

# Miljøovervåking av olje- og gassfelt i Region IV i 2008

## Sammendragrapport

Kontraksnummer: SAP4501530940



UNIFOB AS  
**Seksjon for anvendt miljøforskning**  
Thormøhlensgate 49  
5006 Bergen  
Telefon: 55 58 44 65 Telefaks: 55 58 45 25

Bergen, april 2009

## **Innhold**

1. Sammendrag.....	3
2. Innledning.....	4
3. Materiale og metoder .....	7
4. Resultater.....	8
Regionale stasjoner .....	8
Feltstasjoner .....	9
5. Konklusjoner og anbefalinger .....	18

## 1. Sammendrag

Etter bestilling fra StatoilHydro (SAP4501530940) ble Seksjon for anvendt miljøforskning ved Unifob AS gitt i oppdrag å foreta den regionale miljøovervåkingsundersøkelsen i Region IV i 2008. Regionen ligger på Tampen i den nordlige delen av Nordsjøen, og den har blitt undersøkt hvert tredje år siden 1996.

I undersøkelsen inngikk Statfjord ABC, Statfjord Nord, Statfjord Øst, Nordflanken, Gullfaks ABC, Gullfaks satellitter, Visund, Visund Nord, Snorre B, Snorre TLP/UPA, Vigdis, Vigdis D, Vigdis F, Tordis, Sygna og Kvitebjørn. Prøveinnsamlingen ble foretatt fra *M/V Esvagt Connector* i perioden 20. mai til 4. juni. I alt ble det tatt prøver fra 247 stasjoner, hvorav 15 var regionale stasjoner. Prøver til kjemisk analyse ble tatt fra alle stasjonene, mens prøver til faunaundersøkelse ble samlet fra 165 av stasjonene. Tilsvarende undersøkelser er utført tidligere og sammenligninger er foretatt og vist i kapitlene som omhandler hvert enkelt felt.

Også i 2008 viste resultatene at Region IV kan inndeles i to naturlige subregioner. En forholdsvis grunn subregion (133-296 m) med sediment med relativt lavt pelittinnhold (1-50 %) (Vigdis D, Vigdis F, Kvitebjørn, Tordis, Statfjord- og Gullfaksfeltene) og en dyp subregion (288-360 m) med relativt mye pelitt i sedimentet (32-87 %) (Vigdis, Sygna, Visund og Snorrefeltene). Feltet Visund Nord skilte seg ut fra begge subregionene ved å ha større vanddyp (382-385 m) og høyere pelittinnhold (97-98 %), noe som gjør at feltet ikke har blitt inkludert i noen av subregionene.

Sammenlignet med tidligere undersøkelser var det fire spesielle resultater:

- 1) På grunn av utilsiktet utstrømming av injisert produsert vann ved Tordis var kornfordelingen endret på stasjonen nærmest utslippet og betydelig faunapåvirkning ble funnet sørøst og nordøst for senter for prøvetaking.
- 2) Prøvene fra den regionale stasjonen GFC-12R inneholdt 22,3 mg THC/kg, som var langt over det som ellers ble målt på de regionale stasjonene i den grunne subregionen (<1-6,5 mg THC/kg). GFC-12R ble ikke inkludert i LSC beregningene.
- 3) Ved Gullfaks A var det svært høyt THC innhold (2633 mg/kg) i prøver samlet 250 m sørøst for plattformen. Ved 500 m var det 52 mg THC/kg. THC er ikke målt ved 250 m tidligere, men fra 500 m må en tilbake til 1996 for å finne så høye verdier.
- 4) Ved Snorre B har det funnet sted en betydelig økning i THC-nivået mot vest og nord. Høyest var verdien 250 m mot vest (2667 mg/kg).

Ved Statfjord A var det i 2007 et akuttutslipp av 3880 tonn olje, men utslippet vises ikke igjen i resultatene fra de undersøkte bunnstasjonene rundt plattformen.

