende tilrettelægges ud fra resultaterne af feltanalyserne.

Feltanalyser kan sjældent stå alene, men må sædvanligvis suppleres med laboratorieanalyser, jf. afs. 6.3.5.

Hvis feltmetoden er stofsæcisfik, skal den som minimum have en detektionsgrænse, der svarer til det gældende kvalitetskriterie for det pågældende stof.

På lokaliteter, hvor der har været renservirksomhed kan følgende feltanalyser være aktuelle:

- PID/FID. Anvendes til vurdering af flygtige forbindelser i poreluften eller i headspacen over en jordprøve. PID-apparatets følsomhed overfor aromatiske og chlorerede opløsningsmidler afhænger af hvilken type lampe, detektoren er udstyret med.
- GC/FID og GC/ECD. Anvendes typisk i mobile laboratorier, og prøverne er enten poreluft, headspace over jord- eller vandprøver eller jordprøver, der ekstraheres (sædvanligvis med pentan). Metoderne er semisæcisfikke og følsomme overfor olieprodukter og chlorerede opløsningsmidler.
- Farvetest med Sudan IV (hydrofobt farvestof), der anvendes til at vurdere om jord er mættet med chlorerede opløsningsmidler.

For alle metoder gælder at yderligere oplysninger om analyseprincipper mv. findes i /12/.

I tabel 6.4 er feltmetoderne sammenfattet med angivelse af analysemetoder, parametre og detektionsgrænser.

Analyseteknik	Analysemetoder	Følgende parametre medbestemmes	Vejl. detektionsgrænser /12/
PID/FID	Flygtige ioniserbare komponenter ved photo- eller flammeionisation	Udslag ses for: <ul style="list-style-type: none"> • BTEX • Benzin • Terpentiner • Diesel/fyringsolie • Chlorerede opløsningsmidler 	<ul style="list-style-type: none"> • - • 1-10 mg/kg • 1-10 mg/kg • 20-100 mg/kg • 0,02 mg/kg
Direkte måling på poreluftprøver, headspace over jordprøver, eller indirekte måling på jordprøver efter ekstraktion	GC/FID og GC/ECD	<ul style="list-style-type: none"> • Benzen • Toluen • Ethylbenzen • Xylener • Trichlormethan • Trichlorethylen • Tetrachlorethylen • Trichlorethan 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,01 mg/m³ *) • 0,02 mg/m³ *) • 0,04 mg/m³ *) • 0,04 mg/m³ *) • 0,02 mg/m³ *) • 0,05 mg/m³ *) • 0,06 mg/m³ *) • 0,05 mg/m³ *)
Farvetest med Sudan IV	Visuel observation af rød farvereaktion	<ul style="list-style-type: none"> • Chlorerede opløsningsmidler 	<ul style="list-style-type: none"> • ca. 50 mg/kg

*) Vejledende detektionsgrænser for luft

Tabel 6.4 Oversigt over feltanalyser

6.3.5 Laboratorieanalyser

Ved laboratorieanalyser forstås analyser udført på et analyselaboratorium, som laver analyser af en kvalitet, der bl.a. kan leve op til følgende krav /12/:

- at detektionsgrænserne er 1/10 af de gældende acceptkriterier for jord, vand og poreluft
- at metodeusikkerheden er acceptabel målt som standardafvigelsen (typisk 10-20%)

Standardprogrammet anbefales at indeholde:

- Jordprøver analyseres i stationært laboratorium for total kulbrinter og olieprodukter ved GC/FID og GC/MS
- Vandprøver analyseres i stationært laboratorium for TCA, TCE, PCE og BTEX ved GC/ECD og GC/FID
- Poreluftprøver analyseres i stationært laboratorium for TCA, TCE, PCE og BTEX ved GC/ECD og GC/MS.

Nedenfor er angivet forslag til analyseprogrammer for både jord- vand- og poreluftprøver. Analyseprogrammerne medtager de stoffer, der er hyppigst forekommende på lokaliteter, hvor der har været renserivirksomhed. Det bør bemærkes, at det ikke anbefales at analysere for fluorerede forbindelser (herunder CFC-113), isoparaffiner samt nedbrydningsprodukter af chlorerede opløsningsmidler i registreringsundersøgelser.

