

RAPPORT LNR 3762-97

**H**ormonforstyrrende  
miljøgifter -  
kilder og vannrensing;  
en litteraturstudie

**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 1  
4890 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5008 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 32 88 33

**Akvaplan-NIVA AS**

9015 Tromsø  
Telefon (47) 77 68 52 80  
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Hormonforstyrrende miljøgifter - kilder og vannrensing; en litteraturstudie	Løpenr. (for bestilling) 3762-97	Dato 31/12-97
	Prosjektnr. Undernr. P-97602 7	Sider Pris 19
Forfatter(e) Hege E. Hansen Lars J. Hem	Fagområde Miljøgifter	Distribusjon
	Geografisk område	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Norsk institutt for vannforskning	Oppdragsreferanse
---	-------------------

<p><b>Sammendrag</b></p> <p>Det er gjennomført en litteraturstudie om kilder for hormonforstyrrende stoffer og effekt av ulike vannbehandlingsprosesser på stoffene. Blant en rekke stoffer med hormonforstyrrende effekt har man i Norge primært fokusert på bisfenol-A og bisfenol-A-forbindelser, ftalater, tributyltinn-forbindelser, nonylfenoler- og nonylfenoletoksilater, og oktylfenoler- og oktylfenoletoksilater. De viktigste kildene til disse stoffer er maling og plast. Stoffene er generelt tungt nedbrytbare. Når stoffene føres inn på avløpsrenseanlegg vil de i hovedsak fjernes med slammet. Et fåtall bakterietyper er i stand til å bryte ned nonylfenoletoksilater, men dette tar lang tid (flere dager). Aktuelle rensemetoder for å fjerne hormonforstyrrende stoffer er kjemisk felling for avløpsvann og kjemisk felling, adsorpsjon eller membranfiltrering for drikkevann.</p>
---

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Hormonforstyrrende</li> <li>Vann</li> <li>Kilder</li> <li>Rensing</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Hormone interruptive</li> <li>Water</li> <li>Sources</li> <li>Treatment</li> </ol>
--	--

  
Lars J. Hem  
Prosjektleder

ISBN 82-577-3334-2

  
Jens Skei  
Forskningssjef

# **Hormonforstyrrende miljøgifter - kilder og vannrensing; en litteraturstudie**

## Forord

Miljøverndepartementet bevilget i 1997 midler for at NIVA skulle videreutvikle sin kompetanse innenfor området hormonforstyrrende miljøgifter. Midlene skulle dels benyttes til metodeutvikling og dels til en gjennomgang av status.

Denne rapporten omhandler kilder til hormonforstyrrende miljøgifter i miljøet, med hovedvekt på utslipp til kontrollerte avløpsstrømmer og mulige utslipp til drikkevannskilder. Videre omhandler rapporten de erfaringer som finnes mht. fjerning av hormonforstyrrende miljøgifter i vannbehandlingsanlegg for drikkevann og avløpsvann.

Oslo, 31. desember 1997.

*Lars J. Hem*

---

# Innhold

<b>SAMMENDRAG</b>	<b>5</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>6</b>
<b>1. INNLEDNING</b>	<b>7</b>
<b>2. UTVELGELSE AV STOFFER</b>	<b>8</b>
<b>3. PRODUKTGRUPPER OG MENGDER</b>	<b>11</b>
<b>4. EGENSKAPER FOR NOEN UTVALGTE STOFFGRUPPER</b>	<b>12</b>
4.1 Bisfenol-A og Bisfenol-A-forbindelser	12
4.2 Ftalater	12
4.3 Tributyltinn-forbindelser	13
4.4 Alkylfenoler og alkylfenoletoksilater	13
<b>5. FJERNING AV HORMONFORSTYRENDE STOFFER I VANNBEHANDLINGSANLEGG</b>	<b>14</b>
5.1 Nedbrytbarhet og vannløselighet	14
5.2 Fjerning av hormonforstyrrende stoffer fra avløpsvann	15
5.3 Fjerning av hormonforstyrrende stoffer fra drikkevann	16
<b>6. REFERANSER</b>	<b>18</b>

---

## Sammendrag

Det er gjennomført en litteraturstudie om kilder for hormonforstyrrende stoffer og effekt av ulike vannbehandlingsprosesser på stoffene. Som utgangspunkt for å kartlegge kilder og renseeffekt er det først gjort en prioritering av hvilke stoffer og produkter som synes aktuelle for en slik kartlegging. Hittil har en identifisert mer enn 50 stoffer/stoffgrupper som har hormonforstyrrende egenskaper. Kun et fåtall av disse kunne kartlegges innenfor denne studiens tids- og kostnadsrammer. Ved prioritering av stoffer og produkter i denne studien er det lagt størst vekt på de stoffer og produkter som de norske myndighetene prioriterer i denne sammenhengen. Dette er i hovedsak stoffer eller stoffgrupper som i ulike tester har vist indikasjoner på hormonliknende effekter og som samtidig er aktuelle i Norge. Utifra dagens kunnskapsstatus mener vi de utvalgte stoffene/stoffgruppene er dekkende for norske forhold.

De prioriterte stoffene/stoffgruppene har vært bisfenol-A og bisfenol-A-forbindelser, ftalater, tributyltinn-forbindelser, nonylfenoler- og nonylfenoletoksilater, og oktylfenoler- og oktylfenol-etoksilater.

De viktigste kildene til disse stoffgruppene er maling og plast. En kartlegging av produkter med disse prioriterte hormonforstyrrende stoffene viste at 5 % av stoffenes totale innhold gikk til privat forbruk, mens resten av stoffene brukes i yrkesmessig sammenheng.

Det er påvist hormonforstyrrende stoffer i avløp fra kommunale norske rensesanlegg. NIVA har sammen med universitetet i Oslo funnet effekter på fisk (økning i vitellogenin) eksponert i fortynnet avløpsvann fra norske rensesanlegg. Studiene viste at østrogenforstyrrende stoffer var tilstede, men forsøkene forteller ikke noe om hvilke stoffer. Dagens vannbehandlingsprosedyrer tar ikke spesielt hensyn til hormonforstyrrende stoffer.

Effekten av ulike vannbehandlingsprosesser på de aktuelle hormonforstyrrende stoffene vil avhenge av stoffenes iboende egenskaper. Særlig er egenskaper som vannløselighet, flyktighet, og nedbrytbarhet viktig. Slike egenskaper er derfor forsøkt kartlagt for de aktuelle stoffene. Stoffene er generelt tungt nedbrytbare. Når de føres inn på avløpsrensanlegg vil de i hovedsak fjernes med slammet. Et fåtall bakterietyper er i stand til å bryte ned nonylfenoletoksilater, men dette tar lang tid. Aktuelle rensemetoder for å fjerne hormonforstyrrende stoffer er kjemisk felling for avløpsvann og kjemisk felling, adsorpsjon eller membranfiltrering for drikkevann.

## Summary

A literature study, with attention to mapping sources and effect of water treatment of hormone interruptive substances, has been worked out. As a basis for mapping of sources and treatment effects, a priority of substances and products actual for this mapping has been done. So far, more than 50 substances/groups of substances have been identified to be hormone interruptive substances. Only a few of these could be examined within the time- and cost limit of this study. The priority of substances and products in this study, has emphasized substances and products prioritized by the Norwegian authorities. These are mainly substances and groups of substances that have indicated hormonlike effects in different tests, and that are relevant in Norway. From today's knowledge, the selection of substances and groups of substances prioritized seems to be adequate for Norwegian conditions.

The prioritized substances/groups of substances have been bisphenol-A and bisphenol-A-compounds, phthalates, tributyltin-compounds, nonylphenols- og nonylphenoethoxylates, and octylphenols- and octylphenol-ethoxylates.

