



**Amternes Videncenter  
for Jordforurening**

# **Branchebeskrivelse for virksomheder, der fremstiller sæbe, vaske- og rengøringsmidler**

**Teknik og Administration  
Nr. 6 2004**



## Indholdsfortegnelse

<b>1.</b>	<b>Indledning.....</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Sammenfatning .....</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>Generel beskrivelse af branchen .....</b>	<b>13</b>
3.1.	Branchedefinition og afgrænsning.....	13
3.2.	Lovgivning.....	14
3.3.	Branchorganisation .....	17
3.4.	Branchens strukturelle udvikling.....	18
3.4.1.	Antal virksomheder og beskæftigede.....	20
3.4.2.	Maskinteknologi .....	20
3.4.3.	Anvendte stoffer og kemikalier .....	21
<b>4.</b>	<b>Processer, teknologi og miljø.....</b>	<b>31</b>
4.1.	Sæbesyderier og sæbefabrikker .....	32
4.1.1.	Procesbeskrivelse og arbejdsmetoder .....	32
4.1.2.	Virksomhedsindretning.....	34
4.1.3.	Miljøbelastning .....	36
4.2.	Blanding og emballering af sæbe, vaske- og rengøringsmidler ....	36
4.2.1.	Procesbeskrivelse og arbejdsmetoder .....	36
4.2.2.	Virksomhedsindretning.....	38
4.2.3.	Miljøbelastning .....	39
<b>5.</b>	<b>Forureningsrisiko .....</b>	<b>41</b>
5.1.	Oversigt over potentielle forureningskilder.....	41
5.2.	Vurdering af forureningsrisiko .....	44
5.2.1.	Overfladeaktive stoffer .....	44
5.2.2.	Tilsætningsstoffer og halvfabrikata .....	58
5.2.3.	Opvarmning og energiproduktion.....	62
<b>6.</b>	<b>Undersøgelser .....</b>	<b>63</b>
6.1.	Historisk kortlægning .....	63
6.2.	Planlægning af fysiske undersøgelser.....	66
6.2.1.	Undersøgelserprogram - sæbefabrikker.....	68
6.2.2.	Undersøgelserprogram – ”blandingsvirksomheder”.....	69
6.2.3.	Feltanalyser .....	70
6.2.4.	Laboratorieanalyser.....	71
6.3.	Design af undersøgelsesprogram .....	76
<b>7.</b>	<b>Afværgeteknikker .....</b>	<b>79</b>
7.1.	Identifikation af potentielle afværgestrategier.....	79
<b>8.</b>	<b>Litteraturliste .....</b>	<b>83</b>

## **Bilag**

- Bilag 1** Ordliste
- Bilag 2** Lister over hyppigt anvendte stoffer i vaske- og rengøringsmidler
- Bilag 3** Beskrivelse af vigtigste primære og sekundære kilder
- Bilag 4** Relevante kilder i relation til afværgeteknikker
- Bilag 5** Datablade

## **1. Indledning**

### **Forord**

Denne branchebeskrivelse er udarbejdet af NIRAS Rådgivende Ingeniører og Planlæggere A/S for Amternes Videncenter for Jordforurening.

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

- Merete Leth Hansen, Storstrøms Amt
- Lotte Kjærgaard, Miljøkontrollen
- Mette Dahl, Frederiksborg Amt
- Michael Fogh, Fyns Amt
- Charlotte Weber, Amternes Videncenter for Jordforurening
- Arne Rokkjær, Amternes Videncenter for Jordforurening.

### **Baggrund**

Baggrunden for branchebeskrivelsen er, at erfaringer fra amternes arbejde med jord- og grundvandsforureninger viser, at der hersker usikkerhed om, hvilke forureningskilder og hvilke forureningskomponenter der kan forekomme på lokaliteter, der fremstiller eller har fremstillet sæbe, vaske- og rengøringsmidler.

I denne branchebeskrivelse er branchens strukturelle udvikling, arbejdsprocesser, anvendte stoffer og deres eventuelle miljøbelastning gennemgået.

Med baggrund i viden om processer og anvendte stoffer er typiske forureningskilder udpeget, og der er foretaget en vurdering af de forurenende stoffers skæbne i jord- og grundvandsmiljøet.

På baggrund af denne viden om typisk anvendte stoffer og typiske forureningskilder er der udarbejdet et forslag til undersøgelsesprogram for jord- og grundvandsforurening på lokaliteter med virksomheder, der fremstiller eller har fremstillet sæbe, vaske- og rengøringsmiddel.

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

### **Formål**

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

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

### **Læsevejledning**

Branchebeskrivelsens indhold og overordnede anbefalinger er sammenfattet i kapitel 2.

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

I kapitel 4 beskrives arbejdsprocesserne på virksomheder, hvor der fremstilles sæbe, vaske- og rengøringsmidler, samt hvilken miljøbelastning, med henblik på jord- og grundvandsforurening der kan forventes i forbindelse med denne branche.

I kapitel 5 gives en oversigt over potentielle forureningskilder, forureningstyper og spredningsveje samt en vurdering af risikoen for at træffe en given forureningstype i jord, grundvand eller poreluft. I bilag 2 findes lister over hyppigt anvendte stoffer i vaske- og rengøringsmidler, og i bilag 5 er der vedlagt datablade for relevante stoffer.

I kapitel 6 beskrives en fremgangsmåde for kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2, herunder den historiske redegørelse. Der gives anbefalinger til, hvilke forurenende stoffer der bør analyseres for, samt hvilke forureningskilder der bør medtages i en kortlægningsundersøgelse. Endelig gives der anbefalinger til, hvorledes tekniske undersøgelser kan udformes. Som supplement til kapitel 6 er der i bilag 3 en oversigt over, hvor historisk materiale kan findes.

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

I kapitel 8 findes en liste over anvendte referencer.

I branchebeskrivelsen anvendes en række fagtermer, hvoraf en del er nærmere forklaret i ordlisten i bilag 1. Såfremt der ønskes mere uddybende beskrivelser af de omtalte processer på virksomheder, der fremstiller sæbe, vaske- og rengøringsmidler, henvises der i afsnit 6.1. til en række brancherelevante kilder.

## 2. Sammenfatning

### **Branchedefinition og afgrænsning**

Nærværende branchebeskrivelse omfatter virksomheder, der fremstiller sæbe, vaske- og rengøringsmidler.

Vaske- og rengøringsmidler er i Miljøstyrelsens bekendtgørelser defineret som produkter, der er fremstillet specielt til vaske- og rengøringsformål, og som indeholder overfladeaktive stoffer. Denne definition anvendes ligeledes i branchebeskrivelsen.

Virksomheder, der fremstiller sæbe, vaske- og rengøringsmidler, har været godkendelsespligtige siden Miljøbeskyttelseslovens ikrafttræden i 1974 /1/.

### **Branchens strukturelle udvikling**

Sæbe har været anvendt i flere tusinde år og består i sin enkleste form af en blanding af fedtstoffer fra dyr eller planter og lud.

Siden det 17. århundrede er der lavet sæbe på sæbesyderier i en række danske byer. I det 19. århundrede påbegyndte man industrielle metoder til forsæbning af fedtstof, og der blev etableret sæbefabrikker rundt om i Danmark, som producerede blød sæbe, hård sæbe og sæbespånar /19/.

Under anden verdenskrig førte knaphed af råvarer i Tyskland til en udvikling af syntetisk sæbe - også kaldet "detergenter". I perioden fra 1940 og frem til 1980 vandt syntetiske detergenter ca. 60 % af det totale marked. De syntetiske detergenter bliver blandt andet produceret i Tyskland, Frankrig, England og USA.

Der findes fire forskellige typer af syntetiske detergenter; de anioniske, de nonioniske, de kationiske og de amfotere – afhængig af opbygningen af de enkelte detergentmolekyler. Disse beskrives nærmere i afsnit 3.4.3.

De anioniske, syntetiske detergenter blev introduceret i 1930'erne i form af fedtalkoholsulfonater og alkylsulfonater. Op igennem 1950'erne blev disse anioniske detergenter erstattet af alkyl-benzensulfonater, som i slutningen af 1950'erne udgjorde 65 % af detergentforbruget i vesten. Samtidig blev de første syntetiske nonioniske detergenter introduceret. Kationiske og amfotere detergenter blev introduceret i 1960'erne og 1970'erne /21/.

De tidlige detergenter havde en meget lav bionedbrydelighed, som medførte en synlig forurening i form af skumdannelse ved udledning af spildevand til overfladevand. Det medførte krav om nedbrydelighed af de anvendte detergenter, og de nedbrydelige lineære alkylbenzensulfonater, LAS, blev indført.

Igennem 1980'erne udgjorde de anioniske detergenter, heriblandt LAS, hovedandelen af de anvendte overfladeaktive stoffer, men nonioniske detergenter blev i stigende grad anvendt, især i de flydende, koncentrerede vaskemidler og produkter til industrien /21/.

I løbet af 1990'erne blev der fokuseret meget på udfasning af LAS, idet LAS er svært nedbrydelig under anaerobe forhold og kan akkumuleres i marine systemer.

Anvendelse af den nonioniske detergent - nonylphenoethoxylater (NPEO) - er reguleret gennem aftaler siden 1988-89, da den danner giftige og bioakkumulerbare nedbrydningsprodukter.

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

Inden for branchen findes der følgende to virksomhedstyper:

- Virksomheder, der fremstiller sæbe fra animalske og vegetabiliske fedtstoffer (sæbesyderier og sæbefabrikker).
- Virksomheder, der blander og emballerer sæbe og diverse vaske- og rengøringsmiddelprodukter.

I forureningsmæssig sammenhæng kan aktiviteterne på *sæbesyderier* og *sæbefabrikker* generelt opdeles i følgende delaktiviteter:

- Produktion af sæbe, herunder forsæbning, tørring, parfumering, farvning, pakning og emballering
- Glycerinfremstilling
- Oplag af råmaterialer og halvfabrikata
- Oplag af færdige produkter
- Håndtering af affald
- Opvarmning og energiproduktion.

Tilsvarende er de relevante aktiviteter i forureningsmæssig sammenhæng følgende for virksomheder, der blander og emballerer sæbe og diverse vaske- og rengøringsmiddelprodukter:

- Forsæbning af fedtsyrer
- Produktion af sæbe, vaske- og rengøringsmidler, herunder blanding og emballering af diverse halvfabrikata og omhældning af færdige produkter
- Oplag af råmaterialer og halvfabrikata
- Oplag af færdige produkter
- Håndtering af affald
- Opvarmning og energiproduktion.



## Strategi for kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2

Ved en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2 på en virksomhed, der fremstiller sæbe, vaske- og rengøringsmidler, anbefales følgende elementer at indgå i undersøgelsesstrategien:

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

### Undersøgelserprogram

På *sæbefabrikker* er der anvendt en række stoffer (fedtstoffer, lud, salt, farvestoffer m.v.), som ikke er kritiske i forhold til jord- og grundvand, jf. kapitel 5. Selve sæben har dog den egenskab, at den kan mobilisere bl.a. tungmetaller og PAH'er, og disse kan således transporteres til grundvandet. Hvis der er mistanke om en forurening af den pågældende lokalitet med f.eks. tungmetaller, kan det således være relevant at foretage undersøgelser af dybereliggende jordlag og grundvandet i forhold til tungmetaller.

Herudover har der på sæbefabrikker ofte været tanke til fyringsolie og dieselolie. Omkring fyringsolietanke kan det således være relevant at gennemføre undersøgelser (boringer/jordprøver og evt. vandprøver). Ved dieselolie kan poreluftmålinger endvidere benyttes, da der her kan være tilstedeværelse af flygtige forureningskomponenter (BTEX'er).

Følgende undersøgelser anbefales gennemført:

- Vurdering af tilstedeværelse af immobile stoffer (tungmetaller, PAH'er m.v.) på lokaliteten (disse stoffer vil dog ikke stamme fra anvendelsen af lokaliteten til sæbefabrik).
- Evt. boringer til dybereliggende jordlag og grundvand med henblik på at vurdere en evt. spredning af immobile stoffer.
- Lokalisering af nedgravede tanke samt rørføringer
- Etablering af boringer omkring olietanke samt eventuelle rørføringer.
- Evt. etablering af poreluftsonder omkring olietanke og rørføringer, såfremt der kan findes flygtige forureningskomponenter (BTEX'er).

På *virksomheder, der blander og emballerer sæbe og diverse vaske- og rengøringsmidler* er der typisk anvendt en række forskellige stoffer (sæbe, syntetiske detergenter, opløsningsmidler, syrer, baser, kompleksbindere, duftstoffer, farvestoffer m.v.). Der kan således anvendes hundredvis af forskellige stoffer, og egenskaberne for disse stoffer – herunder den påvirkning som de hver især medfører i relation til jord- og grundvandsforurening – varierer meget. Eksempelvis kan der anvendes såvel vand som terpentin som opløsningsmiddel.

Typisk er der en vis specialisering på de enkelte virksomheder med henblik på at begrænse råvareindkøbet og oplaget af stoffer, ligesom dette kan medføre forsimplinger i produktionen.

Forud for en undersøgelse på en virksomhed, der blander og emballerer sæbe og diverse vaske- og rengøringsmidler, er det således meget vigtigt med en grundig og detaljeret kortlægning af anvendte råvarer og halvfabrikata samt de producerede produkter. Endvidere ønskes som altid kendskab til driftsperioder, fysisk indretning m.v.

En detaljeret kortlægning kan reducere undersøgelsesomfanget, herunder analyseprogrammet markant.

Følgende undersøgelser anbefales typisk gennemført:

- Udførelse af TV-inspektion af kloaksystemet, da beskrivelsen af branchen i kapitel 4 og 5 viser, at utætte kloakrør og -brønde kan udgøre en væsentlig kilde til forurening. Endvidere anvender branchen ofte stærke syrer og baser, der kan ætse/beskadige afløbssystemet. Resultatet af TV-inspektionen danner grundlag for den efterfølgende undersøgelse.
- Evt. etablering af prøvetagningssteder til poreluftmåling samt udtagning af poreluftprøver, hvis der er tale om flygtige forureningskilder, primært hvor der er mistanke om spild af opløsningsmidler, herunder chlorerede opløsningsmidler og terpentin. Dette kan f.eks. være ved oplag af råvarer og affald eller under gulv i bygningen på steder, hvor der er tegn på spild, ved gulvafløb og ved utætte kloakrør og -brønde.
- Udførelse af boringer og udtagning af jordprøver i udendørs områder ved oplag af råvarer og affald, ved tidligere eller eksisterende samlebrønde i kloaksystemet, ved nedgravede tanke, og hvor der er oplysninger om/mistanke om spild. Der kan ligeledes bores ved påviste utætheder i kloakledninger med forbindelse til produktions- og lagerlokaler.
- Evt. overfladeprøver/terrænnære jordprøver ved følsom arealanvendelse.
- Ved tilstedeværelse af terrænnære grundvandsmagasiner kan der udføres en eller flere filtersatte boringer med henblik på vandprøvetagning. Der bør placeres filtersatte boringer ved eller nedstrøms de potentielle forureningskilder.
- Vurdering af tilstedeværelse af immobile stoffer (tungmetaller, PAH'er m.v.) på lokaliteten (disse stoffer vil dog ikke stamme fra produktionen af sæbe, vaske- og rengøringsmidler).
- Evt. boringer til dybereliggende jordlag og grundvand med henblik på at vurdere en evt. spredning af immobile stoffer.
- Lokalisering af nedgravede tanke samt rørføringer.
- Etablering af boringer omkring olietanke og eventuelle rørføringer.

- Evt. etablering af poreluftsonder omkring olietanke og rørføringer, såfremt der forventes flygtige forureningskomponenter (BTEX'er).



### **3. Generel beskrivelse af branchen**

#### **3.1. Branchedefinition og afgrænsning**

Vaske- og rengøringsmidler er af Miljøstyrelsens defineret som produkter, der er fremstillet specielt til vaske- og rengøringsformål, og som indeholder overfladeaktive stoffer. Denne definition er ligeledes anvendt i branchebeskrivelsen.

Branchebeskrivelsen vil omfatte danske virksomheder, hvor der fremstilles/er fremstillet sæbe, vaske- og rengøringsmidler. Det drejer sig om følgende virksomhedstyper, jf. kapitel 4:

- Virksomheder, der fremstiller sæbe fra animalske og vegetabiliske fedtstoffer (sæbesyderier og sæbefabrikker).
- Virksomheder, der blander og emballerer sæbe og diverse vaske- og rengøringsmiddelprodukter.

I Danmark er der ikke foregået produktion af syntetiske detergenter. Denne produktion er foregået/foregår i udlandet (Sverige, Tyskland, England m.v.), hvorfra stofferne leveres til de danske vaske- og rengøringsmiddelproducenter /18, 25, 26/. Denne virksomhedstype vil således ikke blive beskrevet nærmere i nærværende branchebeskrivelse.

Endvidere vil virksomheder/brancher, der anvender sæbe, vaske- og rengøringsmidler, ikke være omfattet af branchebeskrivelsen, f.eks. institutioner, fødevarevirksomheder m.fl.

Branchebeskrivelsen kan dog med stor fordel anvendes ved vurdering af kortlægning og planlægning af forureningsundersøgelser på virksomheder, hvor der i større omfang anvendes sæbe, vaske- og rengøringsmidler, f.eks. ovennævnte institutioner og fødevarevirksomheder.

De virksomheder, der behandles i branchebeskrivelsen, findes hovedsageligt inden for følgende branchekode, jf. Danmarks Statistik:

245110: Sæbe- og vaskemiddelfabrikker

Herudover er følgende branchekoder relevante:

245120: Fremstilling af voks, pudse- og rensmiddel

245200: Fremstilling af parfume, hårshampoo, tandpasta m.v.

Fremstilling af sæbe, vaske- og rengøringsmidler optræder på Miljøstyrelsens branchekodeliste under kode 3.1 (Fremstilling og blanding af kemikalier) og kode 3.6 (Sæbe- og vaskemiddelfabrikker).

Sæbe er tidligere fremstillet ud fra animalsk fedtstof/talg /19, 25/. Det anvendte animalske fedtstof er blandt andet produceret på danske destruktionsanstalter. Sæbefremstillingen er ikke foretaget på destruktionsanstalterne, og disse er således ikke indeholdt i nærværende branchebeskrivelse.

Det skal bemærkes, at der på virksomheder, hvor der fremstilles af sæbe, vaske- og rengøringsmidler, kan der være andre håndværksmæssige støttefunktioner såsom smede, tømrer m.v.

## **3.2. Lovgivning**

### **Godkendelse og anmeldelse**

Virksomheder, der fremstiller sæbe, vaske- og rengøringsmidler, har været godkendelsespligtige siden Miljøbeskyttelseslovens ikrafttræden i 1974 /1/.

Listen over godkendelsespligtige virksomheder i henhold til Miljøbeskyttelsesloven er revideret i Bekendtgørelse om godkendelse af særligt forurenende virksomheder m.v. af 1. januar 1987 /2/, den nye revision af Miljøbeskyttelsesloven fra 1991 /1/ samt den tilhørende Bekendtgørelse nr. 794 af 9. december 1991 om godkendelse af listevirksomhed, der trådte i kraft den 1. januar 1992 /3/.

I bekendtgørelsens (nr. 794) liste over godkendelsespligtige virksomheder findes virksomheder, der fremstiller sæbe, vaske- og rengøringsmidler under kategorien D7 (sæbefabrikker, vaskemiddelfabrikker og rengøringsmiddelfabrikker) /3/.

Der har gennem tiden været megen fokus på de miljømæssige aspekter ved anvendelsen af vaske- og rengøringsmidler. Overvejelserne har primært gået på de miljømæssige effekter ved anvendelsen af fosfater og overfladeaktive stoffer. Som en følge af dette har Miljøstyrelsen løbende udformet en række bekendtgørelser, hvorefter vaske- og rengøringsmidlerne og deres indhold af overfladeaktive stoffer er reguleret.

I det følgende er de væsentligste af disse bekendtgørelser nævnt, og deres indhold er summeret. Endvidere er det angivet, hvorvidt de pågældende bekendtgørelser m.v. er historiske eller gældende.

*Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 347 af 27. juni 1975 (historisk) /4/:*

Bekendtgørelsen bestemte, at vaske- og rengøringsmidler med indhold af overfladeaktive stoffer (anioniske, nonioniske, kationiske og amfotere) med en gennemsnitlig primær nedbrydelighed på under 90 %, ikke måtte importeres eller anvendes i Danmark. Den stillede desuden krav om, at der på emballagen

skulle fremgå produktets benævnelse (handelsnavn) samt danske leverandør /5/. Primær nedbrydelighed vil sige, at de overfladeaktive egenskaber fjernes ved en omdannelse af de overfladeaktive stoffer; det er således ikke nødvendigvis en fuldstændig nedbrydning.

*Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 443 af 6. september 1983 (historisk) /6/:*  
Ændring af foregående bekendtgørelse til kun at omfatte vaske- og rengøringsmidler med indhold af anioniske eller nonioniske overfladeaktive stoffer.

Herudover blev der givet dispensation til visse områder med hensyn til kravet om mindst 90 % primær nedbrydelighed.

Kravet om information på emballagen blev udvidet til også at omfatte produktets anvendelse /5/.

*Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 124 af 14. marts 1986 (historisk) /7/:*  
Stillede yderligere krav til de overfladeaktive stoffers nedbrydelighed og gav mulighed for en kortlægning af det totale marked på vaske- og rengøringsmiddelområdet. Sidstnævnte i form af, at der med bekendtgørelsen blev indført en meddelelses- og oplysningspligt således, at enhver, der fremstillede eller importerede vaske- eller rengøringsmidler, én gang årligt skulle meddele dette til Kemikalieinspektionen i Miljøstyrelsen /5/.

*Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 726 af 13. november 1987 (historisk) /8/:*  
Formålet med denne bekendtgørelse var at give et overblik over forbruget af vaske- og rengøringsmidler samt en detaljeret viden om, hvilke kemiske stoffer der indgår i produkterne.

Det krævedes således ifølge bekendtgørelsen, at alle importører eller producenter af vaske- og rengøringsmidler skulle indsende oplysninger til Produktregisteret vedr. indholdsstoffernes identitet og koncentration, fysisk/kemiske egenskaber, anvendelse m.v. /5/.

Bekendtgørelsen blev ophævet umiddelbart efter, at denne kortlægning var foretaget, og den seneste detaljerede kortlægning for branchen bygger således på data fra 1986.

*Kommissionens henstilling af 13. september 1989 om mærkning af vaske- og rengøringsmidler (gældende) /9/:*  
Henstillingen indeholder krav om indholdsdeklarationer på emballagen for en række navngivne stoffer samt koncentration i intervaller /5/.

*Bekendtgørelse af lov om kemiske stoffer og produkter nr. 21 af 16. januar 1996 samt senere ændringslove og -bekendtgørelser (gældende) /10/:*  
Loven skal blandt andet sikre, at der tilvejebringes fornødne oplysninger om kemiske stoffer og produkter, der sælges her i landet og sikre, at der kan fore-

tages regulering af salg og anvendelse af de kemiske stoffer og produkter, som er eller på grundlag af foreliggende undersøgelser eller erfaringer formodes at være farlige for sundheden eller skadelige for miljøet.

Af loven fremgår en række krav til anmeldelse, klassificering, emballering, mærkning m.v.

*Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 884 af 23. oktober 2002 (gældende) /11/:*  
I henhold til bekendtgørelsen er fremstilling og import af vaske- og rengøringsmidler, som indeholder overfladeaktive stoffer med en gennemsnitlig biologisk nedbrydelighed på mindre end 90 % forbudt. Endvidere er der krav om, at vaske- og rengøringsmidler, som indeholder overfladeaktive stoffer med en gennemsnitlig biologisk nedbrydelighed på mindst 90 %, ikke ved normal anvendelse må være til fare for menneskers og dyrs sundhed.

Med hensyn til mærkning stilles krav om, at der på den emballage, hvori vaske- eller rengøringsmidlet markedsføres, skal fremgå produktets anvendelsesformål, firmanavn, varemærke m.v. Dette skal skrives på dansk med let læselige, synlige og uforgængelige typer.

### **Spildevand**

Der skal ansøges om tilladelse til udledning til offentligt afløbssystem efter kapitel 4 i Miljøbeskyttelsesloven (lov nr. 753 af 25. august 2001 med senere ændringer) /12/.

### **Affald**

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

I 1976 blev der med Bekendtgørelse om kemikalieaffald indført tilsvarende lovgivning om kemikalieaffald. Siden 1976 har Kommunekemi A/S været i stand til ligeledes at modtage og behandle så godt som alt kemikalieaffald i Danmark.

Før 1972/1976 har der således ikke været krav om at bortskaffe olie-/kemikalieaffald til central behandling.

Ifølge bekendtgørelse nr. 619 af 27. juni 2000 om affald er virksomheden pligtig til at bortskaffe alle typer af affald i henhold til den af kommunalbestyrelsen anviste håndtering af affald /13/.



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

### **Øvrigt**

Bekendtgørelse nr. 329 af 16. maj 2002 om klassificering, emballering, mærkning, salg og opbevaring af kemiske stoffer og produkter omfatter bl.a. regler for opbevaring af kemiske stoffer og materialer /14/.

Virksomheder, der er med i EMAS-ordningen, reguleres desuden efter bekendtgørelse nr. 896 af 10. oktober 2001 om industrielle virksomheders frivillige deltagelse i Den Europæiske Fælleskabsordning for miljøstyring og miljørevision /15/.

Virksomheder, der er med i miljømærkeordningen, reguleres desuden efter bekendtgørelse nr. 700 af 26. juni 2001 om det europæiske og det nordiske miljømærke /16/.

Jf. Bekendtgørelse om visse listevirksomheders pligt til at udarbejde grønt regnskab (BEK nr. 594 af 05/07/2002) skal sæbefabriker, vaskemiddelfabriker og rengøringsmiddelfabriker med en produktionskapacitet på mindst 5.000 tons pr. år for hvert regnskabsår udarbejde et grønt regnskab. Undtaget er dog virksomheder med 20 ansatte eller derunder. For virksomheder, der med i EMAS-ordningen, kan pligten til at udarbejde et grønt regnskab opfyldes gennem en årligt opdateret miljøredegørelse, bekræftet af den akkrediterede miljøverifikator /17/.

### **3.3. Brancheorganisation**

Mange virksomheder, der fremstiller sæbe, vaske- og rengøringsmiddel er organiseret i Brancheforeningen for Sæbe, Parfume og Teknisk/kemiske artikler – også kaldet SPT ([www.spt.dk](http://www.spt.dk)) /18/.

Brancheforeningen SPT er en bredt sammensat interesseorganisation for producenter og leverandører af sæbe, vaske- og rengøringsmidler, parfumerivarer, frisør- og toiletartikler, kemisk-tekniske husholdningsartikler, produkter til industriel hygiejne samt maskiner og udstyr til rengøring.

Foreningen blev stiftet i 1907 under navnet Sæbe og Parfumefabrikantforeningen (S&P). Siden fulgte i 1931 Brancheforeningen for Parfumeri- og Toiletartikler (BPT). De to foreninger blev i 1970 lagt sammen under Brancheforeningen SPT (Sæbe, Parfume og Teknisk/kemisk artikler). I 1979 fik foreningen følgeskab af Brancheforeningen for Leverandører til Frisørstanden (BLF) /18/. Foreningen har i dag omkring 80 danske medlemsvirksomheder.

SPT har i 2002/2003 udarbejdet en detaljeret database, hvoraf der fremgår kemiske oplysninger for en lang række vaske- og rengøringsmidler og deres til-

sætningsstoffer. Adgang til databasen kan rekvireres via SPT's hjemmeside – [www.spt.dk](http://www.spt.dk) /18/.

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

Sæbe har været anvendt i flere tusinde år og består i sin enkleste form som en blanding af fedtstoffer fra dyr eller planter og lud. Ofte blev der fremstillet sæbe i hjemmet; både som blød sæbe (brun sæbe) og hård sæbe (en sæbestang, hvor man kunne skære et stykke af eller skrabe sæbspåner).

Siden det 17. århundrede er der lavet sæbe på sæbesyderier i en række danske byer. I det 19. århundrede begyndte man med industrielle metoder til forsæbning af fedtstof, og der blev etableret sæbefabrikker rundt i Danmark, som producerede blød sæbe, hård sæbe og sæbspåner, som kunne piskes i varmt vand og bruges til eksempelvis tøjvask /19/.

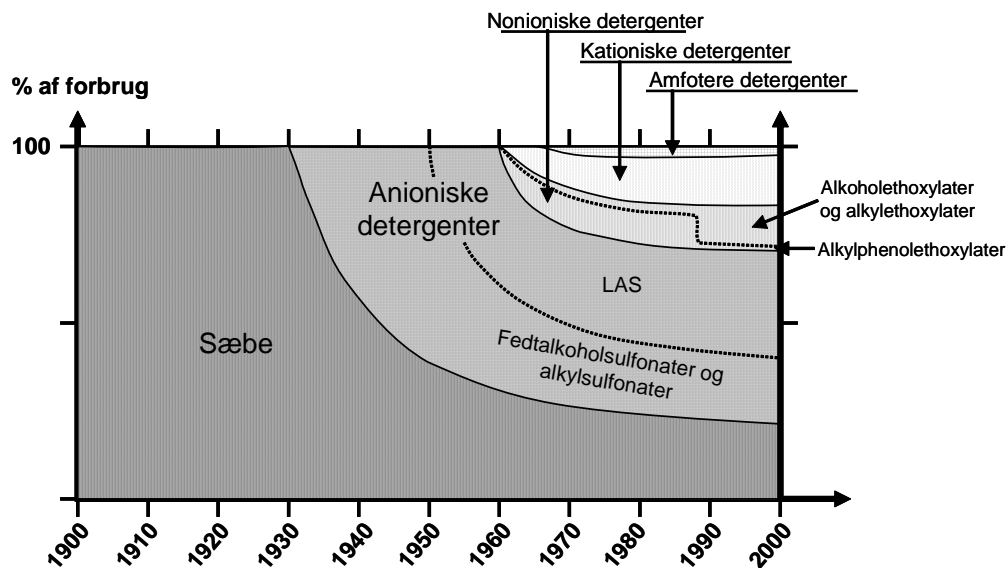
Under anden verdenskrig førte knaphed af råvarer i Tyskland til en udvikling af syntetisk sæbe; også kaldet "detergenter". I perioden fra 1940 og frem til 1980 vandt syntetiske detergenter ca. 60 % af det totale marked. De syntetiske detergenter bliver bl.a. produceret i Tyskland, Frankrig, England og USA. De syntetiske detergenter blev anvendt til produktion af blandt andet håndsæbe, brun sæbe, sæbspåner og sulfosæbe, som især fandt anvendelse som opvaskemiddel og hårshampoo. Samtidigt er detergenter i stigende grad anvendt i industrien som rengøringsmidler, emulgenter, flowforbedrere m.v. /20/.

Da maskinvask vandt indpas, blev selve sammensætningen af vaskemidler ændret. "Dreft" kom på markedet i USA i 1932, efterfulgt af "Tide" i 1946. I Danmark kom det første syntetiske vaskepulver ("Persil" og "Snevit") på markedet i 1947 /31/.

Der findes fire forskellige typer af detergenter; anioniske, nonioniske, kationiske og amfotere – afhængigt af opbygningen af de enkelte detergentmolekyler. Dette beskrives nærmere i afsnit 3.4.3.

De anioniske, syntetiske detergenter blev introduceret i 1930'erne i form af fedtalkoholsulfonater og alkylsulfonater. Op igennem 1950'erne blev disse anioniske detergenter erstattet af alkyl-benzensulfonater, som i slutningen af 1950'erne udgjorde 65 % af detergentforbruget i vesten. Samtidig blev de første syntetiske nonioniske detergenter introduceret. Sæbe blev nu væsentligst anvendt som skumregulator. Kationiske og amfotere detergenter blev introduceret i 1960/1970'erne /21/.

Figur 3.1 illustrerer den historiske udvikling i anvendelsen af sæbe og detergenter i Danmark.



**Figur 3.1** Skitsering af udviklingen i anvendelse af sæbe og detergenter i Danmark fra ca. 1900 og frem. Figuren er ikke niveaugivende.

De tidlige detergenter havde en meget lav bionedbrydelighed, som medførte en synlig forurening i form af skumdannelse ved udledning af spildevand til overfladevand. Det medførte krav om nedbrydelighed af de anvendte detergenter, og de nedbrydelige lineære alkylbensulfonater, LAS, blev indført.

Det næste miljøproblem viste sig i 1970'erne, idet de fosfater, som havde været tilsat siden 2. verdenskrig som kalkbindere, medførte en algeopblomstring med iltsvind og fiskedød til følge. Dette førte blandt andet til krav om installation af fosfatfældning i renseanlæggene, men også til udvikling af fosfatfri vaske- og rengøringsmidler /21/.

Igennem 1980'erne udgjorde de anioniske detergenter, heriblandt LAS, hovedandelen af de anvendte overfladeaktive stoffer, men nonioniske detergenter blev i stigende grad anvendt igennem 1980'erne, især i de flydende, koncentrerede vaskemidler og produkter til industrien /21/.

I løbet af 1990'erne blev der fokuseret meget på udfasning af LAS, idet LAS er svært nedbrydelig under anaerobe forhold og kan akkumuleres i marine systemer.

