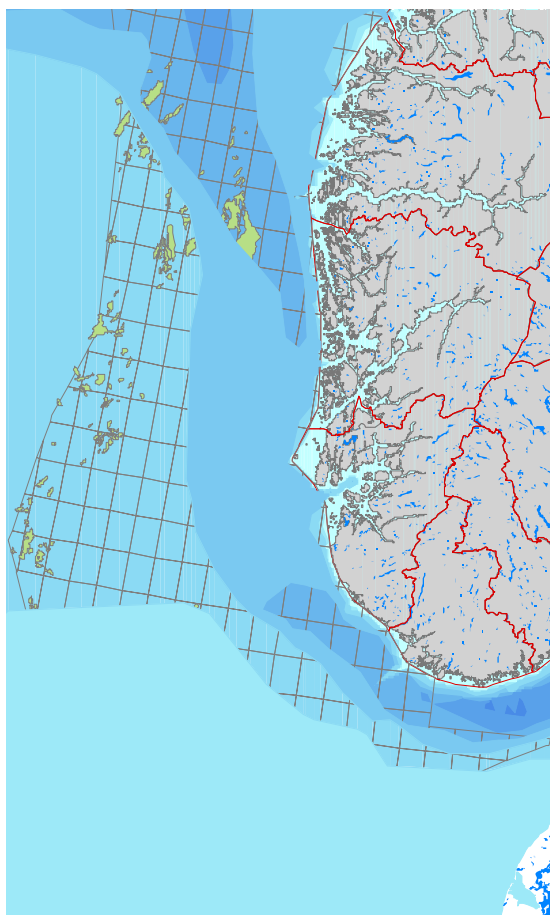


# REGIONAL KONSEKVENsutREDNING NORDSJØEN

## Kilder til forurensning i Nordsjøbassenget



Stavanger, juni 2006



**AMBIO Miljørådgivning AS**  
**Godsetdalen 10**  
**4034 STAVANGER**



Tel.: 51 95 88 00  
 Fax.: 51 95 88 01  
 E-post: [post@ambio.no](mailto:post@ambio.no)

**Regional konsekvensutredning Nordsjøen - Kilder til forurensning i Nordsjøbassenget**

**Oppdragsgiver:** OLF

**Forfatter:** Jannecke Moe, Ulla P. Ledje

**Prosjekt nr.:** 20137, RKU Nordsjøen

**Rapport nummer:** 20137-2

**Antall sider:** 71

**Distribusjon:** Åpen

**Dato:** Juni 2006

**Prosjektleder:** Ulla P. Ledje

**Arbeid utført av:** Jannecke Moe, Ulla P. Ledje, Asbjørn Folvik

**Stikkord:** Nordsjøen, forurensning, olje, PAH, fenoler, kadmium, kvikksølv

**Sammendrag:**

Regional konsekvensutredning Nordsjøen ble først utarbeidet i 1999 på grunnlag av eksisterende aktivitet og prognoser den gang. Aktivitetsnivået, miljøteknologi og utslippsnivå har siden blitt endret, og medført behov for oppdatering av den regionale konsekvensutredningen. Foreliggende rapport beskriver kilder til forurensning av olje, PAH, alkylfenoler, kadmium og kvikksølv i Nordsjøen, både fra olje- og gassvirksomheten, skipstrafikk og fra tilførsler fra industri og befolkning i Nordsjølandene.

## FORORD

Foreliggende rapport er en av underlagsrapportene for den regionale konsekvensutredning for Nordsjøen (RKU Nordsjøen), og utgjør sammen med øvrige underlagsrapporter utgangspunktet for sluttrapporten som belyser de samlede konsekvensene ved petroleumsvirksomheten i Nordsjøen.

Hensikten med den regionale konsekvensutredningen er å danne et best mulig samlet grunnlag for å vurdere hvordan petroleumsvirksomheten i regionen, både eksisterende og planlagt, vil påvirke naturressurser, næringsmessige interesser og andre brukerinteresser. Videre vil grunnlagsmaterialet kunne bidra til en forenklet og rasjonell konsekvensutredningsprosess for enkeltprosjekter i regionen.

Foreliggende rapport gir en sammenstilling av de totale utslippene av olje, PAH, alkylfenoler og enkelte tungmetaller til Nordsjøen. Hensikten med rapporten er å gi et bilde av den totale påvirkningen i Nordsjøbassenget, samt å belyse betydningen av bidrag fra petroleumsvirksomheten i den norske delen av Nordsjøen.

Utredningsarbeidet er gjennomført i regi av OLF, og er finansiert av lisensene på norsk sokkel mellom Norges sørlige sokkelgrense og 62 °N. Statoil har hatt sekretariatsfunksjonen og ledet arbeidet på vegne av de andre selskapene.

Stavanger, juni 2006

## INNHOLD

<b>1</b>	<b>SAMMENDRAG</b> .....	<b>6</b>
1.1	INNLEDNING .....	6
1.2	OMFANG OG DATAGRUNNLAG.....	6
1.3	UTSLIPPSMENGDER OG -TRENDER .....	6
1.4	KONSEKVENSER AV UTSLIPPENE.....	7
1.5	SPREDNING AV UTSLIPP .....	8
<b>2</b>	<b>INNLEDNING</b> .....	<b>10</b>
2.1	FORMÅL.....	10
<b>3</b>	<b>GENERELL BAKGRUNNSINFORMASJON</b> .....	<b>11</b>
3.1	AVGRENSNING AV STUDIEOMRÅDET .....	11
3.1.1	<i>Petroleumsvirksomheten</i> .....	11
3.1.2	<i>Skipstrafikk</i> .....	13
3.1.3	<i>Avrenning fra land</i> .....	14
3.2	KORT OM DE VALGTE PARAMETERE.....	15
3.2.1	<i>Begrunnelse for utvelgelsen</i> .....	15
3.2.2	<i>Kort om miljøeffektene av de valgte stoffene</i> .....	16
<b>4</b>	<b>MATERIALE OG METODER</b> .....	<b>22</b>
4.1	DATAGRUNNLAG .....	22
4.1.1	<i>Petroleumsvirksomheten</i> .....	22
4.1.2	<i>Skipstrafikk</i> .....	23
4.1.3	<i>Landbasert virksomhet</i> .....	23
4.1.4	<i>Atmosfærisk nedfall</i> .....	25
4.1.5	<i>Mudret materiale</i> .....	26
4.1.6	<i>Bransjeorganisasjoner og miljømyndigheter</i> .....	26
4.1.7	<i>Samarbeidsavtaler med andre land</i> .....	26
<b>5</b>	<b>RESULTATER</b> .....	<b>28</b>
5.1	UTSLIPP AV OLJE OG OLJEKOMPONENTER .....	29
5.1.1	<i>Norske utslipp</i> .....	30
5.1.2	<i>Totale utslipp</i> .....	35
5.2	FENOLER.....	41
5.2.1	<i>Norske utslipp</i> .....	41
5.2.2	<i>Totale utslipp</i> .....	42
5.3	POLYSYKLISKE AROMATISKE HYDROKARBONER (PAH) .....	44
5.3.1	<i>Norske utslipp</i> .....	45
5.3.2	<i>Totale utslipp</i> .....	48
5.4	KADMIUM .....	52
5.4.1	<i>Norske utslipp</i> .....	52
5.4.2	<i>Totale utslipp</i> .....	54
5.5	KVIKKSØLV .....	57
5.5.1	<i>Norske utslipp</i> .....	57
5.5.2	<i>Totale utslipp</i> .....	59
<b>6</b>	<b>MILJØTILSTANDEN I NORDSJØEN</b> .....	<b>62</b>
6.1	GENERELT.....	62
6.2	OLJEFORURENSNING, PAH OG FENOLER .....	64
6.3	TUNGMETALLER.....	66

<b>7</b>	<b>REFERANSER.....</b>	<b>67</b>
----------	------------------------	-----------

# 1 SAMMENDRAG

## 1.1 Innledning

Både petroleumsindustrien og myndighetene i Norge og i de øvrige Nordsjølandene har i lang tid hatt fokus på at lete- og utvinningsaktiviteter skal gi så små miljøkonsekvenser som mulig. Dette har resultert i en kontinuerlig utvikling av miljøteknologi og tiltak som minimaliser miljørisiko og utslipp av skadelige komponenter. Konsekvensene både av utslipp og utslippsreducerende tiltak overvåkes jevnlig gjennom programmene for sediment og vannsøyleovervåking.

En av målsetningene med oppdateringen av RKU Nordsjøen er å ha fokus på økosystemeffekter. Det er derfor viktig å prøve å få et godt bilde av den totale påvirkningen av det aktuelle området.

Hensikten med sammenstillingen av kilder til utslipp er både å vurdere de totale tilførslene fordelt på kilde og å vurdere mulig spredning av de ulike stoffene.

## 1.2 Omfang og datagrunnlag

Sammenstillingen dekker parametrene olje, PAH, fenoler, kadmium og kvikksølv.

Datainnsamlingen inkluderer utslipp fra petroleumsvirksomhet, skipsfart, landbasert industri og avrenning fra land. I tillegg er utslipp via mudring og atmosfæriske tilførsler vurdert. Det er innsamlet utslippsdata fra Nordsjølandene Nederland, Tyskland, Danmark, Storbritannia og Norge.

Det er gjort et omfattende søk i relevante datakilder. Datagrunnlaget er svært varierende og til dels ufullstendig. Enkelte virksomheter, som f.eks. petroleumsvirksomheten er pålagt omfattende utslippsrapportering, mens slike systemer i liten grad er tatt i bruk f. eks. for skipsfart. Informasjon om utslipp fra landbasert virksomhet er en blandning av opplysninger basert på utslippstillatelser, målinger og rapportering og estimater basert på tilførselsberegninger. For enkelte parametere er det også store forskjeller i hvilke analysemetoder som brukes ved måling av utslipp, noe som medfører at direkte sammen-

ligninger av analyseresultater eller oppgitte utslippsmengder kan være misvisende. Dette gjelder framfor alt for hydrokarboner.

Resultater som er lagt fram i rapporten må derfor betraktes som estimater som indikerer i hvilken størrelsesorden de forskjellige kilder bidrar med utslipp til Nordsjøen.

For å få en oppfatning av utvikling over tid dekker sammenstillingen stort sett utslippsnivåer fra de ulike kildene de siste ti årene.

## 1.3 Utslippsmengder og -trender

### Utslipp av olje

Utslipp av olje inkluderer operasjonelle og akutte utslipp. Den største kilden til tilførsel av olje til Nordsjøen er antatt å være avrenning fra landområder (elvetilførsler), som står for 50–60%. Skipsfart og petroleumsvirksomheten er de nest største utslippskildene, og bidrar med henholdsvis ca. 20 % og 15% av oljeutslippene. Informasjon om oljeutslipp fra skipsfart er imidlertid både mangelfull og gammel. Øvrige kilder bidrar i liten grad. Operasjonelle utslipp er en større kilde enn akutte utslipp både for skipsfart og petroleumsvirksomhet.

Generelt sett økte de totale oljeutslippene fra petroleumsvirksomheten på 90-tallet. Storbritannia og Norge står for det meste av petroleumsvirksomhetens oljeutslipp, og produsert vann er den største utslippskilden i begge land. Utslippene fra britisk sektor var ca. 3 ganger større enn på norsk sektor i 2003. Utslippene fra britisk sektor viser imidlertid en reduksjon på ca. 30 % fra 2001–2003. De norske oljeutslippene har også vist en nedadgående trend siden 2001. Årsaken til dette er tiltak som er satt i verk for å redusere oljeutslipp via produsert vann. Det forventes at utslippene vil bli ytterligere redusert i framtiden.

Det er gjort flere sammenstillinger av ulike kilders bidrag til oljeforurensning av havområder, både globalt og for Nordsjøen. Globalt sett er det estimert at petroleumsvirksomheten står for 2–14% av de totale oljeutslippene avhengig om akutte utslipp inkluderes i vurderingene eller ikke. Vurderinger av petroleumsvirksomheten bidrar til oljeutslipp i

Nordsjøen ligger i størrelsesorden 13–28%. Det store omfanget av petroleumsaktiviteten i Nordsjøen i kombinasjon med dette havområdet størrelse taler for at petroleumsvirksomheten vil stå for en større andelen av totale oljeutslipp her sammenlignet med globale estimater.

#### Utslipp av fenoler

Vurderingene av utslipp av fenoler er avgrenset til utslipp av alkylfenoler (som også inkluderer nonyl- og oktylfenoler og deres etoksilater), dvs til forbindelser som har eller mistenkes for å ha hormonhermende effekter.

Produkter som inneholder nonyl- og oktylfenoler/etoksilater er forbudt i Norge og er faset ut eller på vei å bli faset ut i flere andre land. Det foreligger få utslippsdata for disse stoffene, men miljøundersøkelser i Europa har vist at konsentrasjonene i vann og organismer har blitt signifikant redusert i løpet av de siste 15–20 årene.

Alkylfenoler forekommer i produsert vann, men kun 5 % av alkylfenoler som slippes ut med produsert vann tilhører fraksjoner som mistenkes for å kunne gi hormonelle effekter. Grove estimater indikerer at de norske utslippene av potensielt skadelige alkylfenoler utgjør i størrelsesorden 20 % av utslippene fra petroleumsindustrien. Resterende antas stort sett å slippes ut via produsert vann fra britisk sektor.

#### Utslipp av PAH

Atmosfæriske avsetninger er den viktigste kilden til PAH-tilførsel til Nordsjøen, og står for ca. 61 % av de totale tilførselene. Skipstrafikken er den største kilden til direkte PAH-utslipp til vann (17 % av de totale utslippene til vann). Datagrunnlaget for vurderingene er imidlertid varierende og til dels dårlig. Det finnes f. eks. lite data om PAH-tilførsler via elver, og estimatene fra denne kilden er begrenset til vurderinger av utslipp via Rhinen og Mosel.

#### Utslipp av kadmium og kvikksølv

Estimert andel av kadmium og kvikksølv fra petroleumsvirksomheten var henholdsvis 15 % og 1 % av de totale tilførselene.

De største kildene til kadmiumtilførsler var atmosfæren (35 %), dumping av mudret materiale (25 %) og direkte tilførsler og elvetilførsler (26 %). Den største utslippskilden for kvikksølv i 2003 var

dumping av mudret materiale (60 %) og atmosfæren (20 %). Mudring tilfører ingen nye utslipp til Nordsjøen, men flytting av forurensede masser fører til at forurensningen i mindre forurensede områder øker. Til tross for at mudringsaktiviteten har økt i senere år, har ikke dette ført til økte "utslipp" fra mudring.

### **1.4 Konsekvenser av utslippene**

Det er gjennomført en rekke overvåkingsundersøkelser i Nordsjøen, både i kystnære områder og i de sentrale delene. Undersøkelsene dekker både vannkvalitet, sedimentforhold og biologiske effekter. Analysemetoder og omfang av undersøkelsene har variert over tid, og på grunn av dette kan det for enkelte parametere mangle sammenligningsgrunnlag.

#### Oljeforurensning, PAH og fenoler

##### *Norsk del av Nordsjøen*

De norske regionale sedimentovervåkingsundersøkelsene indikerer at totalt areal som er påvirket av utslipp av hydrokarboner er mindre 0,5 % av den norske delen av Nordsjøen. Størst er påvirkningen i Nordsjøen sørvest og Nordsjøen nord. Videre viser undersøkelsene at PAH-innholdet i sedimenter er lavt, og med få unntak ligger disse innenfor det som tilsvarer SFTs grense for ubetydelig/lite forurensning.

Overvåkingsundersøkelser i vannsøylen har fokusert på å undersøke om hydrokarboner, PAH eller alkylfenoler akkumuleres i fisk og evertebrater. I undersøkelser utført i 2002–2003 ble det ikke påvist noen signifikant økologisk risiko med tanke på effekter knyttet til utslipp av produsert vann. Undersøkelser på Statfjordfeltet i 2004 viste imidlertid at blåskjell akkumulerte PAH-komponenter, og at akkumuleringen var størst nærmest plattformen.

Det er utført en miljørisikovurdering for å vurdere om utslipp av alkylfenoler kan føre til skadelige effekter på fisk i Nordsjøen. Analysen tok utgangspunkt i resultater fra tidligere studier om dose/respons nivåer og effekter av alkylfenoler, faktiske utslippsskonsentrasjoner og utslippsmengder i produsert vann samt spredningsberegninger av alkylfenoler i havet. Resultatene fra analysen viste at det ikke var noen signifikant risiko for reproduktive effekter på populasjonsnivå for

torsk, sei eller hyse i Nordsjøen som følge av utslipp av produsert vann.

#### *Nordsjøen totalt*

Nivået av totale hydrokarboner (THC) i vannsøylen varierer med en faktor på 100, høyest i Kattegat og lavest i den nordlige delen av Nordsjøen. Lokalt rundt produksjonsplattformene i Nordsjøen, og spesielt de eldste, er det forhøyede nivåer av THC i bunnsedimentet.

PAH-nivåer i sjøvann i Nordsjøen varierer mye, og de høyeste nivåene finner en i kystnære område og estuarier. De høyeste PAH-nivåene finnes også i sedimenter i estuariene. Totale PAH-konsentrasjoner i marine sedimenter i sentrale deler av Nordsjøen (også i nærheten av oljeinstallasjoner) er i størrelsesorden en 10–30 ganger lavere av det som er registrert i estuarier og kystnære områder. Data fra kystnære områder i Nederland og Vadehavet viser ingen signifikant nedgang i PAH-nivåene i sedimenter i perioden 1986–1996.

Høye konsentrasjoner av oktyl- and nonylfenol-etoksilater er registrert i sedimenter i Scheldt og i Elbe. Konsentrasjonene av oktyl- og nonylfenol-etoksilater i miljøet viser imidlertid en signifikant nedgang.

#### Akutte oljeutslipp

Til tross for at lastebåttrafikken har økt med 120 % de siste 10 årene har akutte utslipp fra skip vist en nedadgående trend siden 1970-tallet.

Overvåking av strandet sjøfugl langs Nordsjøkysten viser at andelen oljeskadd fugl har blitt signifikant redusert fra 70-tallet til midten på 90-tallet.

#### Tungmetaller

Utover nittitallet har det vært en nedadgående trend i nivået av tungmetaller i planter og dyr i Nordsjøen. Dette har vært særlig tydelig i områder med dynamiske sedimenter, som f. eks estuarier og grunne kystområder.

Innholdet av tungmetaller i sedimenter i kystområdene i Nordsjøen er imidlertid ca. dobbelt så høyt som i åpne havområder i Atlanterhavet. I Norskerenna, som er et område med høye sedimenteringshastigheter, er det også registrert høyere konsentrasjoner enn i Atlanterhavet.

#### *RKU regionene*

Generelt viser sedimentovervåkingen lave konsentrasjoner av tungmetaller i nærheten av offshore-installasjonene.

#### *Nordsjøen totalt*

Generelt sett ligger kadmiumkonsentrasjonene i sjøvann i Nordsjøen innenfor det som regnes som bakgrunnsnivåer, og godt under grensene for det som betraktes som miljøskadelig. Områder hvor det er registrert overskridelser av miljøskadelige nivåer i sedimenter er i Vadehavet og estuariene til de store elvene i Tyskland. Overskridelse av kadmium i organsimer (blåskjell) er bl.a registrert i estuarier ved store elver i Storbritannia. Spesielt høye verdier er registrert i norske fjorder (Sørfjorden og Hardangerfjorden), hvor det har vært langvarige utslipp fra smelteverk.

Kvikksølvtilførslene til Nordsjøen har blitt signifikant redusert siden det ble satt i gang tiltak i industrien på midten av 80-tallet. På 90-tallet har de største tilførslene kommet via Rhinen, Mosel og Elbe.

Generelt sett overstiger konsentrasjonene av kvikksølv i sjøvann og i estuariene sjelden miljøskadelige konsentrasjoner. Målinger på offshore-stasjoner viser at kvikksølvkonsentrasjonene er sammenlignbare med forventede bakgrunnsverdier. I kystnære områder kan konsentrasjonene overstige forventet bakgrunnsnivå med en faktor på 2–10.

Målinger i organsimer viser at høye verdier stort sett finnes i områder nær industri, som i noen av de norske fjordene og i Elbes estuarium. Høyeste verdier for bioakkumulering er registrert i Sørfjorden.

## **1.5 Spredning av utslipp**

Til tross for at utslippsmengende for en rekke forurensninger har blitt kraftig redusert har ikke tilsvarende reduksjon av miljøgifter og forurensninger i sedimenter og organismer blitt registrert. Modellberegninger har vist at en reduksjon på 50 % av utslipp av kadmium vil kunne resultere i 15 % reduksjon av kadmium i Nordsjøen. Videre viser denne modelleringen at reduksjonen i miljøet blir størst i kystnære områder med stor tilførsel av ferskvann, mens en bare kan forvente at en halvering av utslippene vil gi en reduksjon av forekomstene i sentrale Nordsjøen på 1–4 %. Her er påvirkningen av ferskvannstilførsler ubetydelig, og



det er i all hovedsak vannkvaliteten i Atlanterhavsvannet som påvirker disse områdene.

Det vil si at miljøtilstanden i sentrale Nordsjøen i stor grad vil være påvirket av lokale utslipp, og at kystnære utslipp og tilførsler fra landbasert virksomhet og ferskvann har størst betydning for vannkvalitet og økosystemer i kystnæreområder. Det betyr også at lokale tiltak for å redusere forurensning og negative miljøeffekter vil være viktige.

## 2 INNLEDNING

Hovedmålsetningen med den regionale konsekvensutredningen for Nordsjøen (RKU Nordsjøen) er å danne et best mulig grunnlag for å vurdere hvordan petroleumsaktiviteten i regionen, både eksisterende og planlagt, vil påvirke naturressurser, næringsmessige interesser og andre brukerinteresser. I tillegg skal utredningen bidra til en forenklet og rasjonell konsekvensutredningsprosess for enkeltprosjekter i regionen.

Det ble utarbeidet en regional konsekvensutredning for Nordsjøen i 1999. Siden den gang er aktivitetsnivået på denne delen av sokkelen endret, og det har også skjedd betydelige endringer knyttet til miljøteknologi og utslipp fra virksomheten. I tillegg til enkelte nye funn, er nye utbyggingsprosjekter kommet til, utslippsprognoser er endret og kunnskapsgrunnlaget innenfor flere områder er betydelig forbedret. På denne bakgrunnen har det vært behov for å oppdatere konsekvensutredningen fra 1999.

Foreliggende underlagsrapport beskriver kilder til forurensning av Nordsjøbassenget. Norske havområder forurenses av operasjonelle og akutte utslipp av olje og kjemiske stoffer fra landbaserte kilder, skipstrafikk og petroleumsvirksomhet. Sammenstillingen inkluderer disse kildene, og

dekker utslipp til Nordsjøen fra Norge til de fire regionene (RKU Nordsjøen), samt totale utslipp til Nordsjøen fra Danmark, Tyskland, Nederland og Storbritannia.

Beskrivelsen bygger framfor alt på data sammenstilt av petroleumsindustrien, OSPAR (Oslo- og Paris-konvensjonen), forurensningsmyndighetene i de forskjellige Nordsjølandene samt relevante studier og rapporter fra organisasjoner og forskningsinstitutt.

### 2.1 Formål

Formålet med denne rapporten er å samle data om forurensning fra ulike kilder fra nordsjølandene for å kunne vurdere konsekvensene fra norsk petroleumsvirksomhet i forhold til den totale påvirkningen i Nordsjøen. Både utslipp fra norsk sokkel, skipstrafikk og fra nordsjølandene Norge, Danmark, Tyskland, Nederland og Storbritannia er sammenstilt. Utslipp fra norsk sokkel er delt opp på de fire underregioner som RKU Nordsjøen benytter.

### 3 GENERELL BAKGRUNNSINFORMASJON

#### 3.1 Avgrensning av studieområdet

##### 3.1.1 *Petroleumsvirksomheten*

RKU Nordsjøen dekker petroleumsaktiviteten på norsk sokkel i havområdene mellom Norges sørligste sokkelgrense og 62 °N. For beregning av utslipp fra norsk sokkel i Nordsjøen er inndelingen av underregioner, som vist i figur 3.1.

Med unntak av Skagerrak er hele norsk sektor av Nordsjøen åpnet for petroleumsvirksomhet, og er den eldste og mest modne petroleumsprovinser på norsk kontinentalsokkel. Det har vært petroleumsaktivitet i dette havområdet i over 40 år. Olje- og gassproduksjonen i Nordsjøen utgjorde i 2000 vel 80 % av den samlede petroleumsproduksjonen på norsk sokkel (St. meld. nr. 12, 2001–2002).

Nordsjøen påvirkes også av utslipp fra engelsk, dansk, tysk og nederlandsk sektor.

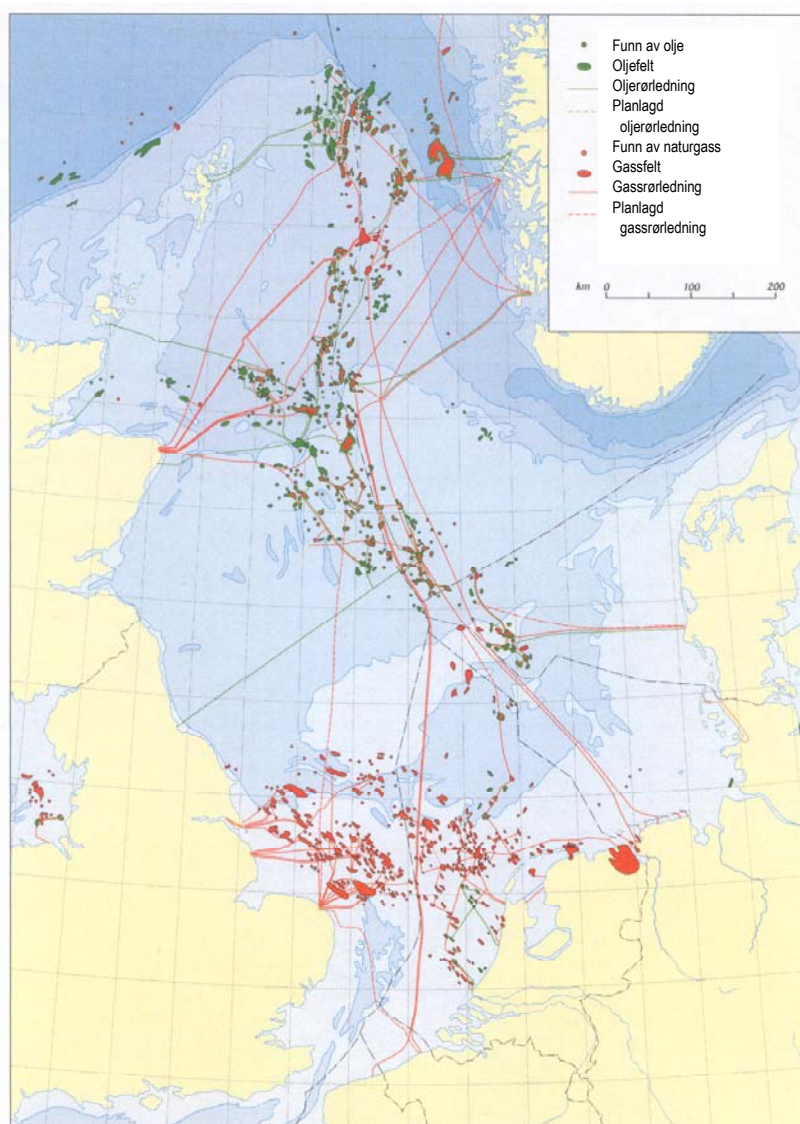
Tabell 3.1 viser antall olje- og gassplattformer i Nordsjøen. Oversikten, som er fra 2003, er ikke oppdatert men viser likefullt forholdet mellom aktivitetene i de ulike landene. Figur 3.2 gir en oversikt over infrastrukturen i Nordsjøen.



**Figur 3.1** Aktivitetsområde for RKU Nordsjøen med inndeling i underregioner.

Tabell 3.1 Olje- og gassproduksjon i Nordsjøen, 2003 (OSPAR 2005f).

Land	Antall produksjonsplattformer	Gassproduksjon (10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> /år)	Oljeproduksjon (10 <sup>6</sup> tonn/år)
Danmark	19	0	12
Tyskland	2	1	1
Nederland	123	101	8
Norge	62	7	45
Storbritannia	383	145	80
<b>TOTAL</b>	<b>589</b>	<b>254</b>	<b>146</b>

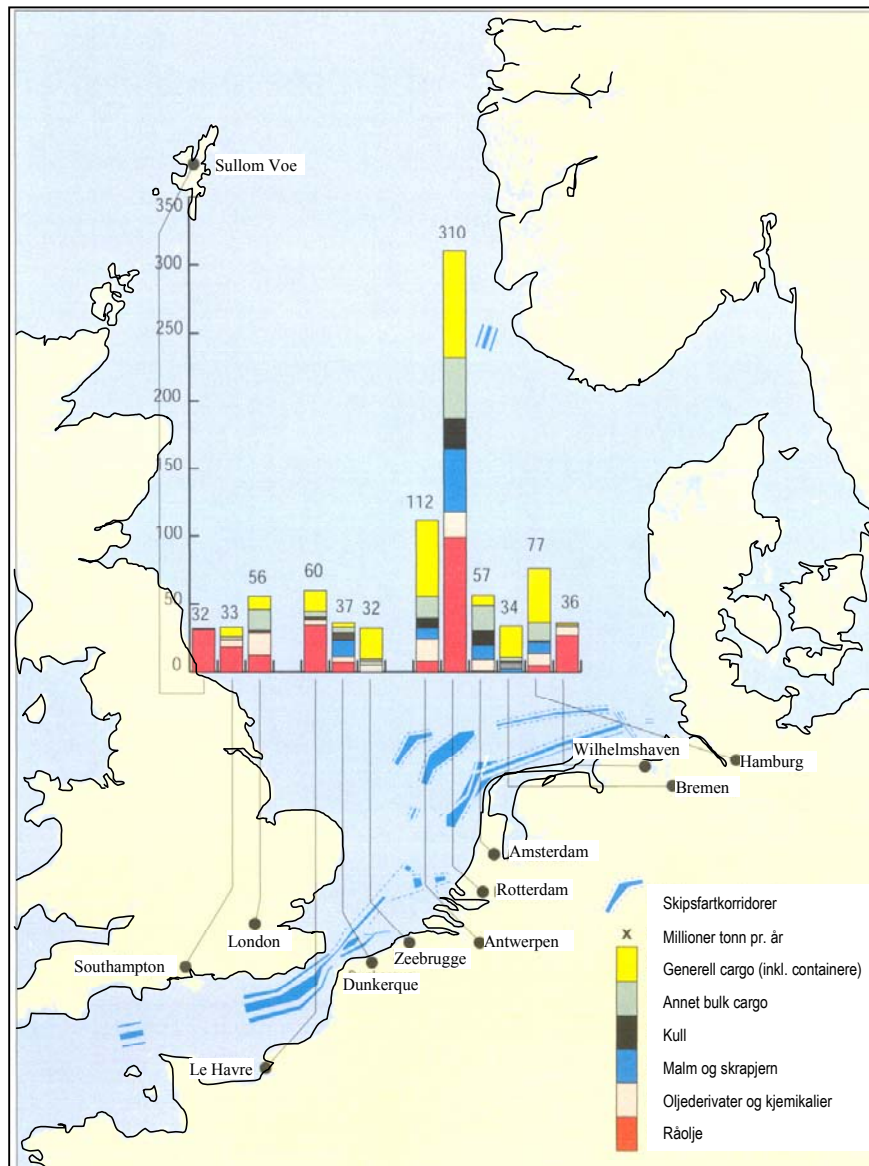


Figur 3.2 Lokalisering av produksjonsplattformer og transportrør i Nordsjøen (OSPAR 2000, modifisert etter Schöneich 1998).

### 3.1.2 Skipstrafikk

Nordsjøen er et av de havområdene i verden med størst skipstrafikk. Noen av Europas største havner ligger ved Nordsjøkysten (Hamburg, Bremen, Amsterdam, Rotterdam, Antwerpen og London). I 1996 ble det anslått at 270.000 skip anløp de 50 største havnebyene langs Nordsjøen (OSPAR

2000). Cirka halvparten av skipstrafikken i Nordsjøregionen er fergetransport, Ro-Ro fartøy (Roll-On/Roll Off) og fast rutetrafikk. Figur 3.3 viser de største havnene og total last til/fra disse i 1997. Figuren viser også skipsfartskorridorer som er etablert for å redusere risikoen for ulykker.



**Figur 3.3** De største skipstrafikkhavnene i Nordsjøen og total last (mill. tonn/år) i 1997. De blå linjene illustrerer skipsfartskorridorer som er etablert for å redusere risiko for uhell (OSPAR 2000).