Nedenstående analyseprogram skal derfor opfattes som vejledende. Analyseprogrammet kan udvides/indskrænkes med analyse for specifikke komponenter, hvis den historiske kortlægning indikerer anvendelse af specielle rensesvækker.

De anførte vejledende detektionsgrænseniveauer i jord, grundvand og poreluft er hentet fra gældende metodebeskrivelser og prislister fra et udvalg af danske analyselaboratorier i løbet af den periode, hvor branchebeskrivelsen er blevet til, dvs. 1998/99.

Analyseprogram, jord

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

Analyseprogram	Analysemetoder ¹	Følgende parametre medbestemmes	Detektionsgrænser mg/kgTS ²
BTEX og olieprodukter	Ekstraherbare organiske stoffer ved GC/FID og GC/MS	<ul style="list-style-type: none"> • Benzen • Toluen • Ethylbenzen • Xylener • Benzin • Terpentin • Diesel • Smøreolie 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,002/ 0,1 ³ • 0,002/ 0,1 ³ • 0,002/ 0,1 ³ • 0,002/ 0,1 ³ • 2/ 5 • 2/ 5 • 5/ 10 • 10/ 50

GC/FID Gaschromatografi med flammeionisationsdetektor

GC/MS Gaschromatografi - Massespektrometri

¹ Mere detaljerede beskrivelser af analysemetoder findes i /12/.

² Gældende detektionsgrænser oktober 1998 for et udvalg af danske analyselaboratorier.

³ Den lave detektionsgrænse er gældende for GC/MS, den høje for GC/FID.

Tabel 6.5 Laboratorieanalyser for jordprøver

Det anbefales så vidt muligt kun at analysere jordprøver, hvor der findes forhøjet PID-udslag og/eller misfarvning/mislugt.

Mht. chlorerede opløsningsmidler anbefales det at udføre analyser på vand- og poreluftprøver. Hvis det ikke er muligt kan jordprøver inddrages.

Analyseprogram, vand

Vandprøver fra lokaliteter, hvor der har været renservirksomhed anbefales analyseret efter programmet angivet i tabel 6.6. Bemærk at det i lighed med jordprøver ikke anbefales at analysere for fluorerede forbindelser (herunder CFC-113), isoparaffiner samt nedbrydningsprodukter af chlorerede opløsningsmidler i registreringsundersøgelser.

Analyser af disse forureningskomponenter kan derimod være relevante i forbindelse med supplerende undersøgelser og videregående risikovurderinger.

Som anført for jordprøver kan analyseprogrammet for vandprøver ligeledes reduceres eller udbygges afhængigt af hvilke oplysninger, der kan fremskaffes i den konkrete undersøgelse. Således kan det generelt kun anbefales at analysere for BTEX og olieprodukter på ældre renserier eller ved viden om nedgravede olietanke.

Erfaringer viser, at forureninger med chlorerede opløsningsmidler (og nedbrydningsprodukter heraf) kan være de mest kritiske stoffer i forhold til grundvandsforurening.

Analyseprogram	Analysemetoder ¹	Følgende parametre medbestemmes	Detektionsgrænser µg/l ²
Chlorerede opløsningsmidler	Ekstraherbare, chlorerede stoffer ved GC/ECD	<ul style="list-style-type: none"> • TCE • PCE • TCA 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,01 - 0,1 • 0,01 - 0,1 • 0,01 - 0,1
BTEX og olieprodukter ³	Ekstraherbare organiske stoffer ved GC/FID og GC/MS	<ul style="list-style-type: none"> • Benzen • Toluen • Ethylbenzen • Xylener • Benzin • Terpentin • Diesel • Smøreolie 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,1 - 1 • 0,1 - 1 • 0,1 - 1 • 0,1 - 1 • 2 - 10 • 2 - 10 • 2 - 10 • 20 -100

GC/ECD Gaschromatografi med elektroncapturedetektor

GC/FID Gaschromatografi med flammeionisationsdetektor

GC/MS Gaschromatografi - Massespektrometri

¹ Mere detaljerede beskrivelser af analysemetoder findes i /12/ i bilag 2.

² Gældende detektionsgrænser oktober 1998 for et udvalg af danske analyselaboratorier.

³ Analyseres kun ved ældre renserier eller ved viden om olietanke.

Tabel 6.6 Laboratorieanalyser for vandprøver

Analyseprogram, poreluft

Poreluftprøver udtaget på lokaliteter, hvor der har været renserivirksomhed anbefales analyseret efter følgende program.