The main sources for these substances are paints and plastics. A mapping of products containing these prioritized hormone interruptive substances showed that 5 % of the total content of the substances were used for private purposes, while the rest were used for occupational purposes.

Hormone interruptive substances are demonstrated in sewage from Norwegian waste water treatment plants. NIVA has together with the University of Oslo detected effects on fish (increase in vitellogenin level) exposed to diluted waste water from Norwegian treatment plants. These studies proved that oestrogenic interruptive substances were present, but the studies did not tell exactly which substances. Today's water treatment procedures do not take particular care of hormone interruptive substances.

The effect of different water treatment processes on these hormone interruptive substances, will depend on the inherent characteristics of the substances. Particularly are water solubility, vapor pressure and degradation potential important properties. Thus such properties are evaluated for the actual substances. These substances are, in general, not easily degradable. When they enter water treatment plants, they will mainly be removed together with the sludge. A few bacteria species are able to biodegrade nonylphenoethoxylates, but this takes a long time. Current treatment methods for eliminating hormone interruptive substances are chemical precipitation for waste water and chemical precipitation, adsorption or membrane filtration for drinking water.

Title: Hormon interruptive substances - sources and water treatment; a literature study.

Year: 1997

Author: Hege E. Hansen and Lars J. Hem

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 82-577-3334-2

---

# 1. Innledning

Hormonforstyrrende miljøgifter er et samlebegrep for miljøgifter som påvirker kjønnsutviklingen samt en rekke andre vitale funksjoner. De representerer industrikjemikalier, andre syntetiske kjemikalier og enkelte metaller som gjerne er persistente, bioakkumulerbare, lett flyktige, fettløselige, og virker ved svært lave doser. Mange av disse kjemikaliene er ikke toksiske, og det har dessverre tatt mange år før man har avdekket virkningen av disse stoffene. Hvis kjemikaliene er tilstede under kritiske stadier av den embryonale utviklingen, fosterutviklingen og i tidlig fase etter fødsel, kan dette forstyrre og/eller ødelegge utviklingen og virkemåten til sentrale fysiologiske systemer som hormonbalansen, immunsystemet, nervesystemet og stoffskifte. Påvirkning på voksne individer er sannsynlig, men effektene kan være vanskeligere å påvise og knytte direkte til eksponering for hormonforstyrrende miljøgifter. Eksempler på effekter som har vært i søkelyset er kreft, spesielt økende forekomst av brystkreft hos kvinner, og nedsatt sædkvalitet hos menn.

Virkemåten til kjemikaliene varierer, men de har en eller flere av de følgende egenskapene (Braaten og Sætre 1995):

- De etterligner virkningen til naturlige hormoner ved å binde til hormonreseptorer.
- De motvirker effekten til disse hormonene ved å blokkere deres interaksjoner med de fysiologiske bindingsstedene.
- De reagerer direkte eller indirekte med de aktuelle hormonene.
- De forandrer den naturlige rekkefølgen i syntese av hormoner, eller
- De forandrer hormonreseptor nivået.

Mønsteret av effekter som er funnet varierer mellom artene og mellom de kjemiske forbindelsene, men fire generelle trekk kan identifiseres (Braaten og Sætre 1995):

- De kjemikalier som er i søkelyset har helt ulik virkning på embryo, foster og på nyfødte i forhold til den virkning de har på voksne individer.
- Effektene blir oftest registrert i avkommet, ikke i det voksne stadiet som påvirkes.
- Den tidsperiode som embryoet/fosteret etc. utsettes for eksponering er helt avgjørende for graden av påvirkning og den framtidige skjebne.
- Selv om kritisk eksponering skjer under den embryonale utviklingen, er det ikke sikkert at skadene kommer til syne før organismen når voksen alder.

Dersom ikke den miljømessige mengden av syntetiske hormonforstyrrende stoffer avtar og kommer under kontroll, er det mulig at storskala avvik kan oppstå i befolkningen. Omfanget av mulige trusler mot dyreliv og mennesker er stort på grunn av sannsynligheten for gjentatte og/eller konstante eksponeringer til tallrike syntetiske hormonforstyrrende kjemikalier (Braaten og Sætre 1995).

For å forhindre fremtidige miljøproblemer er det viktig å kartlegge effektene av de ulike miljøgiftene, men det er også nødvendig å begrense utslipp og spredning til miljøet. Kartlegging av bruk og derav kilder gir et bedre grunnlag for å vurdere hvor tiltak bør settes inn.

Tiltak vil kunne være utfasing av produkter og kjemiske stoffer og/eller rensetekniske tiltak der miljøgiftene separeres vekk og/eller brytes ned.



## 2. Utvelgelse av stoffer

Som et utgangspunkt for kartlegging av ulike kilder for hormonforstyrrende stoffer er det forsøkt satt opp en liste over stoffer det er aktuelt å undersøke nærmere. Det finnes imidlertid ingen "offisiell" liste man er enig om dekker de aktuelle stoffer. Dette har sammenheng med at kunnskapen om hormonforstyrrende stoffer er relativt begrenset og at man har ulike definisjoner på hvilke stoffer som skal defineres som hormonforstyrrende.

Som et utgangspunkt bør man ikke begrense seg kun til stoffer man vet med sikkerhet er hormonforstyrrende. Man bør også inkludere stoffer med skadelige virkninger på reproduksjon generelt, da man ikke alltid med sikkerhet kan avgjøre om dette skyldes hormoneffekt.

Stoffgruppene eller enkeltstoffene som er vurdert i denne kildekartleggingen er gitt i Tabell 1. Det er særlig lagt vekt på de fem uthevede stoffgruppene, da disse tidligere har vært prioritert av norske myndigheter i sammenheng med kartlegging av bruksmengder av stoffer med mulige hormonliknende effekter i Norge.

**Tabell 1.** Stoffgruppene/enkeltstoffene som er vurdert i denne kildekartleggingen.

<b>Stoffgruppe/stoff</b>	<b>Kommentar</b>
<b>Bisfenol-A og bisfenol-A-forbindelser</b>	
<b>Ftalater</b>	
Tinnorganiske-forbindelser	
<b>Tributyltinn-forbindelser</b>	
Pentylfenol	
Heksyfenol	
Heptylfenol	
<b>Oktylfenoler- og oktylfenoletoksilater</b>	
<b>Nonylfenoler- og nonylfenoletoksilater</b>	
Pesticider (Lindan)	
Kadmium	
Kobber	
Nikkel	
Bly	
Kvikksølv	
Fluor	
Arsen	
Krom	
Dioksiner	Ikke vurdert,- nedbrytningsprodukt, utslippsregulering
PAH	
PBBs	
PCBs	Ikke vurdert,- forbudt utifra andre effekter
PCP (pentaklorfenol)	
DDT	Ikke vurdert,- forbudt utifra andre effekter
Triklorbenzen	
Heksaklorbenzen	
Klorerte alkylbenzener	
Tetrakloreten	
Tetraklormetan	
Bromerte flammeretardenter (PBB og PBDO)	
Klorerte parafiner	
Styrener	

For å komme fram til utvelgelsen av hvilke stoffgrupper eller enkeltstoffene som skulle ligge til grunn for denne kildekartleggingen (Tabell 1) er det tatt utgangspunkt i tre ulike stofflister:

1. "Norske myndigheters liste" (Mosland et al. 1996)
2. Colborn et.al 1993 (Braaten og Sætre 1995, Colborn et el. 1993)
3. Datarapport for miljøgifter i Norge (Braaten og Sætre 1995, Beck og Jaques 1993)

De norske myndigheter utgjør i denne sammenheng:

- SFT (Statens forurensningstilsyn)  
 SNT (Statens næringsmiddelstilsyn)  
 AT (Direktoratet for arbeidstilsynet)  
 SL (Statens landbrukstilsyn)

De tre stofflistene det er tatt utgangspunkt i er i liten grad overlappende.