Anvendelse af den nonioniske detergent - nonylphenoletoxylater (NPEO) - er reguleret gennem aftaler siden 1988-89, da den danner giftige og bioakkumulerbare nedbrydningsprodukter.

### **3.4.1. Antal virksomheder og beskæftigede**

Antallet af virksomheder, hvor der fremstilles sæbe, vaske- og rengøringsmidler har generelt været stigende de seneste 40 år, jf. oplysninger fra Danmarks Statistik og Det Centrale Virksomhedsregister ([www.cvr.dk](http://www.cvr.dk)). Således var der i 1960 ca. 20 virksomheder, mens der i år 2000 var registreret ca. 60 virksomheder /22, 23/.

I den første halvdel af 1900-tallet var der ligeledes registreret ca. 50-70 virksomheder. Opgørelsen for tidsperioden frem til ca. 1960 er dog usikker, idet virksomheder, der fremstiller sæbe, vaske- og rengøringsmidler er registreret sammen med parfume- og kosmetikfabrikker.

Antallet af beskæftigede i branchen har generelt været stigende de seneste 100 år, jf. oplysninger fra Danmark Statistik. I starten af 1900-tallet var der således ca. 500 beskæftigede, mens branchen i år 2000 beskæftigede ca. 3000. Som nævnt ovenfor er der en vis usikkerhed forbundet med tallene fra den første halvdel af 1900-tallet pga. sammenfaldet med parfume- og kosmetikfabrikker /23/.

Tidligere var der mange virksomheder med relativt få ansatte, hvor der i dag er tale om betydeligt større virksomheder. Ved industritællingen fra 1914 taltes i alt 63 fabrikker, hvoraf 47 havde 0-10 medarbejdere, svarende til 75 %. I 1980 var der i alt 23 fabrikker, hvoraf 2 beskæftigede mindre end 10 medarbejdere, svarende til 9 % /22, 23/.

Det danske marked for vaske- og rengøringsmidler til detailhandlen udgjorde i 1997 ca. 1.6 mia. kr., svarende til en samlet mængde på ca. 70.000 tons /18/.

Det danske marked for vaske- og rengøringsmidler til det institutionelle og industrielle marked udgjorde i 1999 ca. 900 mio. kr., svarende til en samlet mængde på ca. 50.000 tons /18/.

### **3.4.2. Maskinteknologi**

Virksomheder, hvor der fremstilles sæbe, vaske- og rengøringsmidler, varierer meget – afhængigt af driftsperioden, produkterne og produktionsomfanget. De enkelte virksomhedstyper vil blive beskrevet nærmere i kapitel 4.

Sæbesyderier har eksisteret i Danmark siden det 17. århundrede, og de har typisk været indrettet i haller/store lokaler med en eller flere kokekedler. Kedlerne blev opvarmet med træ eller kul, og heri smeltede fedtstoffer og lud, og sæben blev dannet. Senere er opvarmningen foretaget med damp. Tørringen af sæbemassen skete i de gamle sæbesyderier ved simpel afkøling, hvor der på sæbefabrikkerne, som opstod i 1900-tallet, anvendtes kølevalser og tørreapparater /28/. Efter tørringen er sæben typisk skåret, presset og emballeret – afhængigt af, om der er tale om blød eller hård sæbe. Endvidere kan der være

sket en tilsætning af farve- og duftstoffer i forskellige former for blandemaskiner.

På de virksomheder, der i dag fremstiller sæbe, vaske- og rengøringsmidler, sker produktionen ud fra halvfabrikata, der modtages fra danske og udenlandske virksomheder. Disse halvfabrikata er overfladeaktive stoffer, sæbe/fedtsyreblandinger, opløsningsmidler, kalkbindere, fortyndere, enzymer m.v. Ved hjælp af avancerede doserings- og blandeapparatur fremstilles utallige varianter af bl.a. vaskepulver, hårshampoo m.v. Endvidere findes der maskinel til transport, tørring, emballering, pakning m.v.

### **3.4.3. Anvendte stoffer og kemikalier**

I vaske- og rengøringsmidler indgår der en lang række af stoffer afhængig af den pågældende vaske-/rengøringsopgave, tekniske krav, anvendelsestemperatur, miljøegenskaber samt den ønskede produktform og emballage.

Ved indførelsen af Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 726 af 13. november 1987 blev det pålagt producenter af vaske- og rengøringsmidler at indberette oplysninger om indholdsstoffer /8/.

Målet hermed var en kortlægning af vaske- og rengøringsmidler, og efter at denne var udarbejdet, blev bekendtgørelsen ophævet. Den seneste detaljerede kortlægning er således baseret på data fra 1986, ligesom der heller ikke tidligere er gennemført en kortlægning af produkterne.

Kortlægningen blev udarbejdet af Produktregisteret ved Arbejdsmiljøinstituttet i samarbejde med Miljøstyrelsen /5/. I alt blev der kortlagt 2.567 produkter (vaske- og rengøringsmidler). De 20 hyppigst registrerede stofgrupper i disse produkter er angivet i det følgende:

- Overfladeaktive stoffer
- Opløsningsmidler
- Farvestoffer
- pH-regulerende stoffer (syrer og baser)
- Emulgatorer
- Konserveringsmidler
- Kompleksbindere
- Duftstoffer
- Desinfektionsmidler
- Fortykningsmidler
- Korrosionsinhibitorer
- Blødgørere
- Filmdannere
- Befugtningsmidler
- Viskositetsændrende stoffer

- Dispersionsmidler
- Anti-skummidler/skumregulatorer
- Blegemidler
- Fyldstoffer
- Antistatiske midler.

I det følgende er beskrevet en række af de væsentligste af ovennævnte stofgrupper – dvs. de stofgrupper, der indgår i en lang række af de tilgængelige vaske- og rengøringsmidler.

I bilag 2 fremgår tabeller med enkeltstoffer inden for hver stofgruppe.

### ***Overfladeaktive stoffer***

Vaske- og rengøringsmidler er af Miljøstyrelsens defineret som produkter, der er fremstillet specielt til vaske- og rengøringsformål, og som indeholder overfladeaktive stoffer.

Overfladeaktive stoffer, også kaldet tensider, syndeter eller detergenter, er organiske forbindelser, der kan nedsætte vandets overfladespænding og er med til at øge effektiviteten af vaske-/rengøringsmidlet.

Dette skyldes, at detergenter indeholder både hydrofobe (vandskyende) og hydrofile (vandelskende) grupper. Forholdet mellem de hydrofobe og de hydrofile grupper varierer de enkelte detergenter imellem, og dette er bestemmende for de enkelte detergenters egenskaber /21/.

Detergenter kan have en række funktioner i vaske-/rengøringsprocessen /21/:

- Solubilisierende/opløsende, idet opløseligheden af mange stoffer forbedres.
- Befugtende, idet overfladespændingen nedsættes, hvorved væske lettere trænger ind i eksempelvis tekstilet.
- Emulgerende, idet en emulsion af eksempelvis detergent og snavs kan holdes i opløsningen.
- Skummende/skumdæpende, da skumstabiliteten kan ændres afhængigt af detergenternes overfladeaktive egenskaber.
- Dispergering/antiflokkulering ændres afhængigt af detergenternes overfladeaktive egenskaber.
- Vaskeeffekten øges ud fra en kombination af ovenstående egenskaber.

Detergenterne inddeles i fire hovedgrupper efter de hydrofile (som også er de polære) grupper i molekylet. Detergenterne inddeles i anioniske, nonioniske, kationiske og amfotere detergenter.

I tabel 3.1 er vist en oversigt over hovedgrupperne samt deres ladningsfordeling. Den hydrofobe del af et detergentmolekyle kan bestå af langkædede, mæt-

tede eller umættede alkyl- eller alkyl-aryl-grupper og varierer ikke væsentligt inden for de fire hovedgrupper /21/.

Hovedgruppe	Funktionelle grupper	Ladning
Anioniske	Carboxylater Sulfonater Sulfater Organofosfater	-
Nonioniske	Ethoxylater Propoxylater Polyalkoholer	0
Kationiske	Ammonium Pyridinium Imidazol	+
Amfotere	Animocarboxylsyrer	-/+

**Tabel 3.1** Inddeling af detergenter i hovedgrupper efter de hydrofile, polære grupper samt eksempler på disse. Ladningsfordelingen er angivet i højre kolonne. Molekylet består af en polær-ladet hydrofil-gruppe samt en upolær hydrofob-gruppe /21/.

**Sæbe** var de første detergenter, der blev anvendt. Sæbe er fremstillet ud fra fedtstoffer (animalske og vegetabiliske), og består således ikke af syntetiske detergenter. Sæbe kan karakteriseres som anioniske detergenter, idet den hydrofile del af sæbe er en carboxylsyregruppe (carboxylater).

**Anioniske detergenter** består ud over sæbe af syntetisk fremstillede stoffer, hvor de funktionelle grupper er sulfonater, sulfater og organofasfater /21/. Anioniske detergenter er negativt ladede. Anioniske detergenter anvendes i en lang række rengøringsmidler (primært basiske og neutrale rengøringsmidler). De har en rensende og ofte en skumdannende effekt /5/.

**Nonioniske detergenter** har, som det fremgår af navnet, ingen ioniske grupper. Disse detergenter indeholder en række polære, hydrofile grupper, f.eks. oxygrupper og alkoholer, der betinger stoffernes vandopløselighed. Da de nonioniske detergenter ikke er ladede, fælder de vanskeligere ud i hårdt vand end eksempelvis anioniske detergenter /21/.

Nonioniske tensider anvendes i alle rengøringsmidler – ofte sammen med de øvrige tensidgrupper /5/.

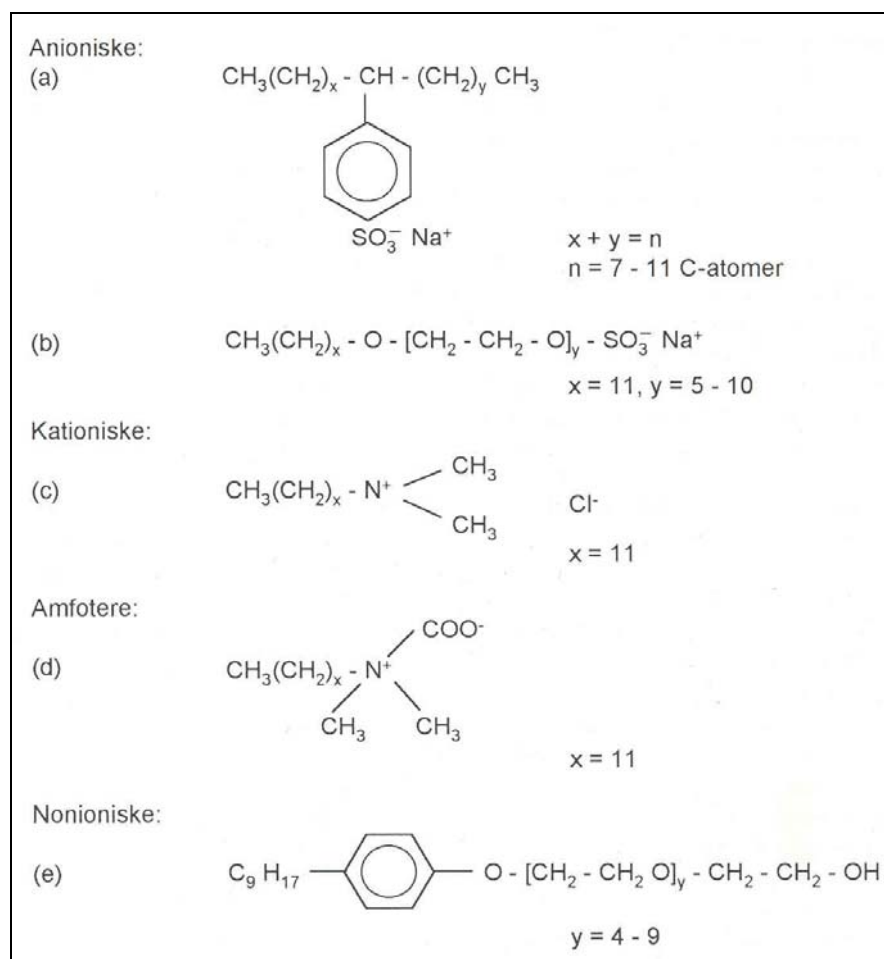
**Kationiske detergenter** er stort set alle kvaternære ammoniumforbindelser, hvor den kvaternære ammoniumgruppe, der er positivt ladet, udgør den hydrofile gruppe /21/.

Kationiske tensider anvendes ofte i sure og ikke-vandige opløsninger. De fungerer oftest som desinfektionsmidler, men optræder også som blødgørere i eksempelvis skyllemiddel og emulgatorer i hårshampoo /5/.

**Amfotere detergenter**, der kan syntetiseres ud fra visse aminosyrer, kan have både positivt og negativt ladede grupper i molekylet afhængigt af pH. Disse forbindelser kan således have anioniske eller kationiske egenskaber afhængigt af detergentet og det aktuelle pH /21/.

Amfotere detergenter anvendes blandt andet i shampoo, tæpperens og hudrenseprodukter /5/.

De fire typer af detergenter er illustreret på figur 3.2.



**Figur 3.2** Eksempel på strukturformler for hhv. anioniske, kationiske, amfotere og nonioniske detergenter ((a) = LAS, (b) = alkylethersulfat, (c) = dodecyl(ethylbenyl)dimethylammoniumchlorid, (d) = alkylbetain og (e) = nonylphenoethoxylat) /24/.

### Opløsningsmidler



Opløsningsmidler opløser indholdsstoffer i produkterne og kan desuden opløse fedtstoffer. Endvidere anvendes opløsningsmidler ofte som fortyndere. Det hyppigst anvendte opløsningsmiddel er vand. Endvidere anvendes betydelige mængder alifatiske og aromatiske kulbrinter som opløsningsmiddel, og ligeledes betydelige mængder mineralsk terpentin. De anvendte opløsningsmidler varierer markant imellem de enkelte vaske- og rengøringsmidler, jf. bilag 2 og /5/.

#### ***pH-regulerende stoffer***

De pH-regulerende stoffer består af syrer og baser. Syrer har en opløsende virkning på kalk og sæberester, mens baser har en opløsende virkning på fedtstoffer. Hyppigt anvendte syrer og baser er blandt andet natriumhydroxid, natriumcarbonat, kaliumhydroxid og citronsyre; jf. bilag 2 og /5/.

#### ***Konserveringsmidler***

Konserveringsmidler forlænger produkternes holdbarhed enten ved at hindre bakterievækst eller ved at hindre en nedbrydning af produktet. Et ofte anvendt konserveringsmiddel er formaldehyd, jf. bilag 2 og /5/.

#### ***Kompleksbindere***

Kompleksbindere/kalkbindere tilsættes for at blødgøre vandet, idet de overfladeaktive stoffers vaskeevne forringes i hårdt vand. Kompleksbindere fjerner metalioner, især calcium og magnesium, men kan også dispergere snavs, pigmenter og fedtstoffer, forhindre korrosion samt påvirke skumdannelse. Tidligere er der anvendt fosfater som kalkbindere, men i dag er de fleste detergenter fosfatfri. Ofte anvendte kompleksbindere er EDTA (Ethylen Diamin TetraAcetat) og NTA (NitriloTriAcetat) samt natriumsalte af disse stoffer, jf. bilag 2 og /5/.

#### ***Desinficerende stoffer***

De desinficerende stoffer virker bakteriedræbende, og de indgår typisk kun i desinfektionsmidler. Det hyppigst anvendte stof er natriumhypochlorit, der også er registreret som et blegemiddel, jf. bilag 2 og /5/.

#### ***Fortykningsmidler***

Fortykningsmidler gør produkterne mere tyktflydende, og de tilsættes typisk med to formål: Dels at gøre doseringen af produktet lettere, og dels at holde snavspartiklerne opløst i vandet. Natriumchlorid er det oftest anvendte fortykningsmiddel, jf. bilag 2 og /5/.

#### ***Korrosionsinhibitorer***

Korrosionsinhibitorer beskytter metaloverflader mod angreb af f.eks. syrer og baser. Silikater, herunder dinatriummetasilikat er de hyppigst anvendte korrosionsinhibitorer, jf. bilag 2 og /5/.

#### ***Blegemidler***

Blegemidler har til formål ved hjælp af oxidation at nedbryde farvede forbindelser i snavs, som er hårdt bundet til tekstilet og dermed ikke tilgængeligt for udvaskning. Herved opnås en lysere nuance af tøjet, som derved ser renere ud /21/. Eksempler på blegemidler er natriumperoxyborat og natriumhypochlorit, jf. bilag 2 og /5/. Optisk hvidt har ingen blegningseffekt, men tilsættes for at få hvide tekstiler til at se ekstra hvide ud.

### ***Fyldstoffer***

Fyldstoffer tilsættes for gøre produkterne mere voluminøse og for at lette doseringen. De hyppigst anvendte fyldstoffer er natriumsulfat og titandioxid /5/.

### ***Duftstoffer og farvestoffer***

Duftstoffer tilsættes for at sløre en eventuel ubehagelig lugt eller for at give produktet en behagelig duft af ”renhed”. Der er ikke anmeldelsespligt af duftstofferne, hvorfor en stor del af disse er ukendte /5/.

Farvestoffer tilsættes af rent kosmetiske årsager for at give produktet en given farve. Farvestoffer kan dog også have den funktion, at de gør rengøringsmidlet synligt og dermed letter doseringen, f.eks. i flydende toiletrengøringsmiddel. Farvestoffer har dog ingen aktiv rengørende virkning. Ligesom for duftstofferne er der begrænsede oplysninger om de anvendte farvestoffer pga. manglende anmeldelsespligt. De hyppigst anvendte farvestoffer er C.I. Food Yellow 4 (tartrazin) og C.I. Acid Blue 9 (diammoniumsulfat) /5/.

### ***Enzymer***

Enzymer tilsættes vaskemidlerne med henblik på at nedbryde pletter/proteiner på vasketøjet fra eksempelvis levnedsmidler eller blod. Disse proteiner vil ikke kunne fjernes fra tekstilet med almindelige detergenter, men via proteolytiske enzymer nedbrydes proteinerne til opløselige stoffer /21/. Endvidere kan de tilsættes enzymer for at forbedre vaskeresultatet ved lave vasketemperaturer.

### **Hyppigst anvendte stoffer i vaske- og rengøringsmidler**

I ovennævnte afsnit er de hyppigst anvendte stofgrupper i vaske- og rengøringsmidler beskrevet. Herunder følger en opgørelse over de hyppigst anvendte stoffer.

Ud fra indberetninger til Produktregisteret er det muligt at opgøre de indholdsstoffer i vaske- og rengøringsmidler, som anvendes i størst mængde. Dette fremgår af tabel 3.2.

Nedenstående tabel findes ligeledes i /5/, men er dog her suppleret med stofgruppen. Det skal bemærkes, at data i tabel 3.2 er fra Produktregisterets opgørelse i 1986, da der ikke forekommer en samlet oversigt af nyere dato. Udviklingen siden da, fremgår således ikke af de viste data.

Ud over stofnavnet er angivet stofgruppen, mængden samt antallet af produkter, som stoffet indgår i. I alt er der undersøgt 2.567 produkter. I højre kolonne er angivet CAS-nummeret, der svarer til kemiske stoffers personnumre, jf.

[www.cas.org](http://www.cas.org).

Stofnavn	Stofgruppe	Mængde/ tons	Antal produkter	CAS-nr.
Vand	Opløsningsmiddel (fortynder)	116.720	2.233	7732-18-5
Natriumsulfat	Fyldstof	22.211	461	7757-82-6
Pentanatriumtriphosphat	Kompleksbinder	14.817	270	7758-29-4
Natriumhypochlorit	Blege- og desinfektionsmiddel	7.886	95	7681-52-9
Natriumperoxyborat, tetrahydrat	Blegemiddel	6.140	107	10486-00-7
Natriumsilicat (uspec.)	Korrosionsinhibitor	5.537	168	1344-09-8
Natriumcarbonat	Fyldstof/pH-regulerende	5.332	321	497-19-8
Natriumtriphosphat	Kompleksbinder	4.891	97	13573-18-7
Alifatiske kulbrinter	Opløsningsmiddel	4.428	60	Intet CAS-nr.
Natriumhydroxid	pH-regulerende	4.420	422	1310-73-2
Natriumhydrogencarbonat	pH-regulerende	3.318	97	144-55-8
C10-C16 alkylderivat af benzensulfonsyre	Detergent (anionisk)	2.194	123	68584-22-5
Siliciumdioxid (uspec.)	Slibemiddel	2.169	42	7631-86-9
Natriumhydrogensulfat	Fyldstof	2.152	53	7681-38-1
Natriumsalt af tallow fedtsyre	Detergent (anionisk)	1.900	76	8052-48-0
Natriumchlorid	Fortyknings- og konserveringsmiddel	1.717	627	7647-14-5
Natriumlaurylethersulfat	Detergent (anionisk)	1.530	346	9004-82-4
Trinatriumtrimetaphosphat	Kompleksbinder	1.546	18	7785-84-4
Dodecylbensensulfonsyre	Detergent (anionisk)	1.460	131	27176-87-0
Natriumdodecylbensensulfonat	Detergent (anionisk)	1.257	93	25155-30-0

**Tabel 3.2** Stoffer, der er registreret i størst mængde i vaske- og rengøringsmidler i 1986 /5/.

Som det fremgår af tabel 3.2 er vand langt det hyppigst anvendte stof – både i total mængde og ligeledes i antallet af produkter, hvori det indgår. Endvidere anvendes store mængder af natriumsulfat, der er et fyldstof og pentanatriumtriphosphat, der er en kompleksbinder (regulerer vandets hårdhedsgrad).

Set i forhold til de hyppigst registrerede stoffer – dvs. de stoffer, der indgår i de fleste af de kortlagte vaske- og rengøringsmidler, er det efter vand, natriumchlorid (fortyknings- og konserveringsmiddel), natriumsulfat (fyldstof), EDTA (kompleksbinder) og natriumhydroxid (pH-regulerende), som hovedsageligt anvendes, jf. /5/.

### Typiske produktsammensætninger

De tre hyppigst registrerede produkttyper er vaskemidler til tekstil, vaske-/plejemidler uden voks og affedtningsmidler. Dernæst følger desinfektionsmidler, højtryksrengøringsmidler, håndopvaskemidler og maskinopvaskemidler som næsthøypigste produkter /5/. Denne opgørelse er dog i forhold til antallet af produkter og ikke i forhold til mængden (tons produceret og importeret).

I forhold til mængden udgør vaskemidler til tekstil langt størstedelen. Herefter følger skyllemidler og håndopvaskemidler /5/.

I det følgende er illustreret produktsammensætningen for vaskemidler til tekstil (tabel 3.3) samt håndopvaskemidler (tabel 3.4). For øvrige produktsammensætninger henvises til /5/.

Stoffunktion	Koncentration %	Stofeksempler
Overfladeaktivt stof	1-20	Natriumdodecylbenzensulfonat Natrium C10-C16 alkylbenzensulfonat Nonylphenolethoxylat Natriumsalt af tallow fedtsyre
Korrosionsinhibitor	1-50	Natriumsilikat Dinatriummetasilikat
Kompleksbinder	1-90	Pentanatriumtriphosphat Natriumtriphosphat EDTA, tetranatriumsalt Trinatriumtrimetaphosphat
Blegemiddel	1-40	Natriumperoxyborat, tetrahydrat Natriumborat
Optisk hvidtemiddel	0,01-1	Blankophor
Fortykningsmiddel	1-10	Natriumcarboxymethylcellulose Natriumchlorid
Enzymer	0,01-1	Subtilisin
Duftstof	0,01-5	Citronellaolie
Farvestof	0,01-0,5	C.I. Pigment blue 15
Fyldstof	10-70	Natriumsulfat Natriumhydrogensulfat Natriumcarbonat Natriumhydrogencarbonat

**Tabel 3.3** Sammensætning af vaskemiddel til tekstil med eksempler på hyppigt forekommende indholdsstoffer /5/.

Stofffunktion	Koncentration %	Stofeksempler
Overfladeaktivt stof	0,1-25	Natriumlaurylethersulfat Natriumdodecylbenzensulfonat Nonylphenoethoxylat Kokosfedtsyrediethanolamid Polyethylenglycollaurylether, natriumsulfat Natrium C7-C17 alkylbenzensulfonat
Kompleksbinder	0,1-25	EDTA, tetranatriumsalt Pentanatriumtriphosphat
Fortykningsmiddel	0,1-5	Natriumchlorid
Opløsningsmiddel	0,1-10	Propylenglycol Ethanol
Konserveringsmiddel	0,01-0,2	Fomaldehyd 2-brom-2-nitro-1,3-propandiol
Duftstof	0,03-0,5	
Farvestof	0,01-0,1	Tartrazin
Fortynder	50-95	Vand

**Tabel 3.4** Sammensætning af håndopvaskemidler med eksempler på hyppigt forekommende indholdsstoffer /5/.

### Mængdemæssig anvendelse af detergenter i Danmark

På baggrund af oplysninger fra Produktregisteret har Miljøstyrelsen i samarbejde med Vandkvalitetsinstituttet i 1991 opgjort den mængdemæssige anvendelse af de enkelte detergenttyper /21/, jf. tabel 3.5.

Detergenttype	Mængdemæssig fordeling	Mængdemæssig fordeling - total
Sæber:		20 %
Anioniske detergenter:		72 %
• alkylbenzensulfonater	69 %	
• alkylsulfonater	1,8 %	
• alkylsulfater	1,3 %	
• organofosfater	0,0007 %	
Nonioniske detergenter		7,3 %
• alkoholethoxylater	0,65 %	
• alkylethoxylater	0,59 %	
• alkylphenoethoxylater	5,7 %	
• andre nonioniske detergenter	0,40 %	
Kationiske detergenter		0,15 %
Amfotere detergenter		0,12 %

**Tabel 3.5** Mængdemæssigfordeling af anvendelsen af de enkelte detergenttyper, jf. /21/.

Som det fremgår af tabel 3.5 anvendes primært anioniske detergenter, sæber og nonioniske detergenter. Opgørelsen i tabel 3.5 tager udgangspunkt i kortlægningen af vaske- og rengøringsmidler fra 1986 /5/ samt data indhentet fra Produktregisteret i 1990 /21/. Det må forventes, at der siden 1986 er sket ændringer i detergentforbruget og dermed i forhold til de angivne værdier i tabel 3.5, jf. følgende bemærkninger:

- Pga. en større mængde fosfatfrie vaskemidler og flydende, koncentrerede vaskemidler forventes en stigende anvendelse af de nonioniske detergenter /21/.
- I dag kan anvendelsen af nonioniske detergenter forventes primært at bestå af alkoholethoxylater i stedet for alkylphenoethoxylater pga. aftale mellem Miljøstyrelsen og SPT /21/.
- Skyllemidler er ikke indeholdt i opgørelsen, og i denne produktgruppe anvendes i stort omfang kationiske detergenter. Det angivne indhold af de kationiske detergenter på 0,15 % forventes således at være højere /21/.

Med udgangspunkt i ovennævnte procentvise angivelser (tabel 3.5) samt opgørelser fra Produktregisteret i 1990, har Miljøstyrelsen og Vandkvalitetsinstituttet i 1991 forsøgt at omregne til omtrentlige mængder /21/. Dette er gengivet i tabel 3.6. I beregningerne, der ligger til grund for tabel 3.6, er det antaget, at 95 % af den i tabel 3.5 anvendte mængde af alkylphenoethoxylater er erstattet af alkylethoxylater. Dette skyldes aftaler mellem SPT og Miljøstyrelsen om udfasning af alkylphenoethoxylater, herunder nonylphenoethoxylater (NPEO).

Detergenttype	Mængde (t/år)	Mængde – total (t/år)
Sæber:		4.200 t/år
Anioniske detergenter:		7.300 t/år
• alkylbenzensulfonater	6.650 t/år	
• alkylsulfonater	400 t/år	
• alkylsulfater	300 t/år	
• organofosfater	0,14 t/år	
Nonioniske detergenter:		1.100 t/år
• alkoholethoxylater	900 t/år	
• alkylethoxylater	75 t/år	
• alkylphenoethoxylater	50 t/år	
• andre nonioniske detergenter	75 t/år	
Kationiske detergenter		1.000 t/år
Amfotere detergenter		12 t/år

**Tabel 3.6** Skønnet opgørelse af detergentforbruget i Danmark baseret på data fra 1986 og 1990 /21/.

#### 4. Processer, teknologi og miljø

Virksomheder, der fremstiller sæbe, vaske- og rengøringsmidler, kan på basis af forskellige procesbeskrivelser og branchens udvikling opdeles i følgende grupper /18/:

1. Virksomheder, der fremstiller sæbe fra animalske og vegetabiliske fedtstoffer.
2. Virksomheder, der fremstiller syntetiske detergenter.
3. Virksomheder, der blander og emballerer sæbe og diverse vaske- og rengøringsmiddelprodukter.

Ad 1) Virksomheder, der fremstiller sæbe fra animalske og vegetabiliske fedtstoffer er mest af historisk karakter (sæbesyderier og sæbefabrikker). Herhjemme produceres der ikke længere sæbe ud fra animalske fedtstoffer. Sæbefremstilling ud fra vegetabiliske olier finder fortsat sted, men ikke som en selvstændig produktionslinie – med mindre der er tale om meget små produktionssteder (typisk 1-5 ansatte) til eksempelvis fremstilling af natursæber /25, 26/.

Ad 2) I Danmark er der ikke foregået produktion af syntetiske detergenter. Denne produktion er foregået/foregår i udlandet (Sverige, Tyskland, England m.fl.), hvorfra stofferne leveres til de danske vaske- og rengøringsmiddelproducenter /18, 25, 26/. Denne virksomhedstype vil således ikke blive beskrevet nærmere i nærværende branchebeskrivelse.

Ad 3) Virksomheder, der blander og emballerer sæbe og diverse vaske- og rengøringsmiddelprodukter, udgør hovedparten af virksomhederne inden for branchen i Danmark /18, 25, 26/. Der vil typisk være en specialisering de enkelte virksomheder imellem, således at der er fokuseret på produkter til enten industrien eller private husholdninger. Ligeledes kan der være en opdeling alt efter, om der fremstilles flydende eller faste produkter.

Overgangen fra sæbefabrikker til virksomheder, hvor ingredienser blandes, har været flydende. Ved introduktionen af de syntetiske detergenter i 1940'erne opstod virksomhedstypen med blanding af produkter ud fra halvfabrikata – både som en selvstændig del, og som en del af sæbefabrikkerne. Efterhånden som de syntetiske detergenter vandt større indpas, blev egentlige sæbefabrikker efterhånden udfaset.

I det følgende beskrives de enkelte virksomhedstyper, der fremstiller sæbe, vaske- og rengøringsmidler, hvilket herefter anvendes som udgangspunkt for en beskrivelse af den miljøbelastning, som de forskellige virksomheder potentielt udgør for jord og grundvand.

Det drejer sig om følgende virksomhedstyper:

- Virksomheder, der fremstiller sæbe fra animalske og vegetabiliske fedtstoffer (sæbesyderier og sæbefabrikker).
- Virksomheder, der blander og emballerer sæbe og diverse vaske- og rengøringsmiddelprodukter.

#### 4.1. Sæbesyderier og sæbefabrikker

##### 4.1.1. Procesbeskrivelse og arbejdsmetoder

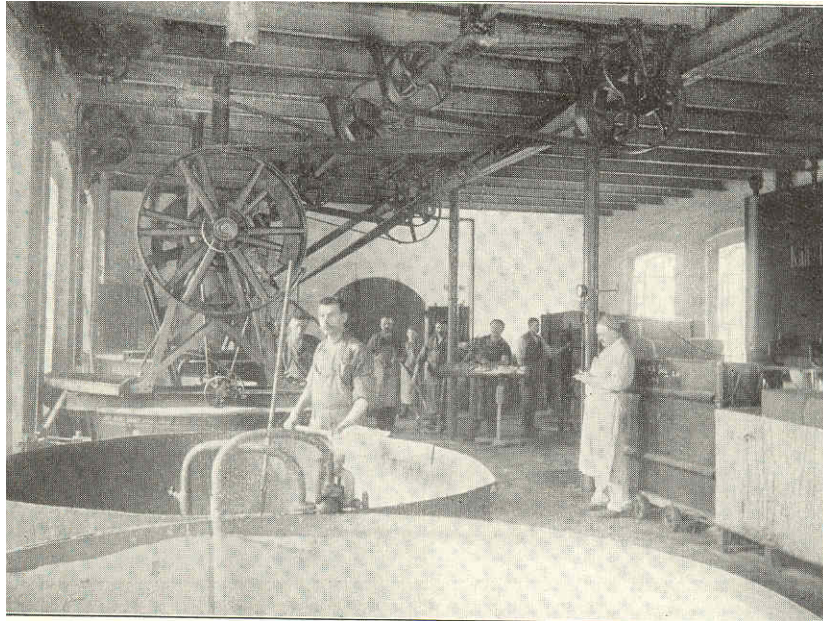
Sæbe har været anvendt langt tilbage i tiden. Sæbe nævnes hos flere oldtidsforfattere, og det ser ud til, at sæben har sin oprindelse i Frankrig eller Tyskland. Hvordan man i disse fjerne tider i primitive samfund er kommet ind på at eksperimentere med sammensætninger af aske, kalk og talg, har man ikke nogen forklaring på, man ved kun, at varen var kendt, og at dens fremstillingsteknik blev eksporteret til mange andre lande /19/.