Analyseprogram	Analysemetoder ¹	Følgende parametre medbestemmes	Detektionsgrænser $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ²
Chlorerede opløsningsmidler	Ekstraherbare, chlorerede stoffer ved GC/ECD	<ul style="list-style-type: none"> • TCE • PCE • TCA 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,1 - 5 • 0,1 - 5 • 0,1 - 5
BTEX og total kulbrinter ³	Ekstraherbare organiske stoffer ved GC/MS	<ul style="list-style-type: none"> • Benzen • Toluen • Ethylbenzen • Xylener • Total kulbrinter 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,05 - 1 • 0,05 - 1 • 0,05 - 1 • 0,05 - 1 • 1 - 5

GC/ECD Gaschromatografi med elektroncapturedetektor

GC/MS Gaschromatografi - Massespektrometri

¹ Mere detaljerede beskrivelser af analysemetoder findes i /12/.

² Gældende detektionsgrænser oktober 1998 for et udvalg af danske analyselaboratorier ved opsamling af 100 l luft på kulrør.

³ Analyseres kun ved ældre renserier eller ved viden om olietanke.

Tabel 6.7 Laboratorieanalyser for poreluftprøver

7. AFVÆRGETEKNIKKER

Hvis der er truffet forurening ved den orienterende undersøgelse eller registreringsundersøgelsen vil næste trin være en mere omfattende undersøgelse til afgrænsning af forureningen med henblik på at udføre en risikovurdering. Retningslinier for udførelse af en risikovurdering fremgår af /11/.

Hvis risikovurderingen viser, at forureningen udgør en risiko over for arealanvendelsen eller grundvands- og/eller recipientinteresser, skal der udføres afværgeforanstaltninger.

Inden projektet påbegyndes foreslås det at orientere sig i Amternes Projekt-håndbog /14/. I projekthåndbogen er samlet en lang række erfaringer med udbud og kontrahering af rådgivere og entreprenører.

Afværgeforanstaltninger til sikring af arealanvendelsen tager sigte på at fjerne eller afskære forureningen så eksponeringen hindres eller mindskes.

Afværgeforanstaltninger overfor grundvand og recipienter tager sigte på at reducere eller hindre spredningen af forureningen til grundvand og recipienter.

Afværgeforanstaltninger ved renserier omfatter hovedsagelig afværge overfor chlorerede opløsningsmidler i grundvand og poreluft.

I det følgende er der beskrevet eksempler på afværgeforanstaltninger som er projekteret/gennemført på lokaliteter, hvor der har været renserivirksomhed.

Der er for tiden en hurtig udvikling af nye afværgeteknikker. Mange af de nye teknikker er ikke dokumenteret under danske forhold. Derfor er gennemgangen afsluttet med angivelse af eksempler på afværgeteknikker som anvendes i udlandet, men ikke er fuldt afprøvede i Danmark på nuværende tidspunkt.