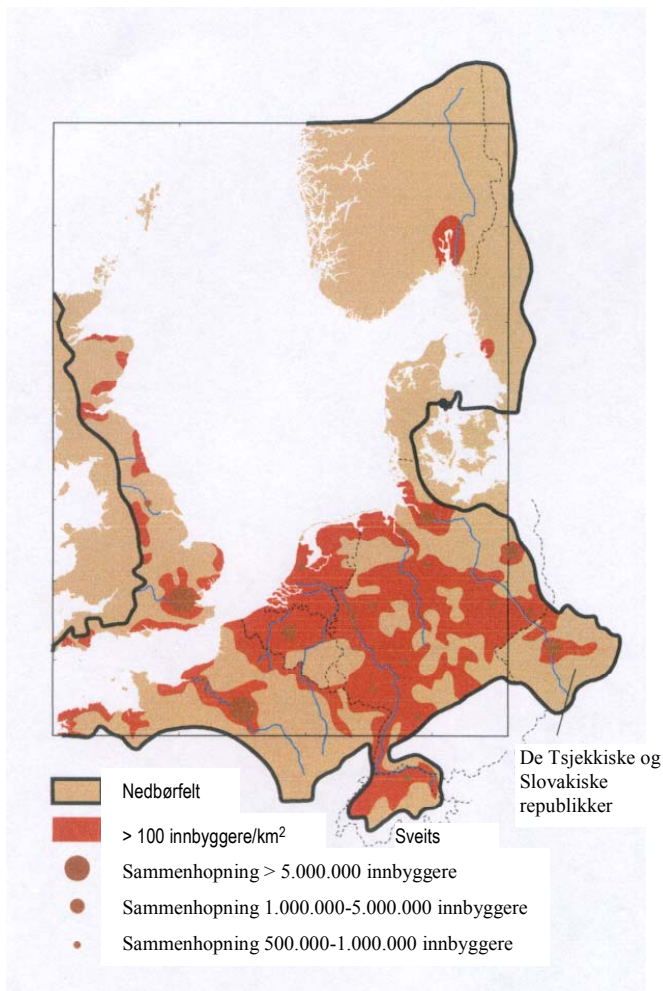
### 3.1.3 Avrenning fra land

En lang rekke større og mindre elver drenerer til Nordsjøen. Nedbørfeltet til Nordsjøen er vist i figur 3.4, og inkluderer vassdrag som har sin opprinnelse så langt øst som Tsjekia. Cirka 65 millioner mennesker bor innenfor nedbørsfeltet (OSPAR 2000). Figur 3.4 viser lokaliseringen av de største befolkningskonsentrasjonene.

Studien er avgrenset til fylkene Vest-Agder til Sogn og Fjordane i Norge, og de områder som drenerer til Nordsjøen i Danmark, Tyskland, Nederland og Storbritannia. Siden nedbørfeltene strekker seg

over landegrenser vil tall som presenteres som utslipp fra Tyskland også inkludere utslipp som er blitt tilført vassdragene, for eksempel i Tsjekia, Slovakia og Sveits.

Direkte utslipp til Skagerrak og Kattegat er ikke inkludert i studien. I utstrømmingssituasjoner via kyststrømmen blir Nordsjøen tilført forurensninger både fra disse havområdene og fra Østersjøen. Slike forurensninger vil transporteres videre med kyststrømmen langs Norskekysten, og til en viss grad også akkumulere i Norskerenna.



**Figur 3.4** Befolkingstettheten i områdene som drenerer til Nordsjøen (modifisert etter OSPAR 2000).



### 3.2 Kort om de valgte parametere

Valget av parametere som det er fokusert på i kartleggingen er basert på en gjennomgang av "OSPAR List of Chemicals for Priority Action (Update 2005)". Denne listen inkluderer et 50-talls stoffer/stoffgrupper, framfor alt organiske miljøgifter og tungmetaller. Mange av disse stoffene er også inkludert på SFTs liste over prioriterte kjemikalier der utslippene skal reduseres vesentlig og/eller søkes stanset innen år 2005 og 2010. Stoffe og stoffgrupper som er av særlig relevans for petroleumsvirksomheten, og som er inkludert både på OSPARs liste og SFTs prioritetsliste, er valgt ut som parametere for denne studien. Det har også vært en forutsetning at det finnes opplysninger om utslippsmengder fra petroleumsvirksomheten. Parametrene som på denne bakgrunnen er valgt ut er polyaromatiske hydrokarboner (PAH), fenoler (alkylfenoler), kadmium og kvikksølv. I tillegg er utslipp av olje vurdert. Petroleumsvirksomheten fører også til utslipp av flere av de andre stoffene/stoffgruppene som inngår på prioritetslistene, men utslippene er meget små i forhold til andre kilder og aktiviteter (SFT 2005a).

#### 3.2.1 Begrunnelse for utvelgelsen

##### "OSPAR List of Chemicals for Priority Action" og SFTs liste over prioriterte kjemikalier

Som beskrevet i introduksjonen av kapittelet 3.2, er det ved valg av parametere som inngår i studien tatt utgangspunkt i stoffer som er listet i "OSPAR List of Chemicals for Priority Action (Update 2005)" og SFTs liste over prioriterte kjemikalier. For de aller fleste av de stoffer som er tatt med på disse prioritetslistene bidrar oljeindustrien med små eller ubetydelige utslipp i forhold til annen industri/andre kilder.

Kadmium, kvikksølv, fenoler (inkl. oktyl- og nonylfenoler og deres etoksilater) og PAH er, i tillegg til olje, valgt ut som relevante parametere for petroleumsvirksomheten. Disse stoffene er ført opp på begge de aktuelle listene. På SFTs liste over prioriterte kjemikalier er de definert som kjemikalier der utslippene skal reduseres vesentlig innen år 2010.

##### Nullutslippsmålne

Kadmium, kvikksølv, fenoler og PAH omfattes av de såkalte nullutslippsmålne for petroleumsvirksomheten i gruppen "miljøfarlige stoffer". Olje er

inkludert i gruppen "andre kjemiske stoffer". Nullutslippsmålne ble første gang lansert i Stortingsmelding nr. 58 (1996-1997), og ble ytterligere konkretisert i fire stortingsmeldinger fra 2001–2005. Målsetningene, som er basert på føre-var prinsippet, medfører at det som hovedregel ikke skal slippes ut miljøfarlige stoffer, verken fra tilsatte stoffer eller stoffer som naturlig forekommer i olje- og gassreservoarene. I 1998 ble målsetningene konkretisert i en felles rapport fra Statens forurensningstilsyn (SFT), Oljeindustriens landsforening (OLF) og Oljedirektoratet (OD).

Nullutslippsmålne slik de er spesifisert i Stortingsmelding nr. 21 (2004-2005) er:

##### *Miljøfarlige stoffer*

- Ingen utslipp, eller minimering av utslipp, av naturlig forekommende miljøgifter
- Ingen utslipp av tilsatte kjemikalier innen SFTs svarte kategori (i utgangspunktet forbudt å bruke og slippe ut) og SFTs røde kategori (høyt prioritert for utfasing ved substitusjon)

##### *Andre kjemiske stoffer:*

Ingen utslipp eller minimering av utslipp som kan føre til miljøskade av:

- Olje (komponenter som ikke er miljøskadelige)
- Stoffe innen SFTs gule og grønne kategori
- Borekaks
- Andre stoffer som kan føre til miljøskade

Tiltak for å nå nullutslippsmålne skal være implementert innen utgangen av 2005 for eksisterende innretninger, og målne gjelder umiddelbart for nye utbygginger.

En vurdering av petroleumsvirksomhetens arbeid med å møte nullutslippsmålne ble sammenstilt av SFT i 2005. SFT konkluderer med at nullutslippsmålet for tilsatte miljøfarlige kjemikalier er nådd. I forbindelse med produksjon er utslippene av miljøfarlig stoff redusert med 85 % fra år 2000 til 2004, og ytterligere reduksjoner er forventet. Av tekniske og sikkerhetsmessige hensyn vil det imidlertid fortsatt være utslipp til sjø av enkelte miljøfarlige kjemikalier etter 2005.

På grunn av økende vannproduksjon økte utslippene av olje og naturlig forekommende stoffer i produsert vann kraftig i løpet av 90-tallet. Denne trenden er nå snudd, men arbeidet med å redusere

det totale utslippet av olje med produsert vann har imidlertid vært mer tidskrevende enn hva først forutsatt. SFT forventer imidlertid full effekt av tiltakene fra 2007.

#### Overvåkingsparametere

Olje og oljekomponenter, PAH, kvikksølv og kadmium er parametere som inngår i petroleumsvirksomhetens regionale overvåkingsprogram på norsk sokkel.

Hensikten med de regionale sedimentovervåkingsundersøkelsene er å bestemme nivået av hydrokarboner og tungmetaller i sedimentene. Bunnfaunasamfunnet undersøkes også med tanke på å avdekke forandringer som skyldes utslipp av kjemikalier, borevæsker og borekaks. I tillegg til totalt hydrokarboninnhold, analyseres sedimentprøvene for innhold av bl.a. PAH og tungmetaller.

I motsetning til sedimentovervåkingsprogrammet, som har pågått over lang tid, ble overvåking av vannsøylen først inkludert i SFTs retningslinjer for miljøovervåking i petroleumsaktiviteten på norsk sokkel i 1999. Vannsøyleovervåkingen består av to elementer; tilstandsovervåking og effektovervåking. Hensikten er å fange opp spredning og langtidseffekter som følge av utslipp av produsert vann og boreavfall. Tilstandsovervåkingen omfatter måling av nivåer av oljekomponenter i fisk. Effektovervåking inkluderer analyser av bioakkumulering av bl.a. PAH.

### **3.2.2 Kort om miljøeffektene av de valgte stoffene**

#### *3.2.2.1 Olje og oljekomponenter*

##### **Egenskaper og miljøeffekter**

Erfaringer har vist at små og store akutte oljeutslipp potensielt kan ha store miljøkonsekvenser. Et oljesøl som rammer sårbare områder eller ressurser kan føre til skader, framfor alt på sjøfugl og strandområder. Skadeomfanget er avhengig av bl.a. oljetype og mengde, forvitningsgrad, spredning og forekomsten av sårbare ressurser.

Når det gjelder forekomsten av regulære utslipp av olje til sjø, er det oljekomponentenes egenskaper som vannløselighet, giftighet og miljøets evne til å bryte ned eller akkumulere disse som er viktige fra et miljømessig synspunkt. Ulike organismer har ulik

toleranse for forurensning avhengig av art, livsstadium, eksponeringstid etc.

Olje i produsert vann foreligger i to hovedformer; som dispergerte oljedråper og som vannløste hydrokarboner. Forholdet mellom dispergerte og løste hydrokarboner er dynamisk. Oljekomponenter har ulik vannløselighet. Alifatiske hydrokarboner, som utgjør 70–80 mol % (RKU 1999), er svært lite løselige, aromatiske hydrokarboner har en høyere vannløselighet. Når oljedråpene kommer i kontakt med vannfasen vil de letteste alifatene, som har en viss løselighet i vann, kunne gi effekter på marine organismer.

Det er lite trolig at dispergert olje vil ha akutte effekter på marint liv i utslippsområdet, men det er knyttet usikkerhet til dette (RKU 1999). Oljedråpene som slippes ut etter rensing av produsert vann er mange og veldig små, og dermed teoretisk tilgjengelig for filtrerende organismer. Fettløslige oljekomponenter vil kunne akkumuleres i fettvev, og overføres til neste nivå i næringskjeden. Feltundersøkelser med lave oljekonsentrasjoner antyder liten direkte effekt på plankton. Tilstandsovervåking på hyse viste heller ingen bioakkumulering av oljeforurensning utover bakgrunnsnivå (Klungsoyr et al. 2001).

Monoaromater (BTEX – benzen, toluen, etylbenzen og xylen), enkelte diaromater (naftalen og alkylerte naftalener), og enkle fenoler har relativt høy vannløselighet. Disse organiske forbindelsene vil raskt brytes ned i resipienten (Brendehaug et al. 1992).

Produsert vann inneholder også små konsentrasjoner av tunge aromater, polyaromatiske hydrokarboner (PAH), og alkylerte fenoler. Aromatiske hydrokarboner og alkylerte fenoler er sannsynligvis de viktigste bidragsyttere til miljøskadepotensialet ([www.olf.no](http://www.olf.no)). Til forskjell fra akutte oljeutslipp, hvor den mest tydelige effekten er fysiske skader som tilgrising av f.eks. sjøfugl og strender, er skadepotensialet fra driftsmessige utslipp i større grad knyttet til toksisitet og bioakkumulering av de ulike komponentene i oljen. Skadeomfang og konsekvenser er dermed ikke like lett å avdekke. Potensielle effekter følges opp gjennom etablerte forsknings- og overvåkingsprogram i Nordsjøen (kap. 6).



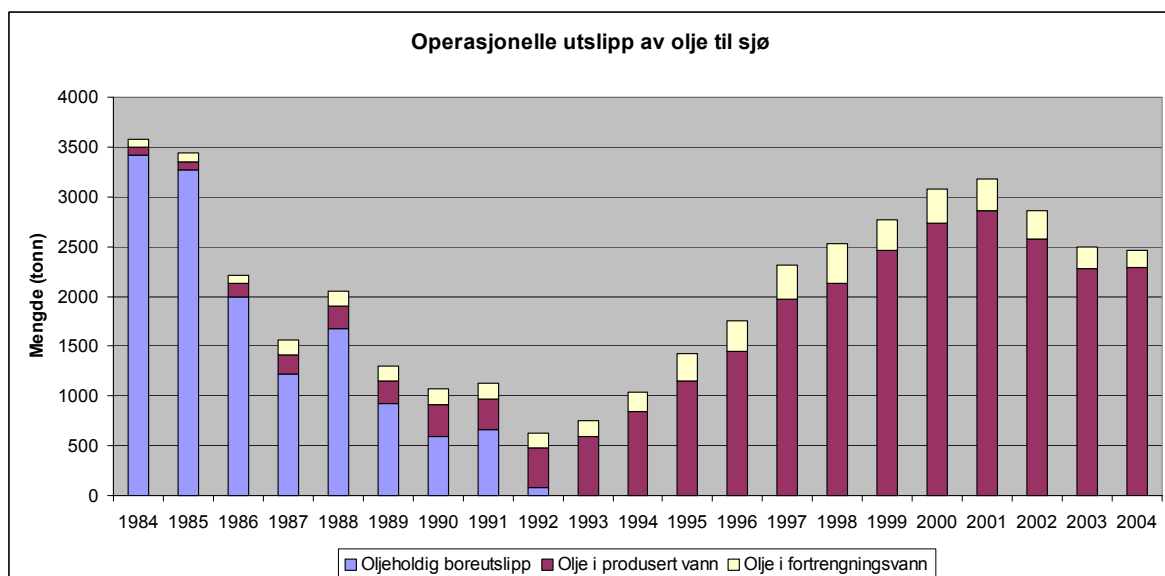
## Utslippskilder

### Petroleumsvirksomheten

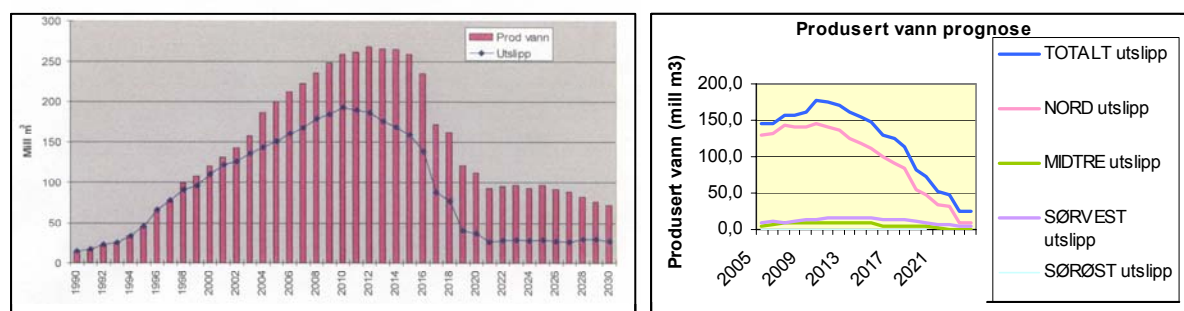
Oljeutslipp fra petroleumsvirksomheten inkluderer både akutte utslipp og driftsrelaterte utslipp. Store akuttutslipp av olje/kondensat kan skje ved utblåsning, lekkasje eller uhell med skytteltankere. Mindre utslipp, som er det vanligste, skjer ved søl over bord på plattformer eller ved brudd på/lekkasjer fra rørledninger.

Driftsrelaterte utslipp av olje skjer i forbindelse med utslipp av produsert vann, drenasjevann fra plattformene og fortrenningsvann. Etter at det i 1992 ble forbudt å slippe ut oljebaserte borevæsker

eller kaks med vedheng av oljebaserte borevæsker på mer enn 10 g olje/kg tørr masse, har produsert vann utgjort den største kilden til oljeutslipp i Nordsjøen (SFT 2004d). Flere av de største feltene på norsk sokkel er nå inne i en moden fase og produserer mer vann per enhet olje og gass enn tidligere. Dette gir økt volum produsert vann for sokkelen som helhet og dermed økte utslipp av olje. Som følge av tiltak (reinjisering av produsert vann og bedre rensing) har de totale utslippene av olje fra produsert vann gått ned siden 2001. Dette er illustrert i figur 3.5. Figur 3.6 viser historisk og prognosert fremtidig vannproduksjon på norsk sokkel.



Figur 3.5 Operasjonelle utslipp av olje på norsk sokkel 1984-2004 (SFT 2004d, OLF 2005).



Figur 3.6 Til venstre: Produksjon og utslipp av produsert vann på norsk sokkel, historisk og prognosert (kilde: OD). Til høyre: Prognose for produsert vann i Nordsjøen fordelt på RKU-regionene.

I tillegg til olje inneholder produsert vann en lang rekke naturlige komponenter fra reservoarene, herunder naturlig forekommende radioaktive stoffer, tungmetaller, andre naturlige organiske komponenter samt rester av tilsatte kjemikalier.

Produsert vann renses slik at det holder seg godt innenfor de renhetskrav som er satt av myndighetene (pr. i dag 40 ppm). Innen 01.01. 2007 vil renhetskravet være 30 ppm basert på krav fra OSPAR (OSPAR 2001c). Den gjennomsnittlige oljekonsentrasjonen i produsert vann på kontinentalsokkelen har vært avtakende. I 2002 var den 21,6 mg/l, tilsvarende tall i 2003 og 2004 var henholdsvis 16,9 og 16,1 mg/l. På grunn av tiltak i forbindelse med nullutslippsarbeidet og nye renseteknologier forventes det at oljekonsentrasjonen vil reduseres ytterligere på sikt. Reinjeksjon av produsert vann blir dessuten tatt i bruk på stadig flere felt, og i 2004 ble 17 % av det totale volumet reinjisert (OLF 2004).

Utslipp av oljebasert borevæske var tidligere den viktigste kilden til oljeforurensning fra petroleumsvirksomheten. Borevæsken fulgte med som vedheng på den utborede steinmassen fra borehullene (borekaks) som ble sluppet ut på havbunnen rundt installasjonene. Dette førte til betydelig påvirkning av sjøbunnen, med store endringer i bunndyrsamfunnene. Utslipp av oljeholdig borekaks har nå vært forbudt i over 15 år, men gamle kakshauger påvirker imidlertid fortsatt bunnområdene lokalt.

#### Skipstrafikk

Utslipp fra skipstrafikk kan deles inn i:

- **Operasjonelle utslipp**  
Dette gjelder framfor alt utslipp av renselensevann. Lensevann i maskinrom blir separert i såkalte lensevannsseparatorer som slipper ut vann med innhold av olje. Det er et krav om et oljeinnhold på maksimum 15 ppm (vær oppmerksom på at skipsfarten bruker en annen analysemetode enn petroleumsvirksomheten, se kapittel 4.1.2). Rensing av tanker er en annen utslippskilde.
- **Akutte utslipp**  
Akuttutslipp skjer som følge av ulykker knyttet til kollisjoner, grunnstøtinger, strukturfeil i skrog eller brann og eksplosjoner.

De fleste akuttutslipp fra tankskip skjer ved rutineoperasjoner som lasting og lossing ved oljeterminaler. Majoriteten av disse utslippene er små, ca. 91 % av dem mindre enn 7 tonn (ITOPF 2005). Ved terminaler og i andre havner finnes det også beredskap og utstyr som gjør at spredning av oljen effektivt kan begrenses. Store akutte utslipp skjer oftest som følge av kollisjon, grunnstøting eller andre alvorlige uhell om bord. I 84 % av store akutte oljeutslipp har mengdene overskredet 700 tonn (ITOPF 2005).

Når det gjelder store akuttutslipp, finnes det som regel gode estimater på mengdene olje som slippes ut. Mindre og ulovlige utslipp rapporteres ikke, og blir oppdaget enten ved hjelp av overvåkingsfly eller ved at det blir funnet oljeskadd fugl. Det blir stadig funnet oljeskadd fugl langs Nordsjøkysten, og studier fra Vadehavet viser at disse skadene i de mange tilfeller skyldes utslipp fra skip (Common Wadden Sea Secretariat 1998). Overvåking av døde sjøfugler langs Nordsjøkysten i Nederland, Tyskland og Danmark har vist en tydelig nedgang i andelen oljeskadd fugl fra 70- og 80-tallet til slutten på 90-tallet (Fleet & Reineking 2000). Årsaken til denne utviklingen tilskrives de positive effektene som MARPOL-konvensjonen og flyovervåking for å oppdage illegale oljeutslipp har hatt.

#### Landbaserte kilder

Tilførslene av olje fra land til sjø er betydelige, særlig til Nordsjøen hvor de store europeiske elvene fører med seg forurensninger fra befolkningssentra og tunge industriområder. Eksempel på utslippskilder er raffinerier, industri, verksteder og bensinstasjoner, transport og feilaktig avfallshåndtering av for eksempel smøreoljer. En svært stor del av disse forurensningene føres inn i Skagerrak og følger deretter kyststrømmen videre opp langs norskekysten. Det er anslått at Nordsjøen tilføres mer olje fra disse kildene enn fra petroleumsvirksomheten, men tallene er usikre og i all hovedsak basert på anslag. Utslippene av olje til landområder og vassdrag i Norge viser en tydelig nedadgående trend. De direkte tilførslene fra kommunale avløp og industriutslipp er redusert som følge av streng regulering, og diffuse kilder som søppelfyllinger, forurenset grunn og produkter bidrar med en stadig større del av utslippene (SFT 2005a).

I tillegg til avrenning via vassdrag, skjer tilførsler bl.a. via avløpseanlegg, overvannsledninger og

gjennom atmosfærisk nedfall av flyktige forbindelser.

#### Naturlige kilder

I tillegg til antropogene kilder blir olje og hydrokarboner også tilført sjøområder gjennom lekkasjer fra geologiske formasjoner. I Quality Status Report (QSR) 2000 blir det anslått at dette dreier seg om 1.000 tonn/år (OSPAR 2000).

#### Avsetning fra atmosfæren

Fordamping og forbrenning av hydrokarboner gir utslipp til luft av bl.a. hydrokarboner og tungmetaller. Slike forurensninger kan langtransporteres og avsettes både gjennom nedbør og tørravsetning. Årlig blir Nordsjøen tilført store mengder forurensning gjennom avsetning fra atmosfæren.

#### 3.2.2.2 Fenoler – alkylfenoler, nonyl- og oktylfenoler

##### **Egenskaper og miljøeffekter**

Fenoler er aromatiske forbindelser som inneholder en eller flere alkoholgrupper. Gruppen alkylfenoler (C<sub>0</sub>-C<sub>9</sub>) dekker også nonyl (C<sub>9</sub>)- og oktylfenoler (C<sub>8</sub>).

Nonyl- og oktylfenoler og deres etoksilater er meget giftige for vannlevende organismer. De er tungt nedbrytbare og kan bioakkumulere i organismer. Stoffene har vist østrogenliknende effekter på fisk og andre vannlevende organismer. Også på pattedyr kan nonylfenol gi fare for skade på foster og forplantningsevne.

Alkylfenoler er aromatiske bestanddeler i olje som delvis løses i produsert vann. Komponentene fjernes ikke fra produsert vann ved separasjon ombord. Typiske konsentrasjoner av alkylfenoler i produsert vann fra norsk sokkel er 0,1–43 mg/l (Røe 1998). Alkylfenoler, spesielt fra C<sub>5</sub>-fenol og oppover, har relativt lav nedbrytningshastighet og høy fettløselighet og kan bioakkumulere i det marine miljø over tid. I laboratorieforsøk er det påvist at hormonbalanse og reproduksjonsevne hos torsk på individnivå påvirkes ved eksponering for høye konsentrasjoner av alkyfenoler (Meier et. al. 2002).

##### **Utslippskilder**

Nonyl- og oktylfenoletoksilater er overflateaktive stoffer, og har på grunn av sine egenskaper vært brukt i en rekke produkter, særlig vaske- og rengjøringsmidler, men også maling, lakk og lim

samt plast. Nonyl- og oktylfenoletoksilater er hovedkilden til dannelse av nonylfenoler og oktylfenoler i miljøet. Produkter som inneholder nonyl- og oktylfenoler og deres etoksilater ble forbudt i Norge i 2002. Avløpsvann regnes som den største kilden til spredning av stoffene i Norge. Årsaken til dette er at mange produkter som inneholder disse overflateaktive stoffene ender opp i avløpsnettene etter bruk.

#### 3.2.2.3 Polyaromatiske hydrokarboner (PAH)

##### **Egenskaper og miljøeffekter**

PAH er en stoffgruppe som har tre eller flere sammenhengende benzenringer. Stoffgruppen inkluderer ca. hundre forbindelser. PAH forekommer naturlig i råolje og er dessuten den viktigste bestanddelen i kreosot og tjære (ofte omtalt som tjærestoffer).

Noen PAH-forbindelser er giftige, arvestoffskadelige og kreftframkallende. PAH brytes ned i varierende grad og kan bioakkumulere. Flere PAH-forbindelser er meget giftige for vannlevende organismer, og studier har også vist at flere av forbindelsene kan påvirke reproduksjon hos fisk (SFT: [www.miljostatus.no](http://www.miljostatus.no)). Benzo(a)pyren antas å være en av de mest helseskadelige av PAH-forbindelsene.

PAH kan spres over store avstander, både via atmosfæren og med havstrømmer. De minst flyktige forbindelsene transporteres bundet til partikler. Forbindelser i luft avsettes gjennom nedbør. I havet kan forbindelser akkumulere i sedimentene. Utslipp av PAH til jord skjer hovedsakelig fra kreosotimpregnert virke.

Produsert vann inneholder lave konsentrasjoner av PAH. Lav konsentrasjon og svært lav vannløselighet bidrar til en lav tilgjengelighet av komponentene for marine organismer. Tunge PAH-er som krysen, fenantren og benzo(a)pyren forventes derfor å ha lavt potensial for akutte effekter på organismer. Den biologiske nedbrytningen av de tunge aromaterne er derimot langsom, og kombinert med høy fettløselighet vil dette kunne bidra til en akkumulering av PAH i det marine miljø over tid (RKU 1999).

### Utslippskilder

PAH finnes i steinkulltjære, kreosot, annen tjære, mineralolje og oljeprodukter. Stoffet dannes ved all ufullstendig forbrenning av organisk materiale.

#### Petroleumsvirksomheten

PAH finnes i produsert vann, og blir sluppet ut til sjø samtidig med dette. Typiske PAH-konsentrasjoner i produsert vann på norsk sokkel ligger i intervallet 130–575 µg/l (RKU 1999). Forventet innhold i sjøvann ligger i intervallet 0,001–0,0045 µg/l (RKU 1999).

Tidligere utslipp av oljebasert slam og kaks med oljevedheng har resultert i tilførsel av PAH til sedimentene i Nordsjøen.

I tillegg vil forbrenning av f.eks. diesel fra rigger og supplyskip, samt turbiner/motorer på produksjonsinnretninger føre til utslipp av PAH til luft. I foreliggende studie fokuseres det imidlertid på direkte utslipp til sjø.

#### Landbaserte kilder

Viktigste kilder til utslipp av PAH er visse industriprosesser, vedfyring, forbrenning av fossile brenslere og veitrafikk. Kreosotimpregnert trevirke er også en viktig kilde til utlekking av PAH. Hva som er de største utslippskildene varierer fra land til land.

De største utslippskildene av PAH fra land til vann i Norge er aluminiumsindustrien (ved bruk av Søderbergteknologi). Skrogbehandling på skip og avrenning fra veitrafikk vurderes også som viktige utslipp til vann.

Videre bidrar dumping av muddermasse at PAH fra forurensede havneområder tilføres mer uforurensede sjøområder.

De største naturlige kildene til PAH-utslipp er avsetning fra luft som følge av vulkanutbrudd og skogbranner.

Aluminiumsindustrien, som er den største kilden til PAH i Norge, er pålagt å redusere sine PAH-utslipp innen 2007.

#### 3.2.2.4 *Kadmium*

### Egenskaper og miljøeffekter

Kadmium og kadmiumforbindelser er akutt og kronisk giftige for mennesker og dyr. Kadmium-

forbindelse er sterkt akutt giftige for vannlevende organismer (særlig ferskvannsorganismer), i tillegg er stoffet bioakkumulerende i fisk og pattedyr.

### Utslippskilder

#### Petroleumsvirksomheten

Kadmium forekommer som et naturlig sporstoff/forurensning i barytt, som er et vektmateriale som brukes ved boring. Det er imidlertid lite sannsynlig at kadmium i denne formen er biotilgjengelig.

Kadmium slippes også ut sammen med produsert vann. Typiske konsentrasjoner i produsert vann fra norsk sokkel er 0,4–5 µg/l. Forventet bakgrunnsnivå i sjøvann er 0,004–0,0023 µg/l (RKU 1999).

#### Landbasert kilder

Industri er den største utslippskilden for kadmium, både til luft og vann. Kadmium langtransporteres og avsettes med nedbør. I tillegg til industri, er kommunalt avløp og produkter (offernanoder) viktige utslippskilder.

Kadmium spres også i sjø ved dumping av muddermasser.

Utslippene av kadmium, både direkte og indirekte gjennom langtransportert luftforurensing er betydelig redusert de siste 20 årene. Det er framfor alt tiltak rettet mot industri som har resultert i dette.

#### 3.2.2.5 *Kvikksølv*

### Egenskaper og miljøeffekter

I naturen er kvikksølv sterk bundet til sedimenter og organisk materiale. Stoffet forekommer som uorganiske og organiske forbindelser. Kvikksølvforbindelser er svært giftige for mange vannlevende organismer og for pattedyr. Selv meget små konsentrasjoner kan resultere i kroniske giftvirkninger. Stoffet kan omdannes til den giftige formen metylkvikksølv som er fettløselig, og dermed kan bioakkumulere. Skader på nervesystem, nyreskader, motoriske og mentale skader er blant de mest alvorlige helseeffekter.

### Utslippskilder

#### Petroleumsvirksomheten

Kvikksølv slippes ut i lave konsentrasjoner sammen med produsert vann. Typiske konsentrasjoner i produsert vann fra norsk sokkel er <0,0001–0,02 µg/l, medianverdien ligger på 0,02 µg/l. Forventet

bakgrunnsnivå i sjøvann er 0,001–0,003 µg/l (RKU 1999).

#### Landbaserte kilder

Viktigste utslippskilder er industri, krematorier, kommunale avløp, kloakkslam og sigevann fra fyllinger. Diffuse kilder som veitrafikk, skips- og båttrafikk bidrar også med vesentlige utslipp. Det er anslått at langtransporterte forurensninger fra andre land bidrar med mer enn dobbelt så store tilførsler av kvikksølv til norsk natur som norske kilder (SFT 2005a).

## 4 MATERIALE OG METODER

Denne rapporten gir en sammenstilling av de data, både faktiske tall og estimer, som finnes tilgjengelig og/eller har blitt skaffet til veie fra de ulike kildene og landene med direkte utslipp til Nordsjøen. Datamateriale er således basert på en blanding av informasjon fra myndigheter, organisasjoner, litteratur og annen tilgjengelig informasjon.

### 4.1 Datagrunnlag

Rapporten omhandler hovedsakelig utslipp fra petroleumsvirksomhet, akutte utslipp fra skip og kysttilførsler (industri, avløp og elver). Dette fordi det blir utført målinger for utslippskildene, samt at dette antas å være hovedkildene til forurensning til Nordsjøen. Det blir imidlertid ikke utført faktiske målinger på alle parametrene for de ulike kildene, og det kan derfor være usikkerhet rundt rapporterte tall. Dette er nærmere omtalt under hver utslippskilde.

Når det gjelder utslippsoversikter fra olje- og gassvirksomheten er data gjennomgående av god kvalitet. Det samme gjelder utslipp av blant annet tungmetaller via direkte tilførsler (industri og avløp) og elvetilførsler. Oversikt over akutte utslipp både fra petroleumsvirksomhet og skipstrafikk er også godt dokumentert.