Kemisk set er sæbe et salt, hvis syre stammer fra et fedtstof, mens basen er kali- eller natronhydrat (natronlud – NaOH, læsket kalk - Ca(OH)<sub>2</sub>, soda - Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, potaske - K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, kaustisk potaske – KOH). Efter den ydre beskaffenhed skelner man mellem bløde og hårde sæber, idet kaliforbindelserne er grundlag for de bløde og natronforbindelserne for de hårde /19/.

Det var tidligere hovedsageligt talg og dyrefedt, der blev brugt som fedtstof. I 1800-tallet kom kokos- og palmeolierne til, og det var dem, der blev årsag til det betydelige opsving, som sæbeindustrien tog i den periode. Disse olier havde nemlig to værdifulde egenskaber, de gav bedre vaskeresultater, og de var i stand til at optage store mængder vand. Endvidere har en række andre fedtstoffer været anvendt – enten fuldstændigt eller som tilsætning til andre fedtstoffer, bl.a. olivenolie, rapsolie, linolie, bomuldsfrøolie m.fl. Forskellige harpiksarter spillede en rolle som billige surrogater, de gjorde sæben hård og muliggjorde derved anvendelsen af endnu større mængder vand. Af salgsmæssige og kosmetiske grunde blev der iblandet en række duft- og farvestoffer i sæben /19/.

Selve sæbesydningen, som processen kaldtes, fandt sted i dybe kedler, hvis nederste del, der kom i berøring med ilden, var af jern eller kobber, den øverste del var ofte af murværk eller træ. Arbejdet begyndte med, at der hældtes en lud i kedlen, som bragtes i kog. Luden fremstillede man ofte selv ved behandling af potaske eller soda med brændt kalk. Dernæst kom fedtstoffet i. Fedtstof spaltes ved opvarmning til fedtsyrer og glycerin, og ved at fedtsyrenes kontakt med luden dannes sæbe. For at få sæben ud af denne sæbeopløsning tilsattes salt, der medførte en lagdeling, så man nederst havde glycerin og salt og øverst sæbe. Herfra kunne glycerin og salt aftappes, og den tilbageblevne sæbemasse kunne tilsættes duft og farve, inden sæben blev hældt over i jern- eller træforme, hvor den langsomt stivnede. Tørringen i forme gjaldt naturligvis kun de hårde sæber /19/. Af figur 4.1 og figur 4.2 fremgår billeder fra C. Loehrs Sæbesyderi fra slutningen af 1800-tallet.





**Figur 4.1** Dampkogerummet i C. Loehrs Fabrikker, jf. /30/.



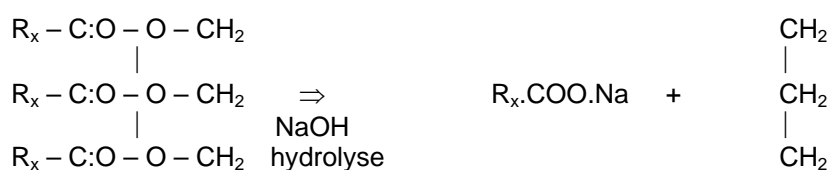
**Figur 4.2** Ludafdelingen i C. Loehrs Fabrikker, jf. /30/.

Omkring 2. verdenskrig blev der opført deciderede sæbefabrikker med fabrikation af sæbe ved en kontinuerlig – og efterhånden højteknologisk - proces i forhold til de gamle sæbekedler.

På sæbefabrikker kunne der opnås et højere sæbeindhold i sæben pga. en bedre tørreproces, ligesom restprodukter som glycerin kunne udnyttes og anvendes i andre produkter.

Sammenfattende består fremstilling af sæbe typisk af følgende trin:

- Forsæbning – en kemisk proces med tilsætning af alkalier/lud til fedtstoffer under opvarmning. Forsæbning kan udføres i en kogegryde som en batchproces, f.eks. i de gamle sæbesyderier, eller i en kontinuerlig proces i en gennemløbsbeholder, f.eks. ved de større sæbefabrikker. Forsæbningsprocessen er kemisk illustreret herunder:



**Fedtstof**

**Sæbe**

**Glycerin**

De mest anvendte fedtstoffer vil bestå af blandinger af forskellige molekyler, hvor  $R_x$  er ligekædede molekyler, og sæben er en blanding af natriumsalte af de forskellige fedtsyrer /29, 31/.

- Tørring - før i tiden blev sæben hældt over i en passende form, hvor den blev tørret og størknet. I sæbefabrikker ledes sæben til køle- og tørreanlæg, f.eks. til vakuumforstøvningstørring, hvor sæben omdannes til tørt sæbegranat.
- Parfumering og farvning - tilsætning af duftstoffer, farvestoffer og evt. andre stoffer. På de gamle sæbesyderier foregik dette i kedlerne, mens det på sæbefabrikkerne fandt sted i blandemaskiner.
- Homogenisering og valsning – en blanding af sæbegranat og eventuelle tilsætningsstoffer vales, og der opnås efterhånden et jævnt produkt.
- Udstødning af sæbemasse, skæring i mindre stænger og/eller stemping i sæbeform. Evt. produktion af sæbespån, hvor den hårde sæbe rives/formales maskinelt til små tynde sæbeflager.
- Pakning og emballering af sæbe.
- På sæbefabrikker kan den aftappede glycerin inddampes og evt. destilleres med henblik på at separere glycerinen, der efterfølgende kan anvendes i andre produkter eller til videresalg.

#### 4.1.2. Virksomhedsindretning

Virksomhederne kan have haft meget forskellig indretning, afhængig af driftsperioden og produktionsomfanget.

De gamle sæbesyderier var typisk indrettet i store lokaler centreret omkring en eller flere kogekedler, hvor fedtstof og lud blev opvarmet. Fedtstof (talg eller vegetabiliske olier) leveredes i tønder fra danske eller udenlandske markeder /19/.

I tilknytning til kedlerne var der lokaler/afdelinger til tørring og efterfølgende presning/emballering af den producerede sæbe /19/.

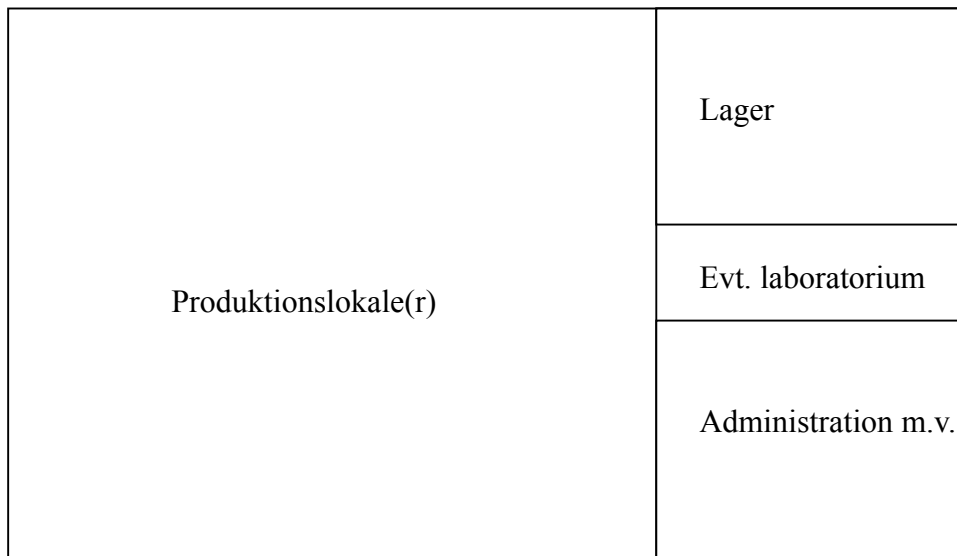
Sæbesydning var en kompliceret proces, og hvert syderi havde ansat en sydemester a la brygmesteren ved bryggerierne. Herudover var der blandt andet kedelpassere og hjælpere til pakning.

De sæbefabriker, der opstod i 1900-tallet, var ofte større produktionsvirksomheder, hvor der ud over anlæg til sæbeproduktion var anlæg til udvinding af glycerin – og evt. videre forarbejdning af dette /28/. Sæbefabrikerne har således mere karakter af en kemisk fabrik med forskellige produktionslinier i et eller flere lokaler. Endvidere har der været lager og oplagsfaciliteter til halvfabrikata og færdigvarer.

Sæbesyderier og sæbefabriker har således typisk bestået af følgende:

- Administration, herunder personalerum m.v.
- Lager/oplagsrum til råvarer, halvfabrikata og færdige produkter (kan være samlet eller opdelt).
- Produktionslokale(r).
- Evt. et mindre laboratorium, hvor der er foretaget kontrolvejning, og evt. forsøg med sæbesydning. Der er således ikke anvendt kemikalier, der adskiller sig fra de anvendte stoffer i selve produktionen.

En skitse, der illustrerer en mulig indretning af et sæbesyderi/en sæbefabrik fremgår af figur 4.3.



**Figur 4.3** En mulig indretning af et sæbesyderi/en sæbefabrik.

#### 4.1.3. Miljøbelastning

I relation til jord- og grundvandsforurening kan processerne ved sæbesyderier og -fabrikker medføre følgende miljøbelastninger:

- Udslip af sæbe, fedtstoffer, glycerin, salt, duftstoffer og farvestoffer til kloakken eller jorden fra produktionsanlægget.
- Uheld og spild til kloak eller jord ved oplag af råmaterialer, halvfabrikata og færdige produkter (fedtstoffer, salt, glycerin, duftstoffer, farvestoffer, blød sæbe, sæbspåner, hård sæbe m.v.).
- Udendørs oplag eller deponering af affald (gulvaffald, rester fra produktionen, overskud af råmaterialer og halvfabrikata m.v.).
- Udvaskning af en evt. jordforurening med sæbe, fedtstoffer, glycerin, salt, duft- og farvestoffer til grundvandet.
- Udslip og spild af fyringsolie (anvendt til opvarmning) og diesel (anvendt til generator til energi til produktionen).

#### 4.2. Blanding og emballering af sæbe, vaske- og rengøringsmidler

##### 4.2.1. Procesbeskrivelse og arbejdsmetoder

Sæbe, vaske- og rengøringsmidler indeholder en række stoffer, som tjener forskellige formål i vaske- eller rengøringsprocessen, bl.a. overfladeaktive stoffer, sæbe (vegetabiliske fedtsyrer), opløsningsmidler, kalkbindere, syrer og baser m.v. Disse stoffer er nærmere beskrevet i afsnit 3.4.3.

På de virksomheder, der fremstiller sæbe, vaske- og rengøringsmidler, modtager virksomhederne en række halvfabrikata fra danske og udenlandske producenter, som efterfølgende blandes. Afhængigt af blandingen kan midlet designes til forskellige typer af vaskeopgaver og -teknologi. Producenten blander de forskellige midler til de ønskede kvaliteter og tilsætter eventuelt vand til fortynding af flydende vaskemidler.

Endvidere kan virksomheder modtage færdige vaske- eller rengøringsprodukter, som enten skal omemballeres, omhældes eller have en ny (dansk) etikette på.

Der vil ofte være en specialisering de enkelte virksomheder imellem, således at der er fokuseret på produkter til enten industrien eller private husholdninger. Ligeledes kan der være en opdeling alt efter, om der fremstilles flydende eller faste produkter /18/.

På virksomhederne vil blandingen af halvfabrikata ske i store blandetanke, ofte ved hjælp af doseringsanlæg og omrørere /25/.

Via transportbånd føres produkterne videre til pakning og emballering. Sæbe, vaske- og rengøringsmidler produceres i tre former: Som sæbestang, pulver eller væske. Væske kan påfyldes glas- eller plastikflasker og poser, eller i større mængder i metal- eller plastiktromler eller dåser. Pulver kan pakkes i plastik eller pap, dåser, flasker, poser eller i glas. Sæbestænger kan emballeres i papir, plastik eller papæske.

I forbindelse med blanding, omhældning og emballering af vaske- og rengøringsmidler kan der være behov for udstyr til blanding og tørring af pulver eller væske, doseringstragter, vægtskontrol, transportbånd, emballering og pålimning af etiketter, varepakning samt lagerplads. Virksomhederne er i dag typisk meget automatiserede /25, 26, 27/.

På nogle virksomheder foregår der/er der foregået en forsæbning ud fra vegetabiliske fedtsyrer, dvs. tilsætning af lud til raffinerede fedtsyrer (halvfabrikata). Dette sker i blandetanke som en del af den øvrige produktion. Idet der anvendes fedtsyrer, udskilles ikke glycerin, og der er således ikke restprodukter fra denne proces /27/.

Det er ikke usædvanligt, at der én uge produceres en produkttype/produktgruppe, for så ugen efter at skifte til en anden. Herved opnås en bedre udnyttelse af råvarerne og dermed en større produktionseffektivitet. Endvidere kan spildevandsmængden ved denne produktionsform reduceres betydeligt /25, 26/.

Halvfabrikata bliver typisk leveret i poser, sække, dåser og tønder. Endvidere er det ikke usædvanligt, at f.eks. opløsningsmidler, der anvendes i stort omfang, leveres af tankbiler og påfyldes tanke på virksomheden /26/. Disse tanke

er i dag hovedsageligt overjordiske. Det er dog sandsynligt, at der på flere virksomheder har været/er nedgravede tanke.

#### **4.2.2. Virksomhedsindretning**

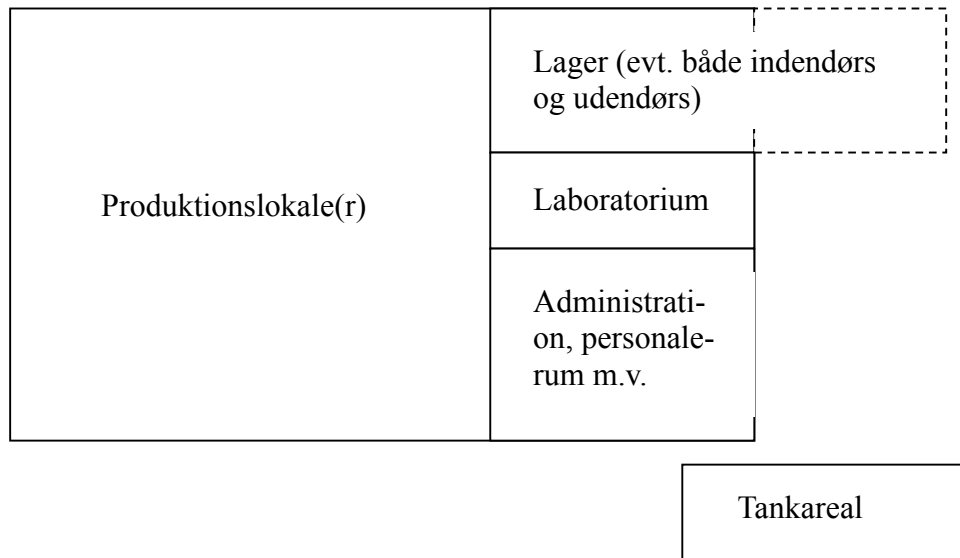
Virksomhederne kan have meget forskellig indretning afhængig af driftsperioden og produktionsomfanget. De større produktionsvirksomheder vil ofte have produceret/producerer forskellige produkter, og der kan således være flere produktionslinier i et eller flere lokaler. En del af en produktionslinie kan være en forsæbningsafdeling (tilsætning af lud til fedtsyrer), jf. afsnit 4.2.1.

Endvidere har der været/er der lager og oplagsfaciliteter til halvfabrikata og færdigvarer. Der kan være tale om både indendørs og udendørs oplag, ligesom der kan være særlige kemikalierum. Herudover findes der administrationslokaler med diverse personalerum (kantine, bad, toilet m.v.). Mange virksomheder vil endvidere have laboratoriefaciliteter til løbende kontrol af produkterne. På laboratorierne foretages typisk kvalitetskontrol i form af vejning, pH-målinger m.v. Mængden af anvendte kemikalier i tilknytning til laboratorierne er således meget begrænset.

Virksomheder, der blander og emballerer sæbe og diverse vaske- og rengøringsmidler har således typisk bestået/består af følgende:

- Administration, herunder personalerum m.v.
- Produktionslokale(r)
- Lager/oplagsrum til råvarer, halvfabrikata og færdige produkter (kan være samlet eller opdelt)
- Tankareal(er) – nedgravede eller overjordiske tanke til kemikalier, fyringsolie og/eller diesel
- Laboratorium.

En skitse, der illustrerer en mulig indretning af en virksomhed, der blander og emballerer sæbe, vaske- og rengøringsmidler fremgår af figur 4.4.



**Figur 4.4** En mulig indretning af en virksomhed, der blander og emballerer sæbe, vaske- og rengøringsmidler.

#### 4.2.3. Miljøbelastning

I relation til jord- og grundvandsforurening kan processerne på virksomheder, der blander og emballerer sæbe og diverse vaske- og rengøringsmidler medføre følgende miljøbelastninger:

- Udslip af diverse halvfabrikata/produkter (sæbe, vaske- og rengøringsmidler, detergenter, opløsningsmidler, syrer, baser, kalkbindere, blegemidler m.v., jf. afsnit 3.4.3), til kloakken eller jorden fra produktionsanlægget.
- Uheld og spild til kloak eller jord ved oplag af halvfabrikata (detergenter, opløsningsmidler, syrer, baser, kalkbindere, blegemidler m.v., jf. afsnit 3.4.3), herunder utætheder ved eventuelle overjordiske og/eller underjordiske tanke.
- Uheld og spild til kloak eller jord ved oplag af færdige produkter (sæbe, vaske- og rengøringsmidler).
- Udendørs oplag eller deponering af affald (gulvaffald, rester fra produktionen og emballeringen, overskud af halvfabrikata m.v.).
- Udvaskning af en evt. jordforurening med sæbe, vaske- og rengøringsmidler, detergenter, opløsningsmidler, syrer, baser m.v., (jf. afsnit 3.4.3), til grundvandet.
- Udslip og spild af fyringsolie (anvendt til opvarmning) og diesel (anvendt til generator til energi til produktionen).





## 5. Forureningsrisiko

### 5.1. Oversigt over potentielle forureningskilder

I kapitel 4 er processer, anvendt teknologi og kemikalier samt de potentielle risici for miljøet på virksomheder, der fremstiller sæbe, vaske- og rengøringsmidler beskrevet. Virksomhederne er opdelt i følgende to grupper:

- Virksomheder, der fremstiller sæbe fra animalske og vegetabiliske fedtstoffer (sæbesyderier og sæbefabrikker).
- Virksomheder, der blander og emballerer sæbe og diverse vaske- og rengøringsmiddelprodukter.

I tabel 5.1 og 5.2 er angivet en samlet oversigt over processer, kilder til forurening, spredningsveje og forurenende stoffer for hver af de to virksomhedsgrupper.

For de forurenende stoffer er der ofte angivet en stofgruppe og ikke et konkret stof, evt. med eksempler på konkrete forurenende stoffer i en efterfølgende parentes. Dette skyldes, at der til fremstilling af vaske- og rengøringsmidler anvendes hundredvis af forskellige stoffer, og en udtømmende liste er således ikke mulig, se dog bilag 2 for udvalgte stoffer og bilag 5 for datablade. I afsnit 5.2 og kapitel 6 vil der være en mere detaljeret gennemgang af udvalgte stoffer. For yderligere information henvises til SPT's kemidatabase, Forbrugerinformation samt Miljøstyrelsens kortlægning /5, 18, 35/.

<b>Sæbesyderier og sæbefabrikker</b>			
<b>Delprocesser</b>	<b>Kildetyper</b>	<b>Spredningsveje</b>	<b>Forurenende stoffer</b>
Produktion af sæbe, herunder forsæbning, tørring, parfumering, farvning, pakning og emballering.	Udledning til kloak eller ubefæstet areal. Uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal og i kloaker.	Direkte kontakt med forurenede jord. Udvaskning til grundvandet. Afdampning til udeluft og indeklime.	Fedtstoffer (animalske og vegetabiliske) Fedtsyrer Lud (typisk NaOH og KOH) Glycerin Natriumchlorid Farvestoffer Duftstoffer Lim (til emballering/etiketter) Sæbe
Glycerinfremstilling	Udledning til kloak eller ubefæstet areal. Uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal og i kloaker.	Direkte kontakt med forurenede jord. Udvaskning til grundvandet.	Glycerin Natriumchlorid
Oplag af råmaterialer og halvfabrikata	Uheld og spild fra utætte beholdere til utæt gulv, ubefæstet areal og kloaker.	Direkte kontakt med forurenede jord. Udvaskning til grundvandet. Afdampning til udeluft og indeklime.	Fedtstoffer (animalske og vegetabiliske) Lud (typisk NaOH og KOH) Fedtsyrer Glycerin Natriumchlorid Farvestoffer Duftstoffer Lim (til emballering/etiketter)
Oplag af færdige produkter	Uheld og spild fra utætte beholdere til utæt gulv, ubefæstet areal og kloaker.	Direkte kontakt med forurenede jord. Udvaskning til grundvandet.	Sæbe Glycerin
Håndtering af affald	Bortskaffelse, herunder nedgravning eller overjordisk deponering. Udhældning af affald på ubefæstet areal eller til kloak.	Direkte kontakt med forurenede jord. Udvaskning til grundvandet. Afdampning til udeluft og indeklime.	Gulvaffald (rester fra produktion, spild m.v.) Overskud af råmaterialer og halvfabrikata (fedtstoffer, fedtsyrer, lud, glycerin, natriumchlorid, farvestoffer, duftstoffer, lim)
Opvarmning og energiproduktion	Utætheder i tanke, rørføringer, olieudskillere m.v. Uheld i forbindelse med påfyldning.	Direkte kontakt med forurenede jord. Udvaskning til grundvandet. Afdampning til udeluft og indeklime.	Fyringsolie Diesel

**Tabel 5.1** Opsummering af processer, kilder til forurening, mulige spredningsveje og forureningstyper for sæbesyderier og sæbefabrikker.

<b>Virksomheder, der blander og emballerer sæbe og diverse vaske- og rengøringsmiddelprodukter</b>			
<b>Delprocesser</b>	<b>Kildetyper</b>	<b>Spredningsveje</b>	<b>Forurenende stoffer</b>
Forsæbning af fedtsyrer	Udledning til kloak eller ubefæstet areal. Uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal og i kloaker.	Direkte kontakt med forurenede jord. Udvaskning til grundvandet.	Fedtsyrer (vegetabiliske) Lud (typisk NaOH og KOH)
Produktion af sæbe, vaske- og rengøringsmidler, herunder blanding og emballering af diverse halvfabrikata og omhældning af færdige produkter	Udledning til kloak eller ubefæstet areal. Uheld og spild på utæt gulv, ubefæstet areal og i kloaker.	Direkte kontakt med forurenede jord. Udvaskning til grundvandet. Afdampning til udeluft og indeklime.	Sæbe (vegetabilisk) Detergenter (anioniske, kationiske, nonioniske og amfotere) Diverse andre tilsætningsstoffer (opløsningsmidler, syrer, baser, kompleksbindere, farvestoffer, duftstoffer, blødgørere, bleagemidler, enzymer m.v.) Lim (til emballering/ etiketter) Færdigvarer: Sæbe, vaske- og rengøringsmidler
Oplag af råmaterialer og halvfabrikata	Uheld og spild fra utætte beholdere til utæt gulv, ubefæstet areal og kloaker.	Direkte kontakt med forurenede jord. Udvaskning til grundvandet. Afdampning til udeluft og indeklime.	Fedtsyrer, lud, detergenter, diverse tilsætningsstoffer (opløsningsmidler, syrer, baser, kompleksbindere, farvestoffer, duftstoffer, blødgørere, bleagemidler, enzymer m.v.), lim, sæbe, vaske- og rengøringsmidler
Oplag af færdige produkter	Uheld og spild fra utætte beholdere til utæt gulv, ubefæstet areal og kloaker.	Direkte kontakt med forurenede jord. Udvaskning til grundvandet. Afdampning til udeluft og indeklime.	Sæbe, vaske- og rengøringsmidler
Håndtering af affald	Bortskaffelse, herunder nedgravning eller overjordisk deponering. Udhældning af affald på ubefæstet areal eller til kloak.	Direkte kontakt med forurenede jord. Udvaskning til grundvandet. Afdampning til udeluft og indeklime.	Gulvaffald (rester fra produktion, pap, spild m.v.) Overskud halvfabrikata og færdigvarer (sæbe, vaske- og rengøringsmidler, fedtsyrer, lud, detergenter, farvestoffer, duftstoffer, opløsningsmidler, kompleksbindere, syrer, baser, lim m.v.)
Opvarmning og energiproduktion	Utætheder i tanke, rørføringer, olieudskillere m.v. Uheld i forbindelse med påfyldning.	Direkte kontakt med forurenede jord. Udvaskning til grundvandet. Afdampning til udeluft og indeklime.	Fyringsolie Diesel

**Tabel 5.2** Opsummering af processer, kilder til forurening, mulige spredningsveje og forureningstyper for virksomheder, der blander og emballerer sæbe og diverse vaske- og rengøringsmiddelprodukter.

For tabel 5.2 gælder, at der for konkrete forurenende stoffer, udover hvad der er angivet i højre kolonne i tabellen, henvises til afsnit 3.4.3, afsnit 5.2, kapitel 6, bilag 2, bilag 5 samt /5, 18, 21, 35/.

## 5.2. Vurdering af forureningsrisiko

I dette afsnit beskrives hovedgrupperne af udvalgte stoffer, der anvendes på virksomheder, der fremstiller sæbe-, vaske og rengøringsmidler.

Generelt er stoffernes fysisk-kemiske egenskaber udgangspunkt for en vurdering af risikoen for at træffe en forurening med stofferne i hhv. jord, grundvand og poreluft.

Stoffer med ringe opløselighed, lavt damptryk og kraftig adsorption/bioakkumulering (høj oktanol-vand-fordelingskoefficient, stor molvægt og evt. positive ladninger) vil udvise størst tendens til at blive opkoncentreret i jordprofilen frem for at blive udvasket til grundvand eller fordampe til poreluften. Omvendt vil stoffer med stor vandopløselighed og ringe adsorption udgøre den største risiko for grundvandskvaliteten, mens stoffer med højt damptryk udgør en risiko for poreluftsforurening.

### 5.2.1. Overfladeaktive stoffer

Som det fremgår af de foregående kapitler kan detergenter inddeles i hovedgrupper alt efter de hydrofile, polære grupper. Dette medfører en opdeling i hhv. anioniske, nonioniske, kationiske og amfotere detergenter.

Detergenters hydrofobe del består af en række forbindelser af forskellig oprindelse. De kemiske strukturer, der udgør den hydrofobe del, består oftest af mættede og umættede alkylgrupper (alifatiske) eller alkylaryl-grupper (alifatiske-aromatiske) /21/.

En stringent og fuldstændig opdeling af detergenterne efter kemiske strukturer er dog vanskelig, idet antallet af kombinationsmuligheder mellem hydrofobe og hydrofile grupper er utallige /21/.

Strukturen for den hydrofobe del af detergentet er væsentlig for forbindelsernes miljømæssige egenskaber, som f.eks. nedbrydelighed, sorption, biotilgængelighed og toksicitet /21/.

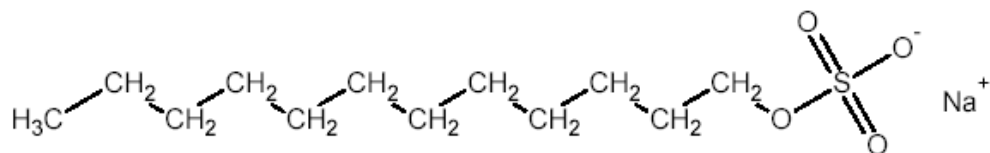
Generelt har de fleste overfladeaktive stoffer en begrænset flygtighed, men en moderat vandopløselighed. Derimod har flere sæber og detergenter en relativ høj oktanol-vand-fordelingskoefficient og adsorberer til jorden. Væsentlige egenskaber for de overfladeaktive forbindelser er deres evne til at:

- fremme kontakten mellem vand og hydrofobe stoffer, som medfører dispersion og spredning af hydrofobe væsker, herunder væske der danner fri fase ved kontakt med vand såsom DNAPL (chlorerede opløsningsmidler) og LNAPL (olieprodukter).
- fremme emulsioner, f.eks. olie-vand.
- danne skum.

- mobilisere andre stoffer i grundvand og overfladevand, heriblandt tungere forureninger (olie, PAH'er og evt. tungmetaller).

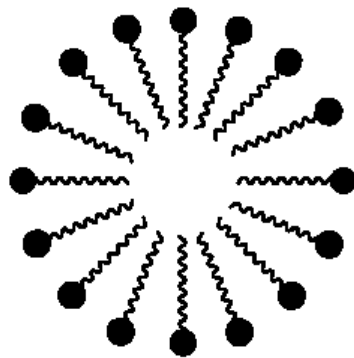
For detergenter gælder det, at processer som fri fase transport og afdampning ikke er relevante. Kompleksring og udfældning er mindre relevant, og både sorption og omsætning/nedbrydning er relevante processer /45/.

Når koncentrationen af et overfladeaktivt stof er større end en bestemt koncentration, dannes små kugler, miceller, hvor de hydrofobe kæder vender ind mod hinanden, og de hydrofile ender vender ud mod vandet. Denne koncentration kaldes den kritiske micelle-koncentration. Da micellernes indre er hydrofobe kan andre hydrofobe molekyler "opløses", dvs. opholde sig inde i micellen uden kontakt med vandet.



Hydrofobe kæde

Hydrofil gruppe



En micelle, hvor de hydrofile ender vender ud mod vandet, og centrum består af de hydrofobe kæder.

Figur 5.1 Micelledannelse /21/.

I miljørapporter /21, 39/ er der udført grundige vurderinger af overfladeaktive stoffers spredning og effekter i miljøet. I et leksikon over indholdsstoffer i vaske og rengøringsmidler /32, 35/ er der for en række stoffer udarbejdet datablade med mere detaljerede oplysninger om stoffernes miljø- og sundhedsegenskaber. Ligeledes har brancheforeningen SPT udarbejdet en detaljeret database, hvoraf der fremgår kemiske oplysninger for en lang række vaske- og rengøringsmidler og deres tilsætningsstoffer. Adgang til databasen kan rekvireres via SPT's hjemmeside – [www.spt.dk](http://www.spt.dk) /18/.

I det følgende vurderes forureningsrisikoen for hhv. sæbe, anioniske, nonioniske, kationiske og amfotere detergenter.

### **Sæbe**

Sæbe fås som væske (blød sæbe, brun sæbe) eller på fast form (hård sæbe, granulater, pulver), og det består hovedsageligt af en blanding af salte af naturligt forekommende fedtsyrer (C<sub>12</sub>-C<sub>18</sub>). Fedtsyresæber (anioniske) er den mest simple form for overfladeaktive stoffer, og de nedbrydes i vandmiljøet og på renseanlæg /21/.

Ved spild eller udledning til jorden vil sæbe indledningsvist tilbageholdes i de terrænnære jordlag, idet de langkædede fedtsyrer forventes at have relativ høj oktanol/vand-fordelingskoefficient ( $>2$ ), og de vil dermed sorbere til organiskholdig jord. Sæber har en vis vandopløselighed i koldt vand ( $>10-1000$  mg/l), og opløseligheden er væsentlig højere i varmt vand. Jo større molekyle, des mindre vandopløselighed og des højere sorption. Sæber vil dog langsomt blive opløst og udvasket af nedbør, og de vil derfor nedsive til grundvandet eller afstrømme til den nærmeste recipient eller drænes til kloakken. Den opløste sæbe kan herefter spredes i vandets strømningsretning. Sæber har et meget lavt damptryk og vil ikke afdampe til atmosfæren.

Der findes ikke jordkvalitets- og drikkevandskriterier for sæbe, jf. tabel 5.3.

Sæber er let nedbrydelige, men er skadelige over for vandlevende organismer og kan påvirke akvatisk liv, da de påvirker overfladespændingen i vandet. Desuden kan sæbe, ligesom så mange andre overfladeaktive stoffer, opløse mindre vandopløselige stoffer (eksempelvis tungmetaller og PAH'er) eller optage dem i miceller, og derved transportere dem med grundvand eller overfladevand.

I henhold til sundhedsmæssige effekter betegnes sæber i ufortyndet form som evt. lokalt irriterende. Sæbe er ikke på listen over farlige stoffer /38/.

Sammenfattende gælder følgende for sæbe i forhold til en eventuel jord- og grundvandsforurening:

- Sæbe kan i ufortyndet form være lokalt irriterende, og sæbe er således ikke ønskelig inden for anvendelsesdybden. Der findes dog ikke et jordkvalitetskriterium for sæbe.
- Sæbe sorberer typisk til jord, men kan dog udvaskes til dybereliggende jordlag og grundvand. Sæbe er generelt let nedbrydeligt, og er således ikke umiddelbart problematisk i forhold til dybereliggende jordlag eller grundvand. Der findes ikke jordkvalitets- eller drikkevandskriterier for sæbe.
- Sæbe kan opløse mindre vandopløselige stoffer (f.eks. tungmetaller eller PAH'er), og dermed mobilisere og transportere disse stoffer til grundvandet. Selvom sæbe således ikke som enkeltstof er problematisk i forhold til en jordforurening, er det således vigtigt at være opmærksom på den betydning, som sæbe kan have for udvaskning af andre stoffer.
- Sæber har et meget lavt damptryk og vil ikke afdampe til atmosfæren.