De "norske myndigheters liste" dekker 5 stoffgrupper med ialt 90 stoffer:

- Bisfenol-A og bisfenol-A-forbindelser
- Ftalater
- Tributyltinn-forbindelser
- Nonylfenoler- og nonylfenoletoksilater
- Oktylfenoler- og oktylfoletoksilater

Stoffgruppene ble valgt ut av myndighetene fordi de i ulike tester har vist indikasjoner på hormonliknende effekter. Disse stoffgruppene ble lagt til grunn ved kartleggingen av hvor store mengder av enkelte mulige hormonliknende stoffer som finnes i Norge og i hvilke typer produkter de finnes, utført av Teknologisk institutt og Produktregisteret i 1996, med mengdedata fra 1995 (Mosland et al. 1996). Andre stoffer mistenkt for å ha hormonliknende effekter ble utelatt i denne kartleggingen fordi bruken av dem er forbudt utfra andre effekter (PCB og DDT), eller at stoffet ikke er brukt i produkter, men dannes som biprodukter i visse industrielle prosesser (dioksiner) der utslippene er regulert. Andre stoffer, f.eks. enkelte typer virksomme stoffer i plantevernmidler ble utelatt fordi man har god oversikt over bruken av dem, og følger utviklingen.

**Colborn et al. (1993)** har i sin liste med ulike plantevernmidler, samt 10 industrikjemikalier som er rapportert å ha skadelige virkninger på reproduksjon og hormonregulering. Av disse 10 industrikjemikalier er kun oktylfenol, nonylfenol og ftalater felles med de "norske myndigheters liste".

"**Datarapport for miljøgifter i Norge**" har med stoffer som er rapportert å gi forstyrrelser/skader på reproduksjon. 11 av de 24 stoffene er felles med "Colborn et al.s liste". Disse 11 stoffer er gitt i Tabell 2.

**Tabell 2.** Felles stoffer i "Datarapport for miljøgifter i Norge" og "Colborn et al.s liste".

Kadmium	Kvikksølv
Lindan	Dioksiner
Pentaklorfenol	PCB (Aroclor 1254)
Bromerte flammeretardenter (PBDO)	Tinnorganiske forbindelser
Nonylfoletoksilater	DDT
Heksaklorbenzen	

Tinnorganiske forbindelser (tributyltinn) og nonylfoletoksilater er felles for de "norske myndigheters liste" og "Datarapport for miljøgifter i Norge".

Kjemikaliebruken vil stadig være i endring. Det vil alltid være en usikkerhet om bruksvolum av et stoff vil øke eller avta, eller om stoffet utfases helt fra markedet. I tillegg vil kjemikalier kunne endre bruksområde. Det er sannsynligvis mest fruktbart å prioritere å øke kunnskapen om stoffer som, i alle fall i en viss tid framover, vil være i bruk i Norge. Det antas for eksempel at en del av plantevernmidlene på Colborn et al.s liste ikke er i bruk i Norge. Det synes derfor ikke riktig å prioritere disse.

Videre kan det diskuteres om man vil prioritere stoffer etter "farlighetsgrad" eller bruksvolum.

Blant stoffene som inngår på de "norske myndighetenes liste" brukes 5 % av stoffenes totale mengder i produkter som går til privat forbruk, mens 95 % er å finne i produkter som brukes i yrkesmessig sammenheng. Selv om dette skulle tilsi at stoffer til bruk i yrkesmessig sammenheng burde prioriteres,

kan det være at stoffer til privat forbruk kan utgjøre en større fare, og av den grunn bør prioriteres først. Dette kan for eksempel begrunnes med bedre vernetiltak og håndtering av stoffer i yrkesmessig sammenheng enn ved privat bruk.

I SFT rapport 96:21 (Mosland et al. 1996) henvises det til en konklusjon som kom frem på et fagseminar arrangert av Folkehelse i 1995: "For de kjemikalierne en har best kunnskap om synes eksponeringen i Norge så liten og den hormonliknende virkning så svak, at slike effekter ikke kan forventes å utløses hos den generelle befolkningen. I yrkesmessig sammenheng kan man unngå uønsket eksponering ved bruk av verneutstyr".

### 3. Produktgrupper og mengder

Blant stoffene som inngår på de "norske myndighetenes liste" brukes 5 % av stoffenes totale mengder i produkter som går til privat forbruk, mens 95 % er å finne i produkter som brukes i yrkesmessig sammenheng.

En sammenligning av de fem stoffgruppene på de "norske myndighetenes liste" viser at **ftalaterne** utgjør den desidert største mengden, både i privat og yrkesmessig sammenheng (Tabell 3).

**Tabell 3.** Prosentvis fordeling av de ulike stoffgruppene i privat og yrkesmessig bruk (1995) (Mosland et al. 1996).

	<u>Privat</u>	<u>Yrkesmessig</u>
Ftalater	( <b>69</b> %)	( <b>64</b> %)
Alkylfenoler og alkylfenoletoksilater	( 13 %)	( 8 %)
Bisfenol-A-forbindelser	( 13 %)	( <b>27</b> %)
Tributyltinnforbindelser	( 5 %)	( 1 %)

Tabell 4 viser eksempler på produkter som inneholder hormonliknende stoffer og mengde i de ulike produktene.

**Tabell 4.** Eksempler på produkter der de hormonliknende stoffene inngår og antall tonn av stoffet produktet bidrar med (Mosland et al. 1996).

<u>Produkter</u>	<u>Antall tonn</u>	<u>Stoff</u>
Maling, herav Epoxyprod. Bunnstoff	1400 (av de kartlagte stoffene ca. 70 % ca. 10 %)	Ftalater, Bisfenol-A-forb., tributyltinn
Plast	Tilsv. maling	Ftalater
Rengjøringsmidler	90	Nonylfenoletoksilater
Bilpleieprodukter	90	Nonylfenoletoksilater
Fugefrie gulvbelegg	90	Bisfenol-A-forb.
Lim	50	Bisfenol-A-forb.
Tetningsmidler	17	Ftalater
Plantevernmidler	7	Nonylfenoletoksilater

**Maling og plast** er de produktgruppene som bidrar med de største mengdene mulige hormonliknende stoffer i produkter beregnet til privat forbruk. Av de undersøkte stoffgrupper utgjør **ftalater** den største stoffgruppen til privat forbruk. Det er rapportert at en rekke ulike plastprodukter kan inneholde ftalater. Når det gjelder plastemballasje til matvarer beregnet til privat forbruk inneholder disse ingen eller meget små mengder ftalater. For malingprodukter er det bisfenol-A-forbindelser, tributyltinnforbindelser og nonylfenoletoksilater som bidrar med de store mengdene. Disse stoffene benyttes i henholdsvis epoksyprodukter, løsemiddelbasert eksteriørmalinger og -beiser samt diverse malinger. Tributyltinn er i Tyskland oppgitt å i hovedsak stamme fra begroingshindrende maling, og i noe mindre grad fra annen overflatebehandling (Becker und Bringezu 1992). Tributyltinnforbindelser som er brukt i enkelte eksteriørmalinger og -beiser rapporteres å skulle bli utfaset i 1996. De største norske malingprodusentene arbeider med å fase ut nonylfenoletoksilater i sine produkter innen år 2000.

**Maling og plast** er de desidert største produktgruppene både med hensyn til antall produkter og total mengde av de mulige hormonliknende stoffer i produkter beregnet til yrkesmessig bruk. Av de undersøkte stoffgrupper utgjør **ftalater** og **bisfenol-A-forbindelser** de største stoffgruppene.