7.1 Eksempler på afværgeforanstaltninger

Sikring af arealanvendelsen

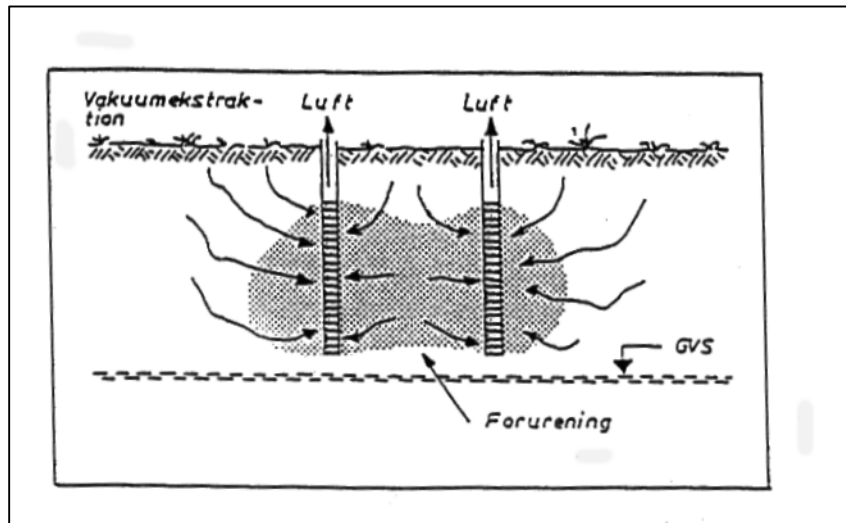
Metode	Beskrivelse	Afværge overfor:	Amt/kommune (eksempler)
Afgravning	Der har indtil begyndelsen af 1990'erne ikke været reelle alternativer til afgravning og bortkørsel til ekstern rensning, hvorfor metoden stadig er den mest benyttede.	Olieprodukter BTEX Chlorerede opløsningsmidler	Vestsjællands Amt
Forceret udvaskning	Forureningskomponenter udvaskes ved kunstig forøget vandgennemstrømning gennem det forurenede område. Vandet kan med fordel tilsættes næringsstoffer, bakterier og iltningmidler for at stimulere omsætningen.	Olieprodukter BTEX Chlorerede opløsningsmidler	Storstrøms Amt
Vacuumelekstraktion (-ventilation), jf. figur 7.3	Ved vacuumelekstraktion forstås primært en fysisk fjernelse af letflygtige stoffer fra den umættede zone ved hjælp af vacuum. Metoden er den mest benyttede in-situ metode i Danmark.	Olieprodukter BTEX Chlorerede opløsningsmidler	Københavns Kommune

Figur 7.1 Eksempler på afværgeforanstaltninger til sikring af arealanvendelsen på lokaliteter, hvor der har været renserivirksomhed

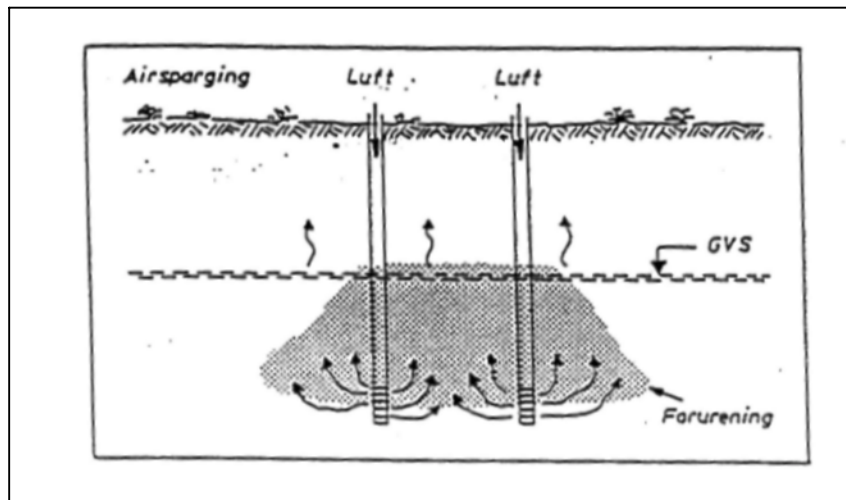
Grundvand og recipienter

Metode	Beskrivelse	Afværge overfor:	Amt/kommune (eksempler)
Afværgepumpning	Oppumpning fra dybere magasiner foregår typisk fra filtersatte boringer med efterfølgende rensning af det oppumpede vand	Benzen Chlorerede opløsningsmidler	Frederiksborg Amt
Oppumpning fra brønde, drænsystemer og sugespidsanlæg	Kan med fordel anvendes ved terrænnære grundvandsforureninger	Benzen Chlorerede opløsningsmidler	Københavns Amt
Air-sparging, jf. figur 7.4	Luft indblæses under grundvandsspejlet, hvorved flygtige komponenter stripes og overføres fra vandfasen til den umættede zone. Herfra kan de flygtige komponenter fjernes med andre teknikker. Endelig stimulerer ilttilførselen den mikrobielle omsætning i grundvandszonen.	Benzen Chlorerede opløsningsmidler	Københavns Kommune

Figur 7.2 Eksempler på afværgeforanstaltninger til sikring af grundvand og recipienter på lokaliteter, hvor der har været renserivirksomhed



Figur 7.3 Vakuumekstraktion /21/



Figur 7.4 Air-sparging /21/

7.2 Anvendte metoder i udlandet

Anvendte metoder i udlandet omfatter:

- Termisk oprensning
- Reaktive vægge
- Vertikale barrierer

- Intern rensning (naturlig nedbrydning)

Ovenstående teknikker er ikke eller kun i begrænset omfang afprøvet under danske forhold. For yderligere information henvises til /11,15,16/.