Af tabel 5.3 fremgår en samlet miljøvurdering for sæbe.

Stofgruppe	Jordkval. kriterium mg/kg	Drikkevandskriterium mg/l	Nedbrydelighed, jf. OECD		Akvatisk giftighed <sup>3</sup>	Potentiel bioakkumulerbarhed <sup>4</sup>	Sundhedsmæssige effekter <sup>5</sup>
			Aerobe <sup>1</sup>	Anaerobe <sup>2</sup>			
Sæbe (/21,35,39/)	-	-	Let	Fuld	Skadelig-giftig	Lav	Ubetydelig

- Et kriterium er ikke angivet

1 Let nedbrydelig. Nedbrydes i renseanlæg og i overfladevand.

2 Fuldstændigt bionedbrydelig. Nedbrydes ved anaerobe slambehandling i renseanlæg med mindst 60 % i løbet af højst 60 dage.

Delvis bionedbrydelig: Nedbrydes ved anaerob slambehandling i renseanlæg på med 30- 60 % i løbet af højst 60 dage.

3 Skadelig over for vandlevende organismer, når  $10 \text{ mg/l} < EC/LC_{50} \leq 100 \text{ mg/l}$ .

Giftig over vandlevende organismer, når  $1 \text{ mg/l} < EC/LC_{50} \leq 10 \text{ mg/l}$ .

Meget giftig over vandlevende organismer, når  $EC/LC_{50} \leq 1 \text{ mg/l}$ .

4 Lav potentiel bioakkumulerbarhed i vandlevende organismer, når  $BCF \leq 100$  eller  $\log K_{ow} < 3$ .

Moderat potentiel bioakkumulerbarhed i vandlevende organismer, når  $100 < BCF \leq 500$  eller  $3 \leq \log K_{ow} < 4$ .

Høj potentiel bioakkumulerbarhed i vandlevende organismer, når  $BCF > 500$  eller  $\log K_{ow} \geq 4$ .

5 Sundhedsskadelig - Lav akut toksicitet,  $200 < LD_{50} \leq 2.000 \text{ mg/kg}$  legemsvægt (oral rotte)

giftig – akut toksicitet,  $25 < LD_{50} \leq 200 \text{ mg/kg}$  legemsvægt (oral rotte).

Meget giftig – høj akut toksicitet,  $LD_{50} < 25 \text{ mg/kg}$  legemsvægt (oral rotte).

**Tabel 5.3** Miljøvurdering af sæbe /21, 35, 39/.

### Anioniske detergenter

Anioniske detergenter (negativt ladede) findes som væske eller på fast form. De anioniske detergenter klassificeres som tidligere nævnt efter den hydrofile gruppe (carboxylater, sulfonater, sulfater, organofosfater) og underinddeles efter den hydrofobe gruppe. Sidstnævnte kan være alifatisk eller aromatisk eller en kombination af begge /21/. Tabel 5.4 viser en oversigt for grupperingen af de anioniske detergenter.

<b>Anioniske detergenter</b>				
<b>Under-gruppe</b>	<b>Navn</b>	<b>Akronym</b>	<b>Anvendelse</b>	<b>Mængde (%)</b>
Carboxylater	Sæbe	SÆBE	Anvendes bredt	20
Sulfonater	Alkylbenzensulfonater	LAS	Anvendes bredt (tekstil, husholdning, kosmetik)	69
	Alkylsulfonater	SAS	Tekstil, husholdning, kosmetik	1,8
	$\alpha$ -olefinsulfonater	AOS	Tæpperens	0,024
	$\alpha$ -sulfo-fedtsyre-methylestre	SES	Farvefjernere	0,00005
Sulfater	Fedtalkoholsulfater, alkylsulfater	FAS	Kosmetik, tekstil, industri	0,00094
	Alkylethersulfater	FES	Husholdning, kosmetik	1,25
	a) fedtalkoholethersulfater b) oxoalkoholethersulfater			
Organo-fosfater	Fosfatalkylestre	PHO	Maskinopvask	0,0007
	Fosfonater			

**Tabel 5.4** Gruppering af anioniske detergenter ud fra den hydrofile gruppe. Mængdeangivelserne er baseret på oplysninger fra Produktregisteret om forbrugte mængder i perioden 1986-1989 /21/.

De anioniske detergenter udgøres hovedsageligt af *alkylbenzensulfonater*, *alkylsulfonater* samt *alkylsulfater* af diverse fedtsyrer ( $C_{12}$ - $C_{18}$ ) og fedtalkoholer. Hertil kommer *fosfater* og *fosfonater*.

Ved spild eller udledning til jorden vil de anioniske detergenter indledningsvist tilbageholdes i de terrænnære jordlag, idet de langkædede fedtsyrer forventes at have relativ høj oktanol/vand fordelingskoefficient (mellem 2 og 4), og de vil dermed sorbere til organisk-holdig jord /21/.

Alkylsulfat og alkylsulfonater har lav vandopløselighed i koldt vand (<10 mg/l), og opløseligheden er væsentlig højere i varmt vand. Jo større molekyler, des mindre vandopløseligt og des højere sorption. Alkylbenzensulfonater er mere vandopløselige (10 -1.000 mg/l) end alkylsulfater /35/.

De anioniske detergenter vil dog langsomt blive opløst og udvasket af nedbør. Herefter vil de nedsive til grundvandet eller afstrømme til den nærmeste recipient eller dræne til kloakken. Detergenter kan herefter spredes i vandets strømningsretning. Anioniske detergenter har et meget lavt damptryk og vil ikke afdampe til atmosfæren.



Anioniske detergenter er generelt let nedbrydelige, men nedbrydeligheden formindskes ved forøget forurening og forøget kædelængde af den hydrofobe gruppe. Alkylsulfater er let nedbrydelige, og de nedbrydes også under anaerobe forhold. Alkylbenzensulfonater (LAS) og til dels alkylsulfonater er dog ikke svært nedbrydelige under anaerobe forhold. LAS nedbrydes til en vis grad i rensningsanlæggene, men en del udledes til det omgivende miljø, og ca. 20 % bindes i slammet fra rensesanlægget. LAS kan derfor udgøre et problem ved genanvendelse af spildevandsslam, idet LAS kun nedbrydes, når der er ilt tilstede /21, 35, 39/. LAS er derfor på Miljøstyrelsens liste over uønskede stoffer /36/.

Fosfatester og fosfonater forventes at være let nedbrydelige under aerobe og anaerobe forhold /21/.

Anioniske detergenter er giftige over for vandlevende organismer som alger, krebsdyr og fisk, og generelt er de langkædede detergenter mere giftige end de kortkædede. Desuden kan anioniske detergenter, ligesom så mange andre overfladeaktive stoffer, opløse mindre vandopløselige stoffer (f.eks. olie, PAH'er eller tungmetaller) eller optage dem i miceller, og derved transportere dem med grundvand eller overfladevand.

I forhold til sundhedsmæssige effekter betegnes de fleste anioniske detergenter i ufortyndet form som lokalt irriterende og evt. skadelige. De er ikke på listen over farlige stoffer /38/.

Sammenfattende gælder følgende for de anioniske detergenter i forhold til en eventuel jord- og grundvandsforurening:

- Anioniske detergenter kan i ufortyndet form være lokalt irriterende og evt. skadelige, og de anioniske detergenter er således ikke ønskelige inden for anvendelsesdybden. Der findes dog kun et jordkvalitetskriterium for LAS.
- Anioniske detergenter sorberer typisk til jord, men kan dog udvaskes til dybereliggende jordlag og grundvand. Nogle anioniske detergenter er let nedbrydelige, mens andre (bl.a. LAS) er svært nedbrydelige under anaerobe forhold. Ud over for LAS findes der ikke jordkvalitets- eller drikkevandskriterier for de anioniske detergenter.
- Anioniske detergenter kan opløse mindre vandopløselige stoffer (f.eks. tungmetaller eller PAH'er), og dermed mobilisere og transportere disse stoffer til grundvandet. Selvom de anioniske detergenter således ikke som enkeltstoffer er problematiske i forhold til en jordforurening, er det således vigtigt at være opmærksom på den betydning, som de anioniske detergenter kan have for udvaskning af andre stoffer.
- De anioniske detergenter har et meget lavt damptryk og vil ikke afdampe til atmosfæren.

Af tabel 5.5 fremgår en samlet miljøvurdering for en række anioniske detegenter.

Stofgruppe	Jordkvalitetskriterium mg/kg	Drikkevandskriterium mg/l	Nedbrydelighed, jf. OECD		Akvatisk giftighed <sup>3</sup>	Potentiel bioakkumulerbarhed <sup>4</sup>	Sundhedsmæssige effekter <sup>5</sup>
			Aerobe <sup>1</sup>	Anaerobe <sup>2</sup>			
Alkylsulfonater	-	-	Let	Delvis	Meget giftig/giftig	Lav	Sundhedsskadelig
Alkylsulfater	-	-	Let	Fuld	Giftig	Lav	Sundhedsskadelig
Alkylbenzensulfonater (LAS)	1.500	0,1	Let	Ikke nedbrydeligt	Meget giftig	Moderat	Sundhedsskadelig

- Et kriterium er ikke angivet.
- 1 Let nedbrydelig. Nedbrydes i renseanlæg og i overfladevand.
- 2 Fuldstændigt bionedbrydelig. Nedbrydes ved anaerob slambehandling i renseanlæg med mindst 60 % i løbet af højst 60 dage.  
Delvis bionedbrydelig: Nedbrydes ved anaerob slambehandling i renseanlæg på med 30- 60 % i løbet af højst 60 dage.
- 3 Skadelig over for vandlevende organismer, når  $10 \text{ mg/l} < EC/LC_{50} \leq 100 \text{ mg/l}$ .  
Giftig over vandlevende organismer, når  $1 \text{ mg/l} < EC/LC_{50} \leq 10 \text{ mg/l}$ .  
Meget giftig over vandlevende organismer, når  $EC/LC_{50} \leq 1 \text{ mg/l}$ .
- 4 Lav potentiel bioakkumulerbarhed i vandlevende organismer, når  $BCF \leq 100$  eller  $\log K_{ow} < 3$ .  
Moderat potentiel bioakkumulerbarhed i vandlevende organismer, når  $100 < BCF \leq 500$  eller  $3 \leq \log K_{ow} < 4$ .  
Høj potentiel bioakkumulerbarhed i vandlevende organismer, når  $BCF > 500$  eller  $\log K_{ow} \geq 4$ .
- 5 Sundhedsskadelig - Lav akut toksicitet,  $200 < LD_{50} \leq 2.000 \text{ mg/kg}$  legemsvægt (oral rotte)  
giftig – akut toksicitet,  $25 < LD_{50} \leq 200 \text{ mg/kg}$  legemsvægt (oral rotte).  
Meget giftig – høj akut toksicitet,  $LD_{50} < 25 \text{ mg/kg}$  legemsvægt (oral rotte).

**Tabel 5.5** Miljøvurdering af anioniske detergenter /21,35,39/.

### Nonioniske detergenter

Nonioniske detergenter (uladede) findes i væske eller fast form og består hovedsageligt af forskellige grupper af ethoxylater og proxylater: *alkoholethoxylater*, *alkylphenoethoxylater-APEO*, herunder *nonylphenoethoxylat-NPEO*, som nedbrydes til *nonylphenol-NP*, *fedtsyreamidethoxylater*, *ethoxylerede/proxylerede fedtsyrer*, *blokpolymer-EPE* samt *alkylaminoxider*. Tabel 5.6 viser en oversigt for grupperingen af de nonioniske detergenter.

<b>Nonioniske detergenter</b>				
<b>Undergruppe</b>	<b>Navn</b>	<b>Akro- nym</b>	<b>Anvendelse</b>	<b>Mængde (%)</b>
Alkoholethoxylater	Alkyl-poly-(ethylen-glycol)-ether a) fedtsyrealkoholer b) oxoalkoholer	AEO	Anvendes bredt; husholdning, industri m.v.	0,65
Alkylphenol-ethoxylater	Alkyl-phenol-poly-(ethylen-glycol)-ether	APEO	Industri, tekstil, husholdning	5,7
Ethoxylerede fedtsyreamider	Fedtsyrealkanol-amider	FAA	Husholdning (opvaskemiddel, kosmetik)	0,57
Ethoxylerede/propoxylerede fedtsyrer	Fedtsyrealkohol-poly-glycol-ether	FEP	Husholdning (opvaskemiddel)	0,021
Blokkopolymerer	Ethylenoxidpropylenoxidpolymerer	EPE	Husholdning (opvaskemiddel), institutioner, restauranter	0,097
Alkylaminoxider	Alkyldimethylamin-oxider	ADMO	Rengøringsmidler (kalkfjerner)	0,3

**Tabel 5.6** Gruppering af nonioniske detergenter ud fra den hydrofobe gruppe. Mængdeangivelserne er baseret på oplysninger fra Produktregisteret om forbrugte mængder i perioden 1986-1989 /21/.

Ved spild eller udledning til jorden vil de nonioniske detergenter indledningsvist være tilbageholdt i de terrænnære jordlag, idet de langkædede alkylalkoholer forventes at have en relativ høj oktanol/vand-fordelingskoefficient (mellem 1 og 3), og de vil derved sorbere til organisk-holdig jord.

*Alkoholethoxylater-AEO, fedtsyrealkoholamider-FAA, ethoxylerede/propoxylerede fedtsyrer-FEP, alkylamidoxider-ADMO og alkylphenolethoxylater-APEO* kan have en vis vandopløselighed, men opløseligheden er meget afhængig af længden af den hydrofobe kæde.

De nonioniske detergenter vil dog langsomt blive opløst og udvasket af nedbør. Herefter kan de nedsive til grundvandet eller afstrømme til den nærmeste recipient eller dræne til kloakken. Detergenter kan herefter spredes i vandets strømningsretning. Nonioniske detergenter har et meget lav damptryk og vil ikke afdampe til atmosfæren.

*Alkoholethoxylater-AEO* er generelt let nedbrydelige, men nedbrydeligheden formindskes ved forøget forurening og forøget kædelængde af den hydrofobe gruppe samt for stoffer med mange ethoxygrupper. *AEO* nedbrydes også under anaerobe forhold. *Ethoxylerede/propoxylerede fedtsyrer-FEP* nedbrydes langsommere end *AEO* /21,39/. *Alkylphenolethoxylater-APEO*, herunder nonylphe-

nolethoxylater-NPEO, nedbrydes under aerobe forhold og er delvist nedbrydelig under anaerobe forhold, men der dannes nonylphenol og alkylphenoler, som er langsomt nedbrydeligt og ophobes i slam og sediment og dermed i miljøet. /21/.

*Fedtsyreamidethoxylater-FAA* er generelt let nedbrydelige. Derimod er *blokpolymere-EPE* ikke nedbrydelige /5, 39/.

Nonioniske detergenter er meget giftige over for vandlevende organismer, og nedbrydningsprodukterne kan være svært nedbrydelige. APEO vil påvirke akvatisk liv i højere grad end de lettere nedbrydelige stoffer (f.eks. AEO og FEP).

I produkter på det danske marked er der, efter frivillig aftale med producenterne, sket en udfasning af alkylphenolethoxylater.

I henhold til sundhedsmæssige effekter betegnes de fleste nonioniske detergenter i ufortyndet form som lokalirriterende og evt. skadelige. NPEO er som det eneste nonioniske detergent på listen over farlige stoffer /38/.

Sammenfattende gælder følgende for de nonioniske detergenter i forhold til en eventuel jord- og grundvandsforurening:

- Nonioniske detergenter kan i ufortyndet form være lokalt irriterende og evt. skadelige, og de nonioniske detergenter er således ikke ønskelig inden for anvendelsesdybden. Der findes dog kun et jordkvalitetskriterium for alkylphenolethoxylater, herunder nonylphenolethoxylat og nonylphenol.
- Nonioniske detergenter sorberer typisk til jord, men kan dog udvaskes til dybereliggende jordlag og grundvand. Nogle nonioniske detergenter er let nedbrydelige, mens alkylphenolethoxylater og blokpolymere er svært/ikke nedbrydelige. Ud over for alkylphenolethoxylater findes der ikke jordkvalitets- eller drikkevandskriterier for de nonioniske detergenter.
- Nonioniske detergenter kan opløse mindre vandopløselige stoffer (f.eks. tungmetaller eller PAH'er), og dermed mobilisere og transportere disse stoffer til grundvandet. Selvom de nonioniske detergenter således ikke som enkeltstoffer er problematiske i forhold til en jordforurening, er det således vigtigt at være opmærksom på den betydning, som de nonioniske detergenter kan have for udvaskning af andre stoffer.
- De nonioniske detergenter har et meget lavt damptryk og vil ikke afdampe til atmosfæren. En undtagelse er nedbrydningsproduktet nonylphenol, hvor der findes et afdampningskriterium, jf. tabel 5.7.

Af tabel 5.7 fremgår en samlet miljøvurdering for udvalgte nonioniske detergenter.

Stofgruppe	Jordkvalitetskriterium mg/kg	Drikkevandskriterium mg/l	Nedbrydelighed, jf. OECD		Akvatisk giftighed <sup>3</sup>	Potentiel bioakkumulerbarhed <sup>4</sup>	Sundhedsmæssige effekter <sup>5</sup>
			Aerobe <sup>1</sup>	Anaerobe <sup>2</sup>			
Alkoholethoxylater-AEO	-		Let	Fuld	Meget giftig	Moderat	Sundhedsskadelig
Ethoxylerede/propoxylerede fedtsyrer-FEP	-	-	Let	Fuld	Meget giftig	Ingen data	Sundhedsskadelig
Alkylphenoethoxylater: Nonylphenoethoxylat (NPEO) Nonylphenol (NP) <sup>6</sup>	65 25	- 0,02	Ikke nedbrydeligt	Ikke nedbrydeligt	Meget giftig	Moderate	Sundhedsskadelig
Blokpolymer -EPE	-	-	Ikke nedbrydeligt	Ikke nedbrydeligt	Ikke skadelig	Ingen data	Sundhedsskadelig

- Et kriterium er ikke angivet.

1 Let nedbrydelig. Nedbrydes i renseanlæg og i overfladevand.

2 Fuldstændigt bionedbrydelig. Nedbrydes ved anaerob slambehandling i renseanlæg med mindst 60 % i løbet af højst 60 dage.

Delvis bionedbrydelig: Nedbrydes ved anaerob slambehandling i renseanlæg på med 30- 60 % i løbet af højst 60 dage.

3 Skadelig over for vandlevende organismer, når  $10 \text{ mg/l} < EC/LC_{50} \leq 100 \text{ mg/l}$ .

Giftig over vandlevende organismer, når  $1 \text{ mg/l} < EC/LC_{50} \leq 10 \text{ mg/l}$ .

Meget giftig over vandlevende organismer, når  $EC/LC_{50} \leq 1 \text{ mg/l}$ .

4 Lav potentiel bioakkumulerbarhed i vandlevende organismer, når  $BCF \leq 100$  eller  $\log K_{ow} < 3$ .

Moderat potentiel bioakkumulerbarhed i vandlevende organismer, når  $100 < BCF \leq 500$  eller  $3 \leq \log K_{ow} < 4$ .

Høj potentiel bioakkumulerbarhed i vandlevende organismer, når  $BCF > 500$  eller  $\log K_{ow} \geq 4$ .

5 Sundhedsskadelig - Lav akut toksicitet,  $200 < LD_{50} \leq 2.000 \text{ mg/kg}$  legemsvægt (oral rotte)

giftig – akut toksicitet,  $25 < LD_{50} \leq 200 \text{ mg/kg}$  legemsvægt (oral rotte).

Meget giftig – høj akut toksicitet,  $LD_{50} < 25 \text{ mg/kg}$  legemsvægt (oral rotte).

6 For nonylphenol findes et afdampningskriterium på  $0,02 \text{ mg/m}^3$ .

**Tabel 5.7** Miljøvurdering af nonioniske detergenter /21,35,39/.

### Kationiske detergenter

Kationiske detergenter (positivt ladede) findes i væskeform og består typisk af alifatiske, alifatisk-aromatiske eller heterocycliske forbindelser med et kvaternært kvælstofatom. Tabel 5.8 viser en oversigt for grupperingen af de kationiske detergenter.

Kationiske detergenter				
Undergruppe	Navn	Akro- nym	Anvendelse	Mængde (%)
Kvarternære ammonium forbindelser	Dimethylalkylammonium Alkylpyridiner Benzylammonium Trimethylalkylammonium	KAT	Husholdning, vaskeri, tekstil, industri	0,15

**Tabel 5.8** Gruppering af kationiske detergenter ud fra den hydrofobe gruppe. Mængdeangivelserne er baseret på oplysninger fra Produktregisteret om forbrugte mængder i perioden 1986-1989 /21/.

Ved spild eller udledning til jorden vil de kationiske detergenter sorbere stærkt til den negativt ladede overflade i slam, jord og sediment /39/.

*Kationiske detergenter* er vandopløselige, men vandopløseligheden formindskes med et øget antal alkylgrupper samt alkylkædelængden.

De vil blive udvasket og nedsive til grundvandet eller afstrømme til den nærmeste recipient eller dræne til kloakken. Detergenter kan herefter spredes i vandets strømningsretning. Kationiske detergenter har et meget lav damptryk, og de vil ikke afdampe til atmosfæren.

Kationiske detergenter er nedbrydelige, men de er også bakteriostatisk (hæmmer bakterievækst) og sorberer til organisk materiale. Dette betyder, at selvom fuldstændig ultimativ bionedbrydning er observeret, er der fundet kationiske detergenter i udløb fra rensningsanlæg. Ditoluoldimethylammoniumklorid er tidligere blevet anvendt i mange produkter, men er ofte konstateret i overfladevand /21, 39/, og dette stof er nu sammen med distearyldimethylammoniumklorid erstattet af kationiske detergenter med estergrupper /39/.

Generelt konkluderes i /21/ følgende forhold ved nedbrydning:

- Nedbrydeligheden formindskes ved stigende alkyleringsgrad:  

$$RMe_3N^+ > R_2Me_2N^+ > R_3MeN^+$$
- Bakteriostatisk evne øges med øget hydrofobe egenskaber.
- Nedbrydeligheden øges ved stigende alkylkædelængde op til C<sub>10</sub>–C<sub>12</sub>, herefter falder den på grund af stigende hydrofobe egenskaber.
- Heterocycliske forbindelser nedbrydes langsommere end ikke phenylringsystemer og alifatiske forbindelser:  

$$RMe_3N^+ > R_2Me_2N^+ > R.Phenyl.Me_2N^+ > R.hetero-N^+$$
- Kationiske detergenter er meget giftige over for vandlevende organismer.

I forhold til sundhedsmæssige effekter betegnes de fleste kationiske detergenter i ufortyndet form som skadelige, lokalt irriterende og ætsende. Alkyldimethylbenzylammoniumklorid er på listen over farlige stoffer /38/.

Sammenfattende gælder følgende for de kationiske detergenter i forhold til en eventuel jord- og grundvandsforurening:

- Kationiske detergenter kan i ufortyndet form være skadelige, lokalt irriterende og ætsende, og de kationiske detergenter er således ikke ønskelige inden for anvendelsesdybden. Der findes dog ikke jordkvalitetskriterier for de kationiske detergenter.
- Kationiske detergenter sorberer typisk stærkt til jord, men kan dog udvaskes til dybereliggende jordlag og grundvand. Generelt er kationiske detergenter vandopløselige. Kationiske detergenter er nedbrydelige. Der findes ikke drikkevandskriterier for de kationiske detergenter.
- Kationiske detergenter kan opløse mindre vandopløselige stoffer (f.eks. tungmetaller eller PAH'er), og dermed mobilisere og transportere disse stoffer til grundvandet. Selvom de kationiske detergenter således ikke som enkeltstoffer er problematiske i forhold til en jordforurening, er det således vigtigt at være opmærksom på den betydning, som de kationiske detergenter kan have for udvaskning af andre stoffer.
- De kationiske detergenter har et meget lavt damptryk og vil ikke afdampe til atmosfæren.

Af tabel 5.9 fremgår en samlet miljøvurdering for en række kationiske detergenter.

Stofgruppe	Jordkvalitetskriterium mg/kg	Drikkevandskriterium mg/l	Nedbrydelighed, jf. OECD		Akvatisk giftighed <sup>3</sup>	Potentiel bioakkumulerbarhed <sup>4</sup>	Sundhedsmæssige effekter <sup>5</sup>
			Aerobe <sup>1</sup>	Anaerobe <sup>2</sup>			
Alkyltrimethylammonium- ATMAC	-	-	Delvis især de for kortkædede	Nej- men få data	Meget giftig	Lav Moderat for de langkædede C <sub>16</sub> -C <sub>18</sub>	Sundhedsskadelig
Dialkyldimethylammonium-DADMAC	-	-	Delvis langsommere end ATMAC	Nej- men få data	Meget giftig	Lav	Sundhedsskadelig
Alkyldimethylbenzylammonium-ADMBAC	-	-	Delvis, som for ATMAC	Nej- men få data	Meget giftig	Lav	Giftig
Alkylpyridin	-	-	Få data	Nej- men få data	Meget giftig	Lav Moderat for de langkædede C <sub>16</sub> -C <sub>18</sub>	Sundhedsskadelig

- Et kriterium er ikke angivet.

1 Let nedbrydelig. Nedbrydes i renseanlæg og i overfladevand.

2 Fuldstændigt bionedbrydelig. Nedbrydes ved anaerob slambehandling i renseanlæg med mindst 60 % i løbet af højst 60 dage.

Delvis bionedbrydelig: Nedbrydes ved anaerob slambehandling i renseanlæg på med 30- 60 % i løbet af højst 60 dage.

3 Skadelig over for vandlevende organismer, når 10 mg/l < EC/LC<sub>50</sub> ≤ 100 mg/l.

Giftig over vandlevende organismer, når 1 mg/l < EC/LC<sub>50</sub> ≤ 10 mg/l.

Meget giftig over vandlevende organismer, når EC/LC<sub>50</sub> ≤ 1 mg/l.

4 Lav potentiel bioakkumulerbarhed i vandlevende organismer, når BCF ≤ 100 eller log K<sub>ow</sub> < 3.

Moderat potentiel bioakkumulerbarhed i vandlevende organismer, når 100 < BCF ≤ 500 eller 3 ≤ log K<sub>ow</sub> < 4.

Høj potentiel bioakkumulerbarhed i vandlevende organismer, når BCF > 500 eller log K<sub>ow</sub> ≥ 4.

5 Sundhedsskadelig - Lav akut toksicitet, 200 < LD<sub>50</sub> ≤ 2.000 mg/kg legemsvægt (oral rotte)

giftig – akut toksicitet, 25 < LD<sub>50</sub> ≤ 200 mg/kg legemsvægt (oral rotte).

Meget giftig – høj akut toksicitet, LD<sub>50</sub> < 25 mg/kg legemsvægt (oral rotte).

**Tabel 5.9** Miljøvurdering af kationiske detergenter /21, 35, 39/.

### Amfotere detergenter

Amfotere detergenter syntetiseres ud fra aminosyrer, og de kan have både positivt og negativt ladede grupper i molekylet afhængigt af pH. Der dannes kationer (positive ladede molekyler) i sure opløsninger, anioner (negative ladede molekyler) i alkaliske opløsninger og zwitterioner (ikke ladede ioner) i pH-neutrale opløsninger. Tabel 5.10 viser en oversigt over grupperingen af de amfotere detergenter.



<b>Amfotere detergenter</b>				
<b>Undergruppe</b>	<b>Navn</b>	<b>Akro- nym</b>	<b>Anvendelse</b>	<b>Mængde (%)</b>
Alkylbetainer	Alkylbetainer Alkyl-sulfo-betainer	BET	Husholdning	0,12

**Tabel 5.10** Gruppering af amfotere detergenter ud fra den hydrofobe gruppe. Mængdeangivelserne er baseret på oplysninger fra Produktregisteret om forbrugte mængder i perioden 1986-1989 /21/.

Ved spild eller udledning til jorden vil de amfotere detergenter formentligt sorbere til slam, jord og sediment.

Amfotere detergenter er vandopløselige, men vandopløseligheden formindskes med et øget antal alkylgrupper samt alkylkædelængden. De vil blive udvasket og nedsive til grundvandet eller afstrømme til den nærmeste recipient eller dræne til kloakken. Detergenter kan herefter spredes i vandets strømningsretning. Amfotere detergenter har et meget lavt damptryk, og de vil ikke afdampe til atmosfæren /21/.

Amfotere detergenter er nedbrydelige under aerobe forhold, men der findes stort set ingen data om nedbrydningen under anaerobe forhold /21, 39/.

De er skadelige og evt. giftige over for vandlevende organismer /21/.

I henhold til sundhedsmæssige effekter betegnes de fleste amfotere detergenter i ufortyndet form som lokalirriterende. De er ikke i listen over farlige stoffer /38/.

Sammenfattende gælder følgende for de amfotere detergenter i forhold til en eventuel jord- og grundvandsforurening:

- Amfotere detergenter kan i ufortyndet form være lokalt irriterende, og de amfotere detergenter er således ikke ønskelige inden for anvendelsesdybden. Der findes dog ikke jordkvalitetskriterier for de amfotere detergenter.
- Amfotere detergenter sorberer typisk til jord, men kan dog udvaskes til dybereliggende jordlag og grundvand. Generelt er amfotere detergenter vandopløselige. Amfotere detergenter er nedbrydelige under aerobe forhold. Der findes ikke undersøgelser/data om de amfotere detergenter nedbrydelighed under anaerobe forhold. Der findes ikke drikkevandskriterier for de amfotere detergenter.
- Amfotere detergenter kan opløse mindre vandopløselige stoffer (f.eks. tungmetaller eller PAH'er), og dermed mobilisere og transportere disse stoffer til grundvandet. Selvom de amfotere detergenter således ikke

som enkeltstoffer er problematiske i forhold til en jordforurening, er det således vigtigt at være opmærksom på den betydning, som de amfotere detergenter kan have for udvaskning af andre stoffer.

- De amfotere detergenter har et meget lavt damptryk og vil ikke afdampe til atmosfæren.

Af tabel 5.11 fremgår en samlet miljøvurdering for en række amfotere detergenter.

Stofgruppe	Jordkvalitetskriterium mg/kg	Drikkevandskriterium mg/l	Nedbrydelighed, jf. OECD		Akvatisk giftighed <sup>3</sup>	Potentiel bioakkumulerbarhed <sup>4</sup>	Sundhedsmæssige effekter <sup>5</sup>
			Aerobe <sup>1</sup>	Anaerobe <sup>2</sup>			
Alkylbetain	-	-	Let	Delvis få data	Skadelig-Giftig	Ingen data	Ubetydeligt
Alkylsulfobetain	-	-	Delvis	Ingen data	Skadelig-Giftig	Ingen data	Ubetydeligt
Alkylhydrosulfobetain	-	-	Delvis	Ingen data	Skadelig-Giftig	Ingen data	Ubetydeligt
Imidazoline	-	-	Let	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ubetydeligt

- Et kriterium er ikke angivet.

1 Let nedbrydelig. Nedbrydes i renseanlæg og i overfladevand.

2 Fuldstændigt bionedbrydelig. Nedbrydes ved anaerob slambehandling i renseanlæg med mindst 60 % i løbet af højst 60 dage.  
Delvis bionedbrydelig: Nedbrydes ved anaerob slambehandling i renseanlæg på med 30- 60 % i løbet af højst 60 dage.

3 Skadelig over for vandlevende organismer, når  $10 \text{ mg/l} < EC/LC_{50} \leq 100 \text{ mg/l}$ .

Giftig over vandlevende organismer, når  $1 \text{ mg/l} < EC/LC_{50} \leq 10 \text{ mg/l}$ .

Meget giftig over vandlevende organismer, når  $EC/LC_{50} \leq 1 \text{ mg/l}$ .

4 Lav potentiel bioakkumulerbarhed i vandlevende organismer, når  $BCF \leq 100$  eller  $\log K_{ow} < 3$ .

Moderat potentiel bioakkumulerbarhed i vandlevende organismer, når  $100 < BCF \leq 500$  eller  $3 \leq \log K_{ow} < 4$ .

Høj potentiel bioakkumulerbarhed i vandlevende organismer, når  $BCF > 500$  eller  $\log K_{ow} \geq 4$ .

5 Sundhedsskadelig - Lav akut toksicitet,  $200 < LD_{50} \leq 2.000 \text{ mg/kg}$  legemsvægt (oral rotte) giftig – akut toksicitet,  $25 < LD_{50} \leq 200 \text{ mg/kg}$  legemsvægt (oral rotte).

Meget giftig – høj akut toksicitet,  $LD_{50} < 25 \text{ mg/kg}$  legemsvægt (oral rotte).

**Tabel 5.11** Miljøvurdering af amfotere detergenter /21, 35, 39/.

## 5.2.2. Tilsætningsstoffer og halvfabrikata

I det følgende er beskrevet de miljømæssige effekter ved en række tilsætningsstoffer til vaske- og rengøringsmidler. Der er fokuseret på påvirkninger af jord og grundvand. For en række stoffer findes der dog meget sparsomme oplysninger.

### Glycerin

Glycerin er let nedbrydelig og letopløselig i vand /39/. Glycerin kan være lokalirriterende, men anses for uskadelig i vandmiljøet /35/. Der findes ingen jordkvalitets- eller drikkevandskriterier for glycerin /39, 41/.