Det har vist seg å være vanskelig å finne gode oversikter over utslipp som skyldes operasjonelle aktiviteter fra skipstrafikk og oljeutslipp via elvetilførsler og andre landbaserte kilder som ikke har utslippstillatelse.

#### 4.1.1 Petroleumsvirksomheten

##### Norske utslipp til Nordsjøen

Oljeselskapene er gjennom utslippstillatelsene pålagt å overvåke utslipp og effekter av utslipp fra offshorevirksomheten. Denne informasjonen er tilgjengelig via selskapenes årsrapporter for de enkelte felt i drift, og er basert på retningslinjer utviklet av SFT i samarbeid med næringen. Oljeselskapene rapporterer også utslippstallene direkte inn i *Environment Web* (oppstart fra 2004), en felles database for industrien og myndighetene. Basert på de enkelte operatørens årlige rapporterte utslippstall til myndighetene (SFT), sammenfatter OLF en årsrapport som dekker alle vesentlige utslipp fra

virksomheten. På bakgrunn av miljørapportene til SFT, feltspesifikke årsrapporter og *Environment Web* har det vært mulig å hente ut informasjon om utslipp fra de fire underregionene som skal dekkes av RKU Nordsjøen. Disse kildene har dekket alle forurensningsparametrene denne studien omhandler.

##### Kommentarer, mangelfulle data, annet

Tungmetallene følger med det produserte vannet fra formasjonene. Verdiene for tungmetaller før år 2000 er noe usikre, da de delvis er målte og delvis er beregnede verdier. Fra og med år 2000 er samtlige tall for tungmetaller basert på målte verdier.

Operatørselskapene utslippsrapportering av PAH dekker de 16 prioriterte PAH-forbindelsene. Av de enkelte PAH-forbindelsene utgjør naftalen ca. 92 % av det totale PAH-utslippet på norsk sokkel.

Utslipp av fenoler er definert med sidegruppe til og med C<sub>3</sub>, alkylfenoler er med sidegruppe C<sub>4</sub> og opp til C<sub>9</sub>. Analysemetoden for alkylfenoler skiller dårlig mellom alkylfenoler og benzosyrer.

##### **Totale utslipp til Nordsjøen**

Når det gjelder utslipp til Nordsjøen fra dansk, nederlandsk, tysk og britisk petroleumsvirksomhet er dataene i denne rapporten hovedsaklig basert på datamateriale fra OSPAR og fra næringens bransjeorganisasjon i de ulike landene.

I henhold til OSPAR-avtalen skal alle medlemslandene årlig rapportere nasjonale utslipp av olje og kjemikalier fra petroleumsvirksomheten. Sammenstillinger av de innrapporterte tall blir gjengitt i samlerapporter. Se mer om OSPAR-avtalen i underkapittel 4.1.8.

Utslippsdata over tungmetaller og PAH via produsert vann fra britisk petroleumsvirksomhet er skaffet til veie fra UKOOA. Utslipp av tungmetaller fra nederlandsk petroleumsvirksomhet er hentet fra NOGEPa.

##### Kommentarer, mangelfulle data, annet

I rapportene som OSPAR sammenstiller, finns det ikke tilgjengelig tall på utslipp av tungmetaller eller PAH fordi medlemslandene ikke innrapporterer slike utslipp. Temaet er foreløpig til diskusjon i OSPAR (SFT pers. med. Fuglestad 2006). Estimer over utslipp av disse parametrene finnes i Quality Status

Report 2000 (OSPAR 2000), men beregningene er gamle (1996), og kun basert på utslipp fra Norge, Danmark og Nederland.

#### 4.1.2 Skipstrafikk

##### *Operasjonelle utslipp*

Det er ikke funnet noen god oversikt over utslipp fra skipstrafikk til vann som følge av operasjonell drift. De estimater som er gjort for operasjonelle utslipp av olje fra skipstrafikk har bl.a. tatt utgangspunkt i maksimale lovlige utslipp kombinert med aktivitet/kjøretid (Wulffraat et. al. 1993, Evers et. al. 1997). Det er ikke funnet noen informasjon/data om utslipp fra skipstrafikk til de fire RKU regionene, kun estimater som gjelder for hele Nordsjøen.

##### Kommentarer, mangelfulle data, annet

Gjeldende utslippsgrense for olje fra skip er 15 ppm for oljeforurensset vann (lensevann etc.). Analysemetoden som brukes i skipsfart skiller seg imidlertid fra de analysemetoder som brukes for å faststette utslipp av olje fra petroleumsvirksomheten. Tillatt utslippsgrense for olje i produsert vann og drenevann er i dag 40 ppm (skal reduseres til 30 ppm innen 01.01 2007 (OSPAR 2001c)). Dersom samme analysekrav skulle gjelde for skipsfart som oljeindustrien ville 15 ppm tilsvare en konsentrasjon som var betydelig høyere enn 40 ppm da skipsfarten bruker en analysemetode som ikke inkluderer dispergert olje. Dette betyr at de beregninger som er gjort for operasjonelle utslipp fra skip trolig gir underestimer i forhold til oljeutslipp fra petroleumsvirksomheten.

I følge møtereferat fra OSPAR (Meeting of the Environmental Assessment and Monitoring Committee (ASMO) the Hague (the Netherlands): 18–22 april 2005), skulle medlemslandene rapportere sine lands utslipp fra skip til Nederland innen 1. september 2005. Dette vil primært gjelde utslipp av tungmetaller. Resultatene fra dette vil muligens bli offentliggjort i juni/juli 2006 (National Institute for Coastal and Marine Management/RIKZ pers.med. Koopmans 2006).

##### *Akutte utslipp*

Opplysninger om akutte oljeutslipp fra skipstrafikk er dokumentert både nasjonalt og internasjonalt. Med akutte utslipp menes forurensning som inntreffer plutselig, og som ikke er tillatt etter bestemmelse i, eller i medhold av forurensningsloven (eventuelt andre lovverk i andre land).

#### Norske akuttutslipp

Alle akuttutslipp av olje og oljeprodukter skal rapporteres til Kystverket, og årsaksforholdene undersøkes. Innmeldte utslipp på 50 liter eller mer, samt alle utslipp av kjemikalier, blir lagt inn i Kystverkets database. Utslippetsdataene finnes også tilgjengelig hos SFT. Data over akutte utslipp som blir brukt i denne studien er hentet fra SFT via Internettsiden [www.miljostatus.no](http://www.miljostatus.no).

##### Kommentarer, mangelfulle data, annet

Data over nasjonale akutte utslipp når det gjelder skipstrafikk er summerte akuttutslipp fra Vest-Agder, Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane (nedbørsfeltet for området RKU Nordsjøen).

#### Totale akuttutslipp

Den viktigste kilden som er brukt vedrørende akutte utslipp internasjonalt er data tilgjengelig hos ITOPF (International Tanker Owners Pollution Federation Ltd). ITOPF har ført statistikk over oljeutslipp siden 1974.

Andre kilder som er brukt for å finne informasjon vedrørende akutte utslipp er Bonnnavtalen. Bonnnavtalen utgir bl.a. årlig rapporter som sammenstiller observerte oljesøl i Nordsjøen. Data om oljeutslipp er basert på flyovervåking, og hvert år gjennomføres det flytokt for å overvåke og rapportere oljeutslipp fra oljeplattformer og tankskip. Observasjoner fra flytokt dekker alle typer oljesøl. I de senere år er også bruk av satellitter blitt tillagt stor vekt.

##### Kommentarer, mangelfulle data, annet

Størrelsen på akutte oljeutslipp er ofte estimater, da nøyaktige mengder kan være umulig å tallfeste.

#### 4.1.3 Landbasert virksomhet

##### Norske utslipp til Nordsjøen

Industribedrifter i Norge har siden 1992 vært pålagt å rapportere årlig utslippstall til forurensningsmyndighetene, og SFT kontrollerer ordningen. Årlige industriutslipp til vann fra mellomstore og store bedrifter blir lagt inn i SFT sin database INKOSYS. Akutte landbaserte oljeutslipp blir rapportert fra Kystverket. For utslipp av olje fra andre landbaserte kilder og mindre virksomheter uten utslippstillatelse er tallgrunnlaget mangelfullt.

### Kommentarer, mangelfulle data, annet

SFT anmoder om at utslippsdataene i INKOSYS må betraktes som utslippsnivåer. Usikkerheten i de enkelte utslippsdata basert på utslippsmålinger er i størrelsesorden fra ca. 20 % til mer enn 100 % ved små utslippskonsentrasjoner. SFT mangler informasjon om utslipp til vann fra boliger og trafikk (vei, båt og skip, fly). Fra disse kildene er det kun tilgjengelig utslipp til luft. Gode data over utslippdata via kommunalt avløp og slam mangler, og SFT gjør anslag på basis av undersøkelser av innslipp fra husholdninger, småindustri og lignende. Kunnskap om utlekking av miljøgifter fra avfallsdeponi er mangelfull, og SFT er usikker på om utslippsbidraget fra avfallsdeponi vil endre det totale utslippsbildet vesentlig.

### **Elvetilførselsprogrammet**

OSPAR godkjente prinsippene for et omfattende studium av tilførsler av næringssalter og utvalgte miljøgifter via elver og direkte tilførsler til konvensjonens kystområder i 1988: RID (Comprehensive Study on Riverine Inputs and Direct Discharges). Programmet har som formål å gi en årlig kvantitativ vurdering av alle tilførsler via vassdrag, arealavrenning og direkte utslipp av utvalgte forurensningskomponenter til kyst- og havområder som omfattes av Konvensjonen for beskyttelse av det marine miljø i det nordøstlige Atlanterhav. Det ble besluttet å starte studiet med prøvetaking f.o.m. 1990 (OSPAR 1988).

Norge, ved SFT, har siden 1990 fulgt opp dette gjennom *Elvetilførselsprogrammet* som er et statlig program for forurensningsovervåking. I Norge gjennomfører Norsk institutt for vannforskning (NIVA) programmet på oppdrag fra SFT. Elvetilførselsprogrammet måler tilførslene fra om lag 75% av fastlands-Norges landareal (90 % i Skagerrakområdet). Tilførslene fra det øvrige landarealet beregnes, blant annet ved hjelp av tilførselsmodellen TEOTIL. En sammenligning mellom enkildebasert tilnærming (TEOTIL) og en tilførselsbasert tilnærming (RID) oppnås gjennom dette programmet.

Utvalgte forurensningskomponenter som prøvene analyseres for er organiske parametere (gamma-HCH (lindan)), metaller (Hg, Cd, Cu, Zn, Pb, Si, As) og vannkvalitetsparametere (ammonium, nitrat, ortofosfater, total nitrogen, total fosfor, suspendert materiale, salinitet, konduktivitet, pH, total organisk karbon). SFT rapporterer data årlig til OSPAR og

gjennomgår dem periodisk med tanke på å avdekke eventuelle endringer over tid.

SFT har en egen miljødatabase over forurensnings-tilførsler til kystområder tilgjengelig på [www.miljostatus.no](http://www.miljostatus.no). Informasjon hentet herfra kan avgrenses til utslipp i Nordsjøen. Forurensnings-tilførsler til kystområdene omfatter som tidligere nevnt både målte og beregnede tilførsler av utvalgte miljøgifter. Måleprogrammet gjennomføres årlig i 10 hovedelver og 36 store og mellomstore vassdrag langs hele norskekysten. Punktutslipp fra industri, kommunalt avløp og akvakultur inngår også i datasettet. Datamateriale for tungmetallutslipp fra bedrifter er bedriftenes innrapporterte utslipp til SFT hentet fra INKOSYS. Metallmengder i avløpsvann er estimerer basert på målte data hentet fra SSB, eventuelt estimerer når analytiske data ikke er tilgjengelig. Målingene dekker tilførsler fra omlag 56 % av Norges areal på fastlandet.

### Kommentarer, mangelfulle data, annet

Elvetilførselsprogrammet dekker ikke utslipp av olje og oljekomponenter, fenoler eller PAH. Tallmateriale om utslipp av olje, fenoler og PAH fra landbasert virksomhet i Norge brukt i denne studien er for bedrifter med utslippstillatelse og hentet fra INKOSYS.

### **Akutte utslipp**

Informasjon når det gjelder akutte utslipp av olje fra landbaserte kilder brukt i denne studien er hentet fra [www.miljostatus.no](http://www.miljostatus.no). I tillegg til å gjøre søk på kilde er det også mulig å få geografisk inndeling av oljeutslippene. Data over akutte oljeutslipp i Norge når det gjelder landbasert virksomhet er summerte utslipp fra Vest-Agder, Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane. Kilder til landbaserte akutteutslipp er industri, langtransport, nedgravde tanker og bunkersanlegg.

### **Totale utslipp til Nordsjøen**

#### *Olje og oljekomponenter*

Det er ikke identifisert gode oversikter eller lykkes å skaffe til veie informasjon over oljeutslipp fra landbaserte kilder i Danmark, Tyskland, Nederland eller Storbritannia. Tallmateriale brukt i denne studien er hentet fra QSR 2000 (OSPAR 2000).

### Kommentarer, mangelfulle data, annet

Det er komplisert og kostbart å gjøre målinger av dispergert olje i vann. Dette kan være en



medvirkende årsak til at det tilsynelatende ikke er utført målinger over oljeutslipp til vann fra landbaserte kilder.

#### *Tungmetaller*

Informasjon om utslipp av tungmetaller fra industri, avløp og elvetilførsler fra landene Danmark, Tyskland, Nederland og Storbritannia er hentet fra OSPAR sitt RID-program. Hvert år innrapporteres utslippstall fra elver og direkte tilførsler av utvalgte parametere fra nordsjølandene.

Følgende kategorier blir innrapportert:

- Direkte tilførsler
  - Utslipp via kommunale avløp
  - Industriutslipp
- Kystområder
  - Inkluderer utslipp fra kystområder mellom elver og også poller. Avhengig av egenskaper blir utslipp fra "kystområder" enten tatt med under direkte tilførsler eller under elvetilførsler.
- Elvetilførsler
  - Hovedelver
  - Sideelver

Tallmateriale hentet fra dette programmet blir i resultatkapittelet omtalt som *Direkte tilførsler og elvetilførsler*.

#### Kommentarer, mangelfulle data, annet

Selv om det er knyttet usikkerhet til dataene som blir rapportert, antas det likevel at datamateriale gir en brukbar informasjon om størrelsesorden på tilførslene til Nordsjøen.

Elvetilførsler gjelder totale mengder tilført hele vassdragssystemet som når kysten. Punktet der vassdraget når kysten defineres som det området ferskvann møter tidevann. Når tilførsler blir estimert ved et punkt lokalisert ved en tidevannssone, kan dette føre til inkonsistens mellom disse estimatene og den faktiske elvetilførselen. Det er også viktig å være klar over at rapporterte elvetilførsler representerer belastningen og avrenning fra hele nedbørsfeltet. Flere av de store vassdragene på kontinentet har utspring i andre land (Sveits, Tsjekkia etc.), men utslippet angis som om det stammer fra det landet som ligger lengst ned i vassdraget og grenser til Nordsjøen.

Programmet RID dekker ikke målinger eller estimater vedrørende tilførsler av olje, fenoler eller PAH (pr. 2006).

#### *Fenoler og PAH*

The European Pollutant Emission Register (EPER) er et europeisk register med sammenlignbare data på utslipp fra større bedrifter som omfattes av IPPC-direktivet. Utslippstall for 2001 er tilgjengelig via EPERs Internettside <http://eper.cec.eu.int/eper/>. Her finnes opplysninger om utslipp av både fenoler og PAH til luft og vann fra bedrifter med utslippstillatelse fra de respektive land i Europa. Utslippsmengder av fenoler og PAH fra industribedrifter for landene Danmark, Tyskland, Nederland og Storbritannia brukt i denne studien er hentet fra denne databasen.

#### Kommentarer, mangelfulle data, annet

Utslipp av fenoler og PAH fra andre landbaserte kilder og bedrifter uten utslippstillatelse er ikke inkludert i denne studien.

Det er ikke funnet noen gode samlede oversikter over totale tilførsler av PAH til Nordsjøen. I denne studien er derfor data fra forskjellige kilder sammenstilt. Sammenligningene mellom de ulike kildene er usikre da metoder for måling av PAH varierer fra land til land og fra kilde til kilde.

#### **4.1.4 Atmosfærisk nedfall**

Det finns flere kilder med datamateriell om atmosfæriske avsetninger til Nordsjøen, blant annet CAMP (Comprehensive Atmospheric Monitoring Programme). I foreliggende rapport er materiale og estimater over atmosfæriske avsetninger funnet bl.a. i rapporter fra OSPAR (OSPAR 2000, 2005e, 2004e) og TNO (Baart *et al.* 1995).

#### CAMP

Det er 17 forurensningskomponenter i måleprogrammet under CAMP og målingene utføres ved 28 stasjoner i 10 OSPAR-land. OSPARs overordnede mål er å redusere utslipp av de studerte komponentene med 50 % i forhold til utslippene i 1985. CAMP-målingene utføres for å observere endring i tilførsler i samsvar med OSPAR-kommisjonens avtaler. I Norge utfører NILU, etter oppdrag fra SFT, målingene av forurensningskomponentene.

Kommentarer, mangelfulle data, annet

Baart og Diederer (1991) fant ut at ofte skyldes hovedparten eller en signifikant andel av forurensningstilførselene av bl.a. kadmium og kvikksølv via elven Rhinen atmosfæriske avsetninger (Baart *et al.* 1995).

**4.1.5 Mudret materiale**

Mudret materiale må til en viss grad sees på som en omplassering av materiale og ikke som en ny tilførsel. Mudring og dumping kan imidlertid føre til økt frigivelse av forurensninger og er derfor tatt med i denne studien i de tilfellene det er funnet tallmateriale som omhandler denne typen aktivitet.

Informasjon benyttet i denne studien er basert på data fra OSPAR.

Kommentarer, mangelfulle data, annet

Rapporterte forurensningsmengder i mudret materiale rapportert til OSPAR er høyere enn de faktiske tilførselene. For øyeblikket finns det ikke tilgjengelig noen tilnæringsmåte for å finne den faktiske forurensningstilførselen som følge av dumping av mudret materiale til sjø (OSPAR 2004d).

**4.1.6 Bransjeorganisasjoner og miljømyndigheter**

Informasjon om utslipp og miljø fra petroleumsvirksomheten finns tilgjengelig hos de ulike bransjeorganisasjonene og hos de ulike miljømyndigheter.

**Bransjeorganisasjoner**

- **Norge:** Oljeindustriens Landsforening (OLF).
- **Storbritannia:** Unitet Kingdom Offshore Operators Association (UKOOA).
- **Nederland:** Netherlands Oil and Gas Exploration and Production Association (NOGEPa).
- **Danmark:** North Sea Operators Committee – Denmark (NSOC-D).
- **Tyskland:** Wirtschaftsverband Erdoel-und Erdgasgewinnung eV (WEG).

**Miljøvernmyndigheter**

- **Norge:** Statens forurensningstilsyn (SFT)
- **Storbritannia:** Landbasert virksomhet: EA (Environment Agency). Petroleumsvirksomhet: DTI (Department of Trade & Industry).
- **Nederland:** Rijkswatwrstaat, National Emission Registration, Public Health and Environment (RIVM)
- **Danmark:** Miljøministeriet
- **Tyskland:** Umwelt Bunds Amt

**4.1.7 Samarbeidsavtaler med andre land**

De viktigste formelle avtaler norske myndigheter har når det gjelder utslipp fra olje- og gassvirksomheten offshore er OSPAR-avtalen og Bonn-avtalen.

**OSPAR-avtalen**

Konvensjon om beskyttelse av det marine miljø i det nordøstlige Atlanterhav (Oslo-Paris-konvensjonen, OSPAR) ble undertegnet i 1992. Konvensjonen omfatter arbeid med felles bestemmelser og anbefalinger for:

- landbaserte utslipp
- dumping og forbrenning til havs
- overvåking
- olje- og gassvirksomheten offshore (konvensjonen dekker ikke utslipp til luft fra olje- og gassvirksomheten)

Gjennom arbeidet i konvensjonens gruppe for olje- og gassvirksomhet, informerer blant annet landene hverandre om utslippsmengder og konsekvenser av utslippene.

Sjøområde som er definert som OSPARs ansvarsområde er det nordøstlige Atlanterhav, fra østkysten av Grønland og østover til kontinentalsokkelen til Nordsjøens kyst, fra Gibraltar i sør til Nordpolen i nord. Tallmateriale fra britisk petroleumsvirksomhet inkluderer utslipp fra installasjoner i Irske-sjøen og den Engelske kanal. Utslippstall fra norsk petroleumsvirksomhet er spesifisert for de fire regionene i Nordsjøen. Data som inkluderer utslipp fra alle norske installasjoner (også felt i Norskehavet og Barentshavet) blir benyttet i de tilfeller da dataopplysningen ikke er tilstrekkelig finmaskert til å skille ut tall fra Nordsjøen. Dette vil bli redegjort i teksten når så er tilfelle.

Nordsjøen inkludert fjorder og kystområder har et areal på ca. 750.000 km<sup>2</sup> og volum på ca. 94.000 km<sup>3</sup> (OSPAR 2000).

**Bonnnavtalen**

Bonnnavtalen ble utarbeidet i 1970 for å begrense skade fra olje og andre miljøfarlige stoffer på sjøen.

Målsettingen er å sikre at kyststatene samarbeider seg imellom for å skaffe til veie arbeidskraft, forsyninger, utstyr og vitenskapelig rådgivning for å behandle utslipp av olje og andre skadelige stoffer i Nordsjøen. Kontraktparter er Belgia, Danmark, Frankrike, Tyskland, Nederland, Norge, Sverige, Storbritannia og Nord-Irland.

## 5 RESULTATER

Resultatene for hver enkelt utslippsparameter er presentert i egne underkapittel. Kapitlene er delt i to avsnitt, hvor det første sammenstiller "norske utslipp til Nordsjøen", og det andre gir en presentasjon av de samlede utslippene til Nordsjøen fra landene Norge, Danmark, Tyskland, Nederland og Storbritannia ("totale utslipp til Nordsjøen").

Tabell 5.1 gir en samlet oppsummering av estimerte totale tilførsler til Nordsjøen av de ulike utslippsparameteren.

Figur 5.1 viser andelen av totale oljeutslipp til Nordsjøen fra de ulike kildene basert på data fra tabell 5.1.

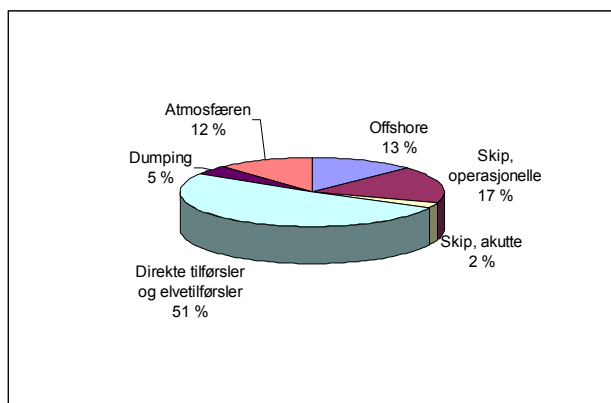
**Tabell 5.1** Totale tilførsler av de ulike utslippsparametrene (tonn/år) til Nordsjøen\*.

Kilde	Olje	PAH	Cd	Hg
Petroleumsvirksomhet	7 800 <sup>1</sup>	14 <sup>5</sup>	12,5 <sup>10</sup>	0,2 <sup>10</sup>
Operasjonelle utslipp fra skip	10 466 <sup>2</sup>	7–65 <sup>6</sup>	0,1 <sup>6</sup>	-
Akutte utslipp fra skip	1 371 <sup>3</sup>	-	-	-
Direkte tilførsler og elvetilførsler	16 000–46 000 <sup>4</sup>	16,5–177	22 <sup>11</sup>	7 <sup>11</sup>
Atmosfæren	7 000 <sup>4</sup>	130 <sup>8</sup>	29,5 <sup>12</sup>	4–9 <sup>12</sup>
Mudret materiale <sup>9</sup>	2 792 <sup>13</sup>	16	21 <sup>14</sup>	21
<b>Totalt**</b>	<b>60 429</b>	<b>213</b>	<b>85</b>	<b>35</b>

\* Fenoler er ikke med i denne sammenstillingen.

\*\* Til grunn for totalt når det forekommer tall i intervall er gjennomsnittet av intervallet.

- 1) Danmark, Tyskland, Nederland og Storbritannia (OSPAR 2001b, 2003c, 2005b), Norge (selskapenes årsrapporter). Data for 2003, inkluderer utslipp via produsert vann og akuttutslipp.
- 2) Wulffraat *et al.* 1993, Evers *et al.* 1997.
- 3) Gjennomsnittsverdi av uhellutslipp større enn 7 tonn for perioden 1974–2004 (ITOPF, pers.med. O'Hagan 2006), ekskl. utslipp på 88.069 tonn i 1993.
- 4) OSPAR 2000, Evers *et al.* 1997
- 5) Norge (selskapenes årsrapporter), Storbritannia (UKOOA), Danmark og Nederland (Karman *et al.* 2002).
- 6) Wulffraat *et al.* 1993
- 7) Elvetilførsler: OSPAR 2002c, Karman *et al.* 2002. Gjelder tilførsel fra Rhinen og Mosel. Industriutslipp: EPER.
- 8) Baart *et al.* 1995. Data for 1990. Kalkuleringer for den sørlige delen av Nordsjøen (område på 508.126 km<sup>2</sup>) har blitt ekstrapolert til hele Nordsjøen (område på 745.950 km<sup>2</sup>).
- 9) Innhold i mudret materiale i havner, sjøkanaler og kystområder (OSPAR 2005a, 2004a, 2003a, 2002a)
- 10) Norge: Feltspesifikke årsrapporter, Storbritannia: UKOOA, Nederland: NOGEPa. Data for 2004.
- 11) Gj.snitt av middelverdier i perioden 1999–2003 (OSPAR 2001a, 2002b, 2003b, 2004b, 2005d)
- 12) Gj.snitt av estimater i perioden 1999–2002 (OSPAR 2005e)
- 13) Data for 2003.
- 14) Gj.snitt for perioden 1999–2003



**Figur 5.1** Andel (%) de ulike kildene bidrar med til totale oljeutslipp til Nordsjøen basert på data fra tabell 5.1.

## 5.1 Utslipp av olje og oljekomponenter

Globale estimater vedrørende oljeutslipp til havs har blitt utført av blant annet US National Academy of Sciences (NCR, 2003 Oil in the Sea III), FNs ekspertgruppe GESAMP 1993 (IMO, FAO, UNESCO, WMO, WHO, IAEA, UN, UNEP) og The Australian Petroleum Production and Exploration

Association (APPEA). Videre har OSPAR gjennom Quality Status Report (QSR) 2000 (OSPAR 2000), sammenstilt data/estimater om utslipp til Nordsjøen. Tabell 5.2 viser estimater av de ulike kildenes relative bidrag til oljetilførsler globalt og til Nordsjøen.

**Tabell 5.2** Estimater av relativt bidrag til oljeutslipp til sjø fra de ulike kilder globalt og /eller til Nordsjøen.

Organisasjon/hvem	Kilde	Globalt (%)	Nordsjøen (%)
NCR for perioden 1990–1999, (NCR 2003)	Petroleumsvirksomhet: 37.000 t	3	
	Skipsfart (ikke tankskip), akutte: 7.100 t	1	
	Tankskip, akutte: 100.000 t	8	
	Tankskip, operasjonelle: 36.000 t	3	
	Skipsfart (ikke tankskip), operasjonelle: 270.000 t	22	
	Urbane avrenninger og utslipp: 140.000 t	11	
	Andre kysttilførsler: 4.900 t	0,4	
	Atmosfæren: 53.700 t	4	
	Naturlig utlekking: 600.000 t	48	
The Australian Petroleum Production and Exploration Association (APPEA), 2006	Oljeindustrien – tankskipulykker og offshorevirksomhet	14	
	Operasjonelle utslipp fra skip (ikke innen oljeindustrien)	33	
	Avrenning fra byer og utslipp fra industri	37	
	Naturlige kilder	6	
	Luftbårne hydrokarboner	9	
FNs ekspertgruppe for havmiljø, globalt for perioden 1985 og til Nordsjøen for perioden 1987 (GESAMP, 1993)	Utslipp fra offshore produksjon	2	28
	Landbaserte kilder (avrenning fra byer og kystraffinerier)	34	43
	Maritim transport	45	3
	Atmosfærisk nedfall	10	12
	Naturlig kilder	8	2
	Dumping til sjø	1	12
QSR 2000 (OSPAR 2000)	Petroleumsvirksomhet: 7.918 t		16
	Skipstrafikk: 6.750 t		14
	Direkte tilførsler og elvetilførsler: 16.000–46.000 t		63 <sup>1</sup>
	Naturlig tilførsler: 1.000 t		2
	Atmosfæren: 430 t (Nederlandsk kontinentalsokkel)		1
	Dumping til sjø: 2.000 t		4

1) Gjennomsnittsverdien brukt for beregning av bidrag.

Estimatene varierer betydelig i anslag av hvilken kilde som bidrar med de største oljeutslippene. NCR anslår at petroleumsvirksomheten bidrar med ca. 3 % av de globale oljetilførslene til havs, og naturlig utlekking er estimert å være den største kilden med 48 % av de globale oljetilførslene. APPEA har estimert at oljeindustrien bidrar med 14 % av de globale oljetilførslene til havs, og operasjonelle oljeutslipp fra skip og landbaserte aktiviteter bidrar med henholdsvis 33 % og 37 %.

GESAMP (1993) anslår at petroleumsvirksomheten bidrar med 2 % av de globale oljeutslippene til sjø og 28 % av oljeutslippene totalt til Nordsjøen.

Landbaserte kilder og maritim transport blir estimert til å bidra med henholdsvis 34 % og 45 %, mens de samme kildene bidrar til 43 % resp. 3 % av de totale oljetilførslene til Nordsjøen. Landbaserte kilder vurderes å være den største kilden til oljeutslipp til Nordsjøen (43 %).

I QSR 2000 ble petroleumsvirksomhetens bidrag til Nordsjøen av oljeutslipp beregnet til å være ca. 16 % i 2000 (OSPAR 2000). I forhold til andre sjøområder er petroleumsvirksomheten i Nordsjøen vesentlig mer omfattende i forhold til sjøarealet, og dette kan forklare at bidraget fra petroleumsvirksomheten blir større i Nordsjøen enn de globale estimatene fra NCR, GESAMP og APPEA .

### 5.1.1 Norske utslipp

En oversikt over norske oljeutslipp til Nordsjøen er vist i tabell 5.3. Sammenstillingen dekker alle kilder med tilførsler av olje som inngår i studien unntatt operasjonelle utslipp fra skip og elvetilførsler da data mangler.

Totalt blir det sluppet ut 4.296 tonn/år olje til Nordsjøen fra de norske kildene oppsummert i tabell 5.3. Petroleumsvirksomhet offshore er den største utslippskilden (2.824 tonn) og bidrar med ca. 66 % av de norske oljeutslippene til Nordsjøen. Den nest største kilden er avsetninger fra atmosfæren (1.260 tonn), som bidrar med ca. 30 % av de norske oljeutslippene til Nordsjøen. Regulære utslipp fra

industri bidrar med ca. 0,4 %, og akutte oljeutslipp fra skip bidrar med 2 % av de norske oljeutslippene til Nordsjøen.

Data om mengden oljeutslipp som følge av operasjonelle skipsaktiviteter mangler, og her vises det til estimater som gjelder for hele Nordsjøen (tabell 5.1 og 5.4). Oljeutslipp fra operasjonelle skipsaktiviteter kan være så store at de vil endre utslippsbildet i tabell 5.3.

Figur 5.2 viser historisk sammenstilling (1999–2004) av norske oljeutslipp fra de ulike kildene oppsummert i tabell 5.3.

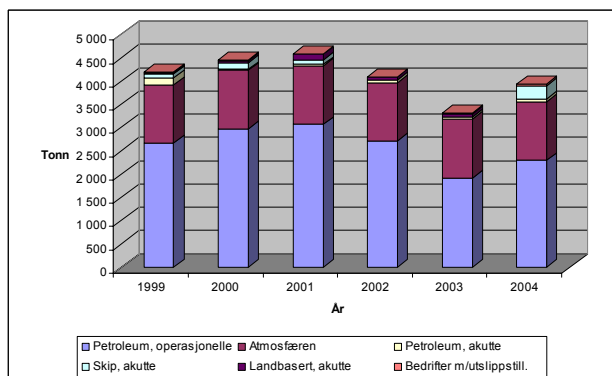
**Tabell 5.3** Norske utslipp av olje (tonn/år) fordelt på kilder.