## 4. Egenskaper for noen utvalgte stoffgrupper

### 4.1 Bisfenol-A og Bisfenol-A-forbindelser

Bisfenol-A har vist østrogenliknende effekt i enkelte dyrestudier (Bond et al. 1980 referert i Mosland et al. 1996) og i cellekulturer (Krishnan et al. 1993 referert i Mosland et al. 1996). Grundige vurderinger må utføres før det kan avgjøres om stoffet skal klassifiseres for reproduksjonsskadelige egenskaper. En del bisfenol-A-forbindelser skal i følge Forskrift om stoffliste (Statens forurensningstilsyn 1991) merkes irriterende og allergifremkallende, og dermed deklarerer til Produktregisteret. Utfra gjeldende kriterier vil bisfenol-A kunne miljøklassifiseres som giftig for vannlevende organismer og forårsake uønskede langtidsvirkninger i miljøet. Stoffet er tungt nedbrytbart.

### 4.2 Ftalater

Benzylbutylftalat (BBP) og dibutylftalat (DBP) har vist østrogenliknende effekt i cellekultur (Price et al. 1990 og Ema et al. 1995 referert i Mosland et al. 1996). En vurdering av BBPs helseeffekter er under arbeid. Det er foreløpig ikke konkludert om stoffet bør klassifiseres som reproduksjonsskadelig. Reproduksjonsskader i egnede studier betyr ikke nødvendigvis at stoffet har hormonliknende effekt. DBP er også blant de stoffene som en ønsker å få vurdert grundig med hensyn på reproduksjonseffekter.

Dietylheksylftalat (DEHP) har ikke vist østrogenliknende effekt i cellekultur. DEHP er et stoff som er under utredning i EUs system for eksisterende kjemikalier med sikte på å få fram en fullstendig risikovurdering.

Di-n-oktylftalat (DNOP) er for tiden oppe til vurdering for eventuelle reproduksjonsskadelige effekter. Foreløpig konklusjon tyder på at DNOP ikke skal klassifiseres hverken for nedsatt fruktbarhet eller fosterskadelige effekter.

Det er ikke funnet data om reproduksjonsskader av diisodekylftalat (DIDP) (Kemi rapport 12/94 referert i Mosland et al. 1996).

Diisononylftalat (DINP) har vært forsøkt vurdert, men på grunn av mangel på data er det ikke mulig å klassifisere stoffet.

De fleste mest brukte ftalatene har høy til moderat akutt giftighet for vannlevende organismer. Flere av forbindelsene er i tillegg kronisk giftige, de har blant annet reproduksjonsskadelige effekter på små krepsdyr. De fleste bioakkumulerer. Enkelte ftalater er lite nedbrytbare, mens andre er lett nedbrytbare. Utfra foreliggende data vil benzylbutylftalat (BBP) kunne miljøfaremerkes som akutt giftig og potensielt bioakkumulerende. Det finnes ikke nok miljødata for de andre ftalatene til å vurdere om de tilfredsstillende gjeldende kriterier for merking som miljøskadelige. Det arbeides med å skaffe bedre data om effekter og forekomst i miljøet.

### **4.3 Tributyltinn-forbindelser**

Tributyltinn (TBT) er vurdert å tilfredsstillende kriteriene for klassifisering som akutt giftig for mennesker, og produkter som inneholder TBT er derfor merkepliktige etter forskrift om helsefaremerking. Produkter som inneholder 0,25 % - 1 % TBT skal merkes helseskadelig. Er innholdet 1 % eller mer skal produktet merkes giftig. Det er ikke dokumentasjonsgrunnlag som tilsier at TBT-holdige produkter skal være merket som reproduksjonsskadelige for mennesker.

Tributyltinn er tungt nedbrytbart og kan akkumuleres til betydelige konsentrasjoner særlig i muslinger og snegl, men oppkonsentreres sannsynligvis ikke gjennom næringskjeden. Tinnorganiske forbindelser har ekstremt høy giftighet overfor marine organismer, spesielt enkelte muslinger og snegl. Skaden hos purpursneglen er den som er mest kjent og som benyttes som "indikator" for eksponering for TBT. Det utvikles mannlige kjønnsorgan hos hunnsneglene, noe som skyldes hormonforstyrrelser. Mekanismen er for denne effekten ikke fullt ut kjent, men er ikke en østrogen-effekt. Det er påvist imposex hos purpursnegl langs hele norskekysten (Berge et al. 1997 og Walday et al. 1997).

For tributyltinn er fotolyse ingen vesentlig mekanisme for nedbrytning (NN 1994).

### **4.4 Alkylfenoler og alkylfenoletoksilater**

Nonylfenol og oktylfenol har i dyreforsøk og cellekulturer vist østrogenliknende effekt (Soto et al. 1991 og White et al. 1994 referert i Mosland et al. 1996). Nonylfenol er under vurdering for helsefareklassifisering. Foreløpig konklusjon tyder på at stoffgruppen ikke tilfredsstillende kriteriene for reproduksjonsskadelig. Stoffene er sterkt irriterende.

Alkylfenoletoksilatene viser i laboratorietester resultater som knytter dem opp mot østrogene effekter. I tillegg til mulig østrogen effekt er denne stoffgruppen også vurdert som akutt giftige i vannmiljø, de er tungt nedbrytbare og de kan akkumuleres i organismer. Dette gjør at de regnes som miljøskadelige og uønsket i miljøet. Det er funnet effekter i miljøet og i laboratorietester som til sammen kan tyde på at høye nivåer i miljøet kan gi kjønnsforstyrrelse hos fisk. Et SFT-NIVA prosjekt viste at 4-nonylfenol kan ha østrogenvirkning på laks og torsk, da mengden av det østrogenregulerte proteinet vitellogenin økte dramatisk etter injeksjon av 4-nonylfenol (Hylland 1997).

Nonylfenol kan nedbrytes fotokjemisk. Det er målt halveringstider på 10-15 dager for nonylfenol i klarvær i overflaten på vann, mens halveringstiden øker sterkt ved redusert innstråling på grunn av skyer eller ved større vanddyp (Ahel et al. 1994b).

## 5. Fjerning av hormonforstyrrende stoffer i vannbehandlingsanlegg

### 5.1 Nedbrytbarhet og vannløselighet

For å vurdere rensmuligheter og renses effekter for stoffer er det særlig egenskaper som evne til nedbrytbarhet og stoffenes vannløselighetsevne som er av spesiell interesse.

En oppsummering av egenskaper til noen av de utvalgte stoffgrupper fra Tabell 1 er gitt i Tabell 5.

**Tabell 5.** Egenskaper for noen av de utvalgte stoffgrupper

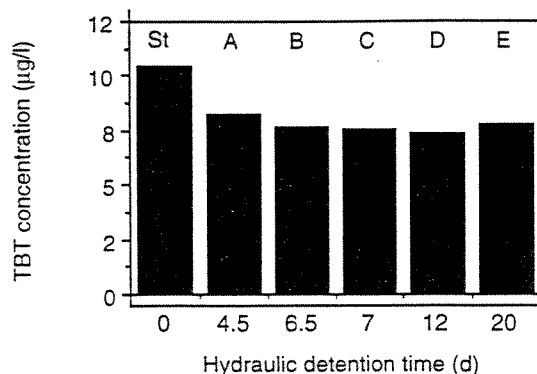
Stoffgruppe	Nedbrytbarhet	Vannløselighet Sw/ Flyktighet (damptrykk) VP (ENVIRON 1997)
Bisfenol-A og Bisfenol-forbindelser	Tungt nedbrytbare	
2,2'-Bis(p-(2,3-epoksypropoksy)fenyl)-propan		Sw = 250 mg/l
Bisfenol A (=4,4'-(1-metyletylden)bisfenol		Sw = 120 mg/l V.P. = $5,3 \times 10^{-6}$ Pa
Ftalater	Enkelte lite nedbrytbare, andre lett nedbrytbare	
Benzylbutylftalat (BBP)		Sw = 2,69 mg/l V.P. = 0,0011 Pa
Di-n-oktylftalat (DNOP)		Sw = 3,0 mg/l
Diisononylftalat (DINP)		Sw = 0,2 mg/l V.P. = 0,000072 Pa
Tributyltinnforbindelser	Tungt nedbrytbare	
Tributyltinnoksid		V.P. = 0,001 Pa
Oktylfenoler- og oktylfenoletoksilater	Tungt nedbrytbare	
4-(1,1,3,3-Tetrametyl-butyl)-fenol		Sw = 0,2150 mg/l V.P. = 0,3 Pa
Nonylfenoler- og nonylfenoletoksilater	Tungt nedbrytbare	
Nonylfenol		Sw = 3000 mg/l V.P. = 10 Pa