### **Fedtstoffer (vegetabiliske og animalske)**

Animalske og vegetabiliske fedtstoffer er let nedbrydelige, og de betragtes som uskadelige for miljøet i mindre mængder. Ved direkte udledning kan der dog være skadelige virkninger for blandt andet vandlevende organismer pga. iltsvind /35/. Der findes ikke jordkvalitets- eller drikkevandskriterier for fedtstoffer /41/.

### **Opløsningsmidler**

Opløsningsmidler i vaske- og rengøringsmidler omfatter primært alkoholer, glycoler og glycolethere. Disse har generelt lav miljøfarlighed, men kan ved direkte kontakt være lokalirriterende /39/. De er typisk let nedbrydelige, vandopløselige og til dels flygtige. Ved større udslip er der dog mulighed for spredning og dermed miljøeffekter /35, 39, 48/. Generelt findes der ikke jordkvalitets- eller drikkevandskriterier for disse stoffer. En undtagelse er dog isopropanol (alkohol), hvor der er angivet et drikkevands- og afdampningskriterium på hhv. 10 µg/l og 1 mg/m<sup>3</sup> /41/.

Terpentin anvendes ligeledes som opløsningsmiddel. Terpentin har en massefylde, der er mindre end vands og benævnes derfor LNAPL (Light Non-aqueous Phase Liquids). En forurening med LNAPL bevæger sig gennem jordmatricen mod grundvandet pga. udvaskning, tyngdekraften, trykgradienter samt kapillarkræfter. Under denne transport vil en del flygtige komponenter fordampe til poreluften, en del opløses i porevandet, og en del fanges i jordmatricen pga. sorption. Et større spild vil kunne nå grundvandsspejlet som en fri fase, og vil lægge sig oven på vandspejlet. Herfra kan forureningen spredes med grundvandet i strømningsretningen, og der kan ligeledes ske spredning ved hjælp af diffusion. Forureningens udbredelse i grundvandet begrænses af sorption, fordampning og nedbrydning /34/. Jordkvalitets-, drikkevands- og afdampningskriteriet for terpentin er hhv. 25 mg/kg (C<sub>7</sub>-C<sub>12</sub>), 9 µg/l (C<sub>7</sub>-C<sub>12</sub>) og 0,03 mg/m<sup>3</sup> (C<sub>9</sub>-C<sub>10</sub>) /41/.

I mindre omfang er der anvendt chlorerede kulbrinter (primært tetrachlorethylen og 1,1,1-trichlorethan) som opløsningsmidler. Disse stoffer anvendes blandt andet i affedtningsmidler /5/. Chlorerede kulbrinter har generelt en massefylde, der er større end vands og benævnes derfor DNAPL (Dense Non-aqueous Phase Liquids). En forurening med DNAPL bevæger sig gennem jordmatricen mod grundvandet pga. udvaskning, tyngdekraften, trykgradienter samt kapillarkræfter. Under denne transport vil en del flygtige komponenter fordampe til poreluften, en del opløses i porevandet, og en del fanges i jordmatricen pga. sorption. Ved et større spild kan DNAPL som fri fase nå grundvandsspejlet, hvor det pga. massefylden kan transporteres vertikalt i grundvandsmagasinet og evt. lægge sig som en ”pool” i bunden af magasinet. Ved mindre spild, hvilket er det mest sandsynlige, vil grundvandsforureningen hovedsageligt udgøres af opløst forurening, der findes i de øverste meter af grundvandszonen. Herfra vil det spredes med grundvandet i strømningsretningen, og der kan ligeledes

ske spredning ved hjælp af diffusion. Forureningens udbredelse i grundvandet begrænses af sorption, fordampning og nedbrydning /34/. For trichlorethan er jordkvalitets-, drikkevands- og afdampningskriteriet på hhv. 200 mg/kg, 1 µg/l og 0,5 mg/m<sup>3</sup> /41/. For tetrachlorethylen er jordkvalitets-, drikkevands- og afdampningskriteriet på hhv. 5 mg/kg, 1 µg/l og 0,006 mg/m<sup>3</sup> /41/.

### **pH-regulerende stoffer**

Hyppigst anvendte syrer og baser er blandt andet natriumhydroxid, natriumcarbonat, kaliumhydroxid og citronsyre, jf. bilag 2 og /5/.

Både syrer og baser er letopløselige i vand, og kan have giftige/toksiske effekter i vandmiljøet. Stofferne vil dog hurtigt neutraliseres og/eller nedbrydes /39, 40/. Ved direkte kontakt kan både syrer og baser dog være ætsende, og de er således uønskede i høje koncentrationer inden for arealanvendelsesdybden /35, 48/.

Syrer og baser kan reagere med metaller, og således opløse/udvaske disse stoffer /35/. Der findes ikke jordkvalitets- eller drikkevandskriterier for syrer og baser /41/.

### **Kompleksbindere/kalkbindere**

Tidligere er der anvendt fosfater som kalkbindere, men i dag er de fleste detergenter fosfatfri. Ofte anvendte kompleksbindere er EDTA (ethylen diamin tetraacetat) og NTA (nitrilotrieddikesyre) samt natriumsalte af disse stoffer, jf. bilag 2 og /5/.

Fosfater vurderes ikke problematiske i forhold til jord- og grundvandsforurening, og der findes ikke et jordkvalitetskriterium for fosfat /41/. Fosfater bidrager dog til iltsvind ved at stimulere algevækst og er således relevante i recipientsammenhæng. Fosfat fjernes i de fleste renseanlæg /35, 48/. Der er et drikkevandskriterium for fosfat på 0,15 µg/l.

Der findes ikke jordkvalitets- og grundvandskriterier for kompleksbindere som EDTA og NTA /41/. EDTA og NTA binder tungmetaller og har ligeledes en høj vandopløselighed. Ved tilstedeværelse af såvel EDTA og/eller NTA som tungmetaller, vil tungmetaller således kunne udvaskes til grundvandet. EDTA og NTA er svært nedbrydelige. EDTA klassificeres som skadelig i forhold til menneskers sundhed. Der har været betænkeligheder med NTA af hensyn til kræftfremkaldende egenskaber, og stoffet klassificeres som skadeligt. NTA er erstattet i de fleste produkter i dag /39, 40/.

### **Desinficerende stoffer**

De desinficerende stoffer virker bakteriedræbende, og de indgår typisk kun i desinfektionsmidler. Det hyppigst anvendte stof er natriumhypochlorit, der også er registreret som et blegemiddel, jf. bilag 2 og /5/.

Natriumhypochlorit er meget giftigt i vandmiljøet og er på listen over uønskede stoffer /36/. Det virker desuden korroderende på metaller og hæmmende på biologiske renseanlæg /35/. Andre desinficerende stoffer er kvarternære ammoniumforbindelser, der ligeledes er svært nedbrydelige og dermed kan medføre problemer i vandmiljøet.

Der findes ikke jordkvalitets- eller drikkevandskriterier for natriumhypochlorit eller de kvarternære ammoniumforbindelser /41/. På grund af stoffernes giftighed er de dog uønskede inden for arealanvendelsesdybden.

### **Konserveringsmidler**

Et ofte anvendt konserveringsmiddel er formaldehyd. Formaldehyd er letopløseligt i vand, og er delvist nedbrydeligt. Formaldehyd er ætsende ved hudkontakt, ligesom det er optaget på listen over farlige stoffer /38/. Det karakteriseres som giftigt og kræftfremkaldende. Stoffet er således uønsket inden for arealanvendelsesdybden /35, 39, 48/. Der findes et jordkvalitets- og et afdampningskriterium for formaldehyd på hhv. 75 mg/kg og 0,001 mg/m<sup>3</sup>. Der findes ikke et drikkevandskriterium for formaldehyd /41/.

### **Blegemidler**

Ofte anvendte blegemidler er natriumperoxyborat og natriumhypochlorit, jf. bilag 2 og /5/.

Natriumperoxyborat vil typisk nedbrydes kemisk hurtigt i miljøet og karakteriseres som uskadeligt i små mængder /35/. I større mængder kan det have skadelige effekter på vandlevende organismer /39, 40/. Der findes ikke jordkvalitets- eller drikkevandskriterier for natriumperoxyborat /41/.

Natriumhypochlorit er meget giftigt i vandmiljøet og er på listen over uønskede stoffer /36/. Det virker desuden korroderende på metaller og hæmmende på biologiske renseanlæg /35/. Der findes ikke jordkvalitets- eller drikkevandskriterier for natriumhypochlorit /41/. På grund af stoffets giftighed er det dog uønsket inden for arealanvendelsesdybden.

### **Farve- og duftstoffer**

Miljøeffekterne af farvestoffer er generelt dårlig undersøgt. Generelt vurderes farvestofferne at være svært nedbrydelige, og ved direkte kontakt kan de medføre allergi og hudirritation /35/. Farvestoffer kan endvidere indeholde tungmetaller. Der findes ikke jordkvalitets- eller drikkevandskriterier for farvestoffer /41/.

Miljøeffekterne af parfumer er ligeledes dårligt belyst. En række parfumer (primært de syntetiske) kan være giftige og vanskeligt nedbrydelige. Naturlige parfumer (planteudtræk) er typisk mindre skadelige end de syntetiske /35/. Ved direkte kontakt kan parfume være lokalirriterende og fremkalde allergi /35/. Der findes ikke jordkvalitets- eller drikkevandskriterier for parfume /41/.

### 5.2.3. Opvarmning og energiproduktion

Til opvarmning og energiproduktion er typisk anvendt hhv. fyringsolie og dieselolie.

Olieprodukterne har en massefylde, der er mindre end vands og benævnes derfor LNAPL (Light Non-aqueous Phase Liquids). En forurening med LNAPL bevæger sig gennem jordmatricen mod grundvandet pga. udvaskning, tyngdekraften, trykgradienter samt kapillarkræfter. Under denne transport vil en del flygtige komponenter fordampe til poreluften, en del opløses i porevandet, og en del fanges i jordmatricen pga. sorption. Et større spild vil kunne nå grundvandsspejlet som en fri fase, og det vil lægge sig oven på vandspejlet. Herfra kan forureningen spredes med grundvandet i strømningsretningen, og der kan ligeledes ske spredning ved hjælp af diffusion. Forureningens udbredelse i grundvandet begrænses af sorption, fordampning og nedbrydning.

For dieselolie/fyringsolie/gasolie er der et jordkvalitetskriterium på 100 mg/kg (C<sub>5</sub>-C<sub>35</sub>) /41, 51/.

For grundvandet findes et drikkevandskriterium på 9 µg/l gældende for mineralolie /41, 51/.

Endvidere er angivet et afdampningskriterium for totalkulbrinter på 0,1 mg/m<sup>3</sup>. Ligeledes er der et kriterium for C<sub>9</sub>-C<sub>10</sub> på 0,03 mg/m<sup>3</sup> /41, 51/.

## 6. Undersøgelser

I det følgende er indholdet i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2 beskrevet, jf. Lov om forurenede jord. Beskrivelse af mere omfattende undersøgelser kan bl.a. findes i /41/.

Ved en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2 på en virksomhed, der fremstiller sæbe, vaske- og rengøringsmidler anbefales følgende elementer at indgå i undersøgelsesstrategien:

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

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

Forureningskortlægningen forestås af amterne i samarbejde med kommunerne og skal som udgangspunkt udføres efter retningslinierne i Miljøstyrelsens kortlægningsvejledning /46/. Der er dog væsentlige forskelle i de strategier, som de enkelte amter har valgt at følge i tilrettelæggelsen af kortlægningsarbejdet. Eksempelvis kan der være store forskelle i den detaljeringsgrad, som amterne anvender i deres undersøgelser frem til vidensniveau 1: Nogle amter vælger alene at bruge oplysningerne om virksomhedens branche og placering, når de kortlægger på vidensniveau 1. Andre amter går mere i dybden og undersøger virksomhedens indretning, driftsperiode m.v., før der tages stilling til kortlægning.

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

### 6.1. Historisk kortlægning

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

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

Der findes en lang række kilder, hvor der kan søges oplysninger. Kilderne kan opdeles i primære og sekundære kilder. En nærmere beskrivelse af de vigtigste primære og sekundære kilder fremgår af bilag 3.

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

- Lokalisering af tidligere og nuværende virksomheder, der fremstiller sæbe, vaske- og rengøringsmidler
- Oplysninger om branchen
- Oplysninger om lokaliteten.

### **Lokalisering af virksomheder, der fremstiller sæbe, vaske- og rengøringsmidler**

Med henblik på en generel kortlægning indhentes oplysninger om, hvor der har været virksomheder, der fremstiller sæbe, vaske- og rengøringsmidler inden for afgrænsede geografiske områder.

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

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

### **Oplysninger om branchen**

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

- Brancheforeningens hjemmeside ([www.spt.dk](http://www.spt.dk)).
- Arbejdstilsynet: Kortlægning af vaske- og rengøringsmidler – AMI-rapport nr. 44 1994.
- Miljøstyrelsen: Overfladeaktive stoffer – spredning og effekter i miljøet, nr. 166 1991.
- Forbrugestyrelsen: Forbrugerinformation – [www.fi.dk](http://www.fi.dk).
- Miljøstyrelsen: Environmental and Health Assessment of Substances in Household Detergents and Cosmetic Detergent Products. Environmental Project no. 615, 2001.
- Skreve’s Chemical Process Industries. 1984. 5<sup>th</sup> edition Austin, G.T, McMraw-Hill International Editions.



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

Ved tilrettelæggelse af disse undersøgelser kan det historiske materiale inddeles efter de forhold, der søges oplysninger om. For en virksomhed, der fremstiller sæbe, vaske- og rengøringsmidler, kan følgende forhold være relevante:

- **Lokalisering og driftsperiode**  
Adresse, matr.nr. og ejerforhold m.v. fremgår af kommunens arkiver. Driftsperioden fremgår af tingbogen eller kan oplyses af grundejer i driftsperioden. Herudover kan der evt. indhentes oplysninger fra erhvervsregistret, vejvisere, brancheforeninger m.v.
- **Fysisk indretning**  
Kommunens arkiver, herunder evt. miljøgodkendelser. Virksomhedens arkiver. Fotos fra det Kongelige Biblioteks billedsamling, Kort- og Matrikelstyrelsen og Lokalhistorisk arkiv.
- **Gennemgang af processer og oplag**  
Kommunens arkiver, herunder evt. miljøgodkendelser. Virksomhedens arkiver. Interview med grundejer eller ansatte i driftsperioden. Avisartikler m.v. Arbejdstilsynets inspektionsberetninger. Gennemgangen suppleres med teknisk historisk litteratur.
- **Identifikation af miljøfarlige stoffer og lokalisering af forureningskilder**  
Det vil være relevant at gennemgå de samme kilder som under ovenstående punkt.

Til fremstilling af vaske- og rengøringsmidler kan der være anvendt/anvendes der tusindvis af stoffer. For at kunne målrette den efterfølgende undersøgelse mest muligt er det meget væsentligt ved gennemgangen at fastlægge, hvilke færdigvarer der er produceret, samt hvilke råvarer/halvfabrikata der er benyttet. Er det f.eks. vand, glycol eller chlorerede kulbrinter, der er anvendt som opløsningsmidler?

Vær særlig opmærksom på, at der er sket en stor udvikling/ændring af de anvendte stoffer. Det er således vigtigt, at det historiske perspektiv inkluderes i informationsindsamlingen.

Ligeledes bør fastlægges oplysninger om oplag af råvarer, halvfabrikata og færdigvarer, herunder evt. særskilt kemikaliedepot. Endvidere er oplysninger og overjordiske/nedgravede opbevaringstanke særdeles relevante.

Ligeledes bør der søges informationer om afløbssystemer og eventuelle kendte spild/udslip.

- **Oplysninger om brand og ulykker**

Kommunens arkiver.

Virksomhedens arkiver.

Interview med grundejer i driftsperioden eller ansatte.

- **Besigtigelse**

Ved besigtigelse af en virksomhed, der fremstiller/fremstillede sæbe, vaske- og rengøringsmiddel, bør man forsøge at lokalisere udendørs og indendørs oplag (herunder evt. kemikaliedepot), overjordiske/nedgravede tanke, afløbsforhold, produktionslokaler/produktionslinier/produktionsafsnit samt eventuelle affaldsdeponeringssteder og afbrændingspladser. Det anbefales at udføre besigtigelsen sammen med tidligere og nuværende grundejere eller ansatte, der har kendskab til blandt andet produktionsprocesser og affaldsbortskaffelse.

## **6.2. Planlægning af fysiske undersøgelser**

Dette afsnit giver konkrete anvisninger til, hvilke potentielle forureningskilder der bør inddrages i en fysisk undersøgelse af en virksomhed, der fremstiller eller har fremstillet sæbe, vaske- og rengøringsmidler. Endvidere er beskrevet, hvilke forureningskomponenter der bør indgå i undersøgelserne samt udførelse af analysearbejde.

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

Amternes Videncenter for Jordforurening har udarbejdet en database over amternes registreringsundersøgelser (februar 1997) /43/. Af denne fremgår der ikke oplysninger om virksomheder, der fremstiller eller har fremstillet sæbe, vaske- og rengøringsmidler.

Af ROKA-udtræk modtaget fra Amternes Videncenter for Jordforurening /44/ fremgår det, at der pr. 31. december 2002 var i alt 13 V2-kortlagte lokaliteter under kategorien ”Sæbefabrikker”.

Af tabel 6.1 fremgår informationer fra ovennævnte ROKA-udtræk, herunder antallet kortlagte lokaliteter i de enkelte amter og kortlægningsgrundlaget (forurenende stoffer). NIRAS har primo april 2004 kontaktet hovedparten af de amter, der har indberettet ovennævnte V2-kortlagte sæbefabrikker. Målet med disse interviews var at få yderligere informationer omkring de udførte undersøgelser.

Af disse samtaler mellem amterne og NIRAS fremgik det, at langt størstedelen af ovennævnte undersøgelser er udført på grund af anden industriel anvendelse end ”Sæbefabrik”. Der har f.eks. været sæbefabrik i en periode og herefter au-

toværksted eller renseriaktiviteter. De udførte undersøgelser har generelt været målrettet mod de andre anvendelser, og således ikke undersøgelser i forhold til sæbefremstilling. Der er således typisk analyseret for bly, olieprodukter og chlorerede opløsningsmidler, ligesom der er undersøgt omkring kilder i relation til de ”andre anvendelser”.

Amt	Antal V2-kortlagte lokaliteter	Kortlægningsgrundlag (angivet for hver af de kortlagte lokaliteter)
Københavns Amt	2	Terpentin Terpentin
Københavns Kommune	5	Bly Chlor.opl.midler, diesel, olie og benzin Chlor.opl.midler Chlor.opl.midler, olie og benzin Olie og benzin
Roskilde Amt	1	PCE, toluen, xylen og DCE
Vejle Amt	1	Andre aromatiske forbindelser og bly
Vestsjællands Amt	1	Olie
Fyns Amt	1	Olie/fedt
Frederiksborg Amt	2	Aromatiske forbindelser, terpentin og chlor.opl.midler Alkoholer og PCE

**Tabel 6.1** V2-kortlagte ”Sæbefabrikker”, jf. ROKA-udtræk /44/.

På baggrund af ovennævnte er det således begrænset, hvad der findes af erfaringer i forhold til undersøgelser på lokaliteter, hvor der fremstilles/er fremstillet sæbe, vaske- og rengøringsmidler.

Undersøgelsesantallet er sparsomt, og tilsvarende er de gennemførte undersøgelser sjældent målrettet mod en eventuel forurening hidrørende fra fremstillingen af sæbe, vaske- og rengøringsmidler.

Der findes således ikke oplysninger om, ved hvilke kilder (oplag, kloak, produktion m.v.) der med størst sandsynlighed træffes forurening. Ligeledes er der ingen dækkende erfaringer i retning af, hvilke analyseparametre der bør indgå i undersøgelserne.

Idet der ikke foreligger væsentlige erfaringer fra tidligere undersøgelser, er afsnit 6.2 baseret på de oplysninger, der er indhentet i forbindelse med nærværende branchebeskrivelse (beskrevet i kapitlerne 3-5) samt NIRAS’ erfaringer fra udførte forureningsundersøgelser.

Der er opstillet et undersøgellesprogram for hver af følgende virksomhedsgrupper, jf. de tidligere beskrivelser:

- Virksomheder, der fremstiller/fremstillede sæbe fra animalske og vegetabiliske fedtstoffer (sæbesyderier og sæbefabrikker), dvs. uden anvendelse af syntetiske detergenter.
- Virksomheder, der blander og emballerer sæbe og diverse vaske- og rengøringsmiddelprodukter.

For den sidstnævnte virksomhedstype er der store variationer de enkelte virksomheder i mellem, hvad angår produktionen og de anvendte stoffer. Undersøgellesomfanget samt analyseparametre vil derfor variere meget, afhængigt af oplysninger om virksomhedernes produktion, herunder den gennemførte historiske kortlægning.

Hvis historikken er sparsomt belyst, eller der er mistanke om tilstedeværelse af større forureningskilder med ukendt placering, må der forventes et større undersøgellesomfang, herunder evt. inddragelse af flere analyseparametre.

I det følgende præsenteres først et undersøgellesprogram for hver af de to virksomhedsgrupper. Herefter gennemgås hhv. feltanalyser og laboratorieanalyser. For nærmere oplysninger om undersøgelleser og prøvetagningsmetoder henvises til en række vejledninger og beskrivelleser fra Miljøstyrelsen og Amternes Videncenter for Jordforurening /41, 50, 51, 52, 53 og 60/.

### **6.2.1. Undersøgellesprogram - sæbefabrikker**

På sæbefabrikker er der anvendt en række stoffer (fedtstoffer, lud, salt, farvestoffer m.v.), som ikke er kritiske i forhold til jord- og grundvand, jf. kapitel 5. Selve sæben har dog den egenskab, at den kan mobilisere blandt andet tungmetaller og PAH'er, og disse kan således transporteres til grundvandet. Hvis der er mistanke om en forurening af den pågældende lokalitet med f.eks. tungmetaller, kan det således være relevant at foretage undersøgelleser af dybereliggende jordlag og grundvandet i forhold til tungmetaller.

Herudover har der på sæbefabrikker ofte været tanke til fyringsolie og dieselolie. Omkring fyringsolietanke kan det således være relevant at gennemføre undersøgelleser (boringer/jordprøver og evt. vandprøver). Ved dieselolie kan poreluftmålinger endvidere benyttes, da der her kan være tilstedeværelse af flygtige forureningskomponenter (BTEX'er).

Følgende undersøgelleser anbefales gennemført:

- Vurdering af tilstedeværelse af immobile stoffer (tungmetaller, PAH'er m.v.) på lokaliteten (disse stoffer vil dog ikke stamme fra anvendelsen af lokaliteten til sæbefabrik).

- Evt. boringer til dybereliggende jordlag og grundvand med henblik på at vurdere en evt. spredning af immobile stoffer.
- Lokalisering af nedgravede tanke samt rørføringer.
- Etablering af boringer omkring olietanke samt eventuelle rørføringer.
- Evt. etablering af poreluftsonder omkring olietanke og rørføringer, såfremt der kan findes flygtige forureningskomponenter (BTEX'er).

### 6.2.2. Undersøgellesprogram – ”blandingsvirksomheder”

På virksomheder, der blander og emballerer sæbe og diverse vaske- og rengøringsmidler er der typisk anvendt en række forskellige stoffer (sæbe, syntetiske detergenter, opløsningsmidler, syrer, baser, kompleksbindere, duftstoffer, farvestoffer m.v.). Der kan således anvendes hundredvis af forskellige stoffer, og egenskaberne for disse stoffer – herunder den påvirkning som de hver især medfører i relation til jord- og grundvandsforurening – varierer meget. Eksempelvis kan der anvendes såvel vand som terpentin som opløsningsmiddel.

Typisk er der en vis specialisering på de enkelte virksomheder med henblik på at begrænse råvareindkøbet og oplaget af stoffer, ligesom dette kan medføre forsimplinger i produktionen.

Forud for en undersøgelse på en virksomhed, der blander og emballerer sæbe og diverse vaske- og rengøringsmidler, er det således meget vigtigt med en grundig og detaljeret kortlægning af anvendte råvarer og halvfabrikata samt de producerede produkter. Endvidere ønskes som altid kendskab til driftsperioder, fysisk indretning m.v.

En detaljeret kortlægning kan reducere undersøgelsesomfanget, herunder analyseprogrammet markant.

Følgende undersøgelser anbefales typisk gennemført:

- Udførelse af TV-inspektion af kloaksystemet, da beskrivelsen af branchen i kapitel 4 og 5 viser, at utætte kloakrør og -brønde kan udgøre en væsentlig kilde til forurening. Endvidere anvender branchen ofte stærke syrer og baser, der kan ætse/beskadige afløbssystemet. Resultatet af TV-inspektionen danner grundlag for den efterfølgende undersøgelse.
- Evt. etablering af prøvetagningssteder til poreluftmåling samt udtagning af poreluftprøver, hvis der er tale om flygtige forureningskilder, primært hvor der er mistanke om spild af opløsningsmidler, herunder chlorerede opløsningsmidler og terpentin. Dette kan f.eks. være ved oplag af råvarer og affald eller under gulv i bygningen på steder, hvor der er tegn på spild, ved gulvafløb og ved utætte kloakrør og -brønde.
- Udførelse af boringer og udtagning af jordprøver i udendørs områder ved oplag af råvarer og affald, ved tidligere eller eksisterende samlebrønde i kloaksystemet, ved nedgravede tanke, og hvor der er oplysning

ger om/mistanke om spild. Der kan ligeledes bores ved påviste utætheder i kloakledninger med forbindelse til produktions- og lagerlokaler.

- Evt. overfladeprøver/terrænnære jordprøver ved følsom arealanvendelse.
- Ved tilstedeværelse af terrænnære grundvandsmagasiner kan der udføres en eller flere filtersatte boringer med henblik på vandprøvetagning. Der bør placeres filtersatte boringer ved eller nedstrøms de potentielle forureningskilder.
- Vurdering af tilstedeværelse af immobile stoffer (tungmetaller, PAH'er m.v.) på lokaliteten (disse stoffer vil dog ikke stamme fra produktionen af sæbe, vaske- og rengøringsmidler).
- Evt. boringer til dybereliggende jordlag og grundvand med henblik på at vurdere en evt. spredning af immobile stoffer.
- Lokalisering af nedgravede tanke samt rørføringer.
- Etablering af boringer omkring olietanke og eventuelle rørføringer.
- Evt. etablering af poreluftsonder omkring olietanke og rørføringer, såfremt der forventes flygtige forureningskomponenter (BTEX'er).

### 6.2.3. Feltanalyser

Ved feltanalyser forstås analysemetoder af mindre kompleksitet, som er egnede til anvendelse i felten. De fleste feltanalyser er mindre nøjagtige og mindre præcise end laboratorieanalyserne, men er hurtigere og kan give en respons for flere stoffer ved samme analyse. Feltanalyser anvendes af økonomiske og tidsmæssige årsager til sikring af et tilstrækkeligt analysegrundlag for lavere omkostninger, således at der udvælges relevante prøver til laboratorieanalyser, og dermed analyseres for relevante parametre. Herudover kan feltanalyser foretages samtidig med borearbejdet, således at placeringen af boringer løbende tilrettelægges ud fra resultaterne af feltanalyserne. Feltmetoderne har typisk en detektionsgrænse, som er væsentligt højere end ved akkrediterede analyser, og feltanalyser er sjældent tilstrækkelige som kortlægningsgrundlag.

For virksomheder, der fremstiller sæbe, vaske- og rengøringsmidler, kan følgende feltanalyser være aktuelle:

- PID/FID anvendes til vurdering af flygtige forbindelser i poreluften eller i headspacen over en jordprøve. Apparatus følsomhed afhænger af, hvilken type lampe detektoren er udstyret med. Metoden er ikke stofspecifik.
- GC/FID og GC/EDC anvendes typisk i mobile laboratorier, og prøverne er enten poreluft, headspace over jordprøver eller vandprøver, der ekstraheres. Metoderne er semispecifikke og følsomme over for en række flygtige forureningskomponenter.
- Jordprøver med høje koncentrationer af organiske forureningskomponenter (f.eks. chlorerede opløsningsmidler eller olieprodukter) kan ved

udrustning med Sudan IV (hydrofobt farvestof) give en farvereaktion, såfremt der er fri fase tilstede. Metoden er ikke stofs specifik.

- En stofs specifik metode, der er anvendelig til polære kulbrinter (eks. isopropanol), er at suge luft (poreluft eller headspace fra jordprøver) gennem et testrør og aflæse farvereaktionen.

Yderligere oplysninger om forskellige feltmetoder findes i /41, 54, 55 og 61/.

Som udgangspunkt bør en undersøgelse indeholde en prøvebeskrivelse af samtlige jord- og vandprøver, der er udtaget i forbindelse med feltarbejdet. Den indledende prøvebeskrivelse bør omfatte:

- Registrering af observationer i felten, såsom misfarvning, fyldmateriale, geologiske aflejringer og lugt.
- Registrering af lugt, uklarheder, oliefilm og lignende i oppumpet vand.
- Screening af jordprøver i felten og/eller i laboratorium for flygtige forbindelser ved PID/FID og/eller GC/PID og GC/ECD.

Ved høje indhold af organiske forureninger bør en række jordprøver undersøges for fri fase med Sudan IV farvetest. Desuden kan det overvejes at screene jord- og poreluftprøver i felten for indhold af vandblandbare kulbrinter med testrør.

I tabel 6.2 er feltmetoderne sammenfattet med angivelse af analysemetoder, parametre og vejledende detektionsgrænser /34/.

#### **6.2.4. Laboratorieanalyser**

Ved laboratorieanalyser forstås analyser udført på et analyselaboratorium, som er akkrediteret til at lave analyser af en kvalitet, der som udgangspunkt lever op til bl.a. følgende krav /41, 62/:

- Detektionsgrænserne er 1/10 af de gældende acceptkriterier for jord, vand og poreluft (undtaget er detektionsgrænsen for C<sub>25</sub>-C<sub>35</sub>).
- Metodeusikkerheden er acceptabel (typisk 10-20 % standardafvigelse).

Det er dog ikke alle akkrediterede analyser, der lever op til ovennævnte krav.

I det følgende er angivet relevante akkrediterede analyser for hhv. sæbefabriker og for virksomheder, der blander og emballerer diverse sæbe, vaske- og rengøringsmidler. Ud fra enkeltstoffernes fysisk/kemiske egenskaber, herunder vandopløselighed og damptryk, er det vurderet, i hvilket af medierne jord, grundvand eller poreluft stoffet kan optræde.

Analyseteknik	Analysemetoder	Parametre	Vejl. detektionsgrænser
Direkte måling på poreluftprøver eller headspace over jordprøver	PID/FID <sup>Note 1</sup>	BTEX Terpentin Diesel/fyringsolie Chlorerede kulbrinter Polære kulbrinter	- 1-10 mg/kg 20-100 mg/kg 0,02 mg/kg -
Direkte måling på poreluftprøver eller headspace over jordprøver eller indirekte måling på jordprøver efter ekstraktion	GC/FID <sup>Note 1</sup> og GC/EDC	Dieselolie Tung olie BTEX Chlorerede kulbrinter Polære kulbrinter	5 mg/kg 25 mg/kg 0,05-0,2 mg/kg 0,001-0,05 mg/kg 0,1-10 mg/kg
Direkte måling på jordprøver	Farvetest med Sudan IV	Kulbrinter Chlorerede kulbrinter	~50 mg/kg
Direkte måling på poreluftprøver eller headspace over jordprøver	Testrør	Polære kulbrinter	Generelt høje detektionsgrænser, ofte væsentligt højere end luftkriterier.

Note 1: Højt indhold af andre ekstraherbare stoffer vil interferere og medføre problemer med at identificere og kvantificere tilstedeværelsen af enkeltstoffer, bl.a. BTEX, styren og naphthalen, /52/.

**Tabel 6.2** Oversigt over feltanalyser, jf. /34/.

For en række af de relevante stoffer i forhold til branchen findes der ikke et jordkvalitetskriterium, og et analyseresultat kan således ikke holdes op imod et kriterium. Flere af stofferne er dog skadelige ved direkte kontakt, og det er således relevant at forholde sig til et eventuelt indhold inden for anvendelsesdybden.

For **sæbefabrikker** vil følgende akkrediterede analyser være relevante (det nærmere analyseprogram sammensættes ud fra den gennemførte historik).

I forhold til tabel 6.3 skal det bemærkes, at detektionsgrænserne for poreluftprøver (udtaget på kulrør) vil være afhængige af den mængde luft, der opsamles.