8. LITTERATURLISTE

- /1/ Vestsjællands Amtskommune, juni 1992. Historisk beskrivelse af Renseribranchens mulige miljøbelastning - specielt med henblik på jord- og grundvandsforurening. Udført af Carl Bro A/S.
- /2/ Miljøstyrelsen 1995. Renere teknologi i renseribranchen. Miljøprojekt nr. 305.
- /3/ Landeshauptstadt Wiesbaden. Umweltdezernat 1997. Chemische Textilreinigungen und Gewässerschutz. Eine Branche in Umbruch. Die Entwicklung in Wiesbaden 1988-1997.
- /4/ Dansk Renseri Forening v. Niels Ole Mikkelsen. Personlig kommunikation, oktober 1998.
- /5/ Miljøstyrelsen 1995. Erfaringsopsamling på amternes registreringsundersøgelser. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen nr. 9, 1995.
- /6/ Amternes Videncenter for Jordforurening 1998. Branchespecifikke udtræk fra databasen over amternes registreringsundersøgelser, september 1998.
- /7/ Miljøstyrelsen 1996. Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen nr. 20, 1996.
- /8/ Miljøstyrelsen. Jordforureningskontoret 1997. Udkast til Vejledning i kortlægning af jordforurening og kilder hertil.
- /9/ Lossepladsprojektet 1989. Udredningsrapport U6, "Kilder til industri-kortlægning", december 1989.
- /10/ Miljøstyrelsen 1995. Toksikologiske kvalitetskriterier for jord og drikkevand. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen nr. 12, 1995.
- /11/ Miljøstyrelsen 1998. Vejledning om oprydning af forurenede lokaliteter.
- /12/ Miljøstyrelsen 1998. Vejledning om prøvetagning og analyse af jord.

- /13/ Amternes Videntcenter for Jordforurening 1998. Håndbog for poreluftundersøgelser. Teknik og Administration, nr. 7 1998
- /14/ Amternes Depotenhed 1997. Amternes projekthåndbog, nr. 1, 1997
- /15/ Miljøstyrelsen 1998. Termisk assisterede oprensninger. Miljøprojekt nr. 409.
- /16/ Hedeselskabet 1998. Erfaringer med naturlig nedbrydning i grundvandszonen på tre forurenede lokaliteter. Indlæg på ATV-møde den 7. oktober 1998.
- /17/ Miljøministeriet 1990. Lov nr. 420 af 13. juni om affaldsdepoter.
- /18/ Miljøministeriet 1993. Bekendtgørelse om registrering af affaldsdepoter.
- /19/ Miljøstyrelsen 1993. Registrering, frigivelse og afmelding af affaldsdepoter. Vejledning nr. 1 1993.
- /20/ Amternes Videntcenter for Jordforurening 1997. Erfaringsopsamling på amternes registreringsundersøgelser. Teknik og Administration, nr. 3 1997.
- /21/ Miljøstyrelsen 1995. Erfaringer med in-situ afværgeforanstaltninger. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen, nr. 7 1995.

Bilag 1

Brancheorganisation :

Dansk Renseri Forening
Åstrupvej 1A
8500 Grenå
Tlf.: 86 32 52 85
Kontaktperson: Niels Ole Mikkelsen

og andre nyttige adresser:

Chemex Products A/S
Øster Madevej 8
6200 Aabenraa
Tlf.: 74 62 91 92

Aktern A/S
Kemikalie- og maskinimport
Industrivej 8
2605 Brøndby
Tlf.: 43 96 59 00
Kontaktperson: Michael Holm

JOLO Handel Aps
Greve Strandvej 89A
2670 Greve
Tlf.: 43 90 66 30
Kontaktperson: Jørgen Petersen

Bilag 2

Datablade for udvalgte forureningskomponenter

Der er udarbejdet datablade for følgende forureningskomponenter (renssevæsker):

- Benzen
- Benzin
- CFC-113
- Isoparaffiner
- Mineralsk terpentin
- PCE
- TCE
- TCA

Fareklasser i henhold til "listen over farlige stoffer"/2/:

E:	Eksplosiv
O:	Brandnærende
Fx:	Yderst brandfarlig
F:	Meget brandfarlig
Tx:	Meget giftig
T:	Giftig
Xn:	Sundhedsskadelig
C:	Ætsende
Xi:	Lokalirriterende
Carc 1,2,3:	Kræftfremkaldende
Mut 1,2,3:	Mutagen
Rep 1,2,3:	Reproduktionstoksisk

Navn	Benzen (NAPL)	Enhed	Referencer
Synonymer	Benzol	-	/1/
CAS nr.	71-43-2	-	/2/
Kemisk formel	C ₆ H ₆	-	/1/
Tilstandsform	farveløs væske		/1/
Molvægt	78,11	g/mol	/1/
Densitet	0,8786	g/ml	/1/
Kogepunkt	80,1	°C	/1/
Vandopløselighed	1780 (ved 20°C)	mg/l	/1/
Damptryk	76 (ved 20°C) 60 (ved 15°C)	mm Hg	/1/
Oktanol-vand fordelingsforhold (log)	2,13	-	/1/
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Carc 1, F, T	-	/2/
Forekommer i:			
Jord	*		/10/
Grundvand	*		/10/
Poreluft	*		/10/
Kvalitetskriterier i			
Jord	1,5	mg/kg	/7/
Drikkevand	1	µg/l	/7/
Afdampning i luft	0,000125	mg/m ³	/7/

Navn	Benzin (NAPL)	Enhed	Referencer
Synonymer	Gasoline, naphtha, motorbenzin, petrol		/5/
CAS nr.	- ¹		
Kemisk formel	- ¹		
Tilstandsform	Farveløs væske		
Molvægt	Gennemsnit ca. 100	g/mol	/5/
Densitet	0,75	g/ml	/5/
Kogepunkt	25-225	°C	/5/
Vandopløselighed	ca. 210	mg/l	/5/
Damptryk	400-775 (ved 20°C)	mm Hg	/5/
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	- ¹		
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	- ¹		
Forekommer i:			
Jord	*		/10/
Grundvand	*		/10/
Poreluft	*		/10/
Kvalitetskriterier i:			
Jord	25	mg/kg	/7/
Drikkevand	10 ²	µg/l	/7/
B-værdi	0,1	mg/m ³	/9/

¹ : ikke opgivet, da benzin er et blandingsprodukt bestående af aromatiske kulbrinter

² : gældende for mineralolie, total

Navn	CFC-113 (NAPL)	Enhed	Referencer
Synonymer	Freon 113		/6/
CAS nr.	76-13-1		/6/
Kemisk formel	Cl ₂ FC-CClF ₂		/6/
Tilstandsform	Væske		/6/
Molvægt	187,38	g/mol	/6/
Densitet	1,6	g/ml	/6/
Kogepunkt	48	°C	/6/
Vandopløselighed	170	mg/l	/6/
Damptryk	270 (ved 20°C)	mm Hg	/6/
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	-		
Forekommer i:			
Jord			
Grundvand	*		/10/
Poreluft	*		/10/

Navn	Isoparaffiner (NAPL)	Enhed	Referencer
Synonymer			
CAS nr.	90622-57-4		/8/
Kemisk formel	- ¹		
Tilstandsform	Farveløs væske		/8/
Molvægt	ca. 166	g/mol	/8/
Densitet	< 1	g/ml	
Kogepunkt	173 - 193	°C	/8/
Vandopløselighed	- ¹		
Damptryk	0,1 (ved 20°C)	kPa	/8/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	- ¹		
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	-		
Forekommer i:			
Jord	*		/10/
Grundvand	*		/10/
Poreluft	*		/10/

¹ : ikke opgivet, da isoparaffiner er et blandingsprodukt

Navn	Mineralsk terpentin (NAPL)	Enhed	Referencer
Synonymer	Kristalloel, lacknaphta		/3/
CAS nr.	8052-41-3 (stoddard solvent) 64742-82-1 (white spirit type 1)		/3/
Kemisk formel	- ¹		
Tilstandsform	Farveløs væske		
Molvægt	ca. 150	g/mol	/3/
Densitet	0,78	g/ml	/3/
Kogepunkt	145 - 174	°C	/3/
Vandopløselighed	< 0,1	vægt %	/3/
Damptryk	4,5 (ved 20°C)	mm Hg	/3/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Xn		
Forekommer i:			
Jord	*		/10/
Grundvand	*		/10/
Poreluft	*		/10/
Kvalitetskriterier i:			
Jord	25	mg/kg	/7/
Drikkevand	10 ²	µg/l	/7/
B-værdi	0,1	mg/m ³	/9/

¹ : ikke opgivet, da mineralsk terpentin er et blandingsprodukt bestående af aromatiske kulbrinter.