De hormonforstyrrende stoffene er stort sett tungt nedbrytbare, noe som tilsier at rensetekniske løsninger bør søkes blant fysisk-kjemiske prosesser som kjemisk felling, membranfiltrering og adsorpsjon. Hvor hydrofile eller hydrofobe stoffene er varierer, slik at det ikke er mulig å generalisere med hensyn på hvor lett stoffene fjernes med fysisk/kjemiske rensemetoder.

## 5.2 Fjerning av hormonforstyrrende stoffer fra avløpsvann

De fleste referansene knyttet til fjerning av hormonforstyrrende stoffer gjelder fjerning av nonylfenol, nonylfenoletoksilat og tributyltinn fra kommunalt avløpsvann.

Tributyltinn er primært knyttet til partikulært suspendert materiale (Fent 1996). Tributyltinn vil derfor følge slamfasen i forsedimenteringen. Hverken aerob eller anaerob nedbrytning av slammene har medført noen vesentlig reduksjon i nivået av tributyltinn, noe som fremgår av Figur 1.



**Figur 1.** Reduksjon av tributyltinn (TBT) (volumetrisk konsentrasjon) ved ulike slambehandlinger. St=lagring, A=aerob termofil (60-65°C), B=anaerob termofil (55°C), C, D, E=anaerob mesofil (35°C). (Fent 1996).

Nonylfenoletoksilater vil i stor grad akkumuleres i slam fra avløpsrensaneanlegg (Frassinetti et al. 1996), noe som innebærer at partikkelseparasjon er en vesentlig mekanisme for reduksjon av disse stoffene i avløpsvann.

Salanitro et al. (1988) viste at aktiv-slam kan akklimatiseres til både å tåle og bryte ned nonylfenoletoksilater ved moderate konsentrasjoner (10-40 mg/l). Konsentrasjoner på 80-100 mg/l ga redusert nedbrytning, dårligere slamkvalitet (disperse bakterier og løse fnokker) og tap av organisk materiale i avløp. Alkoholetoksilater ga ingen tilsvarende problemer. Toksisiteten før og etter aktiv-slam-anlegget er vist i Tabell 6, og resultatene indikerer en mer komplett nedbrytning av alkoholetoksilat enn av nonylfenoletoksilat.

**Tabell 6.** Toksisitet av surfaktanter og av vannet etter behandling i aktiv-slam-anlegg (Salanitro et al. 1988).

Compound	Acute Toxicity <sup>a)</sup>				
	Ethoxylate (mg/l)			Effluent <sup>b)</sup> (%)	
	Microtox	<i>Daphnia</i>	Fathead Minnow	<i>Daphnia</i>	Fathead Minnow
None (Control)	-	-	-	82.7	>100
AE	2.6	0.76	0.48	>100	>100
NPE	60.6	2.87	1.62	14.7	7.3

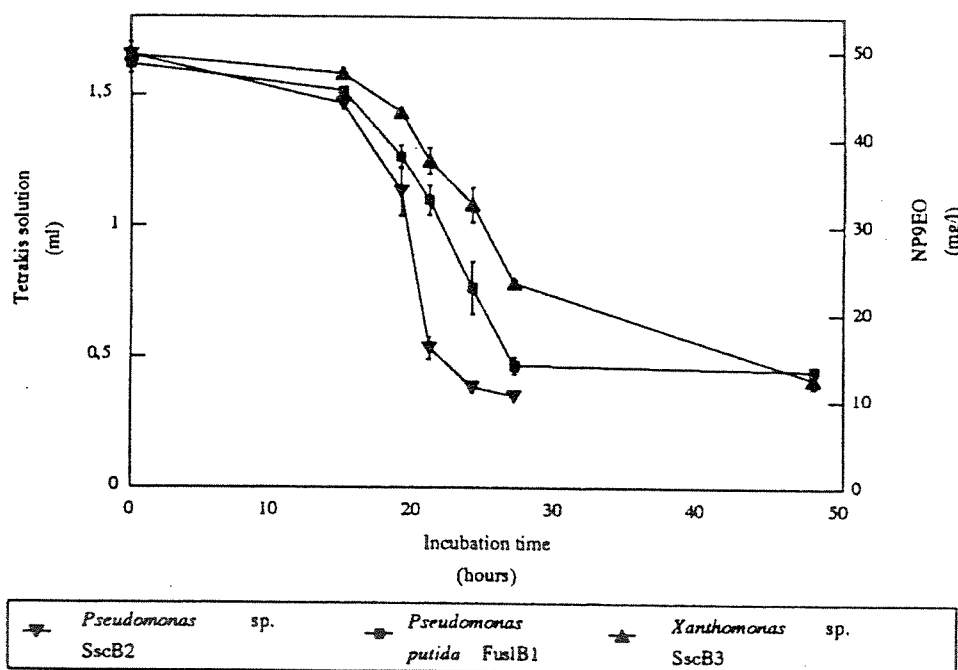
<sup>a)</sup> EC-50, effective concentration resulting in apparent immobilization or death to 50% of the test organisms in 48 hrs (*Daphnia*) or 96 hrs (fish).

<sup>b)</sup> After 30 days of feeding 100 mg/l surfactant in biotreater waste.



Ahel et al. (1994a) fant at ved konvensjonell mekanisk-biologisk rensing ble 30-35 % av langkjedete nonylfenoletoksilater brutt ned til nonylfenol og kortkjedete nonylfenoletoksilater.

Det er identifisert et fåtall spesifikke mikroorganismer som kan bryte ned nonylfenoletoksilater (NPEO). Blant disse er *Pseudomonas* SscB2, *Pseudomonas putida* FuslB1 og *Xanthomonas* SscB3. Frassinetti et al. (1996) studerte nedbrytning av NP9EO ved bruk av de tre nevnte bakterietyper, og fant at ca. 80 % reduksjon kunne oppnås etter en inkubasjonstid på 30-50 dager.



**Figur 2.** Nedbrytning av NP9EO ved bruk av tre spesifikke bakterietyper (ved 28°C) (Frassinetti et al. 1996).

En vesentlig mangel ved mange av de undersøkelene som er omtalt i litteraturen er at nedbrytningsproduktene av hormonforstyrrende stoffer er tillagt for liten vekt. Nedbrytning av langkjedete nonylfenoletoksilater til kortkjedete behøver ikke nødvendigvis bare være positivt.

### 5.3 Fjerning av hormonforstyrrende stoffer fra drikkevann

Nonylfenol som slippes ut med avløpsvann kan i enkelte tilfeller nå drikkevannsforsyningen. Water Research Centre gjennomførte på midten av 90-tallet en rekke analyser av nonylfenoler i drikkevann i Storbritannia, uten at stoffet kunne påvises der (Young 1997). Selv om nonylfenolene ikke ble påvist ved disse analysene, kan likevel problemstillingen med overføring av hormonforstyrrende stoffer til drikkevann være relevant ved flere vannverk, også i Norge.