Medie	Formål	Forureningskomponent	Analysemetode	Detektionsgrænse	Kvalitetskriterium
Jord	Identificere eventuelle spild omkring olietanke og rørføringer	Totalkulbrinter BTEX	GC-FID <sup>Note 1</sup> GC-MS	2-25 mg/kg 0,1 mg/kg	100 mg/kg 10 mg/kg
	Identificere eventuel immobil forurening, der vil kunne mobiliseres af sæbe	Tungmetaller	ICP eller AAS	>0,2 mg/kg	Pb: 40mg/kg Cd: 0,5mg/kg Cu: 500mg/kg Zn: 500mg/kg
		PAH	GC-MS	0,005 mg/kg	1,5 mg/kg
Grundvand	Identificere eventuelle spild omkring olietanke og rørføringer	Totalkulbrinter BTEX	GC-FID <sup>Note 1</sup> GC-MS/ GC-FID	5-15 µg/l 0,05-0,1µg/l	9 µg/l 1-5 µg/l
	Identificere om immobil forurening er mobiliseret af sæbe	Tungmetaller	ICP eller AAS	>0,05 µg/l	Pb: 0,1µg/l Cd: 0,5 µg/l Cu: 100 µg/l Zn: 100 µg/l
		PAH	GC-MS	0,01 µg/l	0,2 µg/l
Poreluft	Identificere eventuelle spild omkring olietanke og rørføringer	Totalkulbrinter BTEX	GC-FID <sup>Note 1</sup>	5 µg/rør 0,01µg/rør	30 µg/m <sup>3</sup> 0,125-400 µg/m <sup>3</sup>

Note 1: Højt indhold af andre ekstraherbare stoffer vil interferere og medføre problemer med at identificere og kvantificere tilstedeværelsen af enkeltstoffer, bl.a. BTEX, styren og naphthalen, /52/.

**Tabel 6.3** Relevante analyser for sæbefabrikker. Detektionsgrænser kommer fra hhv. /56, 57/ og kvalitetskriterier er hentet fra kapitel 5 eller /41/.

For **virksomheder, der blander og emballerer diverse sæbe, vaske- og rengøringsmidler** vil følgende akkrediterede analyser være relevante for hhv. jord-, grundvands- og poreluftprøver, jf. tabel 6.4, 6.5 og 6.6 (det nærmere analyseprogram sammensættes ud fra de indsamlede historiske data). Detektionsgrænserne i de tre tabeller kommer fra hhv. /56, 57/, og kvalitetskriterier er hentet fra kapitel 5 eller /41/. Oplysninger om analyser er indhentet fra /64, 65/.

Medie	Formål	Forureningskomponent	Analysemetode	Detektionsgrænse	Kvalitetskriterium
Jord	Undersøge udslip fra uheld, spild, kloak, oplag, tanke, produktion og affald	Terpentin	GC-FID	2-5 mg/kg	25 mg/kg
		Chlorerede opl.	GC-ECD	0,005 mg/kg	5 mg/kg
		Formaldehyd	HPLC-UV	0,2-0,5 mg/kg	Ikke angivet
		Isopropanol	GC-FID	0,5 mg/kg	Ikke angivet
		<i>Anioniske detergenter:</i>			
		Alkoholpolyethoxylater	LC-MS	Ikke angivet	Ikke angivet
		Alkylsulfater	LC-MS	Ikke angivet	Ikke angivet
		LAS	LS-MS	1 mg/kg	1.500 mg/kg
		<i>Nonioniske detergenter:</i>			
		Nonioniske detergenter: Multi-analyse	LC-MS	1 mg/kg	Ikke angivet
		Nonylphenol og nonylphenol-ethoxylater	LC-MS	0,02 mg/kg	25 mg/kg og 65 mg/kg
		Natriumhypochlorit	Ikke umiddelbart tilgængelige analyser	-	Ikke angivet
		EDTA		-	Ikke angivet
	NTA	-		Ikke angivet	
	Identificere eventuelle spild omkring olietanke og rørføringer	Totalkulbrinter BTEX	GC-FID <sup>Note 1</sup>	2-25 mg/kg	100 mg/kg
			GC-MS	0,1 mg/kg	10 mg/kg
Identificere eventuel immobil forurening, der vil kunne mobiliseres af sæbe	Tungmetaller	ICP eller AAS	>0,2 mg/kg	Pb: 40mg/kg Cd: 0,5mg/kg Cu: 500mg/kg Zn: 500mg/kg	
	PAH	GC-MS	0,005 mg/kg	1,5 mg/kg	

Note 1: Højt indhold af andre ekstraherbare stoffer vil interferere og medføre problemer med at identificere og kvantificere tilstedeværelsen af enkeltstoffer, bl.a. BTEX, styren og naphthalen, /52/.

**Tabel 6.4** Relevante jordanalyser for virksomheder, der blander og emballerer sæbe og diverse vaske- og rengøringsmidler.

Medie	Formål	Forureningskomponent	Analysemetode	Detektionsgrænse	Kvalitetskriterium
Grundvand	Undersøge udslip fra uheld, spild, kloak, oplag, tanke, produktion og affald	Terpentin	GC-FID	5-15 µg/l	9 µg/l
	Undersøge udslip fra uheld, spild, kloak, oplag, tanke, produktion og affald	Chlorerede opl.	GC-ECD	0,02 µg/l	1 µg/l
		Vandblandbare opløsningsmidler (ethanol, isopropanol m.v.)	GC-FID	0,2 µg/l	10 µg/l (isopropanol)
		<i>Anioniske detergenter:</i>			
		Anioniske detergenter: Multianalyse	DS237	3 µg/l	Ikke angivet
		Alkoholpolyethoxylater	LC-MS	20 µg/l	Ikke angivet
		LAS	LC-MS	1 µg/l	100 µg/l
		<i>Nonioniske detergenter:</i>			
		Nonioniske detergenter: Multianalyse	LC-MS	20 µg/l	Ikke angivet
		Nonylphenol og nonylphenolethoxylater	GC-MS	0,05-0,1 µg/l	20 µg/l for nonylphenol
		Nonylphenol-polyethoxylater	LC-MS	20 µg/l	Ikke angivet
		<i>Kationiske detergenter:</i>			
		Kationiske detergenter: Multianalyse	DS237	10 µg/l	Ikke angivet
		Formaldehyd	HPLC-UV	2 µg/l	Ikke angivet
	Natriumhypochlorit	Ikke umiddelbart tilgængelig analyse	-	Ikke angivet	
		EDTA og NTA	GC-MS-SIM	0,1 µg/l	Ikke angivet
	Identificere eventuelle spild omkring olietanke og rørføringer	Totalkulbrinter	GC-FID <sup>Note 1</sup>	5-15 µg/l	9 µg/l
		BTEX	GC-MS/ GC-FID <sup>Note 1</sup>	0,05-0,1 µg/l	1-5 µg/l
	Identificere om immobil forurening er mobiliseret af sæbe	Tungmetaller	ICP eller AAS	>0,05 µg/l	Pb: 0,1 µg/l Cd: 0,5 µg/l Cu: 100 µg/l Zn: 100 µg/l
		PAH	GC-MS	0,01 µg/l	0,2 µg/l

Note 1: Højt indhold af andre ekstraherbare stoffer vil interferere og medføre problemer med at identificere og kvantificere tilstedeværelsen af enkeltstoffer, bl.a. BTEX, styren og naphthalen, /52/.

**Tabel 6.5** Relevante grundvandsanalyser for virksomheder, der blander og emballerer sæbe og diverse vaske- og rengøringsmidler.

Medie	Formål	Forureningskomponent	Analysemetode	Detektionsgrænse	Kvalitetskriterium
Poreluft	Undersøge udslip fra uheld, spild, kloak, oplag, tanke, produktion og affald	Terpentin		5 µg/rør	30-100 µg/m <sup>3</sup>
		BTEX		0,01µg/rør	0,125-400 µg/m <sup>3</sup>
		Chlorerede opl.		0,01 µg/rør	1-6 µg/m <sup>3</sup>
	Isopropanol			1.000 µg/m <sup>3</sup>	
	Identificere eventuelle spild omkring olietanke og rørføringer	Totalkulbrinter BTEX	GC-FID <sup>Note 1</sup>	5 µg/rør 0,01µg/rør	100 µg/m <sup>3</sup> 0,125-400 µg/m <sup>3</sup>

Note 1: Højt indhold af andre ekstraherbare stoffer vil interferere og medføre problemer med at identificere og kvantificere tilstedeværelsen af enkeltstoffer, bl.a. BTEX, styren og naphthalen, /52/.

**Tabel 6.6** Relevante poreluftsanalyser for virksomheder, der blander og emballerer sæbe og diverse vaske- og rengøringsmidler.

I forhold til tabel 6.6 skal det bemærkes, at detektionsgrænserne for poreluftprøver (udtaget på kulrør) vil være afhængige af den mængde luft, der opsamles.

I tabel 6.4, 6.5 og 6.6 er der kun anført analyser, som på nuværende tidspunkt kan gennemføres. Som det fremgår af tabellerne, er det begrænset, hvad der i dag findes af detergentanalyser. Dette område er under udvikling, og på nuværende tidspunkt gennemføres et EU-projekt vedr. ”Horizontal Standards on organic micropollutants for implementation of EU directives on sludge, soil and treated bio-waste”, hvor igennem der bl.a. arbejdes med udvikling af analysemetoder til detergenter /58/.

### 6.3. Design af undersøgelsesprogram

De fysiske undersøgelser har til formål at be- eller afkræfte, om de aktiviteter, der er foregået på virksomheden, der fremstiller sæbe, vaske- og rengøringsmiddel, har ført til forurening af jord og/eller grundvand. Derudover skal de fysiske undersøgelser tilvejebringe de oplysninger, som er nødvendige for at kunne foretage en indledende risikovurdering af forureningens påvirkning af miljø og sundhed. Da de fysiske undersøgelser er kostbare at iværksætte, er det vigtigt med omhyggelig planlægning og design af undersøgelsesprogrammet.

Den historiske kortlægning skal resultere i følgende oplysninger:

- Hvilke potentielle kilder er eller har der været til forurening?
- Hvilke miljøfremmede stoffer kan der være udledt fra virksomheden, og hvordan opfører disse stoffer sig i miljøet?

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

- Er der tale om punktkilder eller en mere diffus forurening over et større område? Forureningskildernes omtrentlige udbredelse skal afgrænses.
- Hvordan er de miljøfremmede stoffer undsluppet til miljøet?
- Hvilke stoffer er der tale om? Hvis der er tale om få hovedkomponenter og mange additiver, bør man som regel starte med at undersøge for hovedkomponenterne.
- Hvordan vil stofferne opføre sig i miljøet? Vil de adsorbere til jorden umiddelbart ved kilden, vil de fordampe, vil de bevæge sig mod grundvandet, eller vil de opløses i porevandet og udvaskes?
- Undergår stofferne forandringer i miljøet? Bliver de nedbrudt eller ændrer tilstandsform?

Når dette hændelsesforløb er tænkt igennem, er der skabt et billede af, hvor på lokaliteten der skal søges efter hvilke forureningskomponenter. For hver kilde kan der herefter fastlægges en undersøgelsesstrategi, hvor der udvælges prøvetagningsmetoder og analyseparametre for hver af de forureninger/kilder, der indgår i den konceptuelle model.

En detaljeret gennemgang af prøvetagnings- og analysestrategier fremgår af /52/.



## 7. Afværgeteknikker

Såfremt der ved kortlægningsundersøgelsen frem til vidensniveau 2 påvises forurening, der overskrider de af Miljøstyrelsen fastsatte kvalitetskriterier for jord, grundvand eller poreluft /18/, vil næste skridt typisk være en mere omfattende forureningsundersøgelse. Den omfattende undersøgelse skal typisk beskrive følgende forhold for den aktuelle lokalitet/forurening:

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

Med baggrund i en samlet vurdering af undersøgelsesresultaterne udarbejdes i henhold til /41/ en risikovurdering, der beskriver, i hvilken grad forureningen udgør en risiko i forhold til arealanvendelsen, grundvands- og/eller recipientinteresser. På baggrund af risikovurderingen beslutes det, om der skal foretages afværgeforanstaltninger.

Det er vigtigt, at der på et tidligt tidspunkt i undersøgelsesfasen overvejes, hvilke afværgeforanstaltninger der kan være aktuelle over for den pågældende forurening. Herved sikres, at de udførte undersøgelser målrettes mest muligt. Inden projektet påbegyndes, foreslås det at orientere sig i Amternes Projekt-håndbog /63/. I projekthåndbogen er der samlet en lang række erfaringer med udbud og kontrahering af rådgivere og entreprenører.

### 7.1. Identifikation af potentielle afværgestrategier

I det følgende er der listet eksempler på afværgeforanstaltninger, der kan være aktuelle til sikring af arealanvendelse, herunder indeklima, samt grundvandsinteresser på lokaliteter, hvor der er eller har været fremstillet sæbe, vaske- og rengøringsmidler.

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

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

Der sker løbende udvikling af forskellige afværgemetoder. I valget af afværgeteknikker er det vigtigt at følge med i den eksisterende viden på området. Her er der givet nogle eksempler på hjemmesider, hvor der kan opnås et godt overblik over de forskellige teknikker:

- Miljøstyrelsen: [www.mst.dk](http://www.mst.dk).
- Amternes Videncenter for Jordforurening: [www.avjinfo.dk](http://www.avjinfo.dk).
- Den Amerikanske Miljøstyrelse (US EPA): [www.epa.gov](http://www.epa.gov), herunder [www.clu-in.org](http://www.clu-in.org) (Clean Up Information) og [www.gwrtac.org](http://www.gwrtac.org) (The Groundwater Remediation Technologies Analysis Center).

I tabel 7.1 er der foretaget en udvælgelse af de afværgeteknikker, der på nuværende tidspunkt vurderes at være bedst egnede i forhold til de forureningskomponenter, der typisk findes i forbindelse med virksomheder, der fremstiller sæbe, vaske- og rengøringsmidler.

Udvælgelsen af teknikker bærer præg af, hvilke teknikker der på nuværende tidspunkt er mest kommercielt udviklede. Tabellen indeholder en kort beskrivelse af den pågældende metode og dens anvendelighed i forhold til forskellige stofgrupper, geologi og hydrogeologi. Der er for den enkelte teknik endvidere anslået tiden for en forventet oprensningsperiode.

Efter afslutning af etablering og evt. indkøring af en afværgeløsning er det af stor betydning, at der udover den rent maskintekniske del bestående af eftersyn og vedligehold, løbende foretages en monitoring og optimering af afværgeforanstaltningen. Endvidere bør afværgeforanstaltningerne før en afslutning vurderes mod de fastsatte stopkriterier.

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



Teknik	Forureningskomponenter	Beskrivelse	Sted	Geologi	Hydrogeologi	Oprensningsperiode
Afgravning/opboring	Sæbe, detergenter, olieprodukter, opløsningsmidler m.v.	Afgravning/opboring af jord. Bortkørsel af jord til ekstern rensning	Kilde	Alle	Umættet og mættet (evt. foretages grundvands-sænkning)	Kort
Forsegling af forureningen	Alle	Etablering af spuns eller dække ved terræn, der hindrer kontakt og/eller spredning af forureningen	Kilde/flade	Alle	Umættet og mættet	-
Kemisk oxidation	Oliekomponenter, opløsningsmidler m.v.	Stimuleret nedbrydning af forureningen ved tilsætning af oxidationsmiddel	Kilde	Sprækket ler, silt og sand	Umættet og mættet	Mellem
Dampstripping	Oliekomponenter, opløsningsmidler m.v.	Opvarmning af jordmatricen ved injektion af damp samt aktiv oppumpning af grundvand og poreluft	Kilde	Sand, grus, kalk, lerlag (< 3m tykke)	Umættet og mættet	Kort-Mellem
Afværgepumpning og vandbehandling	Olieprodukter, opløsningsmidler m.v.	Oppumpning og behandling af grundvand	Kilde	Sand, grus, kalk	Mættet	Lang
Naturlig nedbrydning	Benzin, let gasolie, udvalgte opløsningsmidler m.v.	Overvågning af forureningens nedbrydning ved omfattende monitoring	Spredningskontrol	Sand-grus	Mættet (umættet)	Lang
Ventilation (passiv eller aktiv)	Flygtige oliekomponenter og opløsningsmidler	Fjernelse af forurenede poreluft drevet af naturlige atmosfæriske trykvariationer (passiv) eller ved aktiv ventilering (SVE)	Kilde	Sand, grus (kalk)	Umættet	Lang
Reaktiv barriere	Oliekomponenter, opløsningsmidler m.v.	Etablering af en væg indeholdende materiale for tilbageholdelse eller nedbrydning af grundvandstransporteret forurening	Spredningskontrol	Sand, grus, kalk	Mættet	Lang
Forceret udvaskning	Sæbestoffer, olieprodukter, opløsningsmidler m.v.	Udvaskning af forurening ved kunstig forøget vandgennemstrømning	Kildeoprensning	Sand, grus, evt. kalk	Umættet og mættet	Lang

**Tabel 7.1** Udvalgte afværgeteknikker i forhold til forureningskomponenter i relation til fremstilling af sæbe, vaske- og rengøringsmidler /47/. Oprensningsperioder er angivet som: Kort: < 3/4 år, mellem: 3/4 år – 3 år og lang: >3 år.



## 8. Litteraturliste

- 1 Miljøministeriet 1973: "Lov nr. 372 af 13. juni 1973 om miljøbeskyttelse".
- 2 Miljøministeriets bekendtgørelse om godkendelse af særligt forurenende virksomheder m.v. af 1. januar 1987.
- 3 Miljøministeriets bekendtgørelse om godkendelse af listevirksomhed, nr. 794 af 9. december 1991.
- 4 Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 347 af 27. juni 1975 om vaske- og rengøringsmidlers nedbrydelighed.
- 5 Arbejdstilsynet: Kortlægning af vaske- og rengøringsmidler – AMI-rapport nr. 44 1994.
- 6 Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 443 af 6. september 1983 om overfladeaktive stoffers biologiske nedbrydelighed i vaske- og rengøringsmidler.
- 7 Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 124 af 14. marts 1986 om ændring af bekendtgørelse om overfladeaktive stoffers biologiske nedbrydelighed i vaske- og rengøringsmidler.
- 8 Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 726 af 13. november 1987 om oplysninger om vaske- og rengøringsmidler.
- 9 Kommissionen for de Europæiske Fællesskaber: Kommissionens henstilling af 13. september 1989 om mærkning af vaske- og rengøringsmidler.
- 10 Miljøministeriets bekendtgørelse af lov om kemiske stoffer og produkter nr. 21 af 16. januar 1996.
- 11 Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 884 af 23. oktober 2002 om vaske- og rengøringsmidler.
- 12 Miljøministeriet: Lov nr. 753 af 25. august 2001 – Miljøbeskyttelsesloven.
- 13 Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 619 af 27. juni 2000 om affald.

- 14 Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 329 af 16. maj 2002 om klassificering, emballering, mærkning, salg og opbevaring af kemiske stoffer og produkter.
- 15 Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 896 af 10. oktober 2001 om industrielle virksomheders frivillige deltagelse i Den Europæiske Fællesskabsordning for Miljøstyring og Miljørevision.
- 16 Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 700 af 26. juni 2001 om det europæiske og det nordiske miljømærke.
- 17 Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 594 af 5. juli 2002 om visse listevirksomheders pligt til at udarbejde grønt regnskab.
- 18 Brancheforeningen for Sæbe, parfume og Teknisk/kemiske artikler – SPT ([www.spt.dk](http://www.spt.dk)).
- 19 Erhvervshistorisk Årbog, 1964 – meddelelser fra Erhvervsarkivet, nr. 15. Finn H. Lauridsen: En rådgivende sæbesynder i 1860'erne. Universitetsforlaget i Århus.
- 20 The Soap and Detergent Association SDA. [www.cleaning101.com](http://www.cleaning101.com) History - Udskrift af 31. January 2004.
- 21 Miljøstyrelsen: Overfladeaktive stoffer – spredning og effekter i miljøet, nr. 166 1991.
- 22 Det Centrale Virksomhedsregister – [www.cvr.dk](http://www.cvr.dk).
- 23 Oplysninger indhentet fra Danmarks Statistik af NIRAS i januar 2004.
- 24 Helweg, Arne m.fl.: Kemiske stoffer i miljøet, 2000.
- 25 Telefonisk kontakt til VTK A/S, Ellehammersvej 14, 7100 Vejle den 6. april 2004.
- 26 Telefonisk kontakt med Knud E. Dan A/S, Lunikvej 40, 2670 Greve den 6. april 2004.
- 27 Telefonisk kontakt med A/S Bluemøller, Petersmindevej 30, 5000 Odense den 6. april 2004.
- 28 Politikens danske industrihåndbog 1961: Sådan laves det. Politikens forlag, København, 1961.

- 29 Skreve's Chemical Process Industries. 1984. 5<sup>th</sup> edition Austin, G.T. McMraw-Hill International Editions.
- 30 Nyrop, C: Om Danske Sæbesyderier og Oliemøller, 1903.
- 31 Sæbekogebogen. Renligheden, sæbehistorie og opskrifter på hjemmelavet sæbe. 1999. Sumo Lotus. Urtegårdens forlag.
- 32 Forbrugerstyrelsen: Rengøring. Råd & Resultater, nr. 9, 1997.
- 33 Amternes Videncenter for Jordforurening: Branchebeskrivelse for autolakerier. Teknik og Administration, nr. 5 2002.
- 34 Amternes Videncenter for Jordforurening: Branchebeskrivelse for trykkerier. Teknik og Administration, nr. 2 2003.
- 35 Forbrugerstyrelsen: Forbrugerinformation – [www.fi.dk](http://www.fi.dk).
- 36 Miljøstyrelsen: Orientering nr. 9 fra Miljøstyrelsen – Listen over uønskede stoffer, 2000.
- 37 Miljøstyrelsen: Orientering nr. 6, 2000 fra Miljøstyrelsen – Effektlister, 2000.
- 38 Miljøstyrelsens bekendtgørelse nr. 439 af 3. juni 2002 om listen over farlige stoffer.
- 39 Miljøstyrelsen: Environmental and Health Assessment of Substances in Household Detergents and Cosmetic Detergent Products. Environmental Project no. 615, 2001.
- 40 Miljøstyrelsen: Miljøvejledning – Tekstilvaskemidler. Baggrundsrapport nr. 2, 1999. [www.mst.dk](http://www.mst.dk).
- 41 Miljøstyrelsen: Vejledning fra Miljøstyrelsen - Oprydning på forurenede lokaliteter, nr. 6, 1998.
- 42 Miljø- og Energiministeriet 1999: "Lov nr. 370 af 2. juni 1999 om forurenede jord".
- 43 Amternes Videncenter for Jordforurening 1997. Branchespecifikke udtræk fra databasen over amternes registreringsundersøgelser.
- 44 Udtræk fra ROKA over V2-kortlagte lokaliteter per 31/12-2002, modtaget fra Charlotte Weber fra Amternes Videncenter for Jordforurening den 23. marts 2004.

- 45 Miljøstyrelsen: Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen – Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand, nr. 20, 1996.
- 46 Miljøstyrelsen 2000: ”Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 8, 2000 kortlægning af forurenede lokaliteter”.
- 47 Miljøstyrelsen: Afprøvede teknologier under Miljøstyrelsens teknologiprogram for jord- og grundvandsforurening. Miljøprojekt nr. 714, 2002.
- 48 <http://www.kemikalieberedskab.dk/>.
- 49 AT-Vejledning nr. C.0.1 okt. 2000.
- 50 Miljøstyrelsen: Oprydning på forurenede lokaliteter - Appendikser. Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 7, 1998.
- 51 Miljøstyrelsen: Liste over kvalitetskriterier i relation til forurenede jord, [www.mst.dk](http://www.mst.dk).
- 52 Miljøstyrelsen: Prøvetagning og analyse af jord. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 13, 1998.
- 53 Amternes Videncenter for Jordforurening: Håndbog for poreluftundersøgelser. Teknik og Administration, nr. 3, 1998.
- 54 Miljøstyrelsen: Feltmetoder til forurenede jord. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen, nr. 18, 1995.
- 55 Amternes Videncenter for Jordforurening: Sammenligning af testmetoder til jord. Tillæg til Orientering – Temanummer om feltanalyser. November 1999.
- 56 Nøgelekundemappe fra AnalyCen med analyser, detektionsgrænser, priser m.v. Dateret januar 2003.
- 57 Information om analyser fra Eurofins – [www.eurofins.dk](http://www.eurofins.dk).
- 58 Samtale med Nis Hansen fra Eurofins den 20. april 2004 vedr. detergentanalyser m.v.
- 59 Miljø- og Energiministeriet: Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg, nr. 871. Den 21. september 2001.

- 60 Amternes Videncenter for Jordforurening: Håndbog i prøvetagning af jord og grundvand, nr. 3, 2003.
- 61 Amternes Videncenter for Jordforurening: Håndbog om feltmetoder til analyse af forurenede jord, nr. 3, 2001.
- 62 Amternes Videncenter for Jordforurening: Håndbog i analysekvalitet for laboratoriebrugere, nr. 4, 2001.
- 63 Amternes Videncenter for Jordforurening: Amternes Projekthåndbog nr. 3, oktober 2002.
- 64 Produktkatalog fra Eurofins (april 2004) – [www.eurofins.dk](http://www.eurofins.dk).
- 65 Teknologisk Institut – Laboratorierne (april 2004) – [www.teknologisk.dk](http://www.teknologisk.dk).





# **Bilag 1**

## **Ordliste**

Amfotere detergenter:	Overfladeaktivt stof, der kan syntetiseres ud fra visse aminosyrer. Kan have både positivt og negativt ladede grupper i molekylet afhængigt af pH.
Animalsk sæbe:	Fedtsyresæbe, der er fremstillet af animalsk fedtstof.
Anioniske detergenter:	Overfladeaktive stoffer med en negativ ladning, eksempelvis lineære alkylbenzensulfonater (LAS).
Base	pH mellem 10 og 14.
Befugtningssevne:	Evne til at nedsætte overfladespændingen.
Detergenter:	Overfladeaktive stoffer, også kaldet tensider, syndeter eller sæbe. Er organiske forbindelser, der kan nedsætte vandets overfladespænding og er med til at øge effektiviteten af vaske-/rengøringsmidlet.
Dispergatorer:	Stoffer, eksempelvis detergenter, der har den egenskab, at de kan få små faste partikler og dråber til at være opløst i væske.
DNAPL:	Dense Non-aqueous Phase Liquids – stoffer med en massefylde, der er større end vands; eksempelvis chlorerede opløsningsmidler.
EDTA:	Ethyldiamintetraeddikesyre – en kalkbinder.
Emulgatorer:	Overfladeaktive stoffer, der muliggør blanding mellem fedt eller olie og vand.
Fedtsyresæbe:	Fremstillet af animalsk eller vegetabilsk fedtstof.
Fosfater:	Kalkbindere, eksempelvis pyrofosfat, polymere fosfater og trinatriumfosfat.
Fosfonater:	Kalkbindere; kan også anvendes som blødgørere.
Kalisæbe:	Fedtsyresæbe, fremstillet af fedtsyrer og kalilud (KOH) – eksempelvis brun sæbe.
Kalkbinder:	Kompleksbindere/kalkbindere tilsættes for at blødgøre vandet, idet de overfladeaktive stoffers vaskeevne forringes i hårdt vand. Kompleksbindere fjerner metalioner, især calcium og magnesium, men kan også dispergere snavs, pigmenter og fedtstoffer, forhindre korrosion

samt påvirke skumdannelse. Tidligere er der anvendt fosfater som kalkbindere, men i dag er de fleste detergenter fosfatfrie. Ofte anvendte kompleksbindere er EDTA og NTA samt natriumsalte af disse stoffer.

Kationiske detergenter:	Overflade aktive stoffer (syntetisk fremstillede), der er positivt ladede.
Kompleksbinder:	Se kalkbinder.
LAS:	Lineære Alkylbenzen Sulfonater – anionisk detergent. LAS er forsøgt udfaset siden 1990'erne, idet LAS er svært nedbrydelig under anaerobe forhold og kan akkumuleres i marine systemer.
Nonioniske detergenter:	Overfladeaktivt stof uden ioniske grupper – eksempelvis NPEO.
NP:	Nonylphenol – giftigt nedbrydningsprodukt fra nonylphenolethoxylater.
NPEO:	Nonylphenolethoxylater – et nonionisk tensid. Brugen af NPEO er reguleret gennem aftaler siden 1988-89, da det danner giftige og bioakkumulerbare nedbrydningsprodukter (nonylphenol).
NTA:	Nitrioltriiddikesyre – en kalkbinder.
Overfladeaktive stoffer:	Se detergenter.
Primær nedbrydelighed:	Fjernelse af de overfladeaktive egenskaber ved en større en mindre omdannelse af tensiderne; det er således ikke nødvendigvis en fuldstændig nedbrydning.
Sulfonater:	Er anioniske tensider, eksempelvis lineær alkylsulfonater (LAS). Nedbrydes langsomt i miljøet. Der er indgået aftale med branchen om at undgå disse stoffer. LAS er på Miljøstyrelsens liste over uønskede stoffer.
Syndenter:	Se detergenter.
Sæbe:	Ikke syntetisk overflade aktivt stof – fremstilles ud fra vegetabiliske eller animalsk fedtstof og lud.
Tensider:	Se detergenter.

- Vegetabisk sæbe: Fedtsyresæbe fremstillet af plantefedtstoffer – ofte soyaolie eller kokospalmeolie.
- Zeoliter: En række stoffer, aluminiumsilikater, der findes naturligt. Anvendes som kalkbinder.

## **Bilag 2**

### **Lister over hyppigt anvendte stoffer i vaske- og rengøringsmidler**

I dette bilag er angivet en række indholdsstoffer i vaske- og rengøringsmidler. Listerne er en gengivelse fra en rapport fra Arbejdsmiljøinstituttet – AMI Rapport nr. 44 fra 1994 vedr. kortlægning af vaske- og rengøringsmidler /5/, og der henvises til denne for yderligere informationer. Stofferne, i de enkelte lister, er angivet ud fra CAS-numre (det laveste nummer først) eller i alfabetisk rækkefølge og således ikke ud fra de anvendte mængder eller farlighed.

### Overfladeaktive stoffer

Stofnavn	CAS-nr.	Type af tensid
Oliesyre	112-80-1	ANI
Natriumdodecylsulfat	151-21-3	ANI
Natriumstearat	822-16-2	ANI
Kokosnøddeolie	8001-31-8	ANI
Natriumsalt af tallfedtsyre	8052-48-0	ANI
Ethylenoxid/propylenoxid polymer	9003-11-6	NON
Natriumlaurylethersulfat	9004-82-4	ANI
Nonylphenoethoxylat (uspec.)	9016-45-9	NON
Natriumlauryltriethoxylsulfat	13150-00-0	NON
Natriumdodecylbenzen-sulfonat	25155-30-0	ANI
Dodecylbenzensulfonsyre	27176-87-0	ANI
Kokosfedtsyrenatriumsalt	61789-31-9	ANI
Kvaternær ammonium forb. bis (hydrogeneret tallow alkyl) dimethylchlorid	61789-80-8	KAT
Ethoxylet C <sub>13</sub> -C <sub>15</sub> alkoholer	64425-86-1	KAT
C <sub>14</sub> -C <sub>18</sub> umættet fedtsyre	67701-06-8	NON
Ethoxylede C <sub>12</sub> -C <sub>15</sub> alkoholer	68131-39-5	ANI
Sojabønneoliefedtsyre	68308-53-2	NON
Natriumsalt af C <sub>10</sub> -C <sub>13</sub> alkylderivater af benzensulfonsyre	68411-30-3	ANI
Nonylphenoethoxylat, forgrenet	68412-54-4	NON
C <sub>14</sub> -C <sub>22</sub> fedtsyrer	68424-37-3	ANI
Natriumsalt af C <sub>16</sub> -C <sub>18</sub> alkoholer	68424-38-4	ANI
Ethoxylede C <sub>16</sub> -C <sub>18</sub> alkoholer	68439-49-6	NON
C <sub>10</sub> -C <sub>16</sub> alkylderivat af benzensulfonsyre	68584-22-5	ANI
Kokosfedtsyrediethanolamid	68603-42-9	NON
Mono C <sub>7</sub> -C <sub>17</sub> alkylderivat af benzensulfonsyre	68953-90-2	ANI
Natriumsalt af C <sub>13</sub> -C <sub>17</sub> sec. Alkansylfonsyre	85711-69-9	ANI
Natriumsalt af alkylderivat af benzensulfonsyre		ANI

**Tabel A** De hyppigst anvendte overfladeaktive stoffer jf. /5/.  
(ANI=anionisk, KAT=kationisk, NON=nonionisk, AMF=amfotere).

## Opløsningsmidler.

Nedenstående tabel angiver de hyppigst anvendte opløsningsmidler samt opløsningsmidler, der findes på Miljøstyrelsens lister over farlige stoffer /38/ og på Arbejdstilsynets KRAN-lister /49/ (K = Kræftfremkaldende, R = Reproduktionstoksisk, A = Allergifremkaldende og N = Neurotoksisk).

Vand er dog ikke medtaget i nedenstående liste, til trods for at dette er det hyppigst anvendte opløsningsmiddel /5/.

Stofnavn	CAS-nr.	Fareklassificering – MST's lister	KRAN-klassificering
Alifatiske kulbrinter			
Aromatiske kulbrinter			
Butyldilycol	112-34-5	Xi;R36	
Butyldilycol	111-76-2	Xn;R20/21/22 Xi;R37	N
Ethanol	64-17-5		R
2-ethoxyethanol	110-80-5	Rep2;R60,61 Xn;R20/21/22	R,N
Glycerol	56-81-5		
Isopropanol	67-63-0		
Isopropylbenzen	98-82-8	Xi;R37	N
2-methoxyethanol	109-86-4	Rep2;R60,61 XN;R20/20/21/22	R
1-methyl-2-pyrrolidon	872-50-4	Xi;R36/38	R
Mineralsk terpentin	64742-88-7 8030-30-6 8052-41-3	Xn;R48/20	R,N
Paraffiner (petroleum) normal C5-20	64771-72-8		
Propylenglycol	57-55-6		
Råolie	8002-05-9		N
Toluen	108-88-3	Xn;R20	R,N
Tetrachlorethylen	127-18-4	Carc3;R40	R,N
1,1,1-trichlorethan	71-55-6	Xn;R20	N
Xylen	1330-20-7	Xn;R20/21 Xi;R38	R,N

**Tabel B** De hyppigst anvendte opløsningsmidler samt opløsningsmidler, der findes på Miljøstyrelsens lister over farlige stoffer /38/ og på Arbejdstilsynets KRAN-lister /49/, jf. /5/.