Kilder, tonn	Bidrag (tonn/år)	Andel av sum (%)
Petroleumsvirksomhet offshore, operasjonelle utslipp* 1	2 824	66
Petroleumsvirksomhet offshore, akutte utslipp <sup>2</sup>	54	0,6
Skip, akutte utslipp**3	88	2
Landbasert, akutte utslipp **3	48	1
Bedrifter med utslippstillatelse <sup>4</sup>	19	0,4
Atmosfærisk nedfall <sup>4</sup>	1 260	30
<b>Totalt</b>	<b>4 296</b>	<b>100</b>

\* Sum for de fire underregionene, inkluderer utslipp av olje i produsert vann, drenasje- og fortrenningsvann.

\*\* omregnet fra m<sup>3</sup> til tonn med faktor 0,85

- 1) SFT/OLF Årsrapporter om utslipp på norsk sektor fra de fire regionene er inkludert. Utslippstallet for 2005 er brukt.
- 2) Gj.snitt for perioden 1999–2005 (SFT/OLF, Årsrapporter om utslipp på norsk sektor fra de fire regionene).
- 3) SFT: [www.miljostatus.no](http://www.miljostatus.no). Gj.snitt for perioden 1999–2005
- 4) SFT: INKOSYS. Gj.snitt for perioden 1999–2004
- 5) Ved å forutsette at atmosfærisk oljenedfall til Nordsjøen totalt er 7.000 tonn (OSPAR 2000, Evers *et.al.* 1997), og at det totale Nordsjøområdet dekker 745 950 km<sup>2</sup>, vil nedfall av oljeutslipp til de fire regionene i Nordsjøen utgjøre ca. 1.260 tonn/år.



**Figur 5.2** Historisk sammenstilling av oljeutslipp (tonn) fra ulike kilder i Norge til Nordsjøen for perioden 1999–2004. Utslipp for 2005 er ikke tatt med i denne figuren da data mangler for industribedrifter med utslippstillatelse.

### Akuttutslipp

Akutte utslipp fra petroleumsvirksomhet, skipstrafikk og landbaserte aktiviteter bidrar med henholdsvis ca. 1 %, 2 % og 1 % til de norske oljetilførslene til Nordsjøen. I snitt for perioden 1999–2005 hadde petroleumsvirksomheten akuttutslipp på ca. 54 tonn/år. Gjennomsnittet for akutte oljeutslipp fra skipstrafikk var ca. 88 tonn/år, mens gjennomsnittet fra landbaserte kilder var ca. 51 tonn/år. Historisk sammenstilling av akutte oljeutslipp til Nordsjøen fordelt på kilde (petroleumsvirksomhet, skip og land), er vist i figur 5.3.

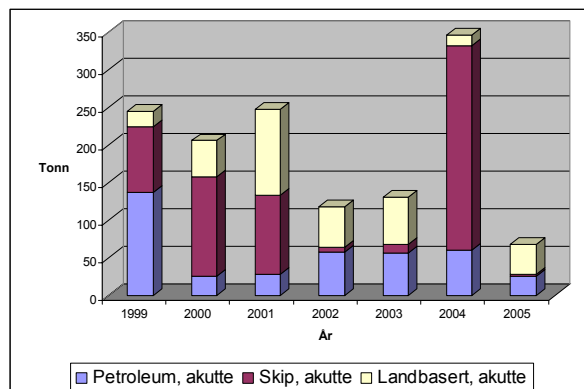
Hvilken kilde som gir det største bidraget til akutte oljeutslipp varierer fra år til år. I 2004 førte "Rocknes"-forliset til et utslipp på 321 m<sup>3</sup> olje og var det største akuttutslippet det året.

### Usikkerhet i dataene

Data for oljetilførsler via elver og operasjonelle utslipp fra skip mangler. Fra landbaserte kilder er det kun funnet tallmateriale på oljeutslipp fra industribedrifter med utslippstillatelse og innrapporterte akutte oljeutslipp.

Oljeutslippene via lensevann fra skip kan være så store at de vil endre utslippsbildet. IMO/GESAMP planlegger å publisere en ny rapport om oljeutslipp til havs fra bl.a. skipsfart i løpet av høsten 2006. Sjøfartsdirektoratet planlegger å legge denne rapporten og den metodikk som der blir brukt til

grunn for en eventuell vurdering av operasjonelle utslipp fra norsk innenlands sjøfart (Sjøfartsdirektoratet pers. med. Oftedal 2006). Det vil dermed kunne foreligge estimater på oljeutslipp fra skipsfart i norske farvann i nær framtid.



**Figur 5.3** Akutte oljeutslipp til Nordsjøen fordelt på norske utslippskilder, 1999–2005 (SFT: miljøstatus.no).

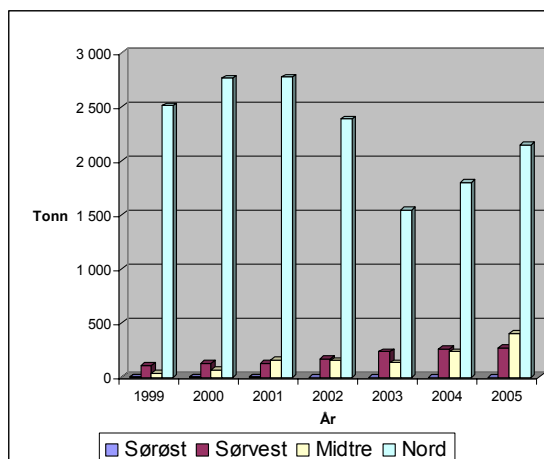
#### 5.1.1.1 Petroleumsvirksomheten

### Operasjonelle oljeutslipp

Av de kildene som er oppsummert i tabell 5.3 (ekskl. operasjonelle utslipp fra skipsfart) bidro petroleumsvirksomheten med ca. 66 % (2.824 tonn i 2005) av de norske oljetilførslene til Nordsjøen.

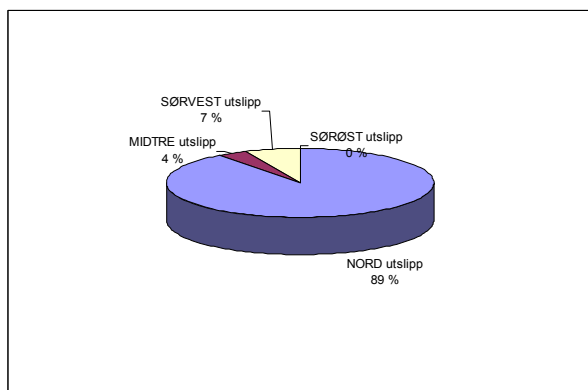
Den største utslippskilden av olje fra petroleumsvirksomhet er utslipp av olje via produsert vann. På norsk sokkel har oljekonsentrasjonene i produsert vann som slippes ut gått betydelig ned i senere år som følge av tiltak (se kap. 3.2.2.1), og mengden produsert vann som reinjiseres har økt. Imidlertid har vannmengdene som slippes ut i de fire regionene i Nordsjøen økt slik at det totale oljeutslippet fra 1999–2005 økte fra 2.665 tonn til 2.824 tonn. Fra 2001 var det en nedgang i oljeutslippene frem til 2003. Fra 2003 økte oljeutslippene igjen som følge av økte mengder produsert vann (figur 3.6). I følge SFT ville oljeutslippene på hele den norske sokkelen ha vært omkring 35 % høyere enn hva de var i 2004 dersom ingen tiltak var igangsatt etter 2002.

Historisk sammenstilling av oljeutslipp fra de fire regionene i Nordsjøen framgår av figur 5.4.



**Figur 5.4** Oljeutslipp (tonn) via produsert vann, drenasjevann og fortreningsvann fra norske installasjoner i Nordsjøen fordelt på de fire regionene (1999–2001: SFT 2000, 2002, 2004c,d, 2002–2004: selskapenes årsrapporter og 2005: Environment Web).

I 2005 har region Nord de høyeste oljeutslippene etterfulgt av region Midtre. Feltene i region Nord er i en moden fase og er bl.a. karakterisert ved avtakende oljeproduksjon og økt produksjon av vann. Av de samlede utslippene av produsert vann fra de fire regionene i 2005 utgjør andelen produsert vann som slippes ut fra region Nord 89 % (figur 5.5).



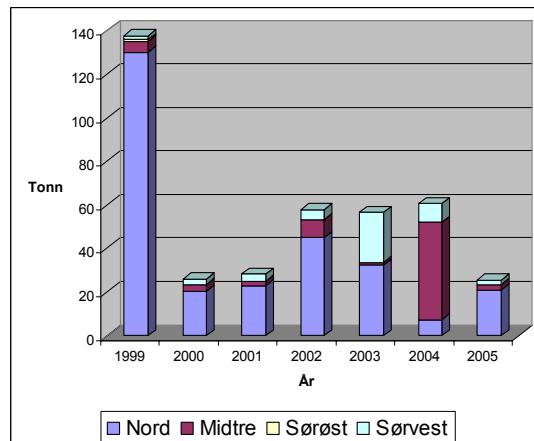
**Figur 5.5** Fordeling av utslipp av produsert vann per region i Nordsjøen i 2005 (OD).

Region Sørøst er representert ved Yme som ble stengt ned i 2001. Det er derfor i dag (2006) ingen felt i produksjon i denne regionen.

**Akutte oljeutslipp**

Av de kildene som er oppsummert i tabell 5.3 bidro akutte oljeutslipp fra petroleumsvirksomheten med ca. 0,6 % (gj.snittsverdi for perioden 1999–2005: 54 t/år) av de nasjonale utslippene, og ca. 2 % av

oljeutslippene fra petroleumsvirksomheten. Figur 5.6 viser mengden akutte oljeutslipp for de fire regionene i perioden 1999–2005.



**Figur 5.6** Historisk sammenstilling av akutte oljeutslipp (tonn) til Nordsjøen (SFT og OLF).

Mengden oljeutslipp som følge av akutte utslipp varierer fra år til år. I 1999 skyldes de største akuttutslippene utslipp fra Troll B og Snorre. I 2004 hadde Heimdal utslipp av 45 m<sup>3</sup> diesel. Det historisk største akutte oljeutslippet i Nordsjøen var Bravo-utblåsningen på Ekofisk-feltet i 1977. Da ble 12.700 m<sup>3</sup> olje sluppet ut. Andre store akuttutslipp har skjedd på Statfjord-feltet i Nordsjøen i 1992.

**5.1.1.2 Skipstrafikk**

**Operasjonelle utslipp**

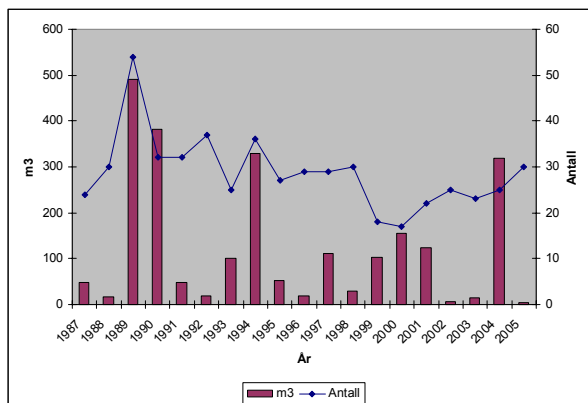
Oljeutslipp fra skipstrafikk skyldes i all hovedsak operasjonelle utslipp (vasking av tanker, utslipp av lensevann med olje). På grunn av manglende data har det innenfor rammene av foreliggende studie ikke vært mulig å estimere/beregne størrelsen på de operasjonelle oljeutslippene fra skipstrafikk til de fire regionene i Nordsjøen.

For å gi et inntrykk av størrelsesorden på oljeutslipp som følge av operasjonell drift fra skipstrafikk, vises det til et studie utført av DNV (Behrens et al. 2003). Studien estimerte at norske skip i utenriksfart (1001 stk), har et lovlig oljeutslipp via vann fra motorrom (lensevann) på 4.728 l/år. Dette er basert på et oljeinnhold på 15 ppm i utslippsvannet. For estimater som gjelder for hele Nordsjøen vises det til tabell 5.1 og 5.4.



### Akutte utslipp

Oljeutslipp som følge av akutte utslipp fra skipstrafikk (gj.snitt for perioden 1999–2005: 88 t/år), bidro med ca. 2 % av de norske oljeutslippene til Nordsjøen. I 2005 utgjorde akutte oljeutslipp fra skipstrafikk ca. 2,7 tonn. Historisk sammenstilling av norske akutte oljeutslipp fra skipstrafikk i Nordsjøen er vist i figur 5.7.



**Figur 5.7** Historisk sammenstilling av akutte oljeutslipp fra skip til de fire regionene i Nordsjøen, vist både i mengde (m<sup>3</sup>) og antall (SFT: www.miljostatus.no).

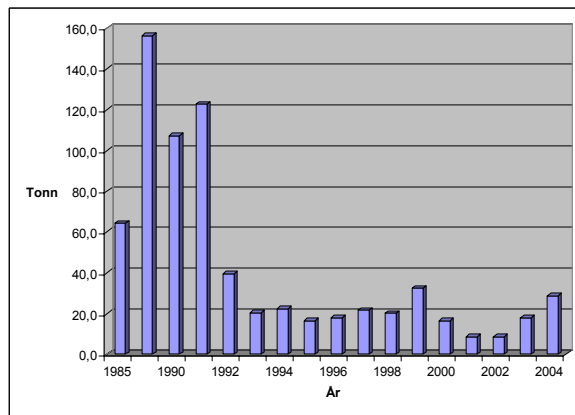
I 2004 førte "Rocknes"-forliset til et utslipp på 321 m<sup>3</sup> olje. Mengden olje sluppet ut som følge av akutte utslipp viser en nedadgående trend, men oljeutslippene varierer mye fra det ene året til det andre på grunn av enkelthendelser. Det fremgår også av figur 5.7 at det ikke er antallet, men størrelsen på enkelthendelsene som avgjør totalmengden olje sluppet ut. I 2005 ble det rapportert om 30 utslipp, men totalmengden olje som ble sluppet ut var den laveste på mange år.

#### 5.1.1.3 Landbasert virksomhet

##### Regulære utslipp fra industriutslipp

Oljeutslipp fra industribedrifter på vestkysten (Vest-Agder, Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane) med utslippstillatelse utgjorde ca. 0,4 % (gjennomsnittsverdi på 19 tonn i perioden 1999–2004), av de norske oljeutslippene til Nordsjøen. Hovedsakelig gjelder dette oljeraffinerier, galvanobedrifter, garnspinnerier og avløps- og renovasjonsvirksomhet. Figur 5.8 viser historisk sammenstilling av regulære oljeutslipp fra norske industribedrifter i perioden 1985–2004.

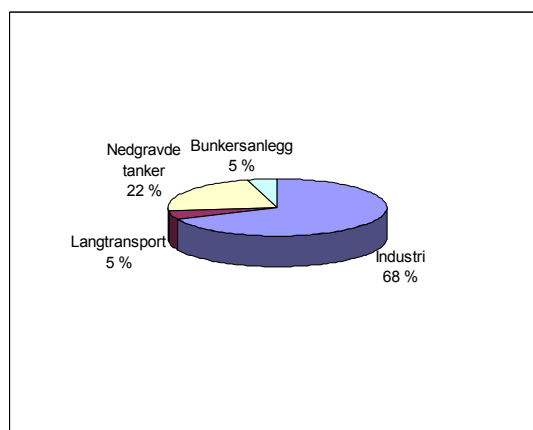
Som figur 5.8 viser har regulære oljeutslipp fra industrivirksomhet avtatt siden 1985, og var på det laveste i 2001 og 2002.



**Figur 5.8** Historisk sammenstilling av oljeutslipp fra industribedrifter med utslippstillatelse i fylkene Vest-Agder, Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane (INKOSYS).

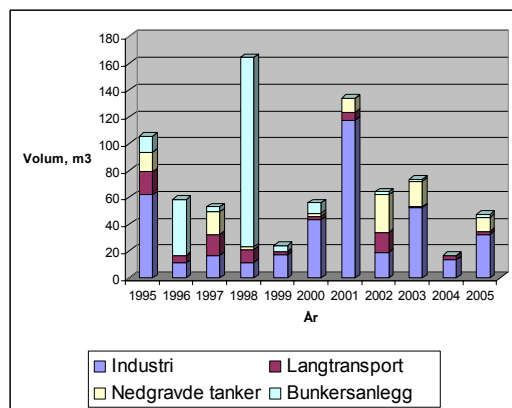
### Akutte utslipp

Av de kildene som er oppsummert i tabell 5.3 bidro akutte utslipp fra landbasert virksomhet med ca. 1 % (gj.snitt for perioden 1999–2004: 48 t/år) til de norske oljetilførslene til Nordsjøen. Figur 5.9 viser hvor stor andel de ulike landbaserte kildene til akutte utslipp bidro med (%) i 2005.



**Figur 5.9** Ulike landbasert kilders bidrag til akutte utslipp av olje til Nordsjøen i 2005 (SFT: www.miljostatus.no).

Hovedparten av oljeutslippene fra landbaserte akutteutslipp i 2005 skyldes industri (ca. 68 %). I gjennomsnitt er akutte utslipp fra landbasert virksomhet 71 tonn/år (regnet for perioden 1995–2005). Figur 5.10 viser historisk sammenstilling av landbaserte akutte oljeutslipp fordelt på kilde.



**Figur 5.10** Historisk sammenstilling av akutte landbaserte oljeutslipp til Nordsjøen i perioden 1995–2005 (kilde: SFT).

Oljeutslippene varierer fra det ene året til det andre, og det er ingen tydelig trend som viser om mengden olje som følge av akutte utslipp fra landbaserte kilder øker eller avtar.

### Elvetilførsler

Det finns lite tallmateriale på oljetilførsler via elver til Nordsjøen. Det eneste som er funnet i denne studien vedrørende oljetilførsler i elver i Norge er en studie utført av NIVA i 1997 (Holtan & Helland 1998). Denne viste at sedimentprøver fra Glomma inneholdt svært lave konsentrasjoner av olje og andre hydrokarboner.

#### 5.1.1.4 Atmosfæren

Ved å forutsette at tilførsler av olje via atmosfæren til Nordsjøen totalt er 7.000 tonn (OSPAR 2000, Evers *et.al.*1997), og at det totale Nordsjøområdet dekker 745.950 km<sup>2</sup>, vil avsetningene i de fire regionene (135 837 km<sup>2</sup>) i Nordsjøen utgjøre 1.260 tonn/år. Oljetilførslene til Nordsjøen via atmosfæren bidrar med ca. 30 % av utslippene satt opp i tabell 5.3 dersom disse estimatene legges til grunn.

### 5.1.2 Totale utslipp

En oversikt over totale oljeutslipp til Nordsjøen for perioden 1995–2003 er vist i tabell 5.4. Sammenstillingen dekker alle kilder som inngår i studien.

Totalt ble det i 2003 sluppet ut 59.728 tonn olje til Nordsjøen fra de kildene oppsummert i tabell 5.4. Landbaserte aktiviteter (direkte tilførsler og elvetilførsler) var den største kilden til oljetilførsler i

2003, og bidro med ca. 53 % av de totale oljeutslippene til Nordsjøen. Petroleumsvirksomheten bidro med ca. 13 % og skipstrafikk med ca. 18 % av de totale oljeutslippene til Nordsjøen samme år. Tilførsler av olje via mudret materiale og avsetninger fra atmosfæren utgjør henholdsvis ca. 5 % og 12 % av de totale oljetilførslene til Nordsjøen.

**Tabell 5.4** Totale utslipp av olje (tonn) fra Danmark, Tyskland, Nederland, Storbritannia og Norge til Nordsjøen fordelt på kilder i perioden 1995–2003.

Kilde	1995	1999	2000	2001	2002	2003	Andel av sum 2003 (%)
Petroleumsvirksomhet offshore, operasjonelle utslipp <sup>1</sup>	6 246*	8 683	8 822	9 077	8 870	7 672	13
Petroleumsvirksomhet offshore, akutte utslipp <sup>1</sup>	153*	285	515	591	183	128	0,2
Skip, akutte utslipp (> 7 tonn) <sup>2</sup>	103	1	0	71	0	0	0
Skip, operasjonelle (ekskl. illegale utslipp) <sup>3</sup>	10 466	10 466	10 466	10 466	10 466	10 466	18
Raffinerier <sup>4</sup>	670	670	670	670	670	670	1
Elvetilførsler <sup>4</sup>	16 000–46 000	16 000–46 000	16 000–46 000	16 000–46 000	16 000–46 000	16 000–46 000	52
Atmosfære nedfall <sup>4</sup>	7 000	7 000	7 000	7 000	7 000	7 000	12
Mudret materiale <sup>5</sup>	Ingen data	1 392	1 287	1 910	2 034	2 792	5
<b>Totalt **</b>	<b>55 638</b>	<b>59 497</b>	<b>59 760</b>	<b>60 785</b>	<b>60 223</b>	<b>59 728</b>	<b>100</b>

\* = Utslipp fra Norge gjelder hele kontinentalsokkelen, og ikke kun de fire regionene.

\*\* = Ved summering av totalt er gjennomsnittet av intervallet til elvetilførsler brukt (31.000 tonn)

- 1) Utslipp fra landene Danmark, Nederland, Tyskland, Storbritannia (OSPAR 2001b, 2003c, 2005b) og Norge (oljeselskapenes årsrapporter)
- 2) ITOPF pers.med. O'Hagan 2006
- 3) Beregnet ut fra tallmateriale fra Wulffraat *et.al.* 1993 og ITOPF pers.med. O'Hagan 2006 (se kapittel 5.1.2.3)
- 4) QRS 2000 (OSPAR 2000).
- 5) Mengden olje i mudreavfall fra havner, sjøkanaler og kystområder. Tallmateriale fra Nederland, Tyskland og Storbritannia (OSPAR 2002a, 2003a, 2004a, 2005a).

#### Usikkerhet i dataene

Utslippsmengder fra akutte oljeutslipp fra skipstrafikk er usikre og må ses på som grove estimater. Når det gjelder de operasjonelle oljeutslippene fra tankskip er datamateriale av eldre dato (1997), og verdiene må først og fremst ses på som størrelsesorden og ikke som faktiske verdier.

Utslippsmengden av olje via raffinerier, elvetilførsler og atmosfæren er også basert på eldre data (1993 og 1997).

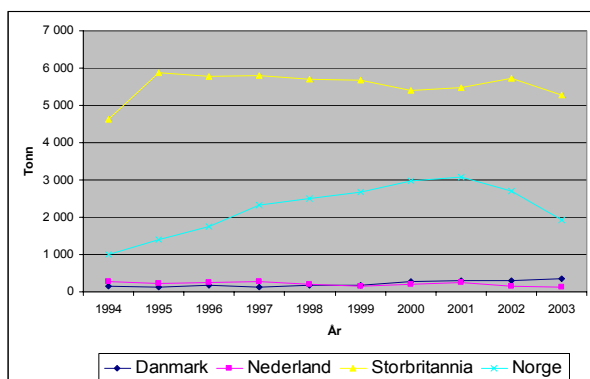
Rapporterte forurensningsmengder i mudret materiale rapportert til OSPAR er høyere enn de faktiske tilførslene, så forurensningsmengder rapportert vil ikke være faktiske forurensnings-tilførsler til sjø.

### 5.1.2.1 Petroleumsvirksomhet

#### Operasjonelle utslipp

Hovedparten av oljeutslippene fra petroleumsvirksomheten skyldes operasjonelle utslipp. Av de kildene som er oppsummert i tabell 5.4 bidro operasjonelle oljeutslipp med ca. 13 % (7.672 tonn) av de totale i oljeutslippene til Nordsjøen i 2003. Av de totale oljetilførslene fra petroleumsvirksomheten utgjør den norske andelen ca. 37 % av de operasjonelle utslippene og ca. 45 % av de akutte utslippene.

Oljeutslipp via produsert vann og fortreningsvann viser samlet sett en nedadgående trend etter 2001 (figur 5.11).



**Figur 5.11** Totalt utslipp av olje via produsert vann og fortreningsvann fra petroleumsvirksomheten til Nordsjøen fordelt på land i perioden 1994–2003. Tallmateriale for Norge i perioden 1994–1998 inkluderer utslipp for hele norsk sektor. Utslippene i 2001–2003 er basert på alifater. (OSPAR OSPAR 2001b, 2003c, 2005b). Fra 1999 representerer de norske utslippene kun utslipp fra de fire regionene. Tyskland er ikke tatt med i fremstillingen da de ikke har rapportert om utslipp.

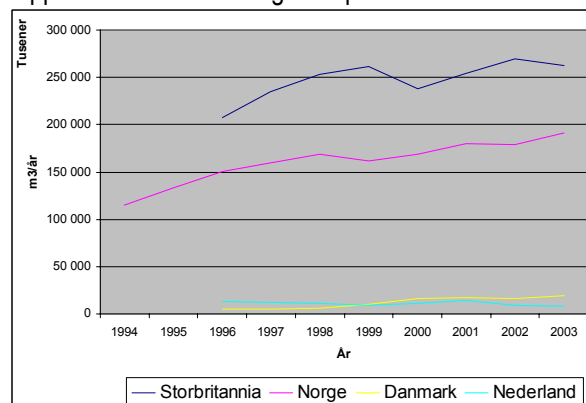
Figur 5.11 viser at britisk petroleumsvirksomhet står for de største oljeutslippene til Nordsjøen etterfulgt av utslipp fra norsk petroleumsvirksomhet. Oljeutslippene fra britisk petroleumsvirksomhet til Nordsjøen var ca. 2,8 ganger større enn oljeutslippene i de fire regionene i norsk sektor i 2003 (henholdsvis 5.276 tonn og 1.924 tonn). Som figuren viser har Norge hatt økende oljeutslipp etter 1994. Økningen skyldes økt vannproduksjon etter hvert som feltene blir eldre og at flere felt er satt i drift.

Utslippene per produsert enhet olje og gass i Norge er betydelig redusert de siste ti til femten årene. Reduksjonen skyldes at utslippene av borekaks med vedheng av oljebaserte borevæsker ble faset

ut i 1993 og en forbedring av renselanleggene for produsert vann på plattformene. Britisk petroleumsvirksomhet har ikke sluppet ut oljeforurensset borekaks siden 1996.

#### Produsert vann

Figur 5.12 viser økningen av utslipp av produsert vann og fortreningsvann til Nordsjøen fra 1994 til 2003. Det er framfor alt Norge og Storbritannia som slipper ut de største mengdene produsert vann.



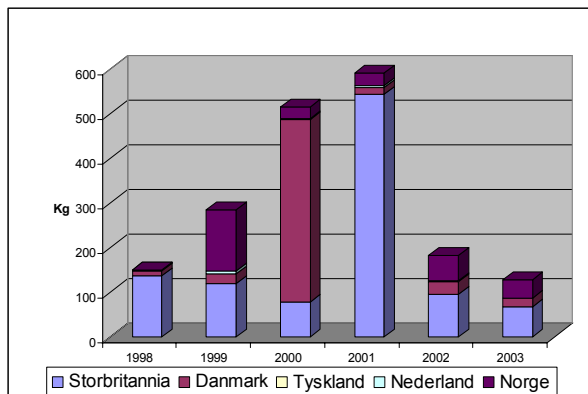
**Figur 5.12** Utslippsmengder av produsert vann og fortreningsvann til Nordsjøen fordelt på land (OSPAR 2005). Utslippsmengden for Norge gjelder hele norsk sektor, og ikke kun for de fire regionene.

Mengden produsert vann i Norge vil ifølge prognoser fra Oljedirektoratet fortsette å øke frem til 2010, for deretter å bli redusert (figur 3.6).

#### Akutte utslipp

Av de kildene som er oppsummert i tabell 5.4 bidro akutte utslipp fra petroleumsvirksomheten med ca. 0,2 % (128 tonn) av de totale oljetilførslene til Nordsjøen i 2003. Gjennomsnittet for perioden 1999–2003 er 341 tonn/år.

Antall akutte oljeutslipp fra nordsjølandene har økt (198 tilfeller i 1986 til 801 tilfeller i 2002), samtidig som den totale mengden av olje som blir sluppet ut er redusert (fra 3.800 t i 1986 til 183 t i 2002). I 2002 var ca. 26 % av de akutte utslippene i Nordsjøen mindre enn 1 tonn olje (OSPAR 2005b). Historisk sammenstilling av akutteutslipp fra petroleumsvirksomheten i Nordsjøen er vist i figur 5.13.



**Figur 5.13** Historisk sammentilling over mengde akutte oljeutslipp i tonn fra petroleumsvirksomhet i nordsjølandene i perioden 1998–2003 (OSPAR 2001b, 2003c, 2005b).

Som figur 5.13 viser er det Storbritannia, bortsett fra i år 2000, som har hatt de største oljeutslippene som følge av akutte utslipp fra petroleumsvirksomheten i perioden 1998–2003.

### 5.1.2.2 Skipstrafikk

#### Operasjonelle utslipp

Data for operasjonelle oljeutslipp fra skipstrafikk til Nordsjøen er mangelfulle. I følge eldre estimater utgjør de lovlige oljeutslippene med lensevann 9.040 tonn/år til Nordsjøen (Wulffraat *et.al.*1993). Basert på skipstrafikk og faktiske mottaksmengder til mottaksordninger på land, har det blitt estimert at

det totalt for Nordsjøen ble sluppet ut ca. 30.000 tonn olje illegalt fra skipstrafikk (Wulffraat *et.al.* 1993). Det kan forventes at de operasjonelle oljeutslippene fra skipstrafikk har avtatt siden 1993 som følge av nye IMO reguleringer som blant annet krever segregerte ballasttanker, råoljevasking, load-on-top prosedyrer, samt oppfølging og kontrollsystemer for oljeutslipp til sjø. I tillegg ble Nordsjøen definert som IMO spesifikt område fra 1. august 1999, og oljeutslipp ble forbudt. I tabell 5.5, som sammenfatter oljeutslipp fra skipstrafikk, er tallet på 30.000 tonn fra 1993 (Wulffraat *et. al.* 1993) derfor halvert til 15.000 tonn/år. Det finnes foreløpig ingen nyere estimater. GESAMP forventes å publisere tallmateriale omkring disse utslippene i oktober 2006 (Sjøfartsdirektoratet pers. med. 2006).

Basert på disse forutsetningene vil størrelsesorden på oljeutslipp fra skipstrafikk (både operasjonelle og akutte) ligge rundt ca. 10.000 tonn/år hvis en ser bort fra illegale utslipp. Hvis en antar at de illegale utslippene er redusert med 50 % siden 1993, vil illegale/ikke rapporterte oljeutslipp fra skipstrafikk være i størrelsesorden 15.000 tonn/år. Totale oljeutslipp fra skipstrafikk kan dermed ligge i størrelsesorden 25.000 tonn/år hvis antatte illegale/ikke rapporterte utslipp blir inkludert (tabell 5.5).

**Tabell 5.5** Oljeutslipp (tonn/år) fra skipstrafikk til Nordsjøen.

Kilde	Utslippsmengde (tonn/år)
Lovlige operasjonelle utslipp <sup>1</sup>	9 040
Akutte utslipp < 7 tonn <sup>2</sup>	55
Akutte utslipp > 7 tonn, gjennomsnitt perioden 1974–2004 (ekskl. 88 069) <sup>3</sup>	1 371
<b>Sum</b>	<b>10 466</b>
Illegale/ikke rapporterte utslipp (50 % av estimerte 30 000 tonn) <sup>1</sup>	15 000
<b>Totalt</b>	<b>25 466</b>

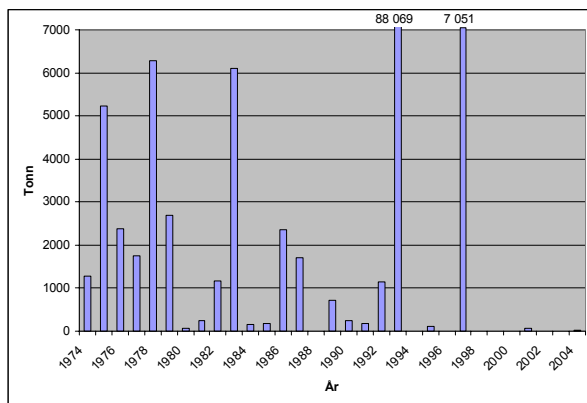
1) Wulffraat *et. al.*1993

2) ITOPF, pers. med. O'Hagan 2006. Angitt utslippsmengde(tonn/år) er beregnet på grunnlag av antall utslipp under 7 tonn i perioden 1974–2004 og en antatt gjennomsnittlig utslippsmengde på 3,5 tonn/utslipp.

3) Gjennomsnitt beregnet for perioden 1974–2004. Det største enkeltutslippet i denne perioden (88.069 tonn i 1993) er ikke inkludert.

### Akutte utslipp

I 2003 var det ingen akutte oljeutslipp fra skipstrafikken i Nordsjøen som oversteg 7 tonn (tabell 5.4, figur 5.14). På verdensbasis har olje fra akuttutslipp blitt redusert med 60 % siden 1970-tallet, men store enkeltutslipp (for eksempel større enn 20.000 tonn) forekommer med ujevne mellomrom (EEA 2001). Figur 5.14 viser mengden med akutte oljeutslipp (> 7 tonn) fra tankskip i Nordsjøen i perioden 1974–2004.