Sundaram og Szeto (1981) viste at nonylfenol som ble tilsatt flasker som skulle simulere forhold i elver og sjøer hadde en halveringstid på 2,5 dager i åpne flasker og 16 dager i lukkede flasker. Med sedimenter tilstede var nonylfenol kun tilstede i disse og ikke i vannet etter 10 dager, og 80 % av nonylfenol var nedbrutt etter 71 dager. Dette indikerer at de relativt hydrofobe egenskapene til nonylfenol er en mulig årsak til at Young (1997) ikke fant stoffet i drikkevann.

Angaji og Varma (1988) viste at nonylfenol kan adsorberes på et cellulosebasert polymerisert resin. 99,5 % av nonylfenol ble fjernet fra vannet.

Nonylfenoletoksilatens molvekt tilsier at de bør kunne fjernes fra vannet ved nanofiltrering. Hvilke molvekts-cut-off som er nødvendig er noe som gjenstår å klarlegge.

## 6. Referanser

- Ahel, M., Giger, W. and Koch, M. (1994a). Behaviour of alkylphenol polyethoxylate surfactants in the aquatic environment I; occurrence and transformation sewage treatment. *Wat. Res.*: 28: 5:1131-1142.
- Ahel, M., Scully, F. E., Jr., Hoigné, J. and Giger, W. (1994b): Photochemical degradation of nonylphenol and nonylphenol polyethoxylates in natural waters. *Chemosphere*: 28: 7: 1361-1368.
- Angaji, M. T. and Varma, M. M. (1988): Conversion of cellulosic waste to polymeric adsorbent resin for water contaminants removal. *Journ. Environmental Systems*: 18: 2: 153-158.
- Beck, P.Å. and Jaques, R. (1993): Datarapport for miljøgifter i Norge. SFT Nr. 93:23, TA-986/1993, ISBN- 82-7655-154-8, 313 pp.
- Becker, E. C. und Bringezu, S. (1992): Belastung von Binnengewässern durch biozide Organozinnverbindungen - Immisionen, Wirkungen, Qualitätsziele, Anwendungsverbote. *Z. Wasser - Abwasser - Forsch.*: 25:40-46.
- Berge, J.A., Berglind, L., Brevik, E.M., Følsvik, N., Green, N., Knutzen, J, Konieczny, R. & M. Walday. (1997): Levels and environmental effects of TBT in marine organisms and sediments from the Norwegian coast. A summary report. Norwegian Institute for Water Research (NIVA), report No. O-97016. Serial No. 3656-97. 36 pp.
- Braaten, B.og Sætre, T. (1995): Hormonforstyrrende stoffer i miljøet. En oversikt over kunnskapsstatus. NIVA Lnr. 3254. ISBN 82-577-2763-6, 41 pp.
- Colborn, T., Vom Saal, F.S.and Soto, A.M. (1993): Development effects of endocrine-disrupting chemicals in wildlife and humans, *Environmental Health Perspectives*: 102: 378-384.
- ENVIRON database (1997). Nordbase 2. Classification and Labelling of Substances Dangerous to the Environment. Nordic Council of Ministers, Copenhagen. TemaNord 1995:581 (Lander, L. and Pedersen, F. Water Quality Inst.).
- Fent, K. (1996): Organotin compounds in municipal wastewater and sewage sludge, fate in treatment process and ecotoxicological consequences. *The Science of the Total Environment*: 185: 151-159.
- Frassinetti, S., Isoppo, A., Corti, A. and Vallini, G. (1996): Bacterial attack of non-ionic aromatic surfactants; comparison of degradative capabilities of new isolates from nonylphenol polyethoxylate polluted wastewaters. *Environmental Technology*: 17: 199-213.
- Hylland, K. (1997): Personlig meddelelse.
- Mosland, A.B., Kraft, J., Follestad, M.og Eskøy, R. (1996): Kartlegging av stoffer med mulige hormonliknende effekter. SFT rapport 96:21, TA-nummer 1376/1996, ISBN-nr. 82-7655-014-2, 73 pp.+ vedlegg.

- N.N. (1994): Tributyltin oxide (Bis-(tri-n-butyltin)-oxide). Beratergremium-fuer-umveltrelevante-Altstoffe (BUA): 36: 90
- Salanitro, J. P., Langston, G. C., Dorn, P. B. and Kravetz, L. (1988). Activated sludge treatment of ethoxylate surfactants at high industrial use concentrations. *Wat. Sci. Tech.*: 20: 11/12: 125-130.
- Statens forurensningstilsyn (1991): Forskrift om stoffliste til forskrifter om helsefare-, brannfare- og eksplosjonsfaremerking. ISBN 82-07-00961-6.
- Sundaram, K. M. S. and Szeto, S. (1981): The dissipation of nonylphenol in stream and pond water under simulated field conditions. *Journ. Environ. Sci. Health*: 16: 6: 767-776.
- Walday, M., Berge, J.A. & N. Følsvik. (1997): Imposex og nivåer av organotinn hos populasjoner av purpursnegl (*Nucella lapillus*) i Norge. NIVA-rapport 3665-97. Statlig program for forurensningsovervåking, rapport 694/97. TA-nr. 1444/1997. 28s.
- Young, W. (1997): Personlig meddelelse. Water Research Centre, UK.

# **VEDLEGG**

## **STOFFFLISTER:**

Vedlegg 1: "Norske Myndigheters liste"

Vedlegg 2: "Colborn et al.s liste"

Vedlegg 3: "Datarapport for miljøgifter i Norge"

**B: STOFFLISTENE****B1 Bisfenol-A og bisfenol-A-forbindelser**

nr	CAS nr	Kjemisk navn
1	1675-54-3	2,2'-Bis(p-(2,3-epoksypropoksy)fenyl)-propan
2	25036-25-3	4,4'-(1-Metyletyliden)bis fenol-, polymer med 2,2'-((1-Etyletyliden)bis(4,1-fenylen oksymetylen))bis(oksiran)
3	25068-38-6	Bisfenol-A-epiklorhydrin kopolymer
4	25085-75-0	Formaldehyd, polymer med 4,4'-(1-Metylethyliden)-bis(fenol)
5	25085-99-8	Bisfenol-A-diglycidyleter polymer (mw < 700)
6	36425-15-7	Bisfenol-A, epiklorhydrin og metakrylsyre polymer
7	66070-77-7	Fettsyrer, dehydrert Castor olje polymer med bisfenol-A og epiklorhydrin
8	93572-41-9	Linfrøolje, reaksjonsprodukt med 1-((2-((2-Aminetyl)amin)etyl)amin)-3-fenoksy-2-propanol, bisfenol-A-diglycidyleter, formaldehyd og pentaetylenheksamin
9	98824-88-5	Epiklorhydrin-bisfenol A/F, reaksjonsprodukt, blandet med langkjedet C <sub>12</sub> -C <sub>14</sub> alifatisk monofunksjonell reaktiv fortynner (=DER 353)
10	105839-18-7	Fettsyrer, C <sub>16</sub> og C <sub>18</sub> umettet, polymerisert med bisfenol-A, butylglycidyleter, epiklorhydrin og 1AN,N'-bis(2-aminoetyl)etan-1,2-diamin
11		kresol-bisfenol-A formaldehyd polymer
11a	80-05-7	Bisfenol A (= 4,4'-(1-metyletyliden)bisfenol