## Syrer og baser

Stofnavn	CAS-nr.	Fareklassificering – MST's lister
Ammoniumhydroxid	1336-21-6	
Citronsyre	77-92-9	
Eddikesyre	64-19-7	C;R35
Kaliumhydroxid	1310-58-3	C;R35
Natriumcarbonat	497-19-8	Xi;R36
Natriumhydrogen carbonat	144-55-8	
Natriumhydroxid	1310-73-2	C;R35
Fosforsyre	7664-38-2	C;R34
Svovlsyre	7664-93-9	C;R35

**Tabel C** De hyppigst anvendte syrer og baser eller syrer og baser, der er optaget på Miljøstyrelsens liste over farlige stoffer, jf. /5/.

## Konserveringsmidler

Stofnavn	CAS-nr.	Fareklassificering – MST's lister	KRAN-klassificering
Benzoesyre	65-85-0		
1,2-benziso-thiazol-3(2H)-on	2634-33-5	Xn;R22 Xi;R38,R43	A
Bromnitrodioxan	30007-47-7		
2-brom-2-nirto-1,3-propandiol	52-51-7	T;R25	
2-chloracetamid	79-07-2		A
p-chlor-m-cresol	59-50-7	Xn;r21/22 Xi;R38	A
5-chlor-2-methyl-3-isothiazolon	26172-55-4		A
Formaldehyd	50-00-0	T;R23/24/25 C;R34 Carc3;R40,43	K,A
Hexahydro-1,3,5-tris(2 hydroxyethyl)-1,3,5 triazin	4719-04-0		A
Methyl-4-hydroxybenzoat	99-76-3		
2-methyl-3-isothiazolon	2682-20-4		A
1,5-pentandial	111-30-8	Xn;R22 R36/38 R43	A
Propyl-4-hydroxybenzoat	94-13-3		

**Tabel D** De hyppigst anvendte konserveringsmidler samt konserveringsmidler, der findes på Miljøstyrelsens lister over farlige stoffer /38/ og på Arbejdstilsynets KRAN-lister /49/, jf. /5/.



## Kompleksbindere

Stofnavn	CAS-nr.	KRAN-klassificering
EDTA og natriumsalte heraf	60-00-4 64-02-8 139-33-3	R
Natriumtriphosphat	13573-18-7	
NTA (nitrilotrieddikesyre) og natriumsalte heraf	139-13-9 5064-31-3 10042-84-9 15467-20-6 18662-53-8	K
Pentakaliumtriphosphat	13845-36-8	
Pentanatriumtriphosphat	7758-29-4	
Tetrakaliumdiphosphat	7320-34-5	
Trinatriumphosphat	7601-54-9	
Trinatriumtrimetaphosphat	7785-84-4	

**Tabel E** De hyppigst anvendte kompleksbindere samt kompleksbindere, der findes på Miljøstyrelsens lister over farlige stoffer /38/ og på Arbejdstilsynets KRAN-lister /49/, jf. /5/.

## Desinficerende stoffer

Stofnavn	CAS-nr.	Fareklassificering –MST's lister	KRAN-klassificering
Benzalkoniumchlorid	8001-54-5	Xn;R21/22 C;R34	
Borax	1303-96-4		R
Dinatriumtetraborat	1330-43-4		R
Morpholin	110-91-8	Xn;R20/21/22 C;R34	N
Natriumborat, hydrat	10042-94-1		
Natriumdichlorisocyanurat	2893-78-9	Xn;R22 R31 Xi;R36/37	
Natriumdichlorisocyanurat, dihydrat	51580-86-0	Xn;R22 R31 Xi;R36/37	
Natriumhypochlorit	7681-52-9	C;R34	

**Tabel F** De hyppigst anvendte desinficerende stoffer samt desinficerende stoffer, der findes på Miljøstyrelsens lister over farlige stoffer /38/ og på Arbejdstilsynets KRAN-lister /49/, jf. /5/.

## Fortykningsmidler

Stofnavn	CAS-nr.
Carboxymethylcellulose	9000-11-7
Natriumcarboxymethylcellulose	9004-32-4
Natriumchlorid	7647-14-5

**Tabel G** De hyppigst anvendte fortykningsmidler, jf. /5/.

## Korrosionsinhibitorer

Stofnavn	CAS-nr.	Fareklassificering –MST's lister	KRAN- klassificering
2-aminoethanol	141-43-5	Xn;R20 Xi;R36/37/38	N
2(3H)- benzothiazolethion	149-30-4		A
2-butyn-1,4-diol	110-65-6	T;R25 C;R34	
Dinatriummetasilikat	6834-92-0	C;R34 Xi;R37	
Dinatriummetasilikat, pentahydrat	10213-79-3		
Hexamethylentetramin	100-97-0	Xn;R42/43	A
Kaliumsilikat	1312-76-1		
Natriumaluminium- silikat	1344-00-9		
Natriummetasilikat (uspec.)	1344-09-8		
Triethanolamin	102-71-6		A
Urinstof	57-13-6		

**Tabel H** De hyppigst anvendte korrosionsinhibitorer, jf. /5/.

## Blegemidler

Stofnavn	CAS-nr.	Fareklassificering – MST's lister	KRAN-klassificering
Ammoniumperoxodisulfat	7727-54-0	A	
Natriumdichlorisocyanurat	2893-78-9		Xn;R22 R31 Xi;R36/37
Natriumdichlorisocyanurat, dihydrat	51580-86-0		Xn;R22 R31 Xi;R36/37
Natriumhypochlorit	7681-52-9		C;R34
Natriumperborat, perhydrat	10042-94-1		
Natriumperoxyborat	11138-47-9		
Natriumperoxyborat, tetrahydrat	10486-00-7		

**Tabel I** De hyppigst anvendte blegemidler, jf. /5/.



## **Bilag 3**

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

I dette bilag gives en oversigt over historisk materiale. Bilaget er en gengivelse fra AVJ's tidligere branchebeskrivelse, f.eks. /34/.

### **Primære og sekundære kilder**

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

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

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

De *primære* kilder omfatter:

- Arkiver hos kommunen: I kommunens arkiver findes der oplysninger om byggeaktiviteter, lokalplaner, situations- og kloakplaner, oplysninger om nedgravede tanke og deres status, oplag, miljøsager m.v. I nogle kommuner findes alle oplysninger i byggesagsarkivet, mens oplysninger i andre kommuner er fordelt på byggesags- og miljøarkivet. De lokale politi eller brandmyndighed kunne tidligere have kronologiske oplysninger om hændelser, der havde forureningsmæssig betydning, f.eks. brande eller andre uheld som spild, lækager eller overløb ved tank anlæg. Herudover kunne der findes oplysninger om tidligere oplag af brandfarlige og eksplosionsfarlige stoffer.
- Lokalhistoriske arkiver: På de lokalhistoriske arkiver findes gamle vejvisere, telefonbøger, fotos og avisudklip m.v. Herudover har personalet på arkiverne ofte et stort lokalkendskab.
- Tinglysningskontoret: Oplysninger om tidligere ejerforhold og deklARATIONER findes tinglyst på den enkelte ejendom.
- Interviews: Interviews af tidligere eller nuværende grundejere eller ansatte kan understøtte og supplere oplysninger fra arkiver og litteratur. Det kan også være relevant at interviewe medarbejdere fra kommunen.
- Besigtigelse: Ved besigtigelsen af lokaliteten, kontrolleres om de indsamlede arkivoplysninger er i overensstemmelse med de nuværende forhold. Placeringen af de eksisterende bygninger og installationer registreres og synlige tegn på jordforurening noteres. En tjekliste til brug findes i /50/.

De *sekundære* kilder omfatter:

- Miljøgodkendelser indeholder beskrivelser af produktionsprocesser, forureningsbegrænsende foranstaltninger samt affaldsprodukter og deres bortskaffelse. For listevirksomheder med regional påvirkning er Amtet miljømyndighed. Miljøgodkendelser omfatter kun perioden efter Miljøbeskyttelseslovens ikrafttræden i 1974.
- Arbejdstilsynets (tidligere fabrikstilsynet) inspektionsberetninger. Her kan skaffes oplysninger om kemikalier og uheld.
- Det kongelige bibliotek har ca. 400.000 skrå- og lodfotos fra før 1945. Ud fra fotos kan fås indtryk af arealanvendelsen. Herudover kan tank-anlæg, oplag af tromler og affald m.v. 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.





## **Bilag 4**

### **Relevante kilder i relation til afværgeteknikker**

I dette bilag findes relevante kilder i relation til afværgeforanstaltninger til sikring af arealanvendelse samt grundvandsinteresser. Bilaget er en gengivelse fra AVJ's tidligere branchebeskrivelse; eks. /34/.

#### *Afgravning*

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

#### *Forceret udvaskning*

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

#### *Vakuumelekstraktion/-ventilering*

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

#### *Bioventilering*

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

#### *Passiv ventilering*

- Passiv ventilering i Fakse, Allerød og Askov. Teknologiprogrammet for Jord- og Grundvandsforurening. Projektkatalog. Miljøstyrelsen, 2002.

#### *Termisk assisteret oprensning*

- Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind. Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 6, 1998.
- Termisk assisterede oprensninger. Miljøprojekt nr. 409, 1998.
- Oprensning af klorerede opløsningsmidler ved dampstripping. Miljøprojekt nr. 543, 2000.
- Dampoprensning med vacuumelekstraktion. Miljøprojekt nr. 552, 2000.
- Modelling af opvarmning ved dampinjektion (Modi). Miljøprojekt nr. 679, 2002.
- Dampinjektion, Østerbro, Aalborg. Teknologiprogrammet for Jord- og Grundvandsforurening. Projektkatalog. Miljøstyrelsen, 2002.
- Dampinjektion, Hedehusene. Teknologiprogrammet for Jord- og Grundvandsforurening. Projektkatalog. Miljøstyrelsen, 2002.

- Termisk assisteret rensning, Vesterbro. Teknologiprogrammet for Jord- og Grundvandsforurening. Projektkatalog. Miljøstyrelsen, 2002.

#### *Elektrokinetisk rensning*

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

#### *Forsøgling af forurening*

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

#### *Afværgepumpning*

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

#### *Airsparging*

- Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind. Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 6, 1998.
- Airsparging og vakuumentilering fra vandrette borer på Drejøgade 3-5: Design og anlæg. Miljøprojekt nr. 480, 1999.
- Airsparging og jordventilering med vandrette borer. Miljøprojekt nr. 678, 2002.
- Airsparging og vakuumentilering på Drejøgade 3-5. Teknologiprogrammet for Jord- og Grundvandsforurening. Projektkatalog. Miljøstyrelsen, 2002.

#### *Etablering af vertikale barrierer*

- Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind. Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 6, 1998.
- Reaktiv permeabel væg, Vapokon. Teknologiprogrammet for Jord- og Grundvandsforurening. Projektkatalog. Miljøstyrelsen, 2002.
- Reaktiv permeabel væg, Hårdkrom, Kolding. Teknologiprogrammet for Jord- og Grundvandsforurening. Projektkatalog. Miljøstyrelsen, 2002.
- Reaktiv permeabel væg, Godsbanegården. Teknologiprogrammet for Jord- og Grundvandsforurening. Projektkatalog. Miljøstyrelsen, 2002.

# **Bilag 5**

## **Datablade**

I dette bilag findes datablade for følgende stoffer:

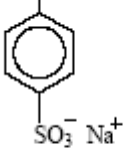
- Alkoholethoxylater
- Alkylamidobetain
- Alkylbenzensulfonater (LAS)
- Alkylbetain
- Alkyldimethylbenzylammonium
- Alkylpyridin
- Alkylsulfater
- Alkylsulfobetain /Alkylhydrosulfobetain
- Alkylsulfonater
- Alkyltrimethylammonium
- Benzen
- Blokpolymer
- Dialkyldimethylammonium
- Dieselolie
- EDTA
- Ethoxylerede/ propoxylerede fedtsyrer
- Formaldehyd
- Fyringsolie
- Imidazoline
- Isopropanol
- Mineralsk terpentin
- Natriumhypochlorit
- Nonylphenol
- Nonylphenoethoxylat
- NTA
- Sæbe
- Tetrachlorethylen
- Toluen
- 1,1,1-trichlorethan
- Trichlorethylen

Databladene giver oplysninger om stoffernes kemiske formler, tilstandsformer, fysisk-kemiske egenskaber som molvægt, densitet, kogepunkt, vandopløselighed, damptryk og oktanol-vand fordelingskoefficient, hvor oplysningerne har været tilgængelige. Desuden er stofferne klassificeret ud fra følgende bekendtgørelser fra Miljøstyrelse: ”Bekendtgørelse om listen over farlige stoffer” og ”Bekendtgørelse nr. 733 af 31/7 2000”. Hvor Miljøstyrelsen har opstillet et kvalitetskriterium, er dette anført.

Endvidere er anført referencer for de indhentede oplysninger. Til slut i bilaget findes en referenceliste.



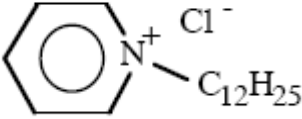
Navn	Alkylamidobetain	Referencer
Kemisk betegnelse /formel	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}-(\text{CH}_2)_3-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\overset{+}{\text{N}}}}-\text{CH}_2-\text{COO}^-$	/1/
Atom/molvægt	>355	
Synonym	-	
CAS-nr.	Cocoamidopropyl betain 61789-40-0 4292-10-8 61789-39-7 70851-07-09	/19/
Tilstand	Klar gul væske	
Generelt	Amfotere detergenter syntetiseres ud fra aminosyrer, og kan have både positivt og negativt ladede grupper i molekylet afhængigt af pH. Der dannes kationer (positive ladede molekyler) i sure opløsninger, anioner (negative ladede molekyler) i alkaliske opløsninger og zwitterioner (ikke ladede ioner) i pH-neutrale opløsninger.	
Typiske konc. i luft	-	
Typiske konc. i jorden	-	
Typiske konc. i vand	-	
Smeltepunkt	-	
Kogepunkt	212 °C	/20/
Densitet	1,043 g/ml (25 °C)	/20/
Vandopløselighed	Opløselig i både syre og basiske opløsninger	/17/
Flygtighed	-	
Log oktanol/vand	-	
Udfældning	-	
Sorption	-	
Kompleksdannelse	-	
Klassificering	-	/5/
Kvalitetskriterier		
Jord	-	/6/
Grundvand	-	/6/
Afdampning	-	/6/
B-værdi	-	/7/
At-værdi	-	/8/

Navn	Alkylbenzensulfonater (LAS)	Referencer
Kemisk betegnelse /formel	Lineære alkylbenzensulfonater (LAS) $R_x \cdot C_6H_4 \cdot SO_3^- \cdot Na^+$ $H_3C-(CH_2)_x-CH-CH_2-(CH_2)_y-CH_3$  $(x+y = 6-9)$	/2/
Atom/molvægt	326 – 348	
Synonym	LAS, Linear Alkylbenzene Sulfonic Acid	
CAS-nr.	Natriumlaurylbenzensulfonat, natrium-dodecylphenylsulfonat 25155-30-0 Laurylbenzensulfonsyre, dodecylbenzensulfonsyre 27176-87-0 Natriumtridecylbenzensulfonat 26248-24-8 Natriumtetradecylbenzensulfonat 28348-61-0	
Tilstand	Anioniske detergenter (negativt ladede) findes som væske eller på fast form. De er let nedbrydelige under aerobe forhold. LAS er svært nedbrydelige under anaerobe forhold og kan akkumuleres i marine systemer. LAS er nu på Miljøstyrelsens liste over uønskede stoffer.	
Generelt	-	
Typiske konc. i luft	I spildevandsslam 0,01- 0,16 g/kg Landbrugsjord behandlet med slam 2-40 mg/kg jord	/1/
Typiske konc. i jorden	-	
Typiske konc. i vand		
Smeltepunkt		
Kogepunkt		
Densitet	Typisk 25-35%	/11/
Vandopløselighed		
Flygtighed	0,45 (Natriumlaurylbenzensulfonat)	/6,10/
Log oktanol/vand	Ja, i hårdt vand	/2/
Udfældning	Ja, ved lavt pH	/2/
Sorption	ja	
Kompleksdannelse		
Klassificering	-	/5/
Kvalitetskriterier		
Jord	1500	/6/
Grundvand	0,1 mg/l	/6/
Afdampning	-	/6/
B-værdi	-	/7/
At-værdi	-	/8/



Navn	Alkylbetain	Referencer
Kemisk betegnelse /formel	$R-N^+(CH_3)_2-CH-COO^-$ <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\begin{array}{c} CH_3 \\   \\ R-N^+ \\   \\ CH_3 \end{array} CH_2-COO^-</math> </div> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\begin{array}{c} C_{12}H_{25} \\   \\ N-H \\   \\ CH_2-CH_2-COOH \end{array}</math> </div> </div> <p style="text-align: center;">Dodecylbetain</p>	/1,2,17/
Atom/molvægt	-	
Synonym	-	
CAS-nr.	Alkylamincarboxylat 94441-92-6 Capryl,iminopropionate, natrium salte Kokosamphodicarboxylat 66455-29-6 Alkyldimethylbtain, C <sub>12</sub> -C <sub>14</sub> 66455-29-6	
Tilstand	-	
Generelt	Amfotere detergenter syntetiseres ud fra aminosyrer, og kan afhængigt af pH have både positivt og negativt ladede grupper i molekylet. Der dannes kationer (positive ladede molekyler) i sure opløsninger, anioner (negative ladede molekyler) i alkaliske opløsninger og zwitterioner (ikke ladede ioner) i pH-neutrale opløsninger.	
Typiske konc. i luft	-	
Typiske konc. i jorden	-	
Typiske konc. i vand	-	
Smeltepunkt	-	
Kogepunkt	-	
Densitet	-	
Vandopløselighed	Opløselig i både syre og basiske opløsninger.	/17/
Flygtighed	-	
Log oktanol/vand	-	
Udfældning	-	
Sorption	-	
Kompleksdannelse	-	
Klassificering	-	/5/
Kvalitetskriterier		
Jord	-	/6/
Grundvand	-	/6/
Afdampning	-	/6/
B-værdi	-	/7/
At-værdi	-	/8/



Navn	Alkylpyridin	Referencer
Kemisk betegnelse /formel	1-dodecylpyridiniumchlorid; - C <sub>17</sub> H <sub>30</sub> Cl·N  	/1,17/
Atom/molvægt	255 - 284	
Synonym	Dodecylpyridinium chlorid; laurylpyridinium chloride, DPC Hexadecylpyridinium chlorid –HPC	
CAS-nr.	N-(n-decyl)pyridinium chloride 1609-21-8 1-dodecylpyridinium chloride; 104-74-5 Hexadecylpyridinium chlorid –HPC	
Tilstand	-	
Generelt	Kationiske detergenter er positivt ladede.	
Typiske konc. i luft	-	
Typiske konc. i jorden	-	
Typiske konc. i vand	-	
Smeltepunkt	-	
Kogepunkt	-	
Densitet	-	
Vandopløselighed	-	
Flygtighed	-	
Log oktanol/vand	-	
Udfældning	-	
Sorption	-	
Kompleksdannelse	-	
Klassificering	-	/5/
Kvalitetskriterier		
Jord	-	/6/
Grundvand	-	/6/
Afdampning	-	/6/
B-værdi	-	/7/
At-værdi	-	/8/

Navn	Alkylsulfater	Referencer
Kemisk betegnelse /formel	Lige kædede eller forgrenede $\begin{array}{c} R_x \cdot CH_2 \cdot O \cdot SO_3^- \cdot Na^+ \\ R_1 - CH \cdot O \cdot SO_3^- \cdot Na^+ \\   \\ R_2 \end{array}$ hvor R er $CH_3 \cdot (CH_2)_{x-1}$ og X repræsenterer en lige kæde med 12 - 18 kulstofatomer.	/2,1,9/
Atom/molvægt	243 – 372	
Synonym	FAS: f.eks. Natriumlaurylsulfat; SLS, Sodium dodecyl sulfate, SDS $C_{12}H_{25}O_4S \cdot Na$	
CAS-nr.	$C_{12}H_{25}NaO_4S$ 151-21-3	
Tilstand	Hvid krystal eller pulver	
Generelt	Anioniske detergenter (negativt ladede) findes som væske eller på fast form. De er let nedbrydelige under aerobe forhold og nedbrydes under anaerobe forhold	/1/
Typiske konc. i luft	-	
Typiske konc. i jorden	-	
Typiske konc. i vand	-	
Smeltepunkt	206 °C (X= C <sub>12</sub> ) – 275 °C (X= C <sub>16</sub> ); 212 °C; (X= C <sub>18</sub> )	/19/
Kogepunkt	589 °C (X= C <sub>12</sub> ) – 658 °C (X= C <sub>18</sub> )	/19/
Densitet	0,938	
Vandopløselighed	>10.000 – 150.000 mg/l (Natriumlaurylsulfat 150.000 mg /l) 619/460 mg/l (X= C <sub>12</sub> ) - 0,08 mg/l (X= C <sub>16</sub> ); 0,49 mg/l/uopløselig (X= C <sub>18</sub> )	/10/ /19/
Flygtighed	$6,3 \times 10^{-11}$ Pa (X= C <sub>12</sub> ) - $3,7 \times 10^{-13}$ Pa (X= C <sub>18</sub> ) ved 25 °C	/19/
Log oktanol/vand	(Natriumlaurylsulfat 1,6) Jo større molekyler, des mindre vandopløseliget og des højere sorption. 1,6 (X= C <sub>12</sub> ) - 4,64 (X= C <sub>18</sub> )	/10/ /19/
Udfældning	Ja, i hårdt vand	/2/
Sorption	Ja, ved lavt pH	/2/
Kompleksdannelse	-	
Klassificering	-	/5/
Kvalitetskriterier		
Jord	-	/6/
Grundvand	-	/6/
Afdampning	-	/6/
B-værdi	-	/7/
At-værdi	-	/8/

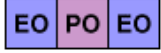
Navn	Alkylsulfobetain /Alkylhydro-sulfobetain	Referencer
Kemisk betegnelse /formel	Alkylsulfobetain $R-N^+(CH_3)_2-CH_2-SO_3^-$ Alkylhydro-sulfobetain: $  \begin{array}{c}  CH_3 \\    \\  R-N^+-CH_2CH(OH)CH_2SO_3^- \\    \\  CH_3  \end{array}  $	/1,2,17,18/
Atom/molvægt	-	
Synonym	-	
CAS-nr.	C <sub>13</sub> H <sub>29</sub> NO <sub>3</sub> S 15178-76-4	
Tilstand	-	
Generelt	Amfotere detergenter syntetiseres ud fra aminosyrer, og kan afhængigt af pH have både positivt og negativt ladede grupper i molekylet. Der dannes kationer (positive ladede molekyler) i sure opløsninger, anioner (negative ladede molekyler) i alkaliske opløsninger og zwitterioner (ikke ladede ioner) i pH-neutrale opløsninger.	
Typiske konc. i luft	-	
Typiske konc. i jorden	-	
Typiske konc. i vand	-	
Smeltepunkt	-	
Kogepunkt	-	
Densitet	-	
Vandopløselighed	Opløselig i både syre og basiske opløsninger.	/17/
Flygtighed	-	
Log oktanol/vand	-	
Udfældning	-	
Sorption	-	
Kompleksdannelse	-	
Klassificering	-	/5/
Kvalitetskriterier		
Jord	-	/6/
Grundvand	-	/6/
Afdampning	-	/6/
B-værdi	-	/7/
At-værdi	-	/8/



Navn	Alkyltrimethylammonium		Referencer
Kemisk betegnelse /formel	Alkyltrimethylammoniumchlorid $\left[ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{R}-\text{N}^+-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \right] \text{X}^-$ R = 12- 18 kulstof X= CL <sup>-</sup> eller Br <sup>-</sup>		
Atom/molvægt	260-340		
Synonym	Alkyltrimethylammoniumchlorid ATMAS Alkyltrimethylammoniumbromid ATMAB Hexadecyltrimethylammoniumchlorid =Cetyltrimethylammoniumchlorid		
CAS-nr.	Dodecyltrimethylammoniumchlorid-DTAC Dodecyltrimethylammoniumbromid-DTAB Hexadecyltrimethylammoniumchlorid- CTAC Hexadecyltrimethylammoniumbromid- CTAB Octadecyltrimethylammoniumchlorid	112-00-5 1119-94-4 122-02-7 57-09-0	
Tilstand	Faste stoffer		
Generelt	Kationiske detergenter er positivt ladede.		
Typiske konc. i luft			
Typiske konc. i jorden	-		
Typiske konc. i vand	I overflade vand <0,002 -0,033 mg/l		/2/
Smeltepunkt	>230° C		
Kogepunkt			
Densitet	-		
Vandopløselighed	Ca. 70%. Vandopløseligheden formindskes med forøget antal alkylgrupper samt alkylkædelængden.		
Flygtighed	-		
Log oktanol/vand	1,8 -6,3		/2/
Udfældning	-		
Sorption	ja		/2/
Kompleksdannelse	-		
Klassificering	-		/5/
Kvalitetskriterier			
Jord	-		/6/
Grundvand	-		/6/
Afdampning	-		/6/
B-værdi	-		/7/
At-værdi	-		/8/

Navn	Benzen	Referencer
Kemisk betegnelse /formel	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	
Atom/molvægt	78,11 g/mol	/10/
Synonym	Benzol	
CAS-nr.	71-43-2	
Tilstand	Klar, farveløs væske	
Generelt	Benzen består af en aromatisk ring uden substituerede alkylgrupper	
Typiske konc. i luft	-	
Typiske konc. i jorden	-	
Typiske konc. i vand	-	
Smeltepunkt	-	
Kogepunkt	80,1 °C	/10/
Densitet	0,88 g/ml	/10/
Vandopløselighed	1.780 mg/l (ved 20 °C)	/10/
Flygtighed	76 mm Hg (ved 20 °C) 60 mm Hg (ved 15 °C)	/10/
Log oktanol/vand	2,13 (ved 20 °C)	/10/
Udfældning	-	
Sorption	-	
Kompleksdannelse	-	
Klassificering	Carc 1; R45, F; R11, T; R48/23/24/25	/5/
Kvalitetskriterier		
Jord	1,5 mg/kg TS	/6/
Grundvand	1 µmg/L	/6/
Afdampning	0,00013 mg/m <sup>3</sup>	/6/
B-værdi	0,005 mg/m <sup>3</sup>	/7/
At-værdi	1,6 mg/m <sup>3</sup>	/8/



Navn	Blokpolymer	Referencer
Kemisk betegnelse /formel	<p>Blokpolymer kan bestå af linear eller forgrenede kæder</p> $\text{HO}-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_x-(\text{CH}_2\overset{\text{CH}_3}{\text{CHO}})_y-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_x-\text{H}$ <p>(EO)<sub>m</sub>- (PO)<sub>n</sub> – (EO)<sub>m</sub>.</p>  $\text{H}_y(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_x(\text{OCH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2)\text{OCH}_2-\text{C}-\text{CH}_2\text{O}(\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}_2\text{CHO}})_x(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_y\text{H}$	/1,2/
Atom/molvægt	Typiske >2000	
Synonym	EPE	
CAS-nr.	-	
Tilstand	Væske eller fast stof	
Generelt	Block Copolymer består af EO–PO–EO kæder, men findes også som omvendte PO-EO-PO kæder. PO-enhederne fungerer som den hydrofobe del af molekylet, mens EO-enheder udgør den hydrofile ende af molekylet. Disse nonioniske detergenter er ikke nedbrydelige, men er mindre toksiske end de andre nonioniske detergenter.	/17/
Typiske konc. i luft	-	
Typiske konc. i jorden	-	
Typiske konc. i vand	-	
Smeltepunkt	-	
Kogepunkt	-	
Densitet	-	
Vandopløselighed	Vandopløseligheden stiger med stigende indhold af EO-enheder og falder med stigende temperatur.	/2/
Flygtighed	-	
Log oktanol/vand	-	
Udfældning	ja	
Sorption	-	
Kompleksdannelse	-	/5/
Klassificering		
Kvalitetskriterier		
Jord	-	/6/
Grundvand	-	/6/
Afdampning	-	/6/
B-værdi	-	/7/
At-værdi	-	/8/

Navn	Dialkyldimethylammonium	Referencer
Kemisk betegnelse /formel	$\left[ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{R}-\text{N}^+-\text{R} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \right] \text{Cl}^-$ R = 10 – 16 kulstofatomer	/1/
Atom/molvægt	360 -570	
Synonym	Dialkyldimethylammonium : DADMAC	
CAS-nr.	Ditalowdimethylammoniumchlorid,,bishydrogenated - DHTDMAC 61789-80-8 Didecyldimethylammoniumchlorid- DDMAC 7173-51-5 Dimethylditalowammoniumchlorid-DTDMAC 68783-78-8 Didodecyldimethylammoniumchlorid Dioctadecyldimethylammoniumchlorid	/1,14/
Tilstand	-	
Generelt	R= C <sub>18</sub> er ditalowdimethylammoniumchlorid har tidligere været den mest almindeligt anvendte kationiske detergent	/2/
Typiske konc. i luft	-	
Typiske konc. i jorden	-	
Typiske konc. i vand	-	
Smeltepunkt	30-40°C (DHTDMAC)	/14/
Kogepunkt	78° C (DTDMAC)	/14/
Densitet		
Vandopløselighed	Max. 0,001 mg/l for DHTMAC ved 25°C Vandopløseligheden fomindekses med forøget antal alkylgrupper samt alkylkædelængden.	
Flygtighed	-	
Log oktanol/vand	2,69 (DHTDMAC)	/14/
Udfældning	-	
Sorption	ja	/2/
Kompleksdannelse	-	
Klassificering	Xn;R22 C;R34 (for 7173-51-5)	/5/
Kvalitetskriterier		
Jord	-	/6/
Grundvand	-	/6/
Afdampning	-	/6/
B-værdi	-	/7/
At-værdi	-	/8/

Navn	Dieselolie	Referencer
Kemisk betegnelse /formel	Kulbrinte blanding C <sub>10</sub> -C <sub>26</sub>	/21/
Atom/molvægt	140 – 364	
Synonym	gasolie, fuel oil nr. 2, diesel oil	
CAS-nr.	68334-30-5 68476-34-6	/22/
Tilstand	Farveløs eller brun væske Klar, brunlig væske	
Generelt	Diesel og let fyringsolie har samme kogepunktsinterval; 170-380 °C, og kan derfor ikke skelnes ved analyse. De indeholder kulbrinter med C <sub>10</sub> -C <sub>26</sub> kulstofatomer. Dieselolie er tilsat additiver for at forbedre brændstovværdien. Let fyringsolie er også en "fuelolie", idet det er beregnet til produktion af energi og i USA kendt som nr. 2 fuel, men skal ikke forveksles med tung fyringsolie, som ofte kaldes fuelolie.	/21,22/
Typiske konc. i luft	-	
Typiske konc. i jorden	Konc. over 2.500 – 6.000 mg/kg indikerer frifase i den umættede zone	
Typiske konc. i vand	Konc. over 2- 5 mg/l indikerer frifase ovenpå grundvandspejl	
Smeltepunkt	-	
Kogepunkt	-	
Densitet	-	
Vandopløselighed	5 mg/l (20°)	/22/
Flygtighed	4 mm Hg (2 – 26 mm Hg, 21°C)	/22,21/
Log oktanol/vand	3,3 – 7,06	/22/
Udfældning	0,82 -0,89 g/ml	/21/
Sorption	ja	
Kompleksdannelse	-	
Klassificering	Carc3;R40	/5/
Kvalitetskriterier		
Jord	100 mg/kg TS (C <sub>5</sub> – C <sub>35</sub> kulbrinter) herunder krav til benzen og PAH	/6/
Grundvand	9 mg /l (C <sub>5</sub> – C <sub>35</sub> kulbrinter) herunder krav til BTEX, alkylbenzener og PAH	/6/
Afdampning	0,1 mg/m <sup>3</sup> (C <sub>5</sub> – C <sub>35</sub> kulbrinter) herunder krav til BTEX, alkylbenzener	/6/
B-værdi	0,1 mg/m <sup>3</sup> (C <sub>5</sub> – C <sub>35</sub> kulbrinter)	/7/
At-værdi	-	/8/

Navn	EDTA	Referencer
Kemisk betegnelse /formel	Tetranatrium ethylendiamintetraeddikesyre	
Atom/molvægt	292 g/mol	/25/
Synonym	EDTA	
CAS-nr.	Ethylendinitrilotetra eddikesyre,tetranatrium EDTA 64-02-8:	/25/
Tilstand	Hvidpulver	
Generelt	Kompleksbinder	
Typiske konc. i luft	-	
Typiske konc. i jorden	-	
Typiske konc. i vand	-	
Smeltepunkt	240°C dekomponerer	/25/
Kogepunkt	-	
Densitet	0,86 g/ml	
Vandopløselighed	<1000 mg/l 25°C 500 mg/l	/25/ /26/
Flygtighed	-	
Log oktanol/vand	-	
Udfældning	-	
Sorption	-	
Kompleksdannelse	-	
Klassificering	-	/5/
Kvalitetskriterier		
Jord	-	/6/
Grundvand	-	/6/
Afdampning	-	/6/
B-værdi	-	/7/
At-værdi	-	/8/