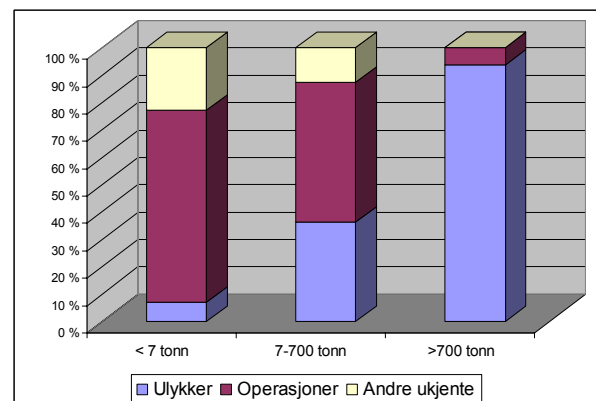
**Figur 5.14** Volumer fra akutte oljeutslipp i Nordsjøregionen som følge av uhell fra tankskip. ITOPF presiserer at estimatene er usikre (ITOPF pers. med. O'Hagan 2006).

Mengden akutte oljeutslipp (> 7 tonn) fra tankskip har samlet sett vært nedadgående siden 1974 hvis man ser bort fra akuttutslipp i 1993 på 88.069 tonn (Braer, 85.000 tonn, Shetlandsøyene). Gjennomsnittsverdien for akutte oljeutslipp fra tankskipulykker > 7 tonn i perioden 1974–2004 er 4.306 tonn/år. Dersom en ser bort fra ulykken i 1993 på 88.069 tonn, blir gjennomsnittet for akutte oljeutslipp fra tankskip i samme periode 1.514 tonn/år.

I perioden 1974–2004 ble det registrert 490 akutte utslipp fra tankskip til Nordsjøen på under 7 tonn. Med en antatt gjennomsnittlig størrelse på disse utslippene på 3,5 tonn, vil utslipp mindre enn 7 tonn utgjøre ca. 55 tonn/år.

#### Oljeutslipp fordelt på størrelse

På verdensbasis er ulykker hovedårsaken ved større utslippsmengder (> 7 tonn), mens operasjoner står for hoveddelen av småutslipp (< 7 tonn) (figur 5.15).



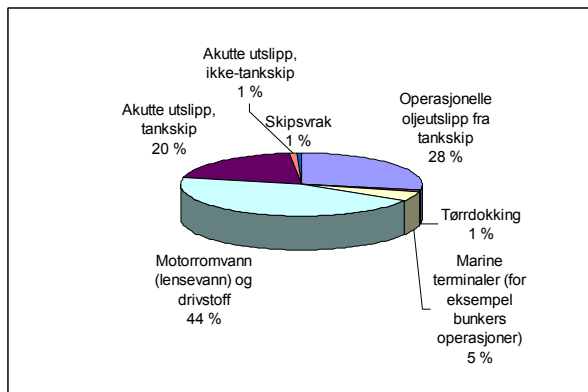
**Figur 5.15** Kildeandel (%) ved de ulike størrelseskategorier på akuttutslipp for Nordsjøregionen, 1974–2004 (ITOPF 2006).

De fleste oljeutslippene er mindre enn 7 tonn, men data på antall og mengder er ufullstendige ettersom de mindre utslippene er dårlig dokumentert. Det er likevel trolig at de små akuttutslippene fra tankskip bidrar lite til den totale mengden med oljesøl i de fleste år (ITOPF 2006). I følge utslippsstatistikk fra ITOPF (2006) ble det registrert 490 hendelser som var < 7 tonn, 94 hendelser som førte til utslipp i intervallet 7–700 tonn og 16 hendelser med akutte utslipp som førte til utslipp > 700 tonn i perioden 1974–2004. Utslippsstatistikk fra ITOPF viser at noen få store utslipp står for en høy prosentvis andel av de totale akutte oljeutslippene.

#### Fordelingen av operasjonelle og illegale oljeutslipp fra skipstrafikk

Enkelte estimater indikerer at de største kildene til oljeutslipp fra skipstrafikk er operasjonelle aktiviteter. GESAMP 1999 estimerte at 44 % av utslippene skyldes lensevann og drivstoff og 28 % skyldes operasjonelle utslipp fra tankskip, mens akutte utslipp bidro med totalt 21 % (figur 5.16) (GESAMP 1999).

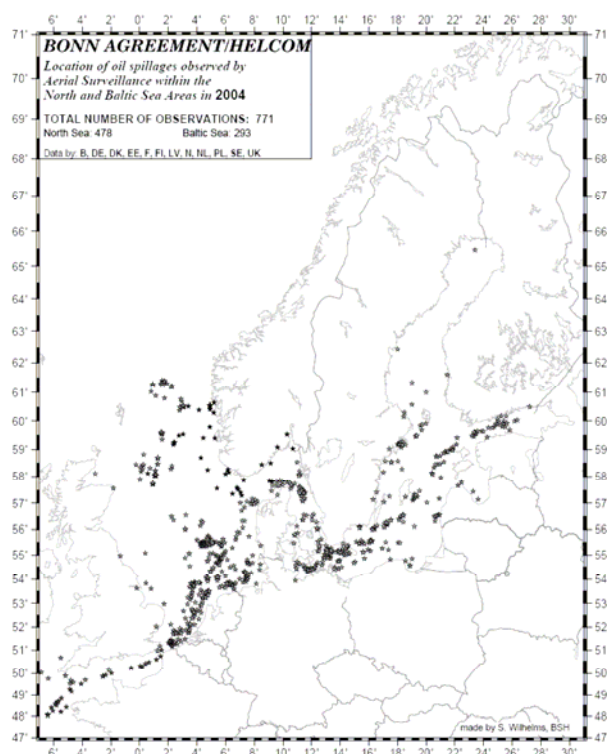
Andre estimater viser at over 70–80 % av oljeutslippene til sjø fra skipstrafikk skyldes vanlige skipsoperasjoner (Etkin et al. 1998). Denne prosentandelen vil imidlertid være avhengig av hvorvidt store ulykker har forekommet eller ikke i den perioden estimatet blir laget.



Figur 5.16 Estimer på globale oljeutslipp fra skipstrafikk fordelt på kilde (GESAMP 1999).

### Oljesøl observert ved flyovervåking

Figur 5.17 viser eksempel på en oversikt av oljesøl observert ved flyovervåking i regi av Bonnnavtalen (Bonnnavtalen 2004). Kartet viser oljesøl observert og rapportert i 2004. Figur 6.4 viser tilsvarende kart for 1998. Som figur 5.17 viser er de fleste observerte oljeutslipp hovedsakelig tilknyttet navigasjonskorridorer for skipstrafikk.



Figur 5.17 Kartet viser oljesøl rapportert til sekretariatet for Bonnnavtalen fra de respektive myndigheter i de ulike medlemslandene i 2004. Observasjonene er gjort via flytokt (Bonnnavtalen 2004).

### 5.1.2.3 Landbasert virksomhet

Totale oljeutslipp fra landbaserte kilder via elvetilførsler til Nordsjøen er antatt å være i størrelsesorden 16.000–46.000 tonn/år (OSPAR 2000), og bidrar dermed med ca. 52 % av de totale oljetilførslene til Nordsjøen hvis snittet for intervallet legges til grunn (31.000 t/år). I følge QSR 2000 varierte elvetilførsler til nederlandsk kontinental-sokkel mellom 580–1.235 t/år i perioden 1990–1994, og estimerte tilførsler fra Rhinen, Mosel og Scheldt var til sammen 1.000 tonn. Oljetilførsler fra Elben stod for 750 t/år av oljetilførslene i perioden 1989–1992 (OSPAR 2000).

Andelen fra raffinerier (ca. 670 tonn) til de totale oljetilførslene til Nordsjøen var ca. 1 %. I 1997 var det 58 raffinerier fordelt på 9 Nordsjøland som hadde oljeutslipp til kystvann, estuarier og innlandsvann. Ca. 83 % av oljen ble sluppet ut i estuarier. Av oljeutslipp fra raffinerier bidro de britiske med 58 % og de nederlandske med 15 % av utslippene (OSPAR 2000).

### 5.1.2.4 Atmosfæren

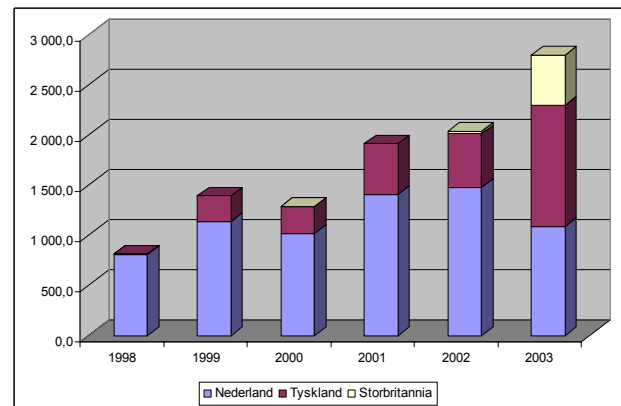
I følge QSR 2000 hadde Nederlandsk sektor (41.785 km<sup>2</sup>), estimert oljetilførsel via atmosfæren på 430 tonn i 1995 (OSPAR 2000). Ved å ekstrapolere dette til hele Nordsjøområdet (745.950 km<sup>2</sup>) vil oljeavsetninger fra atmosfæren til Nordsjøen totalt utgjøre ca. 7.000 tonn/år (QSR 1993, Evers *et.al.* 1997). Ut ifra disse antagelsene bidrar atmosfæren med ca. 12 % av de totale oljetilførslene til Nordsjøen.



### 5.1.2.5 Mudret materiale

Oljetilførsler via mudret materiale er basert på innrapporterte tall fra Nederland, Tyskland og Storbritannia (OSPAR 2002a, 2003a, 2004a, 2005a). Danmark og Norge har ikke rapportert data om oljeforurensning i mudret materiale. Mengden olje rapportert i muddermaser dumpet til sjø (havner, sjøkanaler og kystområder) utgjorde 2.792 tonn i 2003, og utgjør ca. 5 % av de totale oljetilførslene til Nordsjøen i 2003.

Figur 5.18 viser historisk sammenstilling av oljeinnhold i mudret materiale fra havner, sjøkanaler og kystområder fordelt mellom de ulike land.



**Figur 5.18** Rapporterte oljeforurensning (tonn) i mudret materiale i havner, sjøkanaler og kystområder for Storbritannia, Tyskland og Nederland. Storbritannia rapporterte data kun for årene 2002 og 2003. Norge og Danmark har ikke rapportert om data og er derfor ikke med i figuren (OSPAR 2002a, 2003a, 2004a, 2005a).



## 5.2 Fenoler

I dette avsnittet belyses utslipp av alkyl-, nonyl- og oktylfenoler og deres etoksilater under samlenavnet fenoler. Nonyl- og oktylfenoler inngår i samlegruppen alkylfenoler. Utslipp til miljø skyldes i all hovedsak bruk av produkter som inneholder stoffer i alkylfenoletoksilatgruppen. Alkylfenoler inngår også som et naturlig stoff i produsert vann.

### 5.2.1 Norske utslipp

#### 5.2.1.1 Petroleumsvirksomhet

Utslippene av alkylfenoler med produsert vann er vist i tabell 5.6. De fleste studier som er gjelder alkylfenoler hormonhermende effekter gjelder de lite vannløselige komponentene oktyl (C<sub>8</sub>)- og nonylfenoler (C<sub>9</sub>). Disse slippes i hovedsak ut til miljøet i forbindelse med bruk av surfaktanter og andre produkter som er tilsatt oktyl- og nonyletoksilater. Ettersom disse komponentene er lite vannløselige forekommer de kun i lave konsentrasjoner i produsert vann (ca. 0,1 %).

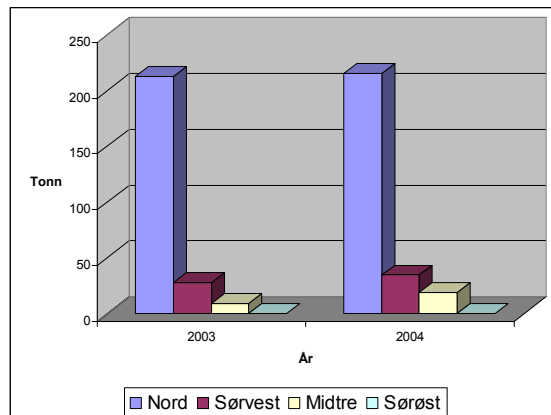
Over 95 % av alkylfenoler som slippes ut med produsert vann hører til de lettere alkylfenolfraksjonene (C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub>), mens ca. 5 % av utslippene er alkylfenoler i gruppen C<sub>4</sub>-C<sub>5</sub>. Det er framfor alt de høye alkylfenolene (C<sub>4</sub>-C<sub>9</sub>) som mistenkes for å kunne gi endokrine (hormonelle) effekter (OSPAR 2000). Utslipet av disse fraksjonene varierte fra 8,3–13,2 tonn/år i perioden 2002–2003 (tabell 5.6).

**Tabell 5.6** Norske utslipp av alkylfenoler (tonn) til Nordsjøen via produsert vann, 2002–2003 (OLF 2004).

Fraksjon	2002	2003	2004
Alkylfenoler (C <sub>0</sub> -C <sub>3</sub> )	196	281	278
Alkylfenoler (C <sub>4</sub> -C <sub>5</sub> )	8	10	13
Alkylfenoler (C <sub>6</sub> -C <sub>9</sub> )	0,3	0,4	0,2
Fenoler	244	184	207

Figur 5.19 og tabell 5.7 viser utslipp av fenoler fordelt på de fire underregionene.

Nonyl- og oktylfenoler ble tidligere sluppet ut også fra offshorevirksomheten, da disse stoffene forekom i bl.a. emulgeringsmiddel, dispergenter, og avfettings-/rengjøringsmidler. Denne bruken er nå faset ut. Det kan imidlertid ikke utelukkes at nonylfenoler fortsatt kan lekke ut fra kakshauger som ligger igjen på sjøbunnen (Roddie *et. al.* 1999).



**Figur 5.19** Utslippsmengder av alkylfenoler C<sub>1</sub>-C<sub>9</sub> til Nordsjøen i 2003 og 2004 (Selskapenes årsrapporter).

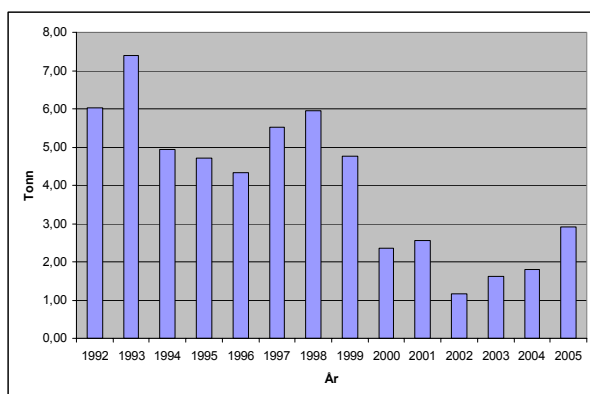
**Tabell 5.7** Utslipp av alkylfenoler (tonn) via produsert vann fra de fire regionene (Selskapenes årsrapporter).

Region	2003	2004
<b>Nord</b>		
Alkylfenoler (C <sub>1</sub> -C <sub>3</sub> )	203	205
Alkylfenoler (C <sub>4</sub> -C <sub>5</sub> )	8	10
Alkylfenoler (C <sub>6</sub> -C <sub>9</sub> )	0,3	0,2
Fenoler	128	152
<b>Midtre</b>		
Alkylfenoler (C <sub>1</sub> -C <sub>3</sub> )	9	18
Alkylfenoler (C <sub>4</sub> -C <sub>5</sub> )	0,2	0,6
Alkylfenoler (C <sub>6</sub> -C <sub>9</sub> )	0,012	0,016
Fenoler	7	21
<b>Sørvest</b>		
Alkylfenoler (C <sub>1</sub> -C <sub>3</sub> )	28	34
Alkylfenoler (C <sub>4</sub> -C <sub>5</sub> )	0,1	0,9
Alkylfenoler (C <sub>6</sub> -C <sub>9</sub> )	0,012	0,015
Fenoler	15	19
<b>Sørøst</b>		
Alkylfenoler (C <sub>1</sub> -C <sub>3</sub> )	0	0
Alkylfenoler (C <sub>4</sub> -C <sub>5</sub> )	0	0
Alkylfenoler (C <sub>6</sub> -C <sub>9</sub> )	0	0
Fenoler	0	0

#### 5.2.1.2 Landbasert virksomhet

##### Regulære utslipp fra industri

I perioden 1992 til 2005 har utslippsmengden av nonyl- og oktylfenoler fra industribedrifter til Nordsjøen blitt redusert med ca. 50 % (6 tonn i 1992 og 2,9 tonn i 2005). Sammenstilling av innrapporterte utslippsmengder fra industribedrifter og avløp i fylkene Vest-Agder, Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane er vist i figur 5.20.



Figur 5.20 Utslipp av nonyl- og oktylfenoler fra landbasert industri og avløp med utslipp til Nordsjøen (SFT 2004d).

Alle utslippene av nonyl- og oktylfenoler og deres etoksilater er fra rengjøringsmidler og bilmidler brukt i industri, etc. antas sluppet til ytre miljø via kommunale avløp.

### Produkter

Den største omsetningen av nonylfenoler, oktylfenoler og deres etoksilater, i 2003 omfatter "andre produkter" (bl.a. pigmentpasta, emulgatorer, sement, betong, mørtel, mm.), og salgsvolumet ble anslått til ca. 130 tonn. Fra 2003 til 2004 ble denne mengden av nonyl- og oktylfenoler og deres etoksilater, som er inndeklart til Produktregisteret, omtrent halvert. Det er likevel store mengder som fremdeles inndeklarerer av disse stoffene. SFT kontrollerer om disse produktene omfattes av forbudet i produktforskriften, som i 2004 ble harmonisert med EUs regelverk, for å få fjernet forbudte produktene fra markedet. SFT antar at utslippene i 2005 blir mindre enn i 2003.

### 5.2.2 Totale utslipp

Det er ikke funnet noen samlet oversikt over totale tilførsler av alkylfenoler (inkl. nonyl- og oktylfenoler) til Nordsjøen. Nonylfenoler og nonylfenoletoksilater ble inkludert i OSPARs aksjonsplan for kjemikalier i 1992, og ført opp på "List of chemicals for priority

action" i 1998. Miljøundersøkelser i Europa har vist at konsentrasjonene i vann og organismer er blitt signifikant redusert i løpet av de siste 15–20 årene (OSPAR 2004g). I motsetning til i Norge er det foreløpig ikke innført generelt forbud mot bruk av nonylfenoler/nonylfenoletoksilater i Europa, selv om stoffene er faset ut av enkelte bransjer og i enkelte produkter.

#### 5.2.2.1 Petroleumsvirksomheten

Bruken av surfaktanter og andre produkter som inneholder nonylfenoler/nonylfenoletoksilater er på vei å bli faset ut i petroleumsvirksomheten i Nordsjøen. I Storbritannia ble stoffene faset ut allerede i 1999, og i Norge ble produkter som inneholdt disse stoffet forbudt i 2002.

Det finnes ingen oversikt over utslipp av alkylfenoler fra petroleumsvirksomheten i Nordsjøen. I tabell 5.8 er det imidlertid gitt et grovt estimat av utslipp av alkylfenoler fra offshoreaktiviteten i Nordsjølandene. Forholdet mellom aromater og alkylfenoler i produsert vann i Norge er lagt til grunn for estimatet. Tallene for totalt utslipp av aromater er hentet fra OSPAR (2005). For Norges del utgjorde alkylfenolfraksjonene C<sub>4</sub>-C<sub>9</sub> ca. 0,9 % av det totale utslippet av aromater med produsert vann i 2002 og 2003.

Basert på estimatene ovenfor utgjør de norske utslippene av alkylfenoler (C<sub>4</sub>-C<sub>9</sub>) i størrelsesorden 20 % av tilførslene til Nordsjøen. Resterende kommer stort sett gjennom utslipp av produsert vann på britisk sokkel.

#### 5.2.2.2 Landbaserte kilder

I følge EPER (The European Pollutant Emission Register, <http://eper.cec.eu.int/eper/default.asp>) utgjorde direkte utslipp til vann av fenoler 48 tonn i 2001 fra industribedrifter til Nordsjøen. Dette gjelder totale mengder fenoler uttrykt som tonn C/år.

**Tabell 5.8** Aromater (tonn) sluppet ut til sjø med fortrenningsvann og produsert vann, 2001–2003 (OSPAR 2005).

Land	2001		2002		2003	
	Aromater	Estimert mengde alkylfenoler (C <sub>4</sub> -C <sub>9</sub> )	Aromater	Estimert mengde alkylfenoler (C <sub>4</sub> -C <sub>9</sub> )	Aromater	Estimert mengde alkylfenoler (C <sub>4</sub> -C <sub>9</sub> )
Danmark	205	1,8	192	1,7	265	2,4
Tyskland	0	0	0	0	1	0
Nederland	82	0,7	57	0,5	72	0,6
Norge	1101	9,9	1165	8,3	906	10,4
Storbritannia	3710	33,4	4260	38,3	3599	32,4
<b>Total</b>	<b>5098</b>	<b>45,8</b>	<b>5674</b>	<b>48,8</b>	<b>4843</b>	<b>45,8</b>

### 5.3 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)

PAH utgjør en gruppe mindre vannløslige fraksjoner av aromatiske hydrokarboner. De mest vanlige PAH-forbindelsene i produsert vann er naftalener, fenantren, krysen og benzo(a)pyren. Benzo(a)pyren vurderes å være den forbindelse som er mest miljøskadelig. Naftalen, som utgjør den største fraksjonen av PAH i produsert vann (ca. 92 %), har toksiske egenskaper men er lett nedbrytbart i henhold til kriterier fastsatt av OSPAR.

Utslipp av PAH analyseres og rapporteres på forskjellige måter og omfattes av ulike standarder og avtaler. Vanlige standarder er US EPA 16 (PAH-16) som inkluderer 16 PAH-forbindelser (herunder

også PAH-forbindelsen naftalen). Denne standarden brukes for eksempel ved målinger av utslipp fra produsert vann på norsk sokkel. Rapporterte PAH-utslipp til INKOSYS vil avhengig av kilde være basert på norsk standard (NS 9815), som inkluderer 18 PAH-forbindelser eller på PAH-16 (SFT, pers.med. Sorteberg og Benestad 2006). The European Pollutant Emission Register (EPER) rapporterer utslipp analysert etter Borneff-standarden (PAH-6). Denne inkluderer 6 PAH-forbindelser. De ulike PAH-analysemetoder og avtaler som det blir referert til i denne studien er vist i tabell 5.9.

**Tabell 5.9** Oversikt over PAH komponenter, analysestandarder og avtaler referert til i denne studien.

PAH	US EPA (PAH-16)	Borneff-6 (PAH-6)	NS 9815	EEMS <sup>1</sup>	OSPAR
Benzo(a)pyren	X	X	X	X	X
Benzo(b)fluoranten	X	X	X		
Benzo(k)fluoranten	X	X	X	X	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	X	X	X	X	X
Fluoranten	X	X	X	X	X
Benzo(ghi)perylen	X	X	X	X	X
Fenantren	X		X		X
Antracen	X		X	X	X
Pyren	X		X	X	X
Benzo(a)fluoren			X		
Benzo(b)fluoren			X	X	
Benzo(a)antracen	X		X		X
Krysen/trifenylen	X (krysen)		X		X (krysen)
Benzo(e)pyren			X		
Dibenzo(ah)antracen	X		X	X	
Dibenzo(ae)pyren			X		
Dibenzo(ah)pyren			X		
Dibenzo(ai)pyren			X		
Acenaften	X			X	
Acenaftylen	X			X	
Fluoren	X			X	
Naftalen	X				

<sup>1</sup> PAH-komponenter målt i produsert vann fra britisk petroleumsvirksomhet (Kilde: Environmental Emissions Monitoring System (UKOOA, pers. med. Borwell og Kirk 2006)).

### 5.3.1 Norske utslipp

En oversikt over norske PAH-utslipp til Nordsjøen for årene 2001, 2003 og 2004 er vist i tabell 5.10. Sammenstillingen dekker alle kilder med tilførsler av PAH som inngår i studien unntatt operasjonelle utslipp fra skip og elvetilførsler da data mangler. For sammenligningens skyld er PAH-utslipp fra petroleumsvirksomheten i denne sammenhengen angitt eksklusive naftalen (tall oppgitt i parentes inkluderer naftalen).

Totalt ble det i 2004 sluppet ut ca 10 tonn PAH fra norske kilder oppsummert i tabell 5.10. Den største kilden til PAH-utslipp til vann i Norge er aluminiumsindustrien, som står for ca. halvparten (49 %) av PAH-tilførslene til Nord-sjøen. Petroleumsvirksomheten er den andre store

utslippskilden til PAH, og hovedparten av utslippene skyldes utslipp med produsert vann. PAH-utslippet fra de 4 regionene bidro med 45 % av de totale PAH-utslippene til Nordsjøen i 2004. PAH-utslipp via kommunale avløp og slam utgjorde ca. 6 % av tilførslene til Nordsjøen i 2004.

Data om mengden PAH-utslipp som følge av operasjonelle skipsaktiviteter mangler, og her vises det til estimater som gjelder for hele Nordsjøen (tabell 5.1 og 5.11).

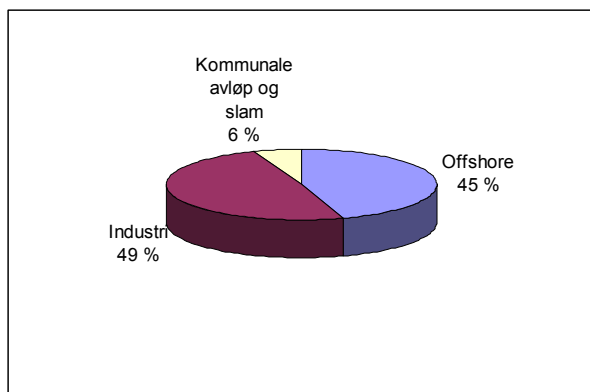
Figur 5.21 viser andelen (%) av norske PAH-utslipp til Nordsjøen i 2004 fra de ulike kildene oppsummert i tabell 5.10. PAH-tilførsler via skipstrafikk og elvetilførsler er ikke med.

**Tabell 5.10** Norske PAH-utslipp (tonn) til Nordsjøen fordelt på kilder, 2001, 2003 og 2004 (SFT).

Kilde	2001	2003	2004	Andel (%) av sum 2004
Petroleumsvirksomhet, offshore <sup>1</sup>	3,3 (41)	3,2 (40)	4,6 (58)	45
Industrivirksomhet m/ utslippstillatelse <sup>2</sup>	6	3	5	49
Kommunale avløp og slam <sup>3</sup>	0,5	0,7	0,6*	6
<b>Totalt</b>	<b>9,8</b>	<b>7</b>	<b>10,3</b>	<b>100</b>

\* = gjennomsnitt av PAH-utslipp i 2001 og 2003

- 1) Utslipp av PAH via produsert vann i de fire regionene (kilde: feltspesifikke årsrapporter). Rapporterte tall fra oljeselskapene er PAH-16. Det er trukket fra 92 % som er andelen naftalen utgjør for å kunne sammenligne verdiene med de andre kildene. Tall oppgitt i parentes er rapporterte tall inkludert naftalen.
- 2) Rapporterte utslipp til vann fra industribedrifter med utslippstillatelse (INKOSYS).
- 3) Totalt i Norge ble det sluppet ut ca. 2 tonn PAH i 2001 og ca. 3 tonn i 2003 (SFT 2005a). Kalkuleringer for hele Norge (befolkning på 4,6 mill. (SSB 2005), har blitt ekstrapolert til Nordsjøen (befolkning på 1,1 mill (Vest-Agder, Rogaland, Hordaland og Sogn)).



**Figur 5.21** Andelen (%) PAH-utslipp til Nordsjøen i 2004 de ulike kildene i Norge bidrar med. Bidraget fra skipstrafikk er ikke med da data mangler.

**Usikkerhet i dataene**

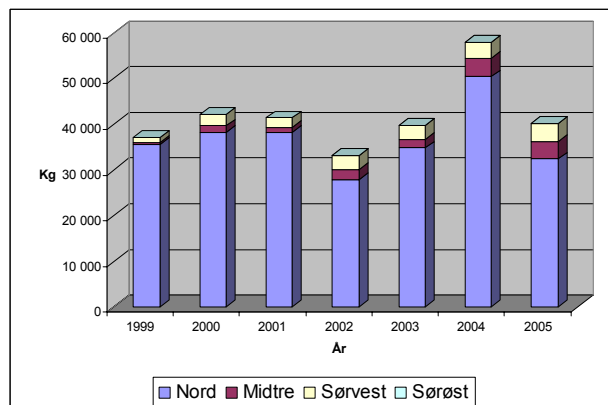
Når det gjelder PAH-utslipp til vann fra landbaserte kilder er kun de største kildene med. Data på små utslipp og utslipp fra virksomheter uten utslippstillatelse er mangelfullt, og er ikke tatt med i sammenstillingen. Det samme gjelder PAH-utslipp til vann fra skipstrafikk og fra kommunale avfallsdeponier. PAH-bidraget fra skipstrafikk kan være av en slik størrelsesorden at den kan endre utslippsbildet. Det er ikke kjent om PAH-utslippene i sigevann fra deponier er på et slikt nivå at de vil føre til store endringer av utslippsbildet.

Utslippsdataene for PAH fra kommunale avløp og slam er meget usikre. Mer systematiske målinger av forurensningsutslipp i avløp fra kommunale renseanlegg (> 50.000 PE) er foreslått i ny forskrift om kommunalt avløp. PAH-utslipp fra industribedrifter kan gå via kommunalt avløp. Det vil derfor kunne være dobbelrapportering av utslipp ved at de er tatt med både som utslipp fra industri og som utslipp via kommunalt avløp.

**5.3.1.1 Petroleumsvirksomhet**

Av de kildene som er oppsummert i tabell 5.10 (eksklusive operasjonelle utslipp fra skipsfart og tilførsler via elever), bidro petroleumsvirksomheten med ca. 45 % (4,6 tonn) av de norske PAH-tilførslene til Nordsjøen i 2004. I sammenstillingen i tabell 5.10 er innholdet av naftalen som utgjør ca. 92 % av PAH-innholdet i produsert vann trukket fra. I den resterende delen av dette avsnittet vil tallmaterialet være basert på PAH-16 hvor naftalen inngår, PAH-verdiene vil derfor være av en annen størrelsesorden.

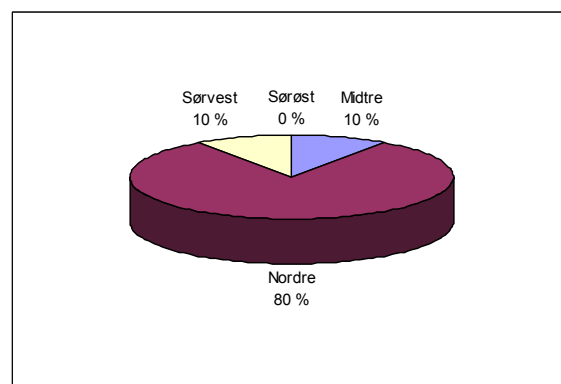
Utslippene av PAH (PAH-16) fra petroleumsvirksomheten offshore til Nordsjøen var ca. 40 tonn i 2005. Fordelingen av PAH-utslipp fra petroleumsvirksomheten mellom de fire regionene i Nordsjøen framgår av figur 5.22.



**Figur 5.22** Historiske utslipp av PAH (PAH-16) via produsert vann (kg) til Nordsjøen (Kilde: 1999–2002: SFT 2000, 2004c,d. 2003–2004: feltspesifikke årsrapporter. 2005: Environment Web).

Figur 5.22 viser at PAH-utslippet var størst i 2004, og at utslippsnivået i 2005 var omtrent som i 2003 og utslippsreduksjonen var ca. 30 % sammenlignet med 2004.

Region Nord, som også har de største utslippene av produsert vann, bidro i 2005 med 80 % (32 tonn) av de samlede PAH-utslippene fra de fire regionene i Nordsjøen (figur 5.23). Region Midtre og Sørvest bidro med ca. 10 % hver (8 tonn) av de samlede PAH-utslippene.



**Figur 5.23** PAH-utslipp (andel i %) fra de ulike regionene via produsert vann til Nordsjøen i 2005 (Environment Web).

Utslipsreducerende tiltak for offshorevirksomheten skjer gjennom Nullutslippsarbeidet. Utslippene av PAH kan avta som følge av implementeringen av rensetiltak og injeksjon av produsert vann, men på grunn av de forventede økningene i utslipp av produsert vann er det knyttet usikkerhet til størrelsen på PAH-reduksjonene.