² : gældende for mineralolie, total

Navn	1,1,1-trichlorethan (DNAPL)	Enhed	Referencer
Synonymer	Methylchloroform	-	/3/
CAS nr.	71-55-6	-	/3/
Kemisk formel	CH ₃ CCl ₃	-	/1/
Tilstandsform	Farveløs væske	-	/1/
Molvægt	133,4	g/mol	/3/
Densitet	1,3376	g/ml	/4/
Smeltepunkt	-30,4	°C	/1/
Kogepunkt	74,1	°C	/3/
Vandopløselighed	4400 (ved 20°C)	mg/l	/1/
Damptryk	124 (ved 20°C)	mm Hg	/3/
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	2,49	-	/3/
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Xn; N	-	/2/
Forekommer i:			
Jord	(*)		/10/
Grundvand	*		/10/
Poreluft	*		/10/
Kvalitetskriterier i:			
Jord	200	mg/kg	/7/
Grundvand	1 ¹	µg/l	/7/
B-værdi	0,5	mg/m ³	/4/

¹ : totalindhold for chlorerede kulbrinter

Navn	Trichlorethylen (DNAPL)	Enhed	Referencer
Synonymer	Ethylentrichlorid		/1/
CAS nr.	79-01-6		/2/
Kemisk formel	$\text{CCl}_2 = \text{CHCl}$		/1/
Tilstandsform	Farveløs væske		/1/
Molvægt	131,5	g/mol	/1/
Densitet	1,4556 (ved 25°C)	g/ml	/4/
Smeltepunkt	-87	°C	/1/
Kogepunkt	86,7	°C	/1/
Vandopløselighed	1.100 (ved 25°C)	mg/l	/1/
Damptryk	60	mm Hg	/1/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	2,9/ 2,6		/6/
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Carc 3 Xn (konc.>1%)		/2/
Forekommer i:			
Jord	*		/10/
Grundvand	*		/10/
Poreluft	*		/10/
Kvalitetskriterier i:			
Jord	5	mg/kg	/7/
Grundvand	1 ¹	µg/l	/7/
Afdampning til luft	0,001	mg/m ³	/7/

¹ : totalindhold for chlorerede kulbrinter

Navn	Tetrachlorethylen (DNAPL)	Enhed	Referencer
Synonymer	Per, perchlor, perchlorethylen, tetrachlorethen		/3/
CAS nr.	127-18-4		/3/
Kemisk formel	CCl ₂		/6/
Tilstandsform	Farveløs væske		/3/
Molvægt	165,8	g/mol	/3/
Densitet	1,63	g/ml	/6/
Smeltepunkt	-22,4	°C	/3/
Kogepunkt	121	°C	/3/
Vandopløselighed	0,15	g/l	/3/
Damptryk	18,5 (ved 20°C)	mm Hg	/3/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	3,4		/3/
Klassificering iht. "liste over farlige stoffer"	Carc 3		/3/
Forekommer i:			
Jord	*		/10/
Grundvand	*		/10/
Poreluft	*		/10/
Kvalitetskriterier i:			
Jord	5	mg/kg	/7/
Grundvand	1 ¹	µg/l	/7/
Afdampning til luft	0,00025	mg/m ³	/7/

¹ : totalindhold for chlorerede kulbrinter

Litteraturliste til datablade

- /1/ Karel Verschuren. Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals. 1983.
- /2/ Miljø- og Energiministeriet. Bekendtgørelse af listen over farlige stoffer, bind 1, 2 og 3. 1996.
- /3/ Miljø- og Energiministeriet. Toksikologiske kvalitetskriterier for jord og drikkevand. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen, nr. 12, 1995.
- /4/ The Merck Index. 1989.
- /5/ Miljøministeriet Miljøstyrelsen. Benzin- og dieselolieforurende grunde. Miljøprojekt nr. 223, 1993.
- /6/ Historisk branchebeskrivelse – fysisk – kemiske data, bilagsrapport I. Udført af Carl Bro as for Vestsjællands amtskommune, 1992.
- /7/ Miljøstyrelsen. Vejledning om oprydning af forurenede lokaliteter, 1998.
- /8/ Chemex Products A/S. Leverandørbrugsanvisning for Actrel 3356D. Joli Handel ApS. Leverandørbrugsanvisning for Shellsol TK.
- /9/ Miljø- og Energiministeriet. B-værdier. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 15, 1996.
- /10/ Miljøstyrelsen. Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand. Bind 2. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen nr. 20, 1996.