Navn	Ethoxylerede/ propoxylerede fedtsyrer	Referencer
Kemisk betegnelse /formel	Fedtsyreethoxylater $\text{CH}_3 \cdot (\text{CH}_2)_R \cdot \text{COO} \cdot (\text{O} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2)_n$ Fedtsyrepropoxylater $\text{CH}_3 \cdot (\text{CH}_2)_R \cdot \text{COO} \cdot (\text{O} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2)_n$ R = 8 - 18	
Atom/molvægt	-	
Synonym		
CAS-nr.	C12-14 Alkoholalkoxylat, 5EO, 4PO 68439-51-0	/12/
Tilstand		
Generelt	Nonioniske detergenter er generelt let nedbrydelige, men nedbrydeligheden formindskes ved forøget forgrening og forøget kædelængde af den hydrofobe gruppe samt for stoffer med mange ethoxygrupper. AEO nedbrydes også under anaerobe forhold.	
Typiske konc. i luft	-	
Typiske konc. i jorden	-	
Typiske konc. i vand	-	
Smeltepunkt	-	
Kogepunkt	-	
Densitet	-	
Vandopløselighed	-	
Flygtighed	-	
Log oktanol/vand	-	
Udfældning	-	
Sorption	-	
Kompleksdannelse	-	
Klassificering	-	/5/
Kvalitetskriterier		
Jord	-	/6/
Grundvand	-	/6/
Afdampning	-	/6/
B-værdi	-	/7/
At-værdi	-	/8/

Navn	Formaldehyd	Referencer
Kemisk betegnelse /formel	H·CH:O	/10/
Atom/molvægt	30 g/mol	/10/
Synonym	Formalin, methanal H·CHO	/10/-
CAS-nr.	50-00-0	/10/-
Tilstand	Gas	/10/
Generelt	Gas med en karakteristiske skarp lugt.	
Typiske konc. i luft	-	
Typiske konc. i jorden	-	
Typiske konc. i vand	-	
Smeltepunkt	-	
Kogepunkt	-21/19 °C	/10/
Densitet	0,815 g/ml	/10/
Vandopløselighed	Vandblandbar	
Flygtighed	2500 Pa (20° C) <sup>3</sup>	/10/
Log oktanol/vand	0,00/-0,78	/10/
Udfældning	-	
Sorption	-	
Kompleksdannelse	-	
Klassificering	T;R23/24/25 C;R34 Carc3;R40 R43	/5/
Kvalitetskriterier		
Jord	75 mg/kg TS	/6/
Grundvand	-	/6/
Afdampning	0,001 mg/m <sup>3</sup>	/6/
B-værdi	0,01 mg/m <sup>3</sup>	/7/
At-værdi	0,4 mg/m <sup>3</sup>	/8/

Navn	Fyringsolie	Referencer
Kemisk betegnelse /formel	Kulbrinteblending C <sub>10</sub> -C <sub>26</sub>	/21/
Atom/molvægt	140 – 364	
Synonym	Gasolie, brændselsolie, nr. 2, Fyringsgasolie, fuel oil nr.2	
CAS-nr.	68476-30-2	/22/
Tilstand	Klar brunlig væske evt. med rød eller blå skær	
Generelt	Let fyringsolie og diesel har samme kogepunktsinterval; 170-380 °C, og kan derfor ikke skelnes ved analyse. De indeholder kulbrinter med C <sub>10</sub> -C <sub>26</sub> kulstofatomer. Let fyringsolie er også en "fuelolie", idet det er beregnet til produktion af energi og i USA kendt som nr. 2 fuel, men skal ikke forveksles med tung fyringsolie, som ofte kaldes fuelolie.	/21,22/
Typiske konc. i luft		
Typiske konc. i jorden	Konc. over 2.500 – 6.000 mg/kg indikerer fri fase i den umættede zone.	
Typiske konc. i vand	Konc. over 2- 5 mg/l indikerer fri fase ovenpå grundvandsspejlet.	
Smeltepunkt		
Kogepunkt	180 -380°C	/21/
Densitet	0,82 -0,89 g/ml	/21/
Vandopløselighed	5 mg/l	/22/
Flygtighed	4 mm Hg (2 – 26 mm Hg, 21°C)	/22,21/
Log oktanol/vand	3,3 – 7,06	/22/
Udfældning	ja	
Sorption	-	
Kompleksdannelse	-	
Klassificering	Carc3;R40	/5/
Kvalitetskriterier		
Jord	100 mg/kg TS (C <sub>5</sub> -C <sub>35</sub> )	/6/
Grundvand	9 µg/l (sum af kulbrinter C <sub>5</sub> -C <sub>35</sub> )	/6/
Afdampning til luften	-	/6/
B-værdi	-	/7/
At-værdi	-	/8/

Navn	Imidazoline	Referencer
------	-------------	------------

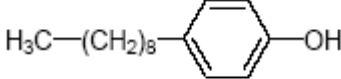
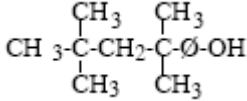
Kemisk betegnelse /formel	<p>Dinatrium lauroamphodiacetat</p> $\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_{10}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N} \begin{cases} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{COO}^- \text{Na}^+ \\ \text{CH}_2-\text{COO}^- \text{Na}^+ \end{cases}$ <p>Dinatriumlauroamphodipropionat</p> $\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_{10}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N} \begin{cases} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COO}^- \text{Na}^+ \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COO}^- \text{Na}^+ \end{cases}$ <p>Natriumlauriminodipropionat</p> $\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_{11}-\text{N} \begin{cases} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COO}^- \text{Na}^+ \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH} \end{cases}$	/1,17,18/
Atom/molvægt	>350	
Synonym	<p>Dinatriumlauroamphodiacetat    Dinatrium 1-(2-(carboxymethoxy)ethyl)-1-(carboxymethyl)-4,5-dihydro-2-undecyl-1H-imidazoliumhydroxid</p> <p>Cocoamphodiacetate    Imidazolium compounds, 1-[2-(carboxymethoxy)ethyl]-1-(carboxymethyl)-4,5-dihydro-2-norcoco alkyl-,hydroxider, natrium salts</p>	
CAS-nr.	<p>Disodium lauroamphodiacetate    014350-97-1</p> <p>Cocoamphodiacetate    68650-39-5</p>	
Tilstand	-	
Generelt	Amfotere detergenter er dannet fra reaktion mellem fedtsyrer eller fedtsyreester og aminer	/1/
Typiske konc. i luft	-	
Typiske konc. i jorden	-	
Typiske konc. i vand	-	
Smeltepunkt	-	
Kogepunkt	-	
Densitet	-	
Vandopløselighed	Mere opløselige end de andre amfotere detergenter	/17/
Flygtighed	-	
Log oktanol/vand	-	
Udfældning	-	
Sorption	-	
Kompleksdannelse	-	
Klassificering	-	/5/
Kvalitetskriterier		
Jord	-	/6/
Grundvand	-	/6/
Afdampning	-	/6/
B-værdi	-	/7/
At-værdi	-	/8/

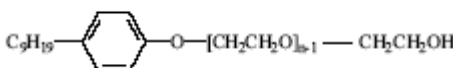


Navn	Isopropanol	Referencer
Kemisk betegnelse /formel	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O, CH <sub>3</sub> ·CH·OH·CH <sub>3</sub>	/10/
Atom/molvægt	60,10 g/mol	/10/
Synonym	2-propanol, isopropylalkohol	/10/
CAS-nr.	67-63-0	/10/
Tilstand	Farveløs væske	/10/
Generelt	Opløsningsmiddel, konserveringsmiddel og deicer	/10/
Typiske konc. i luft	-	
Typiske konc. i jorden	-	
Typiske konc. i vand	-	
Smeltepunkt	-80/-89 °C	/10/
Kogepunkt	82,4 °C	/10/
Densitet	0,79 g/ml	/10/
Vandopløselighed	Blandbar	/10/
Flygtighed	32 mm Hg (20°C)	/10/
Log oktanol/vand	-0,16/0,28	/10/
Udfældning	-	
Sorption	-	
Kompleksdannelse	-	
Klassificering	F; R11 Xi; R36, R67	/5/
Kvalitetskriterier		
Jord	-	/6/
Grundvand	10 µg/L	/6/
Afdampning	1 mg/m <sup>3</sup>	/6/
B-værdi	1 mg/m <sup>3</sup>	/7/
At-værdi	490 mg/m <sup>3</sup>	/8/


Navn	Mineralsk terpentin	Referencer
Kemisk betegnelse /formel	Kulbrinte blanding C <sub>7</sub> -C <sub>12</sub>	
Atom/molvægt	100 – 180 (150 i gennemsnit)	
Synonym	Terpentine, aromatfri terpentin, odorless dry cleaning solvent, mineral thinner, petroleum spirt. petroleum thinner, refined petroleum solvent, mineral spirits, Shellsol H, TD, solvent 140 140/170, stoddard solvent, Varsol 30 60, White spirit	/23/
CAS-nr.	8052-41-3 64742-82-1 (white spirit type 1); 64741-92-0 (white spirit type 2); 64742-48-9 (white spirit type 3); 64742-88-7 (white spirit type 0).	/24/
Tilstand	Væske	
Generelt	Distillationsprodukt fra råolie. Et opløsningsmiddel med kogepunktsinterval fra 150-200 °C, som indeholder C <sub>7</sub> -C <sub>12</sub> kulstofatomer. Indholdet af aromatiske kulbrinter (hovedsagelig C <sub>9</sub> -aromater) kan variere fra 0-20%. Traditionel terpentin indeholder der 15-20 % aromater, hvoraf 50% er C <sub>9</sub> -aromater, 25% er C <sub>10</sub> -aromater og resten er C <sub>8</sub> -, C <sub>10</sub> -, C <sub>11</sub> -aromater. Benzenindholdet er mindre end 100 ppm.	/23/
Typiske konc. i luft	-	
Typiske konc. i jorden	-	
Typiske konc. i vand	-	
Smeltepunkt	-	
Kogepunkt	-	
Densitet	0,765 – 0,795 g/ml	/24/
Vandopløselighed	< 0,1 % (<1g/l)	/24/
Flygtighed	0,1 - 1,4 kPa (20° C) - gennemsnit 600 Pa	/24/
Log oktanol/vand	3,5- 6,4	/24/
Udfældning	-	
Sorption	-	
Kompleksdannelse	-	
Klassificering	Carc2;R45 R10 Xn;R48/20-65	/5/
Kvalitetskriterier		
Jord	25 mg/kg TS (C <sub>7</sub> – C <sub>12</sub> kulbrinter) herunder krav til BTEX og alkylbenzener	/6/
Grundvand	9 mg /l (C <sub>7</sub> – C <sub>12</sub> kulbrinter) herunder krav til BTEX, alkylbenzener og PAH	/6/
Afdampning	0,2 mg/m <sup>3</sup> (C <sub>7</sub> – C <sub>12</sub> kulbrinter) herunder krav til BTEX, alkylbenzener	/6/
B-værdi	0,1 mg/m <sup>3</sup> (C <sub>5</sub> – C <sub>35</sub> kulbrinter)	/7/
At-værdi	145 mg/m <sup>3</sup> (mineralsk max 20% aromater)	/8/

Navn	Natriumhypochlorit	Referencer
Kemisk betegnelse /formel	som salte af natrium eller calcium; Na·O·Cl Ca (O·Cl) <sub>2</sub>	/31,27/
Atom/molvægt	Natriumhypochlorit 74,44 Kaliumhypochlorit 90,5	/31,27/
Synonym	Blegevand, sodium hypochlorite, hypochlorous acid, sodium salt	
CAS-nr.	Natriumhypochlorit 7681-52-9 Calciumhypochlorit Kaliumhypochlorit	/31,27/
Tilstand	Farveløs til gul eller grøn væske med lugt af chlor. Normalt som opløsning i vand ellers som pentahydrat-krystaller som både er meget eksplosive og ustabile.	
Generelt	Natriumhypochloriteopløsninger er ikke stabile, idet der sker en langsom omdannelse af natriumhypochlorit til natriumchlorat (NaClO <sub>3</sub> ). Hypochlorit er kilde til frit chlor, en stærk iltningsmidler. I en 10 -15 % opløsning er pH ca. 13	/31,27/
Optræder i følgende oxidationstrin	Na <sup>+</sup> ClO <sup>-</sup>	
Mest forekommende ioner i jord/vand	Na <sup>+</sup> ClO <sup>-</sup> (ClO <sup>-</sup> + H <sup>+</sup> ↔ HOCl) (HOCl + H <sup>+</sup> + Cl <sup>-</sup> ↔ Cl <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O)	
Typiske konc. i luft	-	
Typiske konc. i jorden	-	
Typiske konc. i vand	-	
Smeltepunkt	-	
Kogepunkt	-	
Densitet	-	
Vandopløselighed	Blandbare	/31,27/
Flygtighed	Ikke flygtig, men kan frigives chlor	/31,27/
Log oktanol/vand	-	
Udfældning	-	
Sorption	-	
Kompleksdannelse	-	
Klassificering	R31 C;R34	/5/
Kvalitetskriterier		
Jord	-	/6/
Grundvand	-	/6/
Afdampning	-	/6/
B-værdi	-	/7/
At-værdi	-	/8/

Navn	Nonylphenol	Referencer	
Kemisk betegnelse /formel	4-nonylphenol 	Forgrene octylphenol 	/7/
Atom/molvægt	220		
Synonym	NP, isononylphenol, p-nonylphenol, monoalkylphenol	/7/	
CAS-nr.	4-nonylphenol nonylphenoler	104-40-5 84852-15-3 25154-25-3	/7/ /14/
Tilstand	Klar, gullig, tykflydende væske med svag phenollugt	/7/	
Generelt	NP anvendes hovedsageligt industrielt som udgangsmateriale for syntese af nonioniske detergenter nonylphenolethoxylater	/7/	
Typiske konc. i luft	-		
Typiske konc. i jorden	-		
Typiske konc. i vand	5 – 21 µg for sum af NP +NPEO/l i spildevand fra boligområder	/13/	
Smeltepunkt	-10 – 10 °C	/7/	
Kogepunkt	290 -310 °C	/7,15/	
Densitet	0,95 g/ml	/7/	
Vandopløselighed	Uopløselig 5 mg/l 60 mg/l (20 °C) 3000 mg/l	/7/ /16/ /15/ /14/	
Flygtighed	0,3 Pa	/7/	
Log oktanol/vand	4,48 / 5,76	/7/	
Udfældning	-		
Sorption	-		
Kompleksdannelse	-		
Klassificering	Xn;R22 C;R34 N;R50/53	/5/	
Kvalitetskriterier			
Jord	25 mg /kg TS	/6/	
Grundvand	20 µg/l (sum af octyl- og nonylphenol)	/6/	
Afdampning	0,02 mg/m <sup>3</sup>	/6/	
B-værdi	0,02 mg/m <sup>3</sup>	/7/	
At-værdi	-	/8/	

Navn	Nonylphenoethoxylat	Referencer
Kemisk betegnelse /formel	Alkylphenoethoxylater, $\text{CH}_3 \cdot (\text{CH}_2)_R \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{O} \cdot (\text{O} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2)_n$  n = antal af EO (ethyleoxide) enheder, 1-50 (dog kan fås op til 100)	/7/
Atom/molvægt	220 + n (44), hvor n er antal af EO enheder	
Synonym	NPE, NPEO,	
CAS-nr.	Poly (oxy-1,2-ethanediyl), alpha-(4-nonylphenyl)- omega- hydroxy-, branched Isononylphenoethoxylater Isooctylphenoethoxylater mono(p-nonylphenyl)ether; Nonoxynol-9;	127087-87-0 37205-87-1 9004-87-9 26027-38-3 26571-11-9 /14/ /14/
Tilstand	NPE med 1-13 EO enheder er væsker. Der ses stigende viskositet med stigende antal EO-enheder, og kun ved EO > 20 er stofferne voksagtige faste stoffer.,	/7/
Generelt	NPE kan nedbrydes til NP, som er tungt nedbrydeligt med tendens til bioakkumulering.	/7/
Typiske konc. i luft	-	
Typiske konc. i jorden	-	
Typiske konc. i vand	5 – 21 µg for sum af NP +NPEO /l i spildevand fra boligområder	
Smeltepunkt	-	
Kogepunkt	-	
Densitet	0,98 -1,08 g/ml	/7/
Vandopløselighed	Opløselighed stiger med stigende antal EO. NPE er opløselig i vand, når EO >6. >1000 mg/l (20 °C) 9 EO	/15/
Flygtighed	<10 Pa (9 EO) (20° C	/7/
Log oktanol/vand	>3	/13/
Udfældning	-	
Sorption	-	
Kompleksdannelse	-	
Klassificering	-	/5/
Kvalitetskriterier		
Jord	65 mg/kg TS (Afskæringskriteriet i slam, der må udbringes på landbrugsjord er 10/kg TS for NP +NPEO)	/6/
Grundvand	-	/6/
Afdampning	-	/6/
B-værdi	0,05 mg/m <sup>3</sup>	/7/
At-værdi	-	/8/

Navn	NTA	Referencer
Kemisk betegnelse /formel	$N\cdot(CH_2COOH)_3$	/27/
Atom/molvægt	Nitrioltriiddikesyre 191,14 g/mol Nitrioltriiddikesyre, trinatriumsalte 257,1 g/mol	/25/
Synonym	Nitrioltriiddikesyre, natrium salte, Nitrioltriacetic acid, NTA, TGA-triglycollamic acid	/25/
CAS-nr.	Nitrioltriiddikesyre 139-13-9 Nitrioltriiddikesyre, trinatriumsalte 5064-31-3 Nitrioltriiddikesyre, natriumsalte 10042-84-9 Nitrioltriiddikesyre, dinatriumsalte 15467-20-6 Nitrioltriiddikesyre, trinatriummonohydart 18662-53-8	
Tilstand	Farveløs, hvid krystaller	/25/
Generelt	NTA er vurderet som en mulig mennesker carcinogen af IARC (group IIB)	
Typiske konc. i luft	-	
Typiske konc. i jorden	-	
Typiske konc. i vand	-	
Smeltepunkt	Dekomponer 240°C	/25/
Kogepunkt	-	
Densitet	Nitrioltriiddikesyre, trinatriummonohydart 1,782 g/ml ( 25° C)	/28/
Vandopløselighed	Nitrioltriiddikesyre 1,28 g/l (22,5 °C ) Nitrioltriiddikesyre 59 g/l (25° C) Nitrioltriiddikesyre, trinatriummonohydart 500g /l	/27/ /29/ /28/
Flygtighed	$3 \times 10^{-5}$ mm Hg ( 25°C)	/29/
Log oktanol/vand	-3,8	/30/
Udfældning	-	
Sorption	-	
Kompleksdannelse	-	
Klassificering	-	/5/
Kvalitetskriterier		
Jord	-	/6/
Grundvand	-	/6/
Afdampning	-	/6/
B-værdi	-	/7/
At-værdi	-	/8/

Navn	Sæbe	Referencer
Kemisk betegnelse /formel	Natriumcarboxylater - $R_x \cdot \text{COO} \cdot \text{Na}$ - hvor R er $\text{CH}_3 \cdot (\text{CH}_2)_{x-1}$ og x er 10 til 18 kulstofatomer. 	/1/
Atom/molvægt	232 – 319	
Synonym	Carboxylater	
CAS-nr.	Natriumstearat - sodiumoctadecanoate ( $\text{C}_{18}\text{H}_{35}\text{NaO}_2$ ) 822-16-2 Kokosnøddeolie – coconut oil ( $\text{C}_{12}\text{-C}_{16}$ ) 8001-31-8 Natriumtalfedtsyre – tallow fat ( $\text{C}_{16}\text{-C}_{18}$ ) 8052-48-0 Natriumkokosfedtsyre 61789-31-9 Sojabønneoliefedtsyre (oleic og linolisyre) 68308-53-2 $\text{C}_{12}\text{-C}_{18}$ fedtsyrersæbe 90990-15-1 $\text{C}_{14}\text{-C}_{18}$ umættet fedtsyrer 67701-06-8	/1,2,3,4/
Tilstand	Væske eller bløde faststof	
Generelt	Sæbe er fremstillet af fedtstoffer (animalske og vegetabiliske), og består således ikke af syntetiske detergenter. Sæbe kan karakteriseres som anioniske detergenter, idet den hydrofile del af sæbe er en carboxylsyregruppe (carboxylater). De er let nedbrydelige under aerobe forhold og fuldstændig bionedbrydelige under anaerobe forhold.	/2/
Typiske konc. i luft	-	
Typiske konc. i jorden	-	
Typiske konc. i vand	I spildevand 0,09 - 0,37 mg/l	/1/
Smeltepunkt	20-24 °C - (oleic og linolisyre)	
Kogepunkt	>240 °C	/4/
Densitet	850 kg/m <sup>3</sup> ved 75°C (oleic og linolisyre)	/4/
Vandopløselighed	>10 – 1,000 mg/l (sæber er mere opløselige end de tilsvarende fedtsyre)	
Flygtighed	< 100 Pa -20°C	/4/
Log oktanol/vand	>2	/2/
Udfældning	Kan muligvis udfældes som fedtsyrer ved lav pH	/2/
Sorption	Ja	
Kompleksdannelse	-	
Klassificering	-	/5/
Kvalitetskriterier		
Jord	-	/6/
Grundvand	-	/6/
Afdampning	-	/6/
B-værdi	-	/7/
At-værdi	-	/8/

Navn	Tetrachlorethylen	Referencer
Kemisk betegnelse /formel	C <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub> , C·Cl <sub>2</sub> =C·Cl <sub>2</sub>	/10/
Atom/molvægt	165,8 g/mol	/10/
Synonym	PCE, Perchlor	/10/
CAS-nr.	127-18-4	/10/
Tilstand	Farveløs væske	/10/
Generelt	Chlorerede opløsningsmiddel, DNAPI- Dense Non-Aqueous Phase liquid	
Typiske konc. i luft	-	
Typiske konc. i jorden	-	
Typiske konc. i vand	-	
Smeltepunkt	-	
Kogepunkt	121,1°C	/10/
Densitet	1,623 g/mL	/10/
Vandopløselighed	150 mg/l (25 °C)	/10/
Flygtighed	18,5mm Hg	/10/
Log oktanol/vand	3,4	/10/
Udfældning	-	
Sorption	-	
Kompleksdannelse	-	
Klassificering	Carc3;R40 N;R51/53	/5/
Kvalitetskriterier		
Jord	5 mg/kg TS	/6/
Grundvand	1 µg/L	/6/
Afdampning	0,006 mg/m <sup>3</sup>	/6/
B-værdi	0,01 mg/m <sup>3</sup>	/7/
At-værdi	70 mg/m <sup>3</sup>	/8/



Navn	Toluen	Referencer
Kemisk betegnelse /formel	$C_6H_5 \cdot CH_3$	
Atom/molvægt	92,1 g/mol	/10/
Synonym	Methylbenzen	
CAS-nr.	108-88-3	/10/
Tilstand	Farveløs væske	/10/
Generelt	Opløsningsmiddel dog ofte fundet sammen med benzen, ethylbenzen xylener, naphthalen og $C_9 - C_{10}$ aromater ved olieforureninger.	
Typiske konc. i luft	-	
Typiske konc. i jorden	-	
Typiske konc. i vand	-	
Smeltepunkt	-	
Kogepunkt	110,6 °C	/10/
Densitet	0,867 g/mL	/10/
Vandopløselighed	515 mg/L (20°)	/10/
Flygtighed	22 mm Hg (20°)	/10/
Log oktanol/vand	2,69 (20°)	/10/
Udfældning	-	
Sorption	-	
Kompleksdannelse	-	
Klassificering	F;R11 Xn;R20	/5/
Kvalitetskriterier		
Jord	intet	/6/
Grundvand	5 µg/L	/6/
Afdampning	0,4 mg/m <sup>3</sup>	/6/
B-værdi	0,4 mg/m <sup>3</sup>	/7/
At-værdi	94 mg/m <sup>3</sup>	/8/

Navn	1,1,1-trichlorethan	Referencer
Kemisk betegnelse /formel	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub>	/10/
Atom/molvægt	133,40 g/mol	/10/
Synonym	Methylchloroform, TCA, 111-TCA	
CAS-nr.	71-55-6	/10/
Tilstand	Klar farveløs væske	
Generelt	Chlorerede opløsningsmiddel, DNAPI- Dense Non-Aqueous Phase liquid	
Typiske konc. i luft	-	
Typiske konc. i jorden	-	
Typiske konc. i vand	-	
Smeltepunkt	-	
Kogepunkt	74,1 °C	/10/
Densitet	1,3376 g/ml	/10/
Vandopløselighed	1.250 (25 °C) mg/l	/32/
Flygtighed	100 mm Hg (20°C)	/10/
Log oktanol/vand	2,49	/32/
Udfældning	-	
Sorption	-	
Kompleksdannelse	-	
Klassificering	Xn; R20 N; R59	/5/
Kvalitetskriterier		
Jord	200 mg/kg TS	/6/
Grundvand	1 µg/L	/6/
Afdampning	0,5 mg/m <sup>3</sup>	/6/
B-værdi	0,5 mg/m <sup>3</sup>	/7/
At-værdi	275 mg/m <sup>3</sup>	/8/

Navn	Trichlorethylen	Referencer
Kemisk betegnelse /formel	$\text{Cl}_2\cdot\text{CH}=\text{CH}_2\text{Cl}_2$	/10/
Atom/molvægt	131,39 g/mol	/10/
Synonym	TCE, Tri	
CAS-nr.	79-01-6	/10/
Tilstand	Farveløs væske.	
Generelt	Chlorerede opløsningsmiddel, DNAPI- Dense Non-Aqueous Phase liquid	/10/
Typiske konc. i luft	-	
Typiske konc. i jorden	-	
Typiske konc. i vand	-	
Smeltepunkt	-	
Kogepunkt	86,7 °C	/10/
Densitet	1,462 g/mL	/10/
Vandopløselighed	1.100 (25 °C) mg/L	/10/
Flygtighed	60 mm Hg (20°)	/10/
Log oktanol/vand	2,53	/32/
Udfældning	-	
Sorption	-	
Kompleksdannelse	-	
Klassificering	Carc2;R45 Xi;R36/38 R67 Mut3;R68 R52/53	/5/
Kvalitetskriterier		
Jord	5 mg/kg TS	/6/
Grundvand	1 µg/L (Sum af chlorerede kulbrinter)	/6/
Afdampning	0,001 mg/m <sup>3</sup>	/6/
B-værdi	0,04 mg/m <sup>3</sup>	/7/
At-værdi	55 mg/m <sup>3</sup>	/8/



## Referencer anvendt i bilag 5

- /1/ Madsen, T, Buchard Boyd, H, Nylén, D, Rathman Pedersen, A, Petersen, G. I., & Simonsen, F. Environmental and Health Assessment of Substances in Household Detergents and Cosmetic Detergent Products. Miljøstyrelsen. Environmental project no. 615. Miljøstyrelsen. [www.mst.dk](http://www.mst.dk). 2001.
- /2/ Miljøstyrelsen. Overfladeaktive stoffer – spredning og effekter i miljøet. nr. 166. Miljøstyrelsen. 1991.
- /3/ Brancheforeningen for Sæbe, parfume og Teknisk kemiske artikler SPT. SPT's kemi database. Brancheforeningen for Sæbe, parfume og Teknisk kemiske artikler SPT. [www.spt.dk](http://www.spt.dk). 1-11-2003.
- /4/ Tefac fatty acids safety datasheets, 28-9-2004, <http://www.karlshamns.com/>.
- /5/ Miljø- og Energiministeriet. Listen over farlige stoffer. Bekendtgørelse nr.439 af 3. juni 2002.
- /6/ Miljøstyrelsen. Liste over kvalitetskriterier i relation til forurennet jord. Opdateret juli 2003. [www.mst.dk](http://www.mst.dk). 2003.
- /7/ Miljø- og Energiministeriet. B-værdivejledningen. Oversigt over B-værdier. [www.mst.dk](http://www.mst.dk). Vejledning nr. 2, 2002.
- /8/ Arbejdstilsynet. Grænseværdier for stoffer og materialer. [www.arbejdstilsynet.dk](http://www.arbejdstilsynet.dk). AT-vejledning C.O.1. Oktober 2002.
- /9/ Chemical Safety Information from Intergovernmental Organizations. Linear Alkylbenzene Sulfonates And Related Compounds Environmental Health Criteria 169,1996. <http://www.inchem.org>.
- /10/ Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals. Verschueren, K. Van Nostrand Reinhold. 3rd. edition, 1996.
- /11/ World Health organisation. Environmental Health Criteria 169. Linear alkylbenzene sulfonates and related compounds. World Health Organisation. International programme on Chemical safety. Environmental Health Criteria 169, 1996. [www.inchem.org](http://www.inchem.org).
- /12/ Forbrugerstyrelsen, Indholdsstoffer i vaske- og rengøringsmidler. Forbrugerstyrelsen, 30-9-2004. [www.forbrug.dk](http://www.forbrug.dk).

- /13/ Pedersen, B. M. and Bøwadt, S. Nonylphenol og nonylphenoethoxylater i spildevand og slam. Miljøprojekt nr. 704. Miljøstyrelsen, 2002. [www.mst.dk](http://www.mst.dk).
- /14/ DMU, Datablade for miljøfremmede stoffer, 16-8-0002, <http://www.dmu.dk/Overvågning/NOVANA/Programbeskrivelse+del+3/Datablade+for+miljøfremmede+stoffer>.
- /15/ Nielsen, E, Østergaard, G., Thorup, I, Lagefoged, O, Jelnes, O., & Jelnes, J. E. Toxicological Evaluation and Limit Values for Nonylphenol, Nonylphenol Ethoxylates, Tricresyl, Phosphates and Benzoic Acid. Miljøprojekt nr. 512. Miljøstyrelsen. 2000.
- /16/ Kemiinspektion, 3-10-0004, [http://www.kemi.se/kemamne\\_eng/nonylphenol\\_eng.htm](http://www.kemi.se/kemamne_eng/nonylphenol_eng.htm).
- /17/ Salager, J-L. Surfactants, Types and Uses. Firp Booklet # E300-A. Universidad De Los Andes. 2002.
- /18/ Uphues, G. Chemistry of Amphoteric surfactants. Fett/lipid. 100, (490 - 1998).
- /19/ HERA, Human and ecological risk assessment on ingredients of household cleaning products. A voluntary industry programme to carry out Human and Environmental Risk Assessments on ingredients of household cleaning products, 4-10-2004. A unique European partnership established in 1999 between the makers of household cleaning products (A.I.S.E) and the chemical industry (Cefic) who supplies the raw materials. <http://www.heraproject.com/RiskAssessment.cfm>.
- /20/ Somerset Cosmetic Ingredients, Materials Safety Data Sheet (MSDS) Coco betaine, 21-3-2004. [www.makingcosmetics.com](http://www.makingcosmetics.com).
- /21/ Larsen, P. B. Benzin- og dieselolieforurenede grunde. Toksikologisk vurdering. Miljøstyrelsen. Miljøprojekt nr. 223, 1993. [www.mst.dk](http://www.mst.dk).
- /22/ Toxicological profile for Fuel oils. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). U.S. Department of Health and Human Services, 1995. [www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp146.html](http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp146.html).
- /23/ Hansen, T. B. and Gregersen, P. Organiske opløsningsmidler. Anvendelse, forbrug, klassificering, navngivning og neurotoksisk virkning. Miljøprojekt nr. 70. Miljøstyrelsen, 1986. [www.mst.dk](http://www.mst.dk).

- /24/ World Health organisation. White spirit (stoddard solvent). IPCS International programme on Chemical safety. Health and Safety guide no. 103. 1996.
- /25/ Handbook of Environmental Fate and Exposure Data for Organic Chemicals. Howard, P. H. Lewis Publishers. Volume II Solvents), 1990.
- /26/ IPCS. EDTA. ICSC International Occupational Safety and Health Information Center: 0886. International Labor Organisation, 2003. [www.ilo.org](http://www.ilo.org).
- /27/ Indsatskort for kemikalieuheld. Beredskabsstyrelsen. 2004.
- /28/ IPCS. Nitrilotriacetic acid, trisodium salt monhydrat. ICSC International Occupational Safety and Health Information Center: 1238. International Labor Organisation, 2003. [www.ilo.org](http://www.ilo.org).
- /29/ California Air Resources Board. Nitrilotriacetic acid. Toxic Air Contaminant Identification. List summaries - ARB/SSD/SES. California Air Resources Board, 1997. <http://www.arb.ca.gov/toxics/tac/factshts/nitri loa.pdf>.
- /30/ IPCS. Nitrioloacetic acid. ICSC International Occupational Safety and Health Information Center: 1238. International Labor Organisation, 2003. [www.ilo.org](http://www.ilo.org).
- /31/ Natriumhypochloritopløsning. Specialdel 59. Sikkerhedsudvalget for Kemiske Industrier. Kemikalier og sikkerhed. 2001.
- /32/ Kjeldsen, P and Christiansen, T. H. Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen. nr. 20. Miljøstyrelsen, 1996. [www.mst.dk](http://www.mst.dk).