Årets undersøkelse omfatter 35 installasjoner, inklusiv plattformer og bunnrammer. Kun ved åtte av disse (Visund Nord, Vigdis F, Statfjord Nordflanken, Statfjord Nord (SFND) og Gullfaks Satellittene (GFD, GFE, GFI og GFF/G)) nådde innsamlingsprogrammet ut til upåvirket sediment i alle retninger for parametrene THC, barium og andre metaller. Ved de resterende 27 installasjonene var innsamlingsprogrammet for lite til å nå ut til ukontaminert sediment for en eller flere parametre. Begrensninger i innsamlingsprogrammet gjør

beregningene av kontaminert areal mindre sikre og nytteverdien av sammenligning av kontaminert areal mellom år blir liten.

Gjennomgående var kontaminering tydeligst sørøst for installasjonene. Det var også i all hovedsak sørøst for installasjonene at faunapåvirkning ble funnet. I alt var det faunapåvirkning ved fjorten installasjoner (Vigdis F, Vigdis VGIT/VGPT1/VGPT2, Snorre TLP/UPA, Snorre B, Statfjord ABC, Gullfaks ABC og Tordis). Mest omfattende var påvirkningen ved Tordis hvor faunaen var forstyrret av utslippet ut til 500 m mot nordøst og øst. Ved Statfjord AC og Gullfaks C ble det påvist forstyrret fauna ut til 500 m mot sørøst. Ved Snorre B var faunaen forstyrret 250 m mot vest og nord, hvor det også var høyt THC-innhold. Ved de ni andre installasjonene ble faunaforstyrrelse registrert ut til 250 m mot sørøst.

I forhold til tidligere undersøkelser var det særlig situasjonen ved Tordis og Snorre B som pekte seg ut, samt det høye THC innholdet tett ved Gullfaks A og den regionale stasjonen GFC-12R. Utover dette var forholdene omtrent som tidligere, eller noe bedre.

## **2. Innledning**

StatoilHydro ASA som er operatør for samtlige felt som inngår i undersøkelsen, gav i mai 2008 Seksjon for anvendt miljøforskning i oppdrag å gjennomføre den planlagte sediment-overvåkingsundersøkelsen i Region IV. Region IV ligger på Tampen i den nordlige delen av Nordsjøen, og undersøkelsen i 2008 var den 5. regionale overvåkingsundersøkelsen i denne regionen. Den første ble utført i 1996 (Jensen et. al., 1997), den andre i 1999 (Mannvik et. al., 2000), den tredje i 2002 (Mannvik et. al., 2003) og den fjerde i 2005 (Mannvik et. al., 2006).

Målsetningen med undersøkelsen var å samle inn bunnprøver og analysere disse med hensyn på innhold av oljehydrokarboner, tungmetaller og bunnfauna slik at miljøstatus for bunnforholdene rundt hver enkelt installasjon og samlet for hele regionen kunne settes. I tillegg ble det samlet noen få prøver for å belyse forekomst av radioaktive isotoper av bly, radium og thorium, forekomst av flammehemmende stoffer (PFOS/PFOA) og forekomst av olefiner og estere. Resultatene fra årets undersøkelse er sammenstilt med tilsvarende resultater fra tidligere undersøkelser for å belyse eventuelle endringer av betydning. Materialet som ble opparbeidet i forbindelse med undersøkelsen inngår nå som bakgrunnsmateriale for framtidige vurderinger av miljøstatus og eventuelle endringer av denne.

Alle felt og installasjoner som ble besøkt i 2008 har blitt undersøkt før. I alt ble det samlet prøver fra 247 stasjoner, hvorav 15 var regionale stasjoner og 232 var feltspesifikke stasjoner (Tabell 1.). Ved Gullfaks A og Tordis ble det samlet prøver fra henholdsvis 1 og 5 ekstrastasjoner på grunn av registrerte utslipp ved feltene. Utover dette fulgte innsamling prøvetakingsprogrammet som var utarbeidet for undersøkelsen, men med noen mindre endringer.