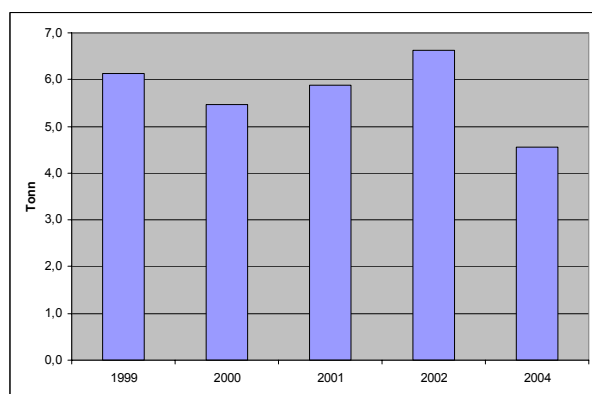
### 5.3.1.2 Skipstrafikk

Data på PAH-utslipp til vann fra skipstrafikk til Nordsjøen er mangelfullt. Til sammenligning kan nevnes at PAH-utslipp til luft fra all båt og skipstrafikk i Norge var ca. 2 tonn i 2003 (NS 9815), og har i følge SFT vært nokså konstant i perioden 1995–2003. Se for øvrig mer om bidraget til PAH-utslipp fra skipstrafikk til Nordsjøen totalt i tabell 5.1 og 5.11.

### 5.3.1.3 Landbasert virksomhet

#### Regulære industriutslipp

Regulære PAH-utslipp fra industribedrifter, hovedsakelig aluminiumsindustri, langs vestkysten (Vest-Agder, Rogaland, Hordaland, Sogn og Fjordane) var ca. 5 tonn i 2004, og bidro med 49 % av de norske utslippene til Nordsjøen. Historisk utvikling av industriutslipp av PAH til Nordsjøen viser at PAH-utslippene siden 1995 har ligget rundt 6 tonn/år (figur 5.24).



**Figur 5.24** Utslipp av PAH fra landbasert industri i Vest-Agder, Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane i perioden 1999–2004 (INKOSYS).

Som figur 5.24 viser var PAH-utslippene i 2004 var de laveste siden 1999. Aluminiumindustrien har i henhold til EUs IPPC-direktiv (Direktiv 96/61/EF), fått krav om å redusere PAH-utslippene innen 2007 slik at de er i overensstemmelse med utslipp basert på "best tilgjengelig teknikk" (Best Available

Techniques – BAT). Dette medfører i praksis at de gamle "Søderberg"-ovnene må forbedres og erstattes med "prebake"-ovner eller stanses. Det anslås at de nasjonale PAH-utslippene fra landbasert industri i perioden 1995–2010 blir redusert i størrelsesorden 30–40%, hvorav aluminiumsverkenes utslipp blir redusert i størrelsesorden 25 % (SFT 2005a). Andre utslipsreducerende tiltak for landbasert industri er ikke planlagt.

#### Kommunale avløp

PAH-tilførsler via kommunale avløp og slam bidro med ca. 6 % (0,6 tonn) av de norske tilførslene til Nordsjøen i 2004.

Til grunn for dette estimatet er utslippstall for hele Norge (befolkning på 4,6 mill.), blitt ekstrapolert til å gjelde for Vest-Agder, Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane (befolkning på 1.1 mill.). Utslippstall er hentet fra SFT (SFT2005a). Se nærmere forklaring i tabell 5.10.

#### Elvetilførsler

Noen oversikt over PAH-tilførsler via elvetilførsler til Nordsjøen er ikke funnet. Det kan imidlertid nevnes at i en studie utført av NIVA i 1997, ble det anslått at PAH-tilførslene via Glomma var ca. 0,07 tonn (Holtan & Helland 1998). Studien konkluderer med at dette mest sannsynlig er et underestimat.

### 5.3.1.4 Atmosfæren

Atmosfærisk PAH-tilførsel (PAH-6) til den sørlige delen av Nordsjøen (508.126 km<sup>2</sup>) var estimert til å være 88,6 tonn/år (Baart *et.al.* 1995). Ved å ekstrapolere dette til de fire regionene i Nordsjøen (135.837 km<sup>2</sup>), vil PAH-avsetninger fra atmosfæren utgjøre 24 tonn/år. Dette utgjør ca. 5 ganger mer enn PAH-utslippene fra petroleumsvirksomheten og 2,4 ganger mer enn de PAH-tilførslene som er satt opp i tabell 5.10.

Lokalt kan offshoreaktiviteter, skipstrafikk (inkludert overflatebehandling av skipsskrog), fordampning av oljesøl, kullfyrte forbrenningsanlegg og åpen brenning være viktige kilder til atmosfærisk forurensning av PAH. I Norge er aluminiumsindustrien, vedfyring, trafikk og treforedling de dominerende kildene til PAH-utslipp (SFT 2005a).

De dominerende kildene til atmosfærisk PAH-forurensning globalt er:

- Forbrenning av fossilt brensel og biomasse i stasjonære installasjoner (særlig i mindre eller eldre installasjoner, inkludert vedovner)
- Mobil drivstoff forbrenning
- Sønderbergsteknikken i aluminiums-industrien
- Treforedling (kreosotbehandlet trevirke)

Se mer om de viktigste kildene til PAH-utslipp i de ulike landene i tabell 5.13.

### 5.3.2 Totale utslipp

Tabell 5.11 viser en oversikt over totale PAH-utslipp til Nordsjøen (tonn/år). Sammenstillingen dekker alle kilder som inngår i studien.

Totalt ble det sluppet ut 213 tonn/år PAH av de kildene som er oppsummert i tabell 5.11. Av dette utgjorde petroleumsvirksomheten 7 % (14 tonn) av tilførslene. Den største kilden til PAH-tilførsler til Nordsjøen er avsetninger fra atmosfæren (130 tonn/år) som bidrar med 61 % av tilførslene. Gjennomsnittsverdien av estimerte PAH-utslipp fra skipstrafikk (36 tonn) utgjør 17 % av tilførslene. Industriutslipp (6,5 tonn/år) og tilførsler via elver (10–10,6 tonn/år) utgjør henholdsvis ca. 5 % og 3 % av PAH-tilførslene. PAH-innhold i mudret materiale (8 tonn/år) utgjør ca. 8 % av de totale PAH-tilførslene til Nordsjøen.

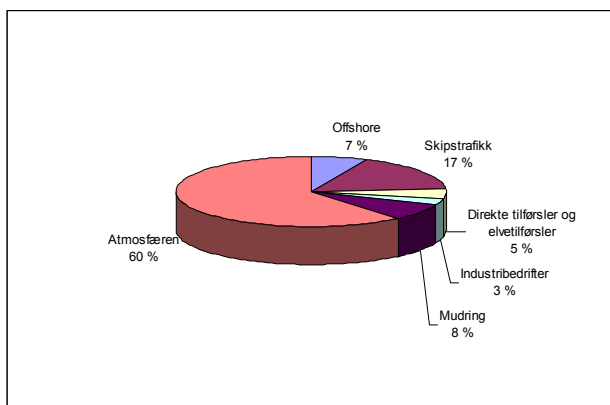
**Tabell 5.11** Totale utslipp av PAH (tonn/år) fra Norge, Danmark, Tyskland, Storbritannia og Nederland til Nordsjøen fordelt på kilder.

Kilde	Bidrag (tonn/år)	Andel (%)
Petroleumsvirksomhet, offshore (PAH ekskl. naftalen) <sup>1</sup>	14	7
Skipstrafikk (PAH-6) <sup>2</sup>	7–65	17
Industribedrifter med utslippstillatelse (PAH-6) <sup>3</sup>	6,5	5
Elvetilførsler (PAH-16) <sup>4</sup>	10–10,6	3
Mudret materiale <sup>5</sup>	16	8
Atmosfæren (PAH-6) <sup>6</sup>	130	61
<b>Totalt<sup>7</sup></b>	<b>213</b>	<b>100</b>

- 1) Innrapporterte tall via produsert vann fra Danmark, Norge, Nederland og Storbritannia. Da det ikke finns felles rapporteringsformat, vil noen av de aromatiske hydrokarbonene ha overlappende data eller mangle en eller flere komponenter. For å kunne gjøre en tilnærming for sammenligning av PAH-tilførsler fra de ulike kilder er naftalen trukket fra da dette utgjør en stor andel av PAH i produsert vann (se mer detaljer i tabell 5.12).
- 2) Wulfraat *et al.* 1993.
- 3) The European Pollutant Emission Register (EPER). Data for 2001. 6 Borneff PAH3 (Benzo(a)pyrene, Benzo(ghi)perylene, Benzo(k)fluoranthene, Fluoranthene, Indeno(1,2,3-cd)pyrene, Benzo(b)fluoranthene). Data for Norge er hentet fra INKOSYS
- 4) OSPAR 2002c, Karman *et al.* 2002. Gjelder kun tilførsel fra Rhinen og Mosel. For disse elvene var konsentrasjonen av naftalen under målegrensen (OSPAR 2002c).
- 5) Gjennomsnitt for perioden 1997–2003 (OSPAR 2002a, 2003a, 2004a, 2005a). Rapporterte tall fra Tyskland (PAH-6) og Nederland. Norge har kun rapportert for 1997.
- 6) Baart *et al.* 1995. Data for 1990. Kalkuleringer for den sørlige delen av Nordsjøen (område på 508.126 km<sup>2</sup>) har blitt ekstrapolert til hele Nordsjøen (område på 745.950 km<sup>2</sup>).
- 7) Ved summering av totalt, er gjennomsnittet for tall i intervall brukt.



Figur 5.25 er en grafisk fremstilling av tabell 5.11. Utslipp fra skipstrafikken er den største kilden til PAH-utslipp til Nordsjøen (7–65 tonn) dersom en legger til grunn gjennomsnittet av intervallet for beregningen.



**Figur 5.25** PAH-tilførsle (tonn) fra de ulike kildene til Nordsjøen.

#### Usikkerhet i dataene

Foreløpig er det ikke innført internasjonale standarder for måling av PAH-utslipp, og forskjellige PAH-komponenter blir målt, avhengig av metode, nasjonale tradisjoner og internasjonale avtaler osv. Sammenligning av PAH-utslippene er derfor meget usikre. Tallmaterialet antas likevel å si noe om størrelsesorden på PAH-utslippene.

Quality Status Report 2000 (OSPAR 2000) har estimert at PAH-utslipp fra alle offshore-installasjonene i Nordsjøen er 100 tonn/år. Omtrent samme mengde (115 tonn/år) er estimert i denne studien. Videre finnes det i følge OSPAR (2002)

ikke tilgjengelig pålitelige estimater fra landbaserte kilder. Konsentrasjoner funnet i sedimenter vil imidlertid kunne si noe om viktigheten av vannbåren PAH (se kap. 6).

Rapporterte forurensningsmengder i mudret materiale rapportert til OSPAR er høyere enn de faktiske tilførslene. Forurensningsmengder rapportert vil derfor ikke være de faktiske forurensnings-tilførsler til sjø.

#### 5.3.2.1 Petroleumsvirksomhet

Utslippene av PAH fra petroleumsvirksomheten skyldes hovedsakelig utslipp via produsert vann. Det er også utslipp av PAH fra akutte utslipp, men pålitelig informasjon om mengder er ikke kjent.

TNO (Karman *et.al.* 2002) har beregnet utslippet av PAH (PAH-16) fra petroleumsvirksomheten i Nordsjøen. Beregningene er basert på målinger av utslipp fra en rekke installasjoner som produserer gass, olje og olje og gass. Målte verdier er lagt til grunn for å estimere utslipp fra installasjoner hvor det ikke foreligger måledata, men kun data om utslipp av produsert vann. Installasjoner som produserer olje står for 51,7 % av PAH-utslippene, mens installasjoner som produserer både olje og gass står for 39,7 % av de totale utslippene. Installasjoner som kun produserer gass står for 1,1 % av de totale PAH-utslippene. Totalt PAH-utslipp til Nordsjøen er beregnet til 14 tonn/år (tabell 5.11). Utslippstall fra Norge, Danmark, Nederland og Storbritannia er som vist i tabell 5.12.

**Tabell 5.12** PAH-utslipp til Nordsjøen fra petroleumsvirksomhet (tonn/år) 2004\*.

Utslipp fordelt på kilde	Totalt utslipp (tonn/år)	Bidrag fra type produksjon		
		Gass	Olje	Olje/gass
PAH-16	115	1,1%	51,7%	39,7%
PAH (ekskl. naftalen)**	14,17			
Utslipp fordelt på land	Norge <sup>1</sup>	Storbritannia <sup>2</sup>	Danmark <sup>3</sup>	Nederland <sup>3</sup>
PAH	58	46	11	0,8
Andel av total (%)	50	39	10	1

\* For Danmark og Nederland gjelder dataene for 2002.

\*\* Eksklusive naftalen betyr at 92 % er trukket fra det norske utslippstallet, 82 % fra det britiske og for dansk og nederlandsk rapportering er 87 % trukket fra (dvs snittet av den norske og britiske naftalen-andelen).

- 1) PAH-16 (Kilde: Oljeselskapenes årsrapporter).
- 2) EEMS (Environmental Emissions Monitoring System), Andelen naftalen av 45,5 tonn utgjør 37,5 tonn (82 %) (UKOOA, pers.med. Borwell & Kirk, 2006).
- 3) Karman *et.al.* 2002. Dataene var ikke samordnet, hvilke betyr at forskjellig type PAH-komponenter kan ha blitt rapportert.

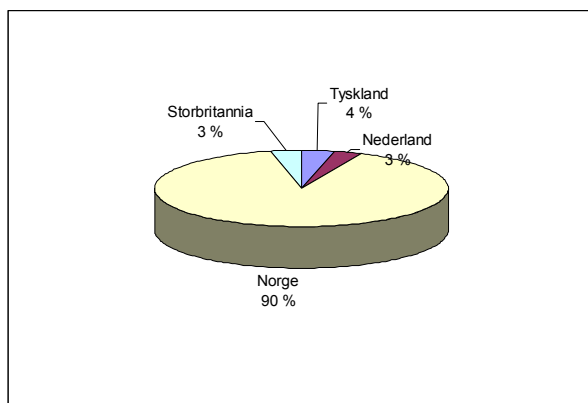
### 5.3.2.2 Skipstrafikk

Det slippes ut PAH til sjø fra skipstrafikk via oljesøl og operasjonelle utslipp, men nyere data om forurensningsmengder er ikke funnet. Utslipp av PAH som en funksjon av totale utslipp av olje fra skip ble anslått å utgjøre 7–65 tonn/år (PAH-6), avhengig av type olje som blir sluppet ut (Wulffraat et al. 1993).

### 5.3.2.3 Landbasert virksomhet

#### Regulære industriutslipp

Industribedrifter med utslippstillatelse i Tyskland, Nederland, Storbritannia og Norge hadde i 2001 PAH-utslipp på til sammen 6,5 tonn (EPER, PAH-6). Danmark hadde ingen PAH-utslipp fra industribedrifter til vann i 2001. Av de totale industriutslippene bidro norske industribedrifter med ca. 90 % (ca. 5,9 tonn) av PAH-utslippene til Nordsjøen (figur 5.26).



**Figur 5.26** Andelen (%) PAH-utslipp til vann (både direkte og indirekte utslipp) industrivirksomheter i de ulike landene bidrar med i 2001 (EPER). Data for norske utslipp er hentet fra INKOSYS (SFT). Danmark er ikke med da det ikke er rapportert om PAH-utslipp fra noen av de danske bedriftene i 2001.

#### Elvetilførsler

PAH-utslipp via elvetilførsler er kjent fra Rhinen og Mosel. PAH-mengden via Rhinen er antatt å ligge mellom 6,5–7 tonn (OSPAR 2002c). Ut fra de samme antagelsene som for Rhinen, antar man at ca. 3,5 tonn PAH blir tilført via Mosel (Karman et al. 2002). Disse to store elvene antas dermed å transportere 10–10,5 tonn PAH (PAH-16) til Nordsjøen. Utover disse estimatene er det ikke funnet noen opplysninger om elvetilførsler av PAH til Nordsjøen.

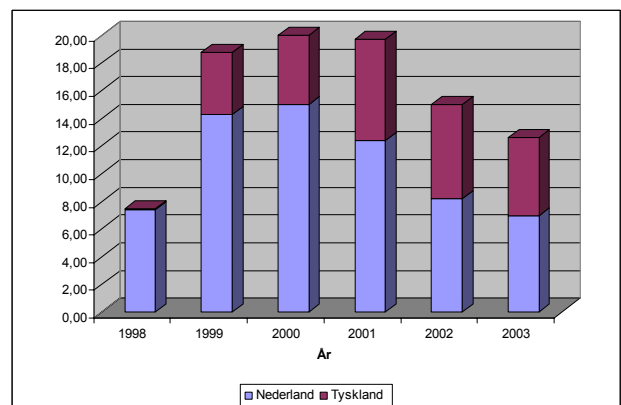
### 5.3.2.4 Atmosfæren

Avsetninger av PAH (PAH-6) fra atmosfæren til Nordsjøen er estimert å være ca. 130 t/år (Baart et al. 1995). Dette utgjør ca. 61 % av de totale PAH-tilførslene til Nordsjøen.

Opplysninger om hovedkildene til PAH-utslipp til luft for de forskjellige Nordsjølandene er oppsummert i tabell 5.13. PAH langtransporteres, men det antas at PAH i likhet med de fleste andre luftforurensningene har relativt kort oppholdstid i atmosfæren. OSPAR (2002) anslår at europeiske land utenfor OSPAR samarbeidet i liten grad bidrar til avsetninger av luftforurensninger i Nordsjøen.

### 5.3.2.5 Mudret materiale

PAH-tilførsler til Nordsjøen som følge av mudring og dumping er basert på tall Tyskland og Nederland har rapportert til OSPAR. Dette utgjorde ca. 8 % (16 tonn/år) av de totale PAH-tilførslene til Nordsjøen (tabell 5.11). Av de rapporterte tall til OSPAR i 2003, rapporterte Tyskland om ca. 5,7 tonn (PAH-6) og Nederland med ca. 7 tonn (OSPAR 2005a). Danmark, Norge og Storbritannia rapporterte ikke om PAH-innhold i mudret materiale. Figur 5.27 viser historisk sammenstilling av PAH-innhold i mudret materiale fra havner, sjøkanaler og kystområder fordelt mellom Nederland og Tyskland.



**Figur 5.27** Rapportert PAH-forurensning (tonn) i mudret materiale fra havner, sjøkanaler og kystområder for Nederland og Tyskland (OSPAR 2002a, 2003a, 2004a, 2005a). Norge, Danmark og Storbritannia har ikke rapportert om PAH-innhold og er derfor ikke med i figuren.

**Tabell 5.13** Hovedkilder og totale årlige utslipp av PAH til luft i 1999 for Nordsjøland (OSPAR 2000).

Land	Hovedkilde (de to viktigste er oppgitt) *	Totalt årlig utslipp av PAH (t/år)
Belgia	Treforedling, veitransport	818
Danmark	Treforedling, stasjonær forbrenning/veitransport	77
Frankrike	Stasjonær forbrenning/veitransport	3 479
Tyskland	Stasjonær forbrenning/veitransport	420
Nederland	Stasjonær forbrenning, bruk av løsemidler(inkl. treforedling)	184
Norge	Aluminiumsindustri, treforedling	140
Sverige	Stasjonær forbrenning/veitransport	282
Storbritannia	Treforedling, stasjonær forbrenning	1 437
<b>Totalt</b>		<b>6 837</b>

- Treforedling: det antas at både produksjon og bruk av kreostbehandlet trevirke er inkludert
- Stasjonær forbrenning: inkluderer både diffuse og punktkilder
- Veitransport: inkluderer ikke utslipp fra veibygging

## 5.4 Kadmium

Utslipp av kadmium offshore kommer hovedsakelig via produsert vann og forurensning i vektstoffer i borevæske. Innholdet i produsert vann varierer fra felt til felt, også i løpet av et enkelt felts levetid.

### 5.4.1 Norske utslipp

En oversikt over norske kadmiumutslipp til Nordsjøen for perioden 1995–2004 er vist i tabell 5.14. Sammenstillingen dekker alle kilder med tilførsler av kadmium som inngår i studien unntatt utslipp fra skip, da data mangler.

Totalt ble det i 2004 sluppet ut ca. 0,8 tonn kadmium til Nordsjøen via kildene som er vist i tabell 5.14. Kadmiumtilførslene via elvetilførsler er størst og bidrar med ca. 90 % av de norske kadmiumtilførslene til Nordsjøen. Regulære utslipp fra industri bidrar med 7 % og petroleumsvirksomheten 3 % av de norske kadmiumtilførslene til Nordsjøen.

Data om mengden kadmiumutslipp som følge av operasjonelle skipsaktiviteter mangler, og her vises det til estimater som gjelder for hele Nordsjøen (tabell 5.1 og 5.15).

Figur 5.28 viser grafisk fremstilling av dataene i tabell 5.14.

**Tabell 5.14** Norske kadmiumutslipp (tonn) til Nordsjøen fordelt på kilder, 1995–2004.

Kilde	1995	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Andel av 2004 (%)
Petroleumsvirksomhet, offshore <sup>1</sup>	2,20*	0,20	0,112	0,141	0,078	0,036	0,024	3
Industribedrifter m/ utslippstill. <sup>2</sup>	0,92	1,01	1,32	0,31	0,11	0,06	0,06	7
Elvetilførsler <sup>3</sup>	2,65	1,1	0,6	0,4	0,45	0,32	0,73**	90
<b>Totalt</b>	<b>5,8</b>	<b>2,3</b>	<b>2</b>	<b>0,9</b>	<b>0,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,8</b>	<b>100</b>

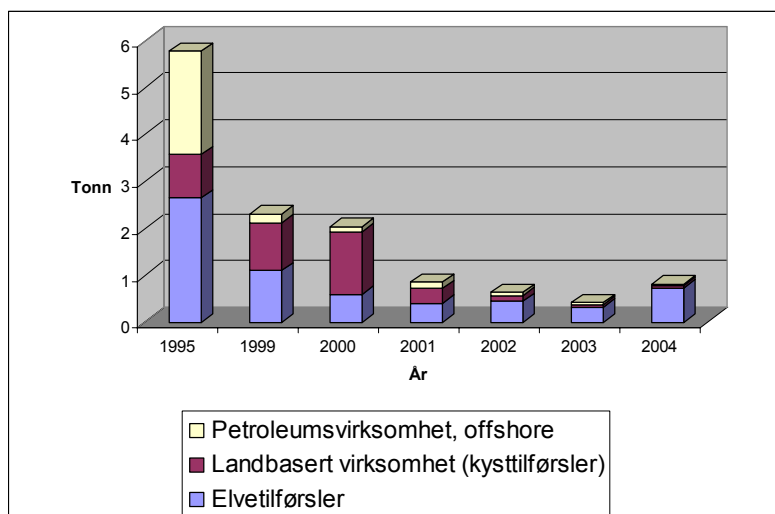
\* Totalt for hele den norske kontinentalsokkelen

\*\* = Totale kysttilførsler av kadmium til Nordsjøen for 2004 (www.miljostatus.no).

1) Kadmiumutslipp både via produsert vann og som forurensning i produkter. Kilde: feltspesifikke årsrapporter

2) INKOSYS

3) Middelerverdier er brukt. (OSPAR 1998b, 2001a, 2002b, 2003b, 2004b, 2005d).



**Figur 5.28** Utslipp av kadmium fra norske kilder til Nordsjøen (Petroleumsvirksomhet: Feltspesifikke årsrapporter, landbasert virksomhet: INKOSYS og Elvetilførsler: OSPAR,).

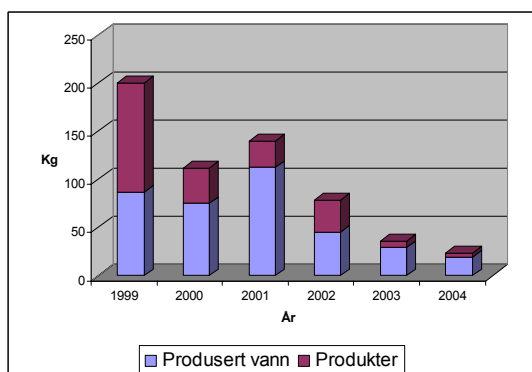
Figur 5.28 viser at tilførselen av kadmium fra petroleumsvirksomheten har avtatt kraftig siden 1995. Dette skyldes både restriktiv bruk av kjemikalier som inneholder kadmium og andre tungmetaller, lavere kadmiumkonsentrasjoner i vektmaterialer samt at lav boreaktivitet i 2003–2004 førte til små utslipp av vektmaterialer.

#### 5.4.1.1 Petroleumsvirksomhet

Kadmiumutslippet fra petroleumsvirksomheten i de fire regionene var ca. 24 kg i 2004, og bidro med ca. 3 % til de norske kadmiumtilførselene til Nordsjøen. Av dette utgjør utslipp via produkter 4 kg og utslipp via produsert vann 19 kg.

Hovedparten av kadmiumutslippene fra petroleumsvirksomhet i Norge har siden 2000 skyldes utslipp via produsert vann. I 1999 var hovedårsaken til kadmiumutslippene forurensning i borevæske (i vektstoffer) (figur 5.29). I tillegg til kadmiumkonsentrasjoner i vektmateriale (barytt) vil boreaktiviteten ha betydning for utslippsmengden pr. år. Innholdet i produsert vann varierer fra felt til felt og også i løpet av et enkelt felts levetid.

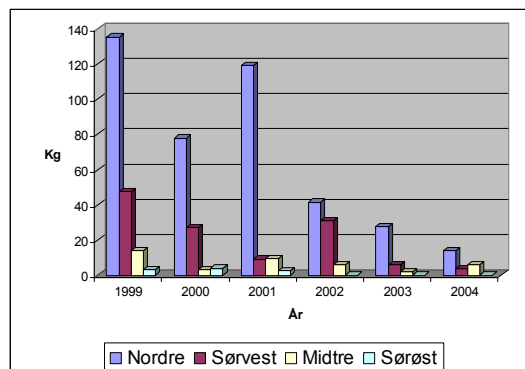
Figur 5.29 viser historisk sammenstilling av kadmiumutslipp fra petroleumsvirksomheten i Nordsjøen fordelt på utslipp via produsert vann og via forurensning i produkter.



**Figur 5.29** Utslipp av kadmium via produsert vann og forurensning i produkter (kg) fra de fire regionene i Nordsjøen (Kilde: 1999–2002: SFT 2000, 2004c,d. 2003–2004: feltspesifikke årsrapporter).

Utslppsreduksjonen i de fire regionene var ca. 90 % (fra 0,2 tonn til 0,02 tonn) fra 1999 til 2005.

Figur 5.30 viser historisk sammenstilling av kadmiumutslipp fra produsert vann og produkter fordelt på de fire regionene i Nordsjøen.



**Figur 5.30** Utslipp av kadmium til Nordsjøen via produsert vann og forurensning i produkter i perioden 1999–2005 (Kilde: 1999–2002: SFT 2000, 2004c,d. 2003–2004: feltspesifikke årsrapporter.).

Som figur 5.30 viser har region Nord i 2004 de største kadmiumutslippene (ca. 14 kg) etterfulgt av region Midtre (ca. 6 kg). Frem til 2003 var region Sørvest nest størst på kadmiumutslipp. Det er stor usikkerhet i utviklingen av utslipp av kadmium i fremtiden fra petroleumsvirksomheten. Innholdet av kadmium i vektstoffer har gått ned de siste årene, og fortsetter denne trenden forventes det at kadmiumutslippene i 2010 vil være på nivå som 2003 (SFT 2005a).

Utslppsreducerende tiltak for offshorevirksomheten skjer gjennom Nullutslippsarbeidet. Utslippene av tungmetaller fra produsert vann lar seg ikke rense med tilgjengelig teknologi, men for de fleste felt ligger innholdet nær det naturlige innholdet i sjøvann. I tillegg til at utslipp av kjemikalier som inneholder kadmium stort sett har opphørt, vil økt reinjisering av produsert vann og bruk av vektmaterialer med lavt innhold av kadmium ytterligere bidra til reduserte kadmiumutslipp. Prognosene for utslipp av produsert vann viser at kadmiumutslippene vil nå en topp rundt 2012.

#### 5.4.1.2 Skipstrafikk

Informasjon om forurensningsmengder av kadmium til Nordsjøen fra skipstrafikk er ikke funnet. Det kan nevnes at kadmiumutslippene til luft ble i SFT sin sammenstilling av prioriterte miljøgifter oppgitt å være 0,02 tonn i år 2003 (SFT 2005a).

Tilførselen av kadmium til vann fra offeranoder i Norge var i 2002 på 0,6 tonn. Hvor stor andel som skyldes skipstrafikk er usikkert. Fra skip vil bare en mindre del av utslippene skje i norsk farvann. Det kan antas at omsetningen i 2002 i hovedsak erstatter oppbrukte anoder, og at utslippet derfor tilsvarer omsetningsmengden. Den stående massen er ikke kartlagt (SFT 2004b).

#### 5.4.1.3 Landbasert virksomhet

De samlede kadmiumtilførselene fra landbasert virksomhet og via elvetilførsler i 2004 utgjorde totalt 0,79 tonn, og bidro med henholdsvis 7 % og 90 % av kadmiumtilførselene til Nordsjøen av de norske kildene oppgitt i tabell 5.13. Kadmiumutslippene fra landbasert virksomhet og elvetilførsler til Nordsjøen ble redusert med ca. 78 % fra 1995 (3,6 tonn) til 2004 (0,79 tonn). Dette er bl.a. et resultat av at tilførsler via atmosfæriske avsetninger er blitt redusert.

Hovedparten av kadmiumutslippene til Nordsjøen fra Norge går via elvetilførsler (ca. 0,7 tonn). Industribedrifter og avløp på vestkysten av Norge hadde kadmiumutslipp på ca. 0,06 tonn i 2004. Miljøgiftutslippene fra landbasert industri har etter 1995 blitt redusert blant annet som følge av en aktiv konsesjonsbehandling og nedleggelse av enkelte bedrifter. Det forventes at utslippene fra industrien kan bli ytterligere redusert som følge av

implementering av EUs IPPC-direktiv (Directiv 96/61/EF).

I følge SFT er det ikke planlagt ytterligere tiltak for å redusere kadmiumutslippene fra landbasert industri, og kadmiumutslippene vil trolig endres lite frem til 2010. Miljøutslipp fra større kommunale avløp skal måles systematisk i årene fremover for å kunne identifisere kilde og danne grunnlag for eventuelle tiltak. Dette vil i følge SFT lite trolig føre til store endringer av det nasjonale kadmiumutslippet.

#### 5.4.2 Totale utslipp

En oversikt over totale kadmiumutslipp til Nordsjøen i perioden 1998–2003 er vist i tabell 5.15. Sammenstillingen dekker alle kilder som inngår i studien.

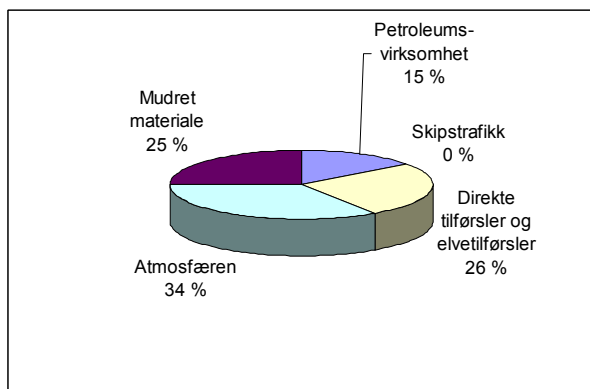
Totalt ble det i 2003 tilført 85 tonn/år kadmium til Nordsjøen fra kildene oppsummert i tabell 5.15. Kadmiumtilførsler fra petroleumsvirksomheten til Nordsjøen utgjorde (12,5 tonn) 15 % av tilførselene oppsummert i tabell 5.15. Bidraget fra landbasert virksomhet utgjorde den største kilden (22 tonn/år) med 26 % av kadmiumtilførselene. Den største kadmiumkilden er atmosfærisk avsetning (29,5 tonn) som bidrar med 35 %. Kadmiuminnholdet i muddermasser bidrar med ca. 25 % (ca. 21 tonn) av de totale kadmiumtilførselene til Nordsjøen.

**Tabell 5.15** Totale utslipp av kadmium (tonn) til Nordsjøen fordelt på kilder, 1998–2003.

Kilde	Bidrag (tonn/år)	Andel (%)
Petroleumsvirksomhet, offshorevirksomhet <sup>1</sup>	12,5	15
Skipstrafikk <sup>2</sup>	0,1	0
Direkte tilførsler og elvetilførsler <sup>3</sup>	22	26
Atmosfæren <sup>4</sup>	29,5	35
Mudret materiale <sup>5</sup>	21	25
<b>Totalt</b>	<b>85</b>	<b>100</b>

- 1) Kadmiumutslipp via produsert vann fra Norge (de fire regionene), Storbritannia og Nederland (Kilde: Norge: Feltspesifikke årsrapporter, Storbritannia: UKOOA, Nederland: NOGEPa). Data for 2004.
- 2) Wulffraat *et. al.* 1993
- 3) Gjennomsnitt av middelverdier i perioden 1999–2003 (OSPAR 2001a, 2002b, 2003b, 2004b, 2005d)
- 4) Gjennomsnitt av estimater i perioden 1999–2002 (OSPAR 2005e)
- 5) Gjennomsnitt av mengden kadmium (tonn) i muddermasser fra havner og kanaler dumpet til sjø i perioden 1999–2003 (OSPAR 2002a, 2003a, 2004a, 2005a).