**B2 Ftalater**

nr	CAS nr	Kjemisk navn
12	85-68-7	Benzylbutylftalat (BBP)
13	84-74-2	Dibutylftalat (DBP)
14	117-81-7	Dietylheksylftalat (DEHP)
15	117-84-0	Di-n-oktylftalat (DNOP)
16	26761-40-0	Diisodekylftalat (DIDP)
17	68515-49-1	Diisodekylftalat (DIDP)
18	28553-12-0	Diisononylftalat (DINP)

"NORSKE MYNDIGHETERS LISTE" fortsatt (Mosland et al. 1996)

**B3 Tributyltinn-forbindelser**

nr	CAS nr	Kjemisk navn
19	56-35-9	Tributyltinnoksid
20	688-73-3	Tributyltinn
21	1983-10-4	Tributyltinnfluorid
22	2155-70-6	Tributyltinnmetakrylat
23	3090-35-5	Tributyltinnoleat
24	4342-30-7	Tributyltinnsalisylat
25	4342-36-3	Tributyltinnbensoat
26	4782-29-0	Tributyltinnftalat (eventuelt: Stannan, (1,2-fenylenbis(karbyloksi)bis(tributyl-))
27	24124-25-2	Tributyltinnlinoleat
28	26239-64-5	Tributyltinnabietat
29	26354-18-7	Tributyltinnmetakrylat - metylmetakrylat
30	36631-23-9	Tributyltinnaftalat
31	85409-17-2	Tributyltinnaftenat = Tributyl stannan, mono(naftenoyloksi)deriv.
32		Tributyltinnkarboksilat
33		Metakrylsyre/Metylmakrylat/ Metoksyetylakrylat (Tributyltinnoksid, kopolymer) (angi % Tributyltinnoksid)
34		Tributyltinnpolyetoksilat

"NORSKE MYNDIGHETERS LISTE" fortsatt (Mosland et al. 1996).

**B4 Nonylfenoler og nonylfenoletoksilater**

nr	CAS nr	Kjemisk navn
35	104-40-5	p-Nonylfenol
36	2717-05-5	Heptaoksatrikosan-1-ol, 23-(nonylfenoksy)3,6,9,12,15,18,21-nonylfenolmonoetoksilat
37	fjernet	
38	9014-90-8	Poly(oksy-1,2-etandiyl), $\alpha$ -sulfo- $\omega$ -(nonylfenoksy)-, natrium salt
39	9016-45-9	Poly(oksy-1,2-etandiyl), $\alpha$ -(nonylfenyl)- $\omega$ -hydroksey-
40	9040-65-7	Formaldehyd, polymer med nonylfenol
41	fjernet	
42	25154-52-3	Nonylfenol
43	26027-38-3	Poly(oksy-1,2-etandiyl), $\alpha$ -(4-nonylfenyl)- $\omega$ -hydroksey-
44	27986-36-3	Nonylfenolmonoetoksilat, (eventuelt etanol, 2-(nonylfenoksy)-)
45	37205-87-1	Poly(oksy-1,2-etandiyl), $\alpha$ -(isononylfenyl)- $\omega$ -hydroksey-
46	51811-79-1	Poly(oksy-1,2-etandiyl), $\alpha$ -(nonylfenyl)- $\omega$ -hydroksey, fosfat
47	68412-54-4	Poly(oksy-1,2-etandiyl), $\alpha$ -(nonylfenyl)- $\omega$ -hydroksey-, forgrenet
48	68891-21-4	Poly(oksy-1,2-etandiyl), $\alpha$ -(dinonylfenyl)- $\omega$ -hydroksey-forgrenet
49	109909-39-9	Poly(oksy-1,2-etandiyl), $\alpha$ -sulfo- $\omega$ (2,4,6-tris(1-metylpropyl)fenoksy)-, natrium salt
50		Maleinsyreanhydrid, monoester med etoksilert nonylfenol, nøytralisert med reaksjonsprodukt fra tallolje fettsyre og dipropylentriamin
51		Nonylfenoletoksilat med EO < 9
52		Nonylfenoletoksilat 9 < EO < 19
53		Nonylfenoletoksilat med EO > 19
54		Nonylfenoletylenoksidfosfat
54a		Nonylfenoletoksilater
54b		Nonylfenoler



"NORSKE MYNDIGHETERS LISTE" fortsatt (Mosland et al. 1996)

**B5 Oktylfenoler og oktylfenoletoksilater**

nr	CAS nr	Kjemisk navn
55	140-66-9	4-(1,1,3,3-Tetrametyl-butyl)-fenol
56	949-13-3	2-Oktylfenol
57	1331-54-0	(2-Etylheksyl)-fenol
58	1806-26-4	4-Oktylfenol
59	1818-08-2	4-(1-Metylheptyl)-fenol
60	3307-00-4	4-(1-Etylheksyl)-fenol
61	3307-01-5	4-(1-Propylpentyl)-fenol
62	3884-95-5	2-(1,1,3,3-Tetrametyl-butyl)-fenol
63	11081-15-5	Isooktylfenol
64	17404-44-3	2-(1-Etylheksyl)-fenol
65	18626-98-7	2-(1-Metylheptyl)-fenol
66	26401-75-2	2-sek-Oktylfenol
67	27013-89-4	4-Isooktylfenol
68	27193-28-8	(1,1,3,3-Tetrametylbutyl)-fenol
69	27214-47-7	4-sek-Oktylfenol
70	27985-70-2	(1-Metylheptyl)-fenol
71	37631-10-0	2-(1-Propylpentyl)-fenol
72	67554-50-1	Oktylfenol
73	93891-78-2	sek-Oktylfenol
74	1322-97-0	2-(Oktylfenoksy)-etanol
75	9002-93-1	Poly(oksy-1,2-etandiyl), $\alpha$ -(4-(1,1,3,3,-tetrametyl-butyl)fenyl)- $\omega$ -hydroksy
76	9004-87-9	Poly(oksy-1,2-etandiyl), $\alpha$ -(isooktylfenyl)- $\omega$ -hydroksy
77	9036-19-5	Poly(oksy-1,2-etandiyl)- $\alpha$ -((1,1,3,3-tetrametylbutyl)-fenyl)- $\omega$ -hydroksy
78	9036-89-2	Poly(oksy-1,2-etandiyl), $\alpha$ -(oktylfenyl)- $\omega$ -hydroksy
79	26636-32-8	Poly(oksy-1,2-etandiyl), $\alpha$ -(4-oktylfenyl)- $\omega$ -hydroksy
80	51651-58-2	Poly(oksy-1,2-etandiyl), $\alpha$ -(4-iso-oktylfenyl)- $\omega$ -hydroksy
81	52623-95-7	Poly(oksy-1,2-etandiyl), $\alpha$ -((1,1,3,3,-tetrametyl-butyl)fenyl)- $\omega$ -hydroksy-fosfat
82	55348-40-8	Poly(oksy-1,2-etandiyl), $\alpha$ -sulfo- $\omega$ -((1,1,3,3-tetrametylbutyl)-fenoksy)
83	60864-33-7	Poly(oksy-1,2-etandiyl), $\alpha$ -(fenylmetyl)- $\omega$ -((1,1,3,3-tetra-metylbutyl)fenoksy)
84	68987-90-6	Poly(oksy-1,2-etandiyl), $\alpha$ -(oktylfenyl)- $\omega$ -hydroksy-, forgrenet
85	69011-84-3	Poly(oksy-1,2-etandiyl), $\alpha$ -sulfo- $\omega$ -(oktylfenyl)-forgrenet, natrium salt
86	81642-15-1	Poly(oksy-1,2,-etandiyl), $\alpha$ -(3-oktylfenyl)- $\omega$ -hydroksy
86a		Andre oktylfenoler

"COLBORN ET AL.S LISTE" (Braaten og Sætre 1995, Colborn et al. 1993)

Tabell 1. Kjemikalier med vid utbredelse i miljøet og som er rapportert å ha skadelige virkninger på reproduksjon og hormonregulering (Colborn et al. 1993).