Bilag 3

Oversigt over historisk materiale

Primære og sekundære informationskilder

Forud for igangsættelse af tekniske undersøgelser, er det vigtigt at få indsamlet og beskrevet alt 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 fa udpeget art og fysisk placering af de potentielle forureningskilder.

Der findes en lang række kilder, hvor fra der kan søges oplysninger. Kilderne kan opdels i primære og sekundere kilder. De vigtigste oplysninger findes i de primære kilder. Hvis det vurderes at de primære kilder er mangelfulde suppleres med oplysninger fra de sekundere 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.
- Arkiver hos Amtet. Her findes oplysninger fra Amtets kortlægning af potentielt forurenende virksomheder, oplysninger om, hvorvidt ejendommen er beliggende indenfor et område med særlige drikkevandsinteresser mv.
- Lokalhistoriske arkiver. På de lokalhistoriske arkiver findes gamle vejvisere, telefonbøger, fotos og avisudklip mv. Herudover har personalet påarkiverne ofte et stort lokalkendskab.
Baggrundsmateriale om anlæg og processer. Generel viden om produktionsteknik, processer, anvendte stoffer og kemikalier mv. kan søges i:

A history of technology, I-VIII, dækker perioden 1800-1958 /1/

Karl Meyer Vareleksikon 1-2. Oplyser om alle tænkelige produkters ophav, fremstilling og komponenter /2/.

Politikens industrihåndbog. Sådan laves det. Omhyggelig og informativ opslagsbog over en række fremstillingsprocesser, dækker perioden 1949-1966 /3/

Virksomhedens arkiver. Virksomheden kan ligge inde med mængdeopgørelser eller datablade over anvendte stoffer og produkter samt gamle fotos og tegningsmateriale

- Tinglysningskontoret. Oplysninger om tidligere ejerforhold og deklarationer findes tinglyst på den enkelte ejendom.
- Interviews. Interviews af tidligere eller nuværende 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 j ordforurening noteres. En checkliste til brug ved besigtigelse findes i /4/ i appendiks 3.2.

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 fabriksilsynet) inspektionsberetninger. Her kan skaffes oplysninger om kemikalier og uheld.
- Det kongelige Bibliotek har ca. 400.000 skrå- og lodfotos fra før 1945. Udfra 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.
- Erhvervsarkivet. Dansk Tarifførenings Arkiv, som ligger i erhvervsarkivet i Århus, inderholder oplysninger fra forsikringselskabernes inspektioner på ca. 50.000 større virksomheder i perioden fra 1896-1982. Indeholder generelt meget udførlige optegninger over de enkelte lokaliteter med hensyn til produktionsindretning og lagervirksomhed mv. Adgang til selve inspektionsrapporterne kræver tilladelse fra Dansk Skadesforening
- Den lokale politi- eller brandmyndighed kan have kronologiske oplysninger om hændelser, der kan have forureningsmæssig betydning, feks. brande eller andre uheld som spild, lækager eller overløb ved tankanlæg. Herudover kan der findes oplysninger om tidligere oplag af brandfarlige og eksplosionsfarlige stoffer. Nationalmuseet i Brede. Industrialismens bygninger og boliger 1840-1940. Registrering af 6.000 erhvervsvirksomheder på baggrund af erhvervstællingen i 1935. Registeret rummer lokalitetsdata, fotos af bygninger og inventar og diverse småskrifter.

Referencer

- /1/ Charles Singer (1958): A history of technology, I-VIII.
- /2/ Hans-Egede Glan (1951): Kari Meyer Vareleksikon 1-2.
- /3/ Politiken (1996): Politikens industrihåndbog. Sådan laves det
- /4/ Miljøstyrelsen (1997): Vejledning om oprydning af forurenede lokaliteter. Udkast af 5. november 1997.