Figur 5.31 viser en grafisk framstilling av bidraget fra de ulike kildene oppsummert i tabell 5.15.



Figur 5.31 Andelen (%) kadmiumtilførsel fra de ulike kildene totalt til Nordsjøen i 2003.

#### Usikkerhet i dataene

Rapporterte forurensningsmengder i mudret materiale rapportert til OSPAR er høyere enn de faktiske tilførslene, så forurensningsmengder rapportert vil ikke være faktiske forurensnings-tilførsler til sjø.

#### 5.4.2.1 Petroleumsvirksomhet

Utslippene av kadmium fra petroleumsvirksomheten via produsert vann utgjorde 15 % (12,5 tonn i 2004) av de totale kadmiumutslippene til Nordsjøen (tabell 5.15). Av petroleumsutslippene bidrar Storbritannia med hoveddelen av kadmiumutslippene (hele 99,6 %) i 2004. Tabell 5.16 viser de enkelte lands kadmiumutslipp via produsert vann.

Tabell 5.16 Kadmiumutslipp (kg) via produsert vann fra Norge, Storbritannia og Nederland i 2004.

Land	2004
Norge <sup>1</sup>	19
Storbritannia <sup>2</sup>	12 530
Nederland <sup>3</sup>	27
<b>Totalt</b>	<b>12 576</b>

- 1) Feltspesifikke årsrapporter
- 2) Environmental Emissions Monitoring System (EEMS) (UKOOA, pers.med. Borwell & Kirk 2006)
- 3) NOGEPa, pers.med. van den Berg 2006

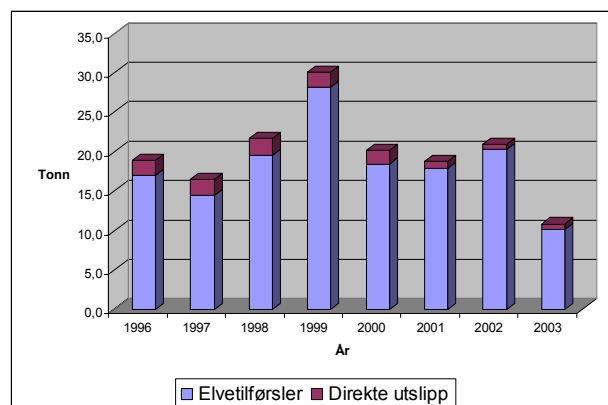
#### 5.4.2.2 Skipstrafikk

Kadmiumutslipp fra skipstrafikk blir regnet som en ubetydelig kilde (OSPAR 2004d). I 1990 ble utslippmengden i Nordsjøen estimert å være < 0,1 tonn/år (Wulffraat *et. al.* 1993).

#### 5.4.2.3 Landbasert virksomhet

Gjennomsnittsverdien for kadmiumutslipp fra Nederland, Tyskland, Storbritannia og Norge var 22 tonn/år i perioden 1999–2003. Dette utgjorde ca. 26 % av de totale kadmiumtilførslene til Nordsjøen (tabell 5.15).

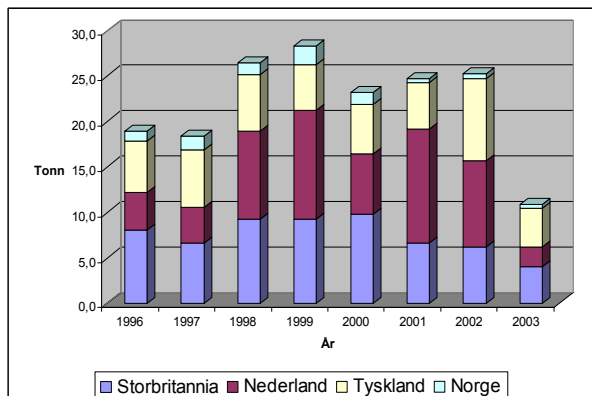
Av kadmiumtilførslene fra landbasert virksomhet i 2003, skyldes ca. 94 % tilførsler via elver. Tilførsler av kadmium via direkte tilførsler (industri og avløp) var 0,7 tonn i 2003. Se historisk sammenstilling fordelt på kilde i figur 5.32.



Figur 5.32 Utslipp av kadmium fra landbasert virksomhet via direkte tilførsler (avløp, industri) og elvetilførsler (middelverdi er brukt) (kilde OSPAR 2001, 2004c, 2005b). Data fra Danmark mangler.

Av kadmiumtilførslene i 2003 via direkte tilførsler og elvetilførsler var de norske bidragene små, og bidro med ca. 3 % av de totale kysttilførslene til Nordsjøen. Tyskland har de største kysttilførslene av kadmium og bidrar med ca. 42 %, Storbritannia bidrar med ca. 35 % og Nederland med ca. 20 % til de totale kadmiumtilførslene til Nordsjøen i 2003 (figur 5.33).





**Figur 5.33** Utslipp av kadmium fra landbasert virksomhet via direkte tilførsler (avløp, industri) og elvetilførsler fordelt på land (kilde OSPAR 2001, 2004c, 2005b). Danmark er ikke tatt med i oversikten da data mangler.

#### 5.4.2.4 Atmosfæren

Atmosfærisk transport er hovedkilden for kadmium for størsteparten av det marine miljø (OSPAR 2004d). I følge de kildene som er satt opp i tabell 5.15 er avsetninger fra atmosfæren den største kadmiumkilden til Nordsjøen, og utgjorde 35 % (ca. 30 tonn) av de totale kadmiumtilførslene til Nordsjøen.

I følge OSPAR estimerte WHO (1992) ved hjelp av forskjellige simuleringsmodeller at årlig atmosfæriske tilførsler av kadmium til Nordsjøen var 14–430 tonn/år (OSPAR 2004d). GESAMP sine data fra 1985 og 1989 er også i overensstemmelse med dette estimatet.

Andre estimater av atmosfærisk kadmiumutslipp til Nordsjøen er vist i tabell 5.17.

**Tabell 5.17** Estimerte mengder avsatt kadmium (tonn) fra atmosfæren til Nordsjøen (OSPAR 2004d, 2005e).

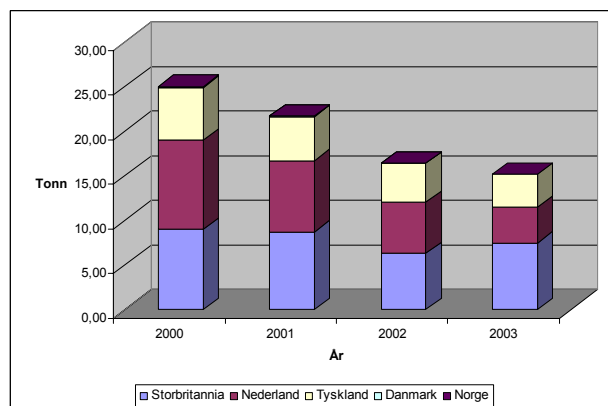
År	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
<b>OSPAR</b>	28	21	21	18	36	22	23	37
<b>UNECE/EMEP*</b>	29	17	15	13	9	-	-	-
Danmark	0,88-2	0,83	0,78	-	0,71	-	-	-
Tyskland	11-32	-	-	-	-	-	-	-
Norge	1,1-2	1,2	-	-	1,10	-	-	-
Storbritannia	15-25	15	14,5	13	7	-	-	-

\* = summen av landene Danmark, Tyskland, Norge og Storbritannia.

#### 5.4.2.5 Mudret materiale

Andelen kadmium i mudret materiale utgjorde ca. 25 % (ca. 21 tonn/år) av de totale kadmiumtilførslene til Nordsjøen oppsummert i tabell 5.15. Til tross for høyere mudre- og dumpeaktiviteter, har forurensning pga mudring vist en avtagende trend. Årsaken til dette er trolig en reduksjon av kadmiuminnhold via kysttilførsler og dermed mindre forurensning i muddermassene. Denne utviklingen er derimot ikke observert for muddermasser i havneområder (OSPAR 2005a).

Figur 5.34 viser historisk sammenstilling av kadmiuminnhold i muddermasser dumpet i havner, sjøkanaler og kystområder rapportert fra de ulike nordsjølandene. Norges andel i 2003 utgjorde 0,1 % av de rapporterte kadmiumsmengdene. Storbritannias andel var størst med 49 % av totalen i 2003.



**Figur 5.34** Rapporterte kadmiumforurensninger (tonn) i mudret materiale fra havner, sjøkanaler og kystområder (OSPAR 2002a, 2003a, 2004a, 2005a).



## 5.5 Kvikksølv

Utslipp av kvikksølv offshore kommer hovedsakelig via produsert vann og forurensning i vektstoffer i borevæske. Innholdet i produsert vann varierer fra felt til felt, også i løpet av et enkelt felts levetid.

### 5.5.1 Norske utslipp

En oversikt over norske kvikksølvutslipp til Nordsjøen for perioden 1995–2004 er vist i tabell 5.18. Sammenstillingen dekker alle kilder med tilførsler av kvikksølv som inngår i studien unntatt operasjonelle utslipp fra skip da data mangler.

Totalt ble det i 2004 tilført 0,16 tonn kvikksølv til Nordsjøen av de norske kildene oppsummert i tabell 5.18. Petroleumsvirksomheten bidro med ca. 8 % (0,012 tonn) av disse kvikksølvutslippene. Den største kvikksølvkilden i Norge er elvetilførsler med 89 % (0,18 tonn), industribedrifter på vestkysten (Vest-Agder, Rogaland, Hordaland og Sogn og fjordane) hadde et kvikksølvutslipp på 0,004 tonn i 2004, dvs. ca. 3 % av de norske kvikksølvtilførslene til Nordsjøen.

Figur 5.35 viser fordelingen av kvikksølvutslipp fra de ulike norske kildene i 2004 oppsummert i tabell 5.18.

**Tabell 5.18** Norske utslipp av kvikksølv (tonn) til Nordsjøen fordelt på kilder, 1995–2004\*.

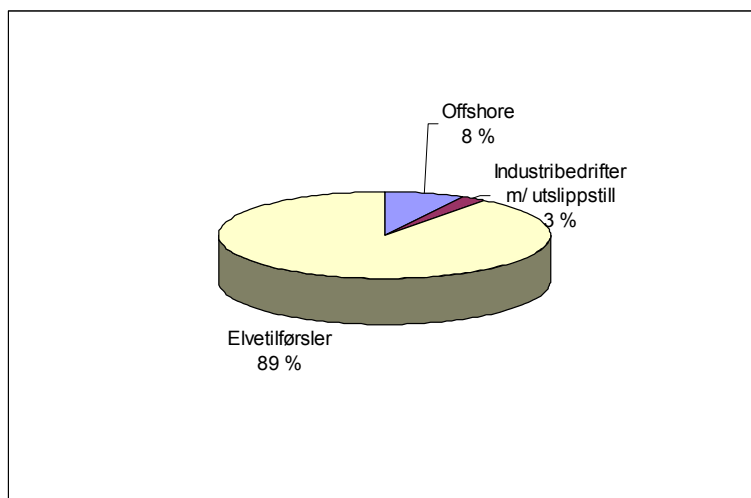
Kilde	1995	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Andel av 2004 (%)
Petroleumsvirksomhet, offshore <sup>1</sup>	0,8**	0,12	0,049	0,019	0,022	0,009	0,012	8
Industribedrifter m/ utslippstill. <sup>2</sup>	0,014	0,017	0,028	0,005	0,003	0,003	0,004	3
Elvetilførsler <sup>3</sup>	0,04	0,4	0,4	0,3	0,14	0,37	0,14***	89
<b>Totalt</b>	<b>0,21</b>	<b>0,07</b>	<b>0,12</b>	<b>0,31</b>	<b>0,14</b>	<b>0,37</b>	<b>0,16</b>	<b>100</b>

\* 2005 er ikke tatt med da utslippstallene for industribedrifter ikke er tilgjengelig.

\*\*Utslippstall for hele den norske kontinentalsokkelen (SFT 2004d, 2005a)

\*\*\* Rapporterte kysttilførsler SFT, Miljøstatus.no

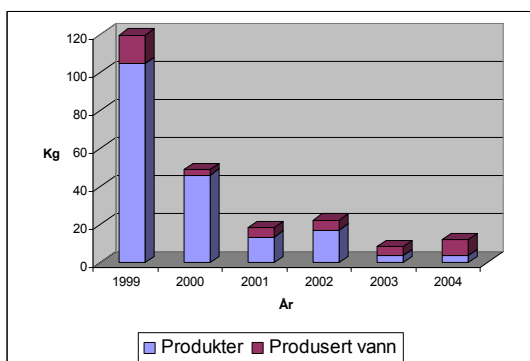
- 1) Totalt utslipp via produsert vann og som forurensning i produkter for de fire regionene (Kilde: 1999–2002: SFT 2000, 2004c,d. 2003–2004: feltspesifikke årsrapporter)
- 2) Direkte tilførsler fra industribedrifter med utslippstillatelse (industribedrifter og avløp). Kilde: INKOSYS
- 3) OSPAR (2001a, 2002b, 2003b, 2004b, 2005d).



**Figur 5.35** Utslipp av kvikksølv fra norske kilder til Nordsjøen fordelt på kilde i 2004. Skipstrafikk er ikke med da data mangler.

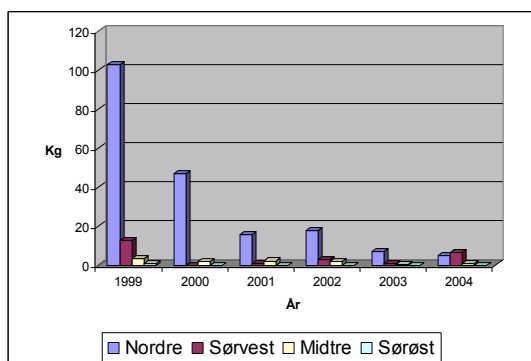
### 5.5.1.1 Petroleumsvirksomhet

Kvikksølvutslippene fra olje- og gassvirksomheten offshore bidrar med ca. 8 % (0,01 tonn) av norske utslipp til Nordsjøen i 2004. Hvorav kvikksølvutslipp via produkter var 4 tonn og via produsert vann 8 tonn. Hovedparten av kvikksølvutslippet skyldes forurensning i produkter frem til 2003. Etter 2003 skyldes hovedparten av kvikksølvutslippene utslipp via produsert vann (figur 5.36).



**Figur 5.36** Historisk sammenstilling over utslipp av kvikksølv (kg) fra de fire regionene til Nordsjøen via produsert vann og forurensning i produkter (Kilde: 1999–2002: SFT 2000, 2004c,d. 2003–2004: feltspesifikke årsrapporter).

Figur 5.37 viser historisk utslipp av kvikksølv fra petroleumsvirksomheten fordelt på de fire regionene i Nordsjøen. Figuren viser at region Nord hatt størst reduksjon i sine kvikksølvutslipp i perioden 1999 til 2004 (fra 103 kg i 1999 til 5 kg i 2004).



**Figur 5.37** Utslipp av kvikksølv (kg) til Nordsjøen med produsert vann og forurensning fra produkter fordelt på region i perioden 1999–2005 (Kilde: 1999–2002: SFT 2000, 2004c,d. 2003–2004: feltspesifikke årsrapporter).

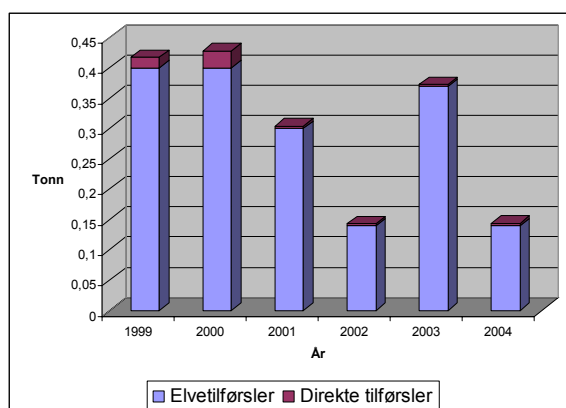
Utslppsreducerende tiltak for offshorevirksomheten skjer gjennom Nullutslppsarbeidet. Utslippene av tungmetaller med produsert vann lar seg ikke rense med tilgjengelig teknologi, men for de fleste felt er tungmetallinnholdet i det produserte vannet nær det naturlige innholdet. Planlagte utslppsreducerende tiltak er injeksjon av produsert vann og bruk av barytt med lavt innhold av kvikksølv. Det forventes at tungmetallutslippene i 2010 vil være om lag på samme nivå som i 2003. Det er imidlertid knyttet usikkerhet til utviklingen i utslippene av kvikksølv fra offshorevirksomheten fremover.

### 5.5.1.2 Skipstrafikk

Det er ikke funnet gode oversikter over kvikksølvutslipp til vann fra skipstrafikk. I følge SFT sine anslag er nasjonalt utslipp av kvikksølv til luft fra skipstrafikk omlag 2,5 gang større enn kvikksølvutslippet fra petroleumsvirksomhet (henholdsvis 0,08 tonn og 0,03 tonn i 2003).

### 5.5.1.3 Landbasert virksomhet

Utslippene av kvikksølv fra landbaserte kilder, via direkte tilførsler og elvetilførsler, var i 2004 på henholdsvis 3 % og 89 % av de norske utslippene til Nordsjøen. Metallurgisk industri står for hovedparten av industriutslippene. Mengden kvikksølvutslipp til Nordsjøen via kysttilførsler varierer, men er i perioden 1999 til 2003 ble kvikksølvutslippene redusert fra 0,4 tonn til 0,1 tonn. Rensetiltak og bedriftsnedleggelse kan ha ført til nedgangen. Figur 5.38 viser historisk sammenstilling i kvikksølvutslipp til Nordsjøen via norske kysttilførsler.



**Figur 5.38** Norske kvikksølvutslipp til Nordsjøen fra direkte tilførsler (industribedrifter på vestkysten (Vest-Agder, Rogaland, Hordaland og Sogn og Fjordane)) og via elvetilførsler (Kilde: INKOSYS, OSPAR 2001a, 2002b, 2003b, 2004b, 2005d).

Utfasing av amalgam og krav til kvikksølvrensning på tannlegekontorer, krematorier og landbasert industri er eksempler på noen gjennomførte tiltak for å redusere kvikksølvutslippene fra landbasert virksomhet. Nye forskrifter for forbrenning av avfall er også blitt gjennomført. En handlingsplan for å redusere kvikksølvutslipp ble utarbeidet i 2004. Det er planlagt å måle miljøutslipp fra større kommunale avløp systematisk i årene fremover for å kunne identifisere utslipp og gjennomføre eventuelle tiltak. Forventet nasjonalt kvikksølvutslipp i 2010 er mellom 0,8 tonn og 0,9 tonn (SFT 2005a).

### 5.5.2 Totale utslipp

En oversikt over totale kvikksølvutslipp (tonn/år) til Nordsjøen er vist i tabell 5.19. Sammenstillingen

dekker ikke utslipp fra skipstrafikk hvor det ikke foreligger data om utslippsmengder.

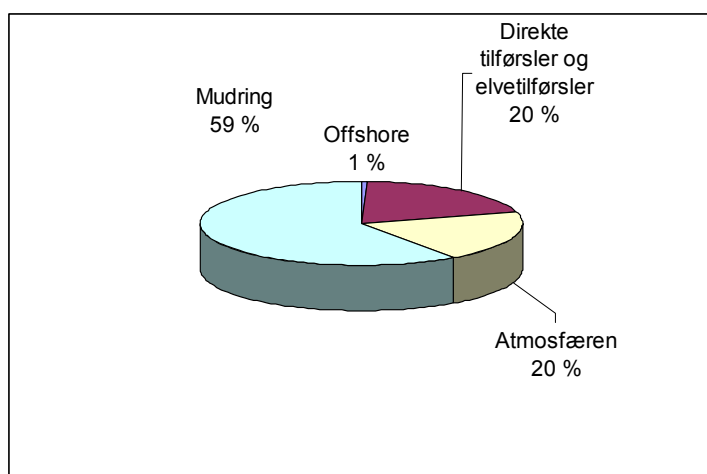
Totalt blir det tilført ca. 35 tonn kvikksølv til Nordsjøen av kildene oppsummert i tabell 5.19. Petroleumsvirksomheten har relativt lavt utslipp (0,2 tonn) av kvikksølv i forhold til de andre kildene, og bidro med 1 % til det totale utslippet i Nordsjøen. Landbasert virksomhet og atmosfæriske avsetninger bidrar med ca. 20 % hver (7 tonn) av de totale kvikksølvtilførslene til Nordsjøen. Kvikksølvforurensning i mudret materiale utgjorde 60 % (21 tonn) av de totale kvikksølvtilførslene.

Figur 5.39 viser bidraget (%) fra ulike basert på oppsummeringen i tabell 5.19.

**Tabell 5.19** Totale utslipp av kvikksølv (tonn/år) til Nordsjøen fordelt på kilder, 1999–2003.

Kilde	Bidrag (tonn/år)	Andel (%)
Petroleumsvirksomhet, offshore <sup>1</sup>	0,2	1
Direkte tilførsler og elvetilførsler <sup>2</sup>	7	20
Atmosfæren <sup>3</sup>	4–9	20
Mudret materiale <sup>4</sup>	21	60
<b>Totalt<sup>5</sup></b>	<b>35,2</b>	<b>100</b>

- 1) Utslipptall for 2004 er brukt. Utslipp via produsert vann fra Norge (de fire regionene), Storbritannia og Nederland (Kilde: Norge: Feltspesifikke årsrapporter, Storbritannia: UKOOA, pers.med. Borwell & Kirk 2006, Nederland: NOGEPa, pers.med. van den Berg 2006).
- 2) Gjennomsnitt av middelværdier i perioden 1999–2003 (OSPAR 2001a, 2002b, 2003b, 2004b, 2005d).
- 3) QSR 2000 (OSPAR 2000).
- 4) Gjennomsnitt av mengden kvikksølv i muddermasser dumpet i havner, sjøkanaler og kystområder i perioden 1999–2003 (OSPAR 2002a, 2003a, 2004a, 2005a).
- 5) For beregning av totalt er gjennomsnittet for atmosfæren (7 tonn/år) brukt.



**Figur 5.39** Andel (%) de ulike kildene bidro med til de totale utslipp av kvikksølv til Nordsjøen i 2003. Utslipp fra skipstrafikk er ikke med på grunn av at data mangler.

### Usikkerhet i dataene

Data om kvikksølvutslipp fra skipstrafikk er mangelfulle, og er derfor ikke tatt med i sammenstillingen.

Rapporterte forurensningsmengder i mudret materiale rapportert til OSPAR er høyere enn de faktiske tilførslene. Forurensningsmengder rapportert er derfor ikke de faktiske forurensnings-tilførsler til sjø.

#### 5.5.2.1 Petroleumsvirksomhet

Utslippene av kvikksølv fra petroleumsvirksomheten via produsert vann utgjorde ca. 1 % av de totale kvikksølvutslippene til Nordsjøen (tabell 5.19). Storbritannia bidrar med hoveddelen av kvikksølvutslippene (93 %) i 2004. Tabell 5.20 viser de enkelte lands kvikksølvutslipp via produsert vann.

**Tabell 5.20** Rapporterte kvikksølvutslipp (kg) via produsert vann fra de ulike landene i 2004.

Land	2004
Norge <sup>1</sup>	8
Storbritannia <sup>2</sup>	223
Nederland <sup>3</sup>	9,5
<b>Totalt</b>	<b>240,5</b>

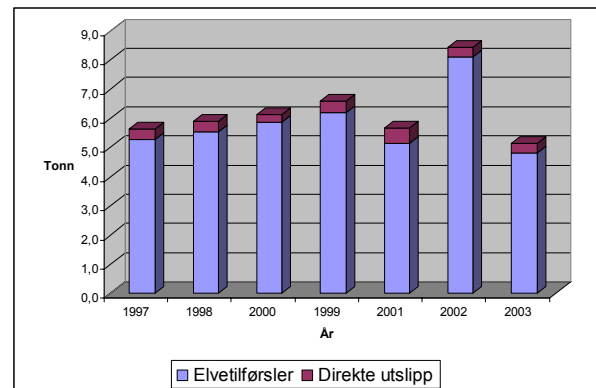
- 1) Feltspesifikke årsrapporter
- 2) Environmental Emissions Monitoring System (UKOOA, pers.med. Kirk 2006)
- 3) NOGEPa, pers.med. van den Berg 2006

#### 5.5.2.2 Landbasert virksomhet

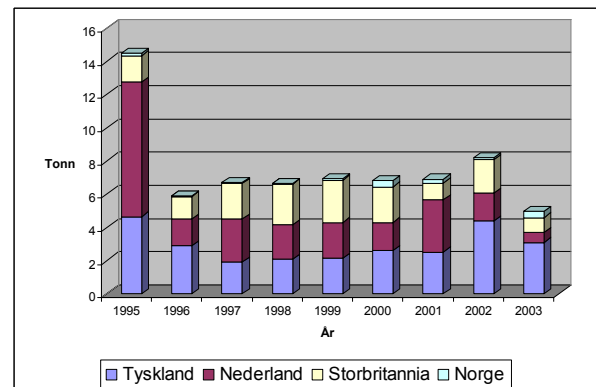
Gjennomsnittsverdien for kvikksølvutslipp fra Nederland, Tyskland, Storbritannia og Norge var 7 tonn/år i perioden 1999–2003. Dette utgjorde ca. 20 % av de totale kvikksølvtilførslene til Nordsjøen (tabell 5.19).

Av kysttilførslene i 2003 er kvikksølvtilførsler via elvetilførsler helt dominerende og utgjorde ca. 94 % av kysttilførslene til Nordsjøen (figur 5.40).

Av kvikksølvutslipp via elvetilførsler og direkte tilførsler bidro tyske utslipp med ca. 64 %, britiske med ca. 16 %, nederlandske med ca. 12 % og norske med ca. 8 % i 2003 (henholdsvis 3,1 tonn, 0,8 tonn, 0,6 tonn og 0,4 tonn), jf. figur 5.41.



**Figur 5.40** Historisk oversikt over totale utslipp av kvikksølv fra landbasert virksomhet, fordelt på utslipp via direkte tilførsler (avløp og industri) og utslipp via elvetilførsler (kilde OSPAR 2001, 2004c, 2005b). Data fra Danmark mangler.



**Figur 5.41** Utslipp av kvikksølv fra landbasert virksomhet (direkte tilførsler (avløp og industri) og elvetilførsler) til Nordsjøen fordelt på land (kilde OSPAR 2001, 2004c, 2005b). Data fra Danmark er ikke rapportert.

#### 5.5.2.3 Atmosfæren

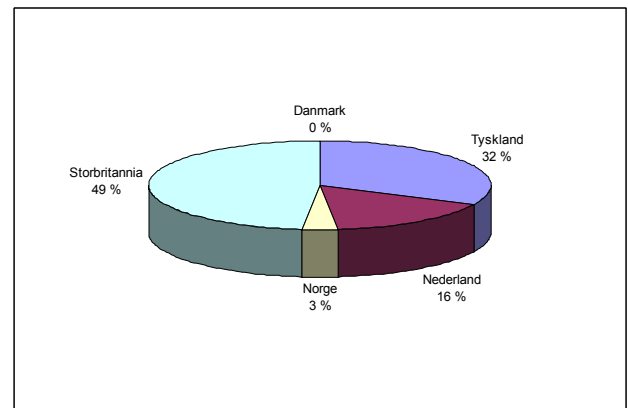
I følge QSR 2000 ligger kvikksølvmengden via atmosfæriske avsetninger til Nordsjøen på ca. 4–9 tonn/år i perioden 1987–1995 (OSPAR 2000). Ut ifra dette estimatet vil kvikksølvavsetninger via atmosfæren utgjøre 20 % av de totale kvikksølvutslippene til Nordsjøen for kildene oppgitt i tabell 5.19.

#### 5.5.2.4 Mudret materiale

Kvikksølvtilførsler via mudret materiale er basert på innrapporterte tall fra Nederland, Tyskland, Storbritannia og Tyskland (OSPAR 2002a, 2003a, 2004a, 2005a). Gjennomsnittet av mengden kvikksølv (perioden 1999–2003) rapportert i muddermasser dumpet til sjø (havner, sjøkanaler og

kystområder), utgjorde ca. 60 % (ca. 21 tonn) av de totale kvikksølvutslippene til Nordsjøen.

Norges andel av kvikksølvmengder i mudret materiale i 2003 utgjorde ca. 3 %, Storbritannia hadde den største andelen med 49 % av de rapporterte kvikksølvmengdene. Figur 5.42 viser andelen (%) fra de ulike land i 2003 (OSPAR 2005a).



**Figur 5.42** Andelen kvikksløv i mudret materiale fordelt på land i 2003 (OSPAR 2005a).

## 6 MILJØTILSTANDEN I NORDSJØEN

### 6.1 Generelt

Den store befolkningmengden i Nordsjøens nedbørfelt fører til en stor belastning på resipienten i form av utslipp fra bebyggelse og industri, og gjennom avrenning fra jordbruksmark og andre landområder. Siden slutten av 60-tallet har petroleumsvirksomheten utgjort en voksende og økonomisk viktig næring. I tilknytning til Nordsjøen ligger også noen av verdens mest besøkte havner og skipsfartsruter. Langtransportert forurensning utgjør også en ikke ubetydelig kilde til forurensning av store havområder. Den store belastningen har ført til overgjødning, oljeforurensning, utslipp av giftige og radioaktive stoffer som alle utgjør en trussel for vannkvalitet og en rekke arter og habitater.

Som regel er miljøskaden størst i kystnære og grunne farvann nær tett befolkede områder eller nær store punktutslipp fra industri. For Norges sin del er dette framfor alt tydelig i fjordområder som er resipienter for industri, og i flere fjorder og havneområder er innholdet av miljøgifter så høyt at det kan være helseskadelig å spise fisk og skalldyr fra disse områdene. I slike områder er det innført råd om konsum, og lagt restriksjoner på omsetning av fisk og skalldyr.

#### Forurensningstransport

I det følgende gis en kort beskrivelse av bunnforhold og oseanografi i Nordsjøen. Hensikten med dette avsnittet er å kort redegjøre hvordan, og i hvilken grad, forurensninger til ulike deler av Nordsjøen spres.

#### Bunnforhold

Nordsjøen er hovedsakelig et grunt havområde hvor 2/3 er grunnere enn 100 m (Aure 1998). Norskerenna, som strekker seg fra Skagerrak og opp langs Vestlandet er et karakteristisk trekk i bunntopografien. Terskeldypet i Norskerenna er 270 m (utenfor Jæren), mens den er dypere både lenger nord og lenger sør. De dypeste delene av Norskerenna (725 m) ligger i Skagerrak. Bunntopografi har en avgjørende betydning for retning og styrke på havstrømmene, og styrer i stor grad sirkulasjonsmønstrene i perioder med svak vind.

#### Vannmasser og sirkulasjonsmønster

Vanntilførselen Nordsjøen domineres av det varme Atlanterhavsvannet som strømmer inn over en 600 m dyp terskel mellom Shetlandsøyene og Færøyene. I nordkanten av Tampenområdet splittes denne Atlanterhavsstrømmen (Golfstrømmen) i en nordgående og flere mindre, sørgående grener. Den største av disse sørgående grenene, Eggastrømmen, går sørover inn i Nordsjøen langs vestkanten på Norskerenna (Brattegård og Holthe 1995). Betydelig tilførsel av Atlanterhavsvann skjer også øst for Shetlandøyene. Disse inngående strømmene kompenseres med en utgående strøm, Kyststrømmen, som følger norskekysten. Vanntransporten i Kyststrømmen går alltid fra Skagerrak til Nordsjøen, og derfra nordover, men strømmens styrke og utbredelse varierer gjennom året. Kyststrømmen blir tilført næringsalter og miljøgifter fra de store elvene på kontinentet og i Østersjøen, samt næringsrikt Atlanterhavsvann.