Kjemikalier	Referanser
<i>Pesticider</i>	
<i>Herbicider</i>	
2,4-D	Berwick, 1970 Hayes og Laws, 1991
2,4,5-T	Amdur et al. 1991
Alachlor	Hayes og Laws, 1991 US EPA, 1984
Amitrole	Tjälve, 1974 Jukes og Shaffer, 1960
Antrazine	Simic et al. 1991 Babic-Gojmerac et al. 1989 Kniewald et al. 1987
Metribuzin	Porter et al. 1993
Nitrofen	Gray, 1992
Trifluralin	U.S. EPA. 1987 Couch, 1984
<i>Fungicider</i>	
Benomyl	Hess et al. 1991
Hexachlorobenzene	Gocmen et al. 1989 Smith et al. 1987 Haake et al. 1987 Arnold et al. 1985
Mancozeb	U.S. EPA 1987

Tabell 1 forts.

"COLBORN ET AL.S LISTE" fortsatt (Braaten og Sætre 1995, Colborn et al. 1993)

Tabell 1. Kjemikalier med vid utbredelse i miljøet og som er rapportert å ha skadelige virkninger på reproduksjon og hormonregulering (Colborn et al. 1993). Forts.

Kjemikalier	Referanser
Maneb	U.S. EPA 1988 Laisi et al. 1985
Metiram-complex	U.S. EPA 1988
Tributyl tin	Huggett et al. 1992 Bryan et al. 1987
Zineb	Laisi et al. 1985
Ziram	Hayes og Laws, 1991
<i>Insekticider</i>	
-HCH	Van Velsen et al. 1986
Carbaryl	Amdur et al. 1991
Chlordane	Cranmer et al. 1984
Dicofol	Fry og Toone, 1981
Dieldrin	Haake et al. 1987
DDT og metabolitter	Fry og Toone, 1981
Endosulfan	ATSDR, 1990 Soto, A upublisert
Heptachlor og H-epoxide	Haake et al. 1987
Lindane (-HCH)	Chowdhury et al. 1987
Methomyl	Porter et al. 1993
Methoxychlor	Gray et al. 1989 Cummings og Gray, 1987
Mirex	A. Soto upublisert
Oxychlordan	Cranmer et al. 1984
Parathion	Rattner og Ottinger, 1992
Syntetiske pyrethroider	Eil og Nisula, 1990
Toxaphene	A. Soto upublisert
Transnonachlor	Cranmer et al. 1984
<i>Nematocider</i>	
Aldicarb	Porter et al. 1993
DBCP	Gray, 1992

Tabell 1 forts.

"COLBORN ET AL.S LISTE" fortsatt (Braaten og Sætre 1995, Colborn et al. 1993)

Tabell 1. Kjemikalier med vid utbredelse i miljøet og som er rapportert å ha skadelige virkninger på reproduksjon og hormonregulering (Colborn et al. 1993). Forts.

Kjemikalier	Referanser
<i>Industrikjemikalier</i>	
Kadmium	ATSDR, 1991a
Dioxin (2,3,7,8-TCDD)	Mably et al. 1992 Mably, Moore og Peterson, 1992 Mably, Moore, Goy og Peterson, 1992
Bly	ATSDR, 1991b Cullen, et al. 1984
Kvikksølv	ATSDR, 1988
PBBs	Allen-Rowlands et al. 1981
PCBs	Bush, Bennet og Snow, 1986 Sager et al. 1987 Dieringer et al. 1979
Pentachlorphenol (PCP)	Chowdhury, Colemn, DeRosa og Stara, 1986
Penta- til nonylphenol	Soto et al. 1992
Phthalater	Treinen et al. 1990 Wams, 1987 Lloyd og Foster, 1988 Gray og cangolli, 1986 Thysen et al. 1990 Laskey og Berman, 1993
Styrener	Soto et al. 1992 Arfini et al.1987 Mutti et al. 1984

Tabell 2. Stoffer som er rapportert å gi forstyrrelser/skader på reproduksjon. Alle stoffer som er markert med \* er registrert på oversikten til Colburn et al. 1993. Informasjonen er hentet fra SFT-rapport nr. 93:23 : Datarapport for miljøgifter i Norge, (Beck og Jaques, 1993).

Stoff	Gruppe	Art	Subakutt-kronisk effekt
Kadmium *	I	Daphnia	reprod.forstyrrelser
		Pimephales promelas	" "
		Salmo gairdneri	" "
Kobber	I	Daphnia	redusert reprod evne
		Acartia calusi	reproduksjons.forstyr.
		Mytilus edulis	forstyr. i tidl. utvikl.stad.
		Salvelinus fontinalis	embryo/larver
Kvikksølv *	I	Daphnia	forstyr i reprod. 3 uker
		Salmo gairdneri	(sperm) red overlevelse
Dioksiner *	I	Rhesusape	reproduksjonstoksisk
		"	embryo-toksisk
Fluor	I	Daphnia	forstyr. i reproduksjon
		Salmo trutta	forsinket klekking
PAH	I	Mus	sterilitet hos avkom
		"	vektminsking gonader
PCB (Aroclor 1254) *	I	Cyprinodon	reproduksjonsforstyrrelser
		Brachydanio	"
"	I	Mink, rotte, sel sjøløve	reproduksjonsforstyrrelser
Tinnorganiske forbind *	I	Biomphalaria (snegl)	hemmet oviposition
		Nucella	imposex, sterilitet
Nikkel	II	Daphnia	reproduksjonsforstyrrelser
		Pimephales promelas	"

Tabell 2 forts.

"DATARAPPORT FOR MILJØGIFTER I NORGE" fortsatt (Braaten og Sætre 1995, Beck og Jaques 1993)

Tabell 2. Stoffer som er rapportert å gi forstyrrelser/skader på reproduksjon. Alle stoffer som er markert med \* er registrert på oversikten til Colburn et al. 1993. Informasjonen er hentet fra SFT-rapport nr. 93:23 : Datarapport for miljøgifter i Norge, (Beck og Jaques 1993), Forts.

Stoff	Gruppe	Art	Subakutt-kronisk effekt
DDT *	II	Fugl Fugl	eggeskallfortynning svakere reproduksjon
Heksaklorbenzen *	II	Daphnia Vaktel Gnagere	fertilitet minsket eggproduksjon embryotoksistet
Klorerte alkylbenzener	II	Brachydanio rerio	klekking
Lindan *	II	Rotte	nedsatt fertilitet, forsinket fosterutvikling, fosterdød
Tetrakloreten	II	Daphnia Pimephales	reproduksjon embryo/larve
Tetraklormetan	II	Daphnia	reproduksjonsforstyrrelser
Arsen	III	Pontopereia Capitella	reproduksjonsforstyrrelser eggproduksjon
Krom	III	Neanthanes arenaceodontata Daphnia Salmo salar	reproduksjonsforstyrrelser " klekking, forstyrrelse
Pentaklorfenol *	III	Brachydanio Rotte	reproduksjonsforstyrrelser sterkt embryotoksisk
Triklorbenzen	III	Daphnia Rhesusape	reproduksjon hemmet embryonalvekst
Bromerte flammeretardenter (PBB) (PBDO) *	IV	Aper	reproduksjonsforstyrrelser
Klorerte parafiner	IV	Platichrys flesus	reproduksjonsforstyrrelser
Nonylfenoletoksilater *	IV	Blåskjell Krepsdyr Fisk	nedsatt befrukting reduert klekking reduert eggutvikling, red. reproduksjon

## **Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås  
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00  
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,  
oppgi løpenummer 3762-97

ISBN 82-577-3334-2