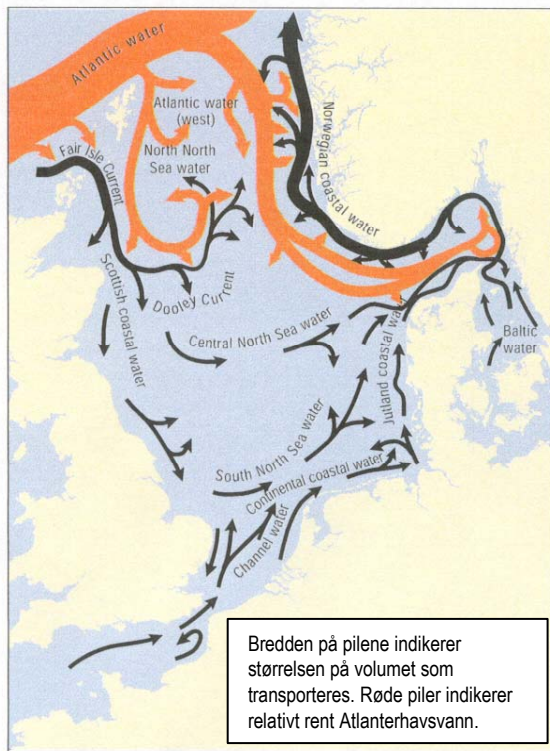
Det dominerende strømmønsteret er en mot klokka syklonisk sirkulasjon som forsterkes av de framherskende vestlige vindene i området.

En tredjedel av ferskvanntilførselen skyldes avrenning av smeltevann fra Norge og Sverige. De viktigste elvetilførslene til Nordsjøen er Elbe, Weser, Rhinen, Mosel, Scheldt, Seinen, Thames og Humber. Det er imidlertid avrenning fra elver i Østersjøen som står for den største tilførselen av ferskvann til Nordsjøen. Utstrømmingen av dette vannet går via Skagerrak og har en pulserende karakter.

Figur 6.1 viser en skjematisk framstilling av sirkulasjonsforholdene i Nordsjøen.

Vannmassene i de grunne delene av Nordsjøen består av en varierende blanding av Atlanterhavsvann og avrenning av ferskvann fra land. I dypere områder, som i Norskerenna, består vannmassene stort sett av Atlanterhavsvann.





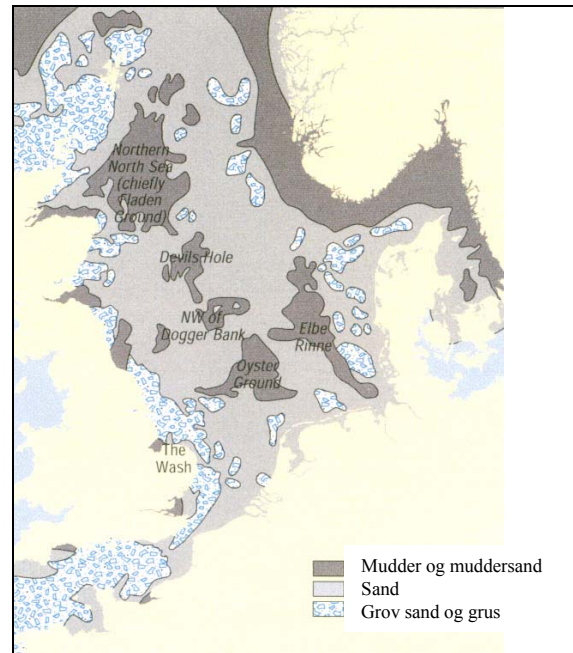
**Figur 6.1** Skjematisk framstilling av sirkulasjonsforholdene i Nordsjøen (OSPAR 2000).

**Sedimentforhold og -transport**

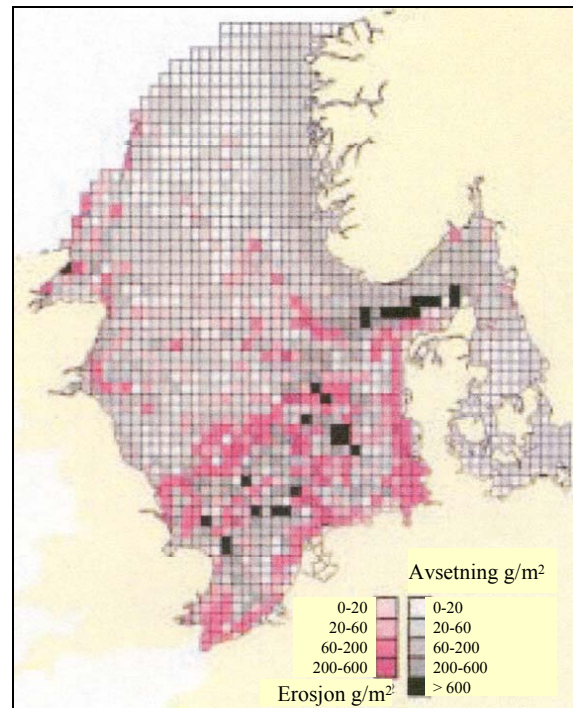
Sedimentforholdene gjenspeiler bunntopografi og strømforhold. Sand- og grusavsetninger forekommer stort sett i de grunneste områdene, mens finpartikulært materiale avsettes i dypere områdene. Figur 6.2 viser fordelingen av sedimenttyper i Nordsjøen. Miljøgifter vil i større grad ansamles i områder hvor det avsettes finpartikulært materiale ift. i områder med mer sirkulasjon og grovere substrat.

Gjennom å koble hydrodynamiske modeller med transportmodeller har det vært mulig å simulere sedimenteringsforholdene i Nordsjøen. Resultatene av dette arbeidet er vist i figur 6.3. Det er tilfredsstillende sammenheng mellom modellen og empiriske data for de sentrale delene av Nordsjøen, men modellen indikerer høyest sedimentasjonshastighet på den sørlige skråningen i Skagerrak, mens empiriske data tilsier at de høyeste sedimentasjonshastighetene finnes i de nordøstre delene av dette havområdet.

I hvilken grad forurensninger som tilføres fra landbasert og offshore virksomhet blir spredt er avhengig av i hvilken form stoffene foreligger. Generelt sett vil løste stoffer følge vannstrømmen.



**Figur 6.2** Utbredelse av sedimenttyper i Nordsjøen (OSPAR 2000).



**Figur 6.3** Erosjon og deponering av sedimenter i Nordsjøen. Modellert på bakgrunn av hydrologiske data fra 1979, 1985 og 1986 (OSPAR 2000).

Mange typer forurensning er imidlertid bundet til partikulært materiale. Det er estimert at ca 70% av forurensninger knyttet til partikler fanges opp i sedimenteringsområder som estuarier, Vadehavet, dype områder i Skagerrak og Kattegat og i

Norskerenna (OSPAR 2000). Et eksempel på hvordan langtransporterte partikler sedimenterer i disse områdene er den akkumulering av barium som har skjedd i dype områder i Skagerrak de siste 10-årene (barium er hovedingrediensen i boreslam som brukes offshore).

På grunn av bioturbasjon i sedimentene vil miljøgifter kunne frigjøres fra disse og akkumuleres i næringskjeden.

### Generell utvikling

Til tross for at utslippsmengdene for en rekke forurensninger har blitt kraftig redusert, er ikke tilsvarende reduksjon av miljøgifter og forurensninger i sedimenter og organismer registrert. Modellberegninger har vist at en reduksjon på 50 % av utslipp av kadmium vil kunne resultere i 15 % reduksjon av kadmium i Nordsjøen. Videre viser denne modelleringen at reduksjonen blir størst i kystnære områder med stor tilførsel av ferskvann, mens en bare kan forvente at en halvering av utslippene kun vil redusere forekomsten i sentrale Nordsjøen med 1–4%. Her er påvirkningen av ferskvannstilførsler ubetydelig, og det er i all hovedsak vannkvaliteten i Atlanterhavsvannet som påvirker disse områdene (OSPAR 2000). Dette betyr at miljøtilstanden i sentrale Nordsjøen i stor grad vil være påvirket av lokale utslipp, og at kystnære utslipp og tilførsler fra landbasert virksomhet og ferskvann har størst betydning for vannkvalitet og økosystemer i kystnære områder. Det betyr også at lokale tiltak for å redusere forurensning og negative miljøeffekter offshore vil ha positiv betydning.

## 6.2 Oljeforurensning, PAH og fenoler

### Nordsjøen, norsk sektor

De regionale sedimentovervåkingsundersøkelsene indikerer at totalt areal som er påvirket av utslipp av hydrokarboner, dvs områder hvor hydrokarbonkonsentrasjonene overstiger forventet bakgrunnsverdi, er mindre enn 0,5 % av den norske delen av Nordsjøen. Størst er påvirkningen i Nordsjøen sørvest og Nordsjøen nord. Nordsjøen midtre har minst andel påvirkede sedimenter, men her er det registrert en svak økning i andel påvirket areal (Botnen et al. 2004).

De regionale sedimentovervåkingsundersøkelsene viser at innholdet av PAH i sedimenter i undersøkelsesområdene (4 regioner) er lavt. Med få

unntak ligger disse innenfor det som tilsvarer SFTs grense for miljøklasse 1 (ubetydelig/lite forurenset) (Molvær et al. 1997).

Fram til 1991 ble det sluppet ut oljeholdig borekaks, og en del av dette la seg i hauger like ved/under enkelte boreinnretninger. Slike borekaksauger ligger fortsatt på havbunn, og det er estimert at kaksmengdene som befinner seg som hauger på sjøbunnen på norsk del av Nordsjøen ligger innenfor et intervall på 480.000–960.000 m<sup>3</sup> (Kjeilen et al. 2001). I regi av UKOOA er det gjennomført en studie for å vurdere giftigheten i slike kakshauger (Roddie et al. 1999). Vannløselige forbindelser vil trolig løses opp og transporteres videre, mens tungt løselige forbindelser som PAH og alkylfenoler er absorbert til kakset. Polyetoksilerte nonylfenoler, som nå er faset ut, ble tidligere mye brukt som surfaktanter ved boring. I hvilken grad gamle kakshauger utgjør en risiko for spredning av PAH og alkylfenoler til miljøet er i følge Roddie (1999) foreløpig ikke mulig å evaluere da nedbrytningsprosessene i kakshaugene er lite kjent.

Overvåkingsundersøkelser i vannsøylen har fokusert på å undersøke om hydrokarboner, PAH eller alkylfenoler akkumuleres i fisk og evertebrater. I undersøkelser utført i 2002–2003 ble det ikke påvist noen signifikant økologisk risiko med tanke på effekter knyttet til utslipp av produsert vann (Utvik et al. 2002, Klungsøyr et al. 2001). Undersøkelser på Statfjordfeltet i 2004 viste imidlertid at blåskjell akkumulerte PAH-komponenter, og at akkumuleringen var størst nærmest plattformen (Børseth & Tollefsen 2004).

Overvåkingsprogrammet for vannsøylen er fortsatt inne i en utviklingsfase når det gjelder metodikk.

### Nordsjøen totalt

Nivået av totale hydrokarboner (THC) i vannsøylen varierer med en faktor på 100, høyest i Kattegat og lavest i den nordlige delen av Nordsjøen. Lokalt rundt produksjonsplattformene i Nordsjøen, og spesielt de eldste, er det forhøyede nivåer av THC i bunn sedimentet, og bunnfaunaen er negativt påvirket. Effektene er størst nær plattformene og avtakende med økende avstand fra disse. Rutinemessig miljøovervåking viser at arealet av de sjøområdene som har vært mest påvirket (de eldste installasjonene) er avtakende, men samtidig skjer det en spredning til nye områder gjennom utbygging av nye forekomster (Havforskningsinstituttet 2002).



PAH-nivåer i sjøvann i Nordsjøen varierer mye, og de høyeste nivåene finner en i kystnære område og estuarier, hvor det er målt opp til 8,5 µg/l. Totale PAH konsentrasjoner som overstiger 1 µg/l er registrert i estuarier fra de store engelske elvene på østkysten.

De høyeste PAH-nivåene i sedimenter finnes også i estuariene. Konsentrasjonene varierte fra 0,218 mg/kg i Vadehavet til 6,08 mg/kg målt i estuariet til elven Scheldt. En pilotundersøkelse i Glomma viste konsentrasjoner på 0,370 mg/kg (Holtan & Helland 1998). Totale PAH-konsentrasjoner i marine sedimenter utenfor Skottland varierte mellom 0,028 til 0,20 mg/kg (OSPAR 2000). Til sammenligning viste de siste regionale sedimentundersøkelsene i Nordsjøen konsentrasjoner mellom 0,007–0,687 mg/kg. Data fra kystnære områder i Nederland og Vadehavet viser ingen signifikant nedgang i PAH-nivåene i sedimenter i perioden 1986–1996. I denne perioden hadde nivåene økt på 40% av prøvetakingsstasjonene i Vadehavet.

Høye konsentrasjoner av oktyl- og nonylfenoletoksilater er registrert i sedimenter i Scheldt (20 µg/kg resp. 300 µg/kg) og i Elbe (5,6 µg/kg resp. 107 µg/kg). Tilsvarende konsentrasjoner i britiske elver varierte fra mindre enn 0,1 µg/kg til 15 µg/kg for oktylfenoletoksilater og 23–44 µg/kg for nonylfenoletoksilater (OSPAR 2004g). I forhold til analyser gjennomført for 15–20 år siden har konsentrasjonene av oktyl- og nonylfenoletoksilater i miljøet vist en signifikant nedgang.

For å vurdere om eksponering av alkylfenoler på torsk medfører en reell miljørisiko for fisken i havet, er det utført en miljørisikoanalyse ved hjelp av laboratorieobservasjoner (Myhre et al. 2004). Analysen tok utgangspunkt i resultater fra tidligere studier om dose/respons nivåer og effekter av alkylfenoler, faktiske utslippskonsentrasjoner og utslippsmengder i produsert vann samt spredningsberegninger av alkylfenoler i havet. Resultatene fra analysen viste at det ikke var noen signifikant risiko for reproduktive effekter på populasjonsnivå for torsk, sei eller hyse i Nordsjøen som følge av utslipp av produsert vann. Det vurderes fortsatt som viktig at utslipp av alkylfenoler følges opp gjennom overvåking så snart egnede metoder for dette foreligger (Myhre et al. 2004).

#### Akutte oljeutslipp

Figur 6.4 viser lokaliseringen av observerte oljeutslipp i 1998. Tilsvarende figur for 2004 er vist i figur 5.17. Felles for disse årene er at de aller fleste akutte oljeutslippene skjer i de mest frekventerte skipsfartskorridorene. Størst skipstrafikk er det i området fra den Engelske kanal og videre mot de stor havnebyene i Belgia, Nederland og Tyskland. Til tross for at lastebåttrafikken har økt med 120 % de siste 10 årene (OSPAR 2000), har akutte utslipp fra skip vist en nedadgående trend siden 1970-tallet.



**Figur 6.4** Lokalisering av observerte oljeutslipp i 1998 (Kilde: Bonnnavtalen 1999).

Overvåking av strandet sjøfugl langs Nordsjøkysten i bl.a. Nederland, Tyskland og Danmark er gjennomført siden 1970-tallet (Fleet & Reineking 2000). Resultatene fra disse undersøkelsene viser at andelen oljeskadd fugl har blitt signifikant redusert fra 70-tallet til midten på 90-tallet. På 80-tallet var 80% av strandet sjøfugl som ble registrert i Tyskland oljeskadd. Denne andelen sank til 52% i midten av 90-tallet, for så å øke til 62% på slutten av 90-tallet. I 1999 sank andelen igjen til det laveste som var registrert på 5–6 år (Fleet & Reineking 2000). Samme år ble Nordsjøen definert som et spesielt område i henhold til MARPOL Annex I, noe

som vil kunne bidra til ytterligere å redusere antall akutte oljeutslipp og konsekvensene av disse.

### 6.3 Tungmetaller

Utover nittitallet har det vært en nedadgående trend i nivået av tungmetaller i planter og dyr i Nordsjøen (Havforskningsinstituttet 2002). Dette har vært særlig tydelig i områder med dynamiske sedimenter, som f. eks estuarier og grunne kystområder (OSPAR 2000).

Innholdet av tungmetaller i sedimenter i kystområdene i Nordsjøen er imidlertid ca. dobbelt så høyt som i åpne havområder i Atlanterhavet. I Norskerenna, som er et område med høye sedimenteringshastigheter, er det også registrert høyere konsentrasjoner enn i Atlanterhavet. Innholdet i sedimentene er, med unntak av for bly, blitt mindre det siste tiåret i områder som rutinemessig overvåkes (Havforskningsinstituttet 2002).

#### Nordsjøen, norsk sektor

Konsentrasjonene av kvikksølv overskrider ikke SFT tilstandsklasse I: ubetydelig/lite forurenset (Molvær et al. 1997) på noen av de undersøkte stasjonene i Nordsjøen i henhold til resultatene fra de sist gjennomførte overvåkingsundersøkelsene (Nøland et al. 2003, Botnen et al 2004, Mannvik et al. 2003, 2005)<sup>1</sup>.

Også målte kadmiumverdier viser lave konsentrasjoner (tilsvarende SFT tilstandsklasse 1). Sentralt på Staffjord A ble det registrert 2 stasjoner som kan klassifiseres som moderat forurenset i henhold til SFTs system.

Generelt viser sedimentovervåkingen lave konsentrasjoner av tungmetaller i nærheten av offshore-installasjonene.

#### Nordsjøen totalt

##### *Kadmium*

Generelt sett ligger kadmiumkonsentrasjonene i sjøvann i Nordsjøen innenfor det som regnes som bakgrunnsnivåer, og godt under grensene for det som betraktes som miljøskadelig (ecotoxicological assessment criteria). Områder hvor det er registrert overskridelser av miljøskadelige nivåer i sedimenter

er i Vadehavet og estuariene til de store elvene i Tyskland (OSPAR 2000). Overskridelse av kadmium i organismer (blåskjell) er bl.a registrert i estuarier ved store elver i Storbritannia. Spesielt høye verdier er registrert i norske fjorder (Sørfjorden og Hardangerfjorden), hvor det har vært langvarige utslipp fra smelteverk.

##### *Kvikksølv*

Kvikksølvtilførslene til Nordsjøen har blitt signifikant redusert siden det ble satt i gang tiltak i industrien på midten av 80-tallet. På 90-tallet har de største tilførslene kommet via elvene Rhinen, Mosel og Elbe.

Kvikksølvkonsentrasjonen i vann varierer fra over 1 ng/l i estuariemunninger til 0,1 ng/l i åpent hav. Partikulært bundet kvikksølv utgjør over 90% av de totale forekomstene av kvikksølv i kystnære områder. Tilsvarende tall er under 10% i åpne havområder med mindre turbiditet (OSPAR 2000). Av de totale kvikksølvkonsentrasjonene kan fraksjoner av de giftige metylkvikksølvforbindelsene forekomme. På grunn av forbedrede analysemetoder i senere år er ikke data fra 80-tallet og i dag sammenlignbare, og det foreligger derfor ingen trendanalyser.

Generelt sett overstiger konsentrasjonene av kvikksølv i sjøvann og i estuariene sjelden miljøskadelige konsentrasjoner. Målinger på offshore-stasjoner viser at kvikksølvkonsentrasjonene er sammenlignbare med forventede bakgrunnsverdier. I kystnære områder kan konsentrasjonene overstige forventet bakgrunnsnivå med en faktor på 2–10 (OSPAR 2000).

Kvikksølvkonsentrasjoner i sedimenter i Nordsjøen varierer fra 0,01–0,5 mg/kg. De høyeste konsentrasjonene er registrert i estuariene ved de store elvene i Tyskland og England, samt i områder hvor mudringsmasser har blitt deponert. Kvikksølvkonsentrasjoner i de forurensende estuariene overstiger miljøskadelige nivåer ved Elbe, Scheldt og Forth.

Målinger i organismer viser at høye verdier stort sett finnes i områder nær industri, som i noen av de norske fjordene og i Elbes estuarium. Høyeste verdier for bioakkumulering er registrert i Sørfjorden.

<sup>1</sup> SFTs klassifiseringsystem gjelder for kystnære vann og fjorder.

## 7 REFERANSER

APPEA 2006. <http://www.appea.com.au/Publications/docs/oceans.html>

Aure, J. 1998. *Havets miljø 1998*. Fiskeritilsynet, Sæmnr.2:1998. 90 s. Havforskningsinstituttet.

Baart A.C., Berdowski, J.J.M. and van Jaarsveld, J.A., 1995. *Calculation of atmospheric deposition of contaminants on the North Sea*. Report TNO-MEP - R95/138, TNO, Delft, the Netherlands.

Behrens, H. L., Endresen, Ø., Garmann, C. & Mjelde, A. 2003. *Environmental Accounting System for Norwegian Shipping – EASNoS, Phase 1. Documentation of Principles, Methodology & Structure*. Det Norske Veritas (DNV) Rapport Nr. 2002-1645.

Bonnnavtalen 2004. [www.bonnagreement.org](http://www.bonnagreement.org)

Botnen, H., Heggøy, E., Johannessen, P., Joahnsen, P-O. & Vassenden G. 2004. *Environmental monitoring survey of Region II, 2003*. Unifob, Seksjon for anvendt miljøforskning, Bergen. Rapport nr. TL 2003/011.

Brattgård, T & Holthe, T. 1995. *Kartlegging av marine verneområder i Norge. Tilråding fra rådgivende utvalg*. Utredning for DN 1995-3. Rådgivende utvalg for marine verneområder. Direktoratet for Naturforvaltning.

Brendehaug, J., S. Johnsen, K.H. Bryne, A.L. Gjøse, T.H. Eide, and E. Aamot. 1992. Toxicity testing and chemical characterization of produced water - A preliminary study. In *Produced water*. J.P. Ray and F.R. Engelhart, editors. Plenum Press, New York. 245-256.

Børseth, J. F. & Tollefsen, K-E. 2004. *Water column monitoring 2003 – Summary report*. Rogalandforskning. Rapport nr. RF- 2004/039.

EEA 2001. *Accidental and illegal discharges of oil at sea*. [http://themes.eea.europa.eu/Sectors\\_and\\_activities/transport/indicators/consequences/TERM10,2001/Oil\\_spills\\_TERM\\_2001.doc.pdf](http://themes.eea.europa.eu/Sectors_and_activities/transport/indicators/consequences/TERM10,2001/Oil_spills_TERM_2001.doc.pdf)

EEA 2003. *Indicator fact sheet: Accidental oil spills from marine shipping*. [http://themes.eea.eu.int/Sectors\\_and\\_activities/transport/indicators/consequences/TERM10%2C2002/TERM\\_2002\\_10b\\_EU\\_EN14\\_Accidental\\_oil\\_tanker\\_spills.pdf](http://themes.eea.eu.int/Sectors_and_activities/transport/indicators/consequences/TERM10%2C2002/TERM_2002_10b_EU_EN14_Accidental_oil_tanker_spills.pdf)

Environment Web. En felles database for industrien og myndighetene hvor oljeselskapene rapporterer direkte inn utslipp til luft og sjø, samt avfallsgenerering.

EPER (The European Pollutant Emission Register). <http://eper.cec.eu.int/eper/default.asp>

Etkin, D. S., Wells, P., Nauke, M. *Estimates of oil entering the marine environment in the past decade*. GESAMP Working Group 32 Project. Proceedings of the 21<sup>st</sup> Arctic and Marine oil spill program technical seminar, pp. 903-910, June 1998.

Etkin, D.S., P. Wells, M. Nauke, J. Campbell, C. Grey, J. Koefoed, T. Meyer, and P. Johnston. 1999. *Estimates of Oil Entering the Marine Environment in the Past Decade: GESAMP Working Group 32 Project*. Proceedings of the 1999 International Oil Spill Conference: pp.1,093-1,095.

Evers E.H.G, Dulfer, J.W., Schobben, H.P.M, van Hattum, B., Scholten, M.C.Th., Frintrop, P.C.M., van Steenwijk, J.M., van der Heijdt, L.M. 1997. *Oil and Oil Constituents. An analysis of problems associated with oil in the aquatic environment*. Report RIKZ 97.032. RIZA Report 97.046. Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ.

Fleet, D. M. & Reineking, B. 2000. *Beached Bird Survey at the German North Sea Coast*. Wadden Sea Newsletter 2000-2.

GESAMP 1993. *Impact of oil and related chemicals and wastes on the marine environment*. GESAMP. IMCO/FAW/UNESCO/WMO/IAEA/UN/UNEP, Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP). Reports and Studies nr. 50. IMO 1993.

GESAMP 1999. *Estimates of oil entering the marine environment in the past decade*: GESAMP working group 32 Project; IMO 1990.

Havforskningsinstituttet. 2002. *Havets ressurser og miljø 2002*. Særnummer 2 av Fisken og havet. Årlig statusrapport om klima og produksjonsforhold i Barentshavet, Norskehavet, Nordsjøen, Skagerrak og langs norskekysten.

Holtan, G., Helland, A. 1998. OSPAR. *Utprøving av sedimentfeller i strømmende vann (elv) 1997. Innsamling av sedimenterende materiale fra Glomma for analyse av PCB, PAH og olje/GC-BTEX*. Norsk institutt for vannforskning (NIVA); 38 s. Prosjektnr. O-97140.

INKOSYS (Industri Kontroll System). SFTs database med miljødata fra norsk industri (bedriftenes egenrapporteringer og utslippstillatelser).

ITOPF 2005. *Oil Tanker Spill Statistics: 2005*. <http://www.itopf.com/stats05.pdf>

IPPC Direktivet 1996. RÅDSDIREKTIV 96/61/EF av 24. september 1996 om integrert forebygging og begrensning av forurensning.

Karman, C.C., Holthaus, K.I.E., Tamis, J.E., Smit, M.G.D. 2002. *Background document for the OSPAR Workshop "Setting performance standards for aromatic hydrocarbons in produced water"*. R 2002/634. TNO-report.

Kjeilen, G., Cripps, S. J. & Jacobsen, T. G. 2001. *Survey of information on cuttings piles in the Norwegian sector*. Rogalandsforskning, ref: 773/654853.

Klungesøyr, J., Tveit, G. & Westheim, K. 2001. *Tilstandsovervåking 2000-2001: Oljehydrokarboner i hyse (Melanogrammus aeglefinus)*. Havforskningsinstituttet.. Rapport nr. 2001-92.05.04.

Mannvik, H-P., Pettersen, A., Gabrielsen, K. L., Lyngmo, V. & Oug, E. 2003. *Miljøundersøkelse i Region IV, 2002*. Akvaplan-niva. Rapport nr. APN-411.2520.

Mannvik, H-P., Pettersen, A. & Oug, E. 2005. *Miljøundersøkelser i Region III, 2004*. Akvaplan.niva. Rapport nr.: APN-411.3095-1.

Meier, S. Klungesøyr, J. & Svardal, A. 2002. *Alkylerte fenolers hormonelle innvirkning på torsk*. Bergen. Havforskningsinstituttet: 33. Notat datert 07.09.01.

Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J., Sørensen, J. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann*. SFT-veiledning 97:3. TA-1467

Myhre, L. P., Bausant, T., Sundt, R., Sanni, S., Vabø, R., Skjoldal, H. R. & Klungsøyr, J. 2004. *Risk assessment of reproductive effects on alkyl phenols in produced water on fish stocks in the North Sea*. Rogalandforskning Akvamiljø. Rapport AM 2004-018.

NCR 2003. *Oil in the Sea III: Inputs, fates, and effects. Committee on Oil in the Sea: Inputs, Fates, and Effects*. National Research Council. ISBN: 0309084385.

Nøland, S-A., Gjøns, N., Bakke, S. & Oreld, F. 2003. *Environmental monitoring 2002, Region I - Ekofisk. Main report*. DNV Rapport Nr. 2003-0338.

OLF 1991. *Discharges to the Sea*. Oljeindustriens landsforenings (OLF) miljøprogram, rapport fase I, del B, Stavanger, Norge, 72 sider.

OLF. 2004. *Utslipp fra olje og gassvirksomheten 2003*.

OLF 2005. *Utslipp fra olje og gassvirksomheten 2004*.

OSPAR 1988: *Tenth Meeting of the Paris Commission. PARCOM 10/3/2*. Lisboa 15-17. Juni 1988.

OSPAR 1998a. *National pilot study on inputs of oil and PAHs via rivers*. OSPAR Commission, meeting document No. INPUT (1) 98/5/1.

OSPAR 1998b. *Summary Report of the Comprehensive Study on Riverine Inputs and Direct Discharges (RID) in 1990–1995*. OSPAR Commission. 9 s. + tabeller og vedlegg.

OSPAR 2000. *Quality Status Report 2000. Region II – Greater North Sea*.

OSPAR 2001a. *Data Report on the Comprehensive Study of Riverine Inputs and Direct Discharges (RID) in 1999*.

OSPAR 2001b. *Discharges, Waste Handling and Air Emissions from Offshore Installations for 1998-1999*.

OSPAR 2001c. *OSPAR Recommendation 2001/1*.

OSPAR 2002a. *Dumping of Wastes at Sea in 1999*.

OSPAR 2002b. *Data Report on the Comprehensive Study of Riverine Inputs and Direct Discharges (RID) in 2000*.

OSPAR 2002c. *International Pilot Study for the determination of Riverine Inputs of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) to the Maritime Area on the basis of a harmonised methodology – Final report*.

OSPAR 2003a. *Dumping of wastes in 2000*.

OSPAR 2003b. *Data Report on the Comprehensive Study of Riverine Inputs and Direct Discharges (RID) in 2001*.

OSPAR 2003c. *Discharges, waste handling and air emissions from offshore oil and gas installations, in 2000 and 2001*.

OSPAR 2004a. *Dumping of wastes at sea in 2001 and 2002*.

- 
- OSPAR 2004b. *Data Report on the Comprehensive Study of Riverine Inputs and Direct Discharges (RID) in 2002.*
- OSPAR 2004c. *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs).* OSPAR Commission 2001.
- OSPAR 2004d. *Cadmium.* OSPAR Commission 2002 (2004 Update).
- OSPAR 2004e. *Background Document on Mercury and Organic Mercury Compounds.*
- OSPAR 2004f. *Annual Report on Discharges, Waste Handling and Air Emissions from Offshore Oil and Gas Installations, in 2002.*
- OSPAR 2004g. *Nonylphenol/Nonylphenoethoxylates.* OSPAR Commission 2001 (2004 Update).
- OSPAR 2005a. *Dumping of Wastes at Sea in 2003.*
- OSPAR 2005b. *OSPAR Report on Discharges, Spills and Emissions from Offshore Oil and Gas Installations in 2003 including assessment of data report in 2002 and 2003.*
- OSPAR 2005c. *Overview of the Results of the Comprehensive Study on Riverine Inputs and Direct Discharges (RID) from 2000 to 2002.*
- OSPAR 2005d. *Data Report on the Comprehensive Study of Riverine Inputs and Direct Discharges (RID) in 2003.*
- OSPAR 2005e. *Assessment of trends in atmospheric concentration and deposition of hazardous pollutants to the OSPAR maritime area.*
- OSPAR 2005f. *Report on Discharges, Spills and Emissions from Offshore Oil and Gas Installations in 2003.*
- RKU Nordsjøen 1999. *Regional konsekvensutredning, Nordsjøen. Temarapport 6: Regulære utslipp til sjø – konsekvenser.*
- Roddie, B, Skadheim (RF), D., Runciman (ERT), Kjeilen (RF), G. 1999. *UKOOA Drill Cuttings Initiative Research and Development Programme. Project 1.2 Cuttings Pile Toxicity.*
- Røe, T.I. 1998. *Produced water discharges to the North Sea – A study of bioavailability of organic produced water compounds to marine organisms.* Dr. scient. thesis.
- Schöneich, H. (Ed.) 1998. *Jahrbuch Bergbau, Erdöl und Erdgas Petrochemie, Elektrizität, Umweltschutz,* Verlag Glückauf, Essen, 1200 pp.
- SFT [www.miljøstatus.no](http://www.miljøstatus.no)
- SFT 2000. *Utslipp på norsk kontinentalsokkel 1999. Olje, kjemikalier og utslipp til luft.* SFT-rapport 1762/2000. TA-1762/2000 ISBN 82-7655-405-9.
- SFT 2002. *Utslipp på norsk kontinentalsokkel 2000. Olje, kjemikalier og utslipp til luft.* TA-1905/2002. ISBN-nummer 82-7655-462-8.
- SFT 2004a. *Prioriterte miljøgifter. Status i 2001 og utslippsprognoser.* TA-2008/2004. ISBN 82-76554806.
- SFT 2004b. *Miljøgifter i produkter. Data for 2002.* TA-2040/2004. ISBN 82-7655-229-3.
-

SFT 2004c. *Utslipp på norsk kontinentalsokkel 2001*. TA-2004/2004. ISBN 82-7655-224-2.

SFT 2004d. *Utslipp på norsk kontinentalsokkel 2002*. TA-2014/2004. ISBN 82-7655-481-4.

SFT 2005a. *Prioriterte miljøgifter. Status i 2003 og utslippsprognoser*. TA-2127/2005  
ISBN 82-7655-274-9. .

SFT 2005b. Rapport 929/2005. *Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 2004*.

St.meld. nr. 12. (2001-2002). *Rent og rikt hav*.

Utvik, T. I. R., Johnsen, S., Durell, G., Melbye, A. & Rye, H. 2002. *Final report – North Sea water column monitoring program. Year 2000 monitoring in the Slepner Region*. OLF.

Wulffraat, K.J., Smit, Th., Groskamp, H., De Vries, A. 1993. *De belasting van de Noorzee met verontreinigende stoffen 1980–1990*. Rapport DGW-93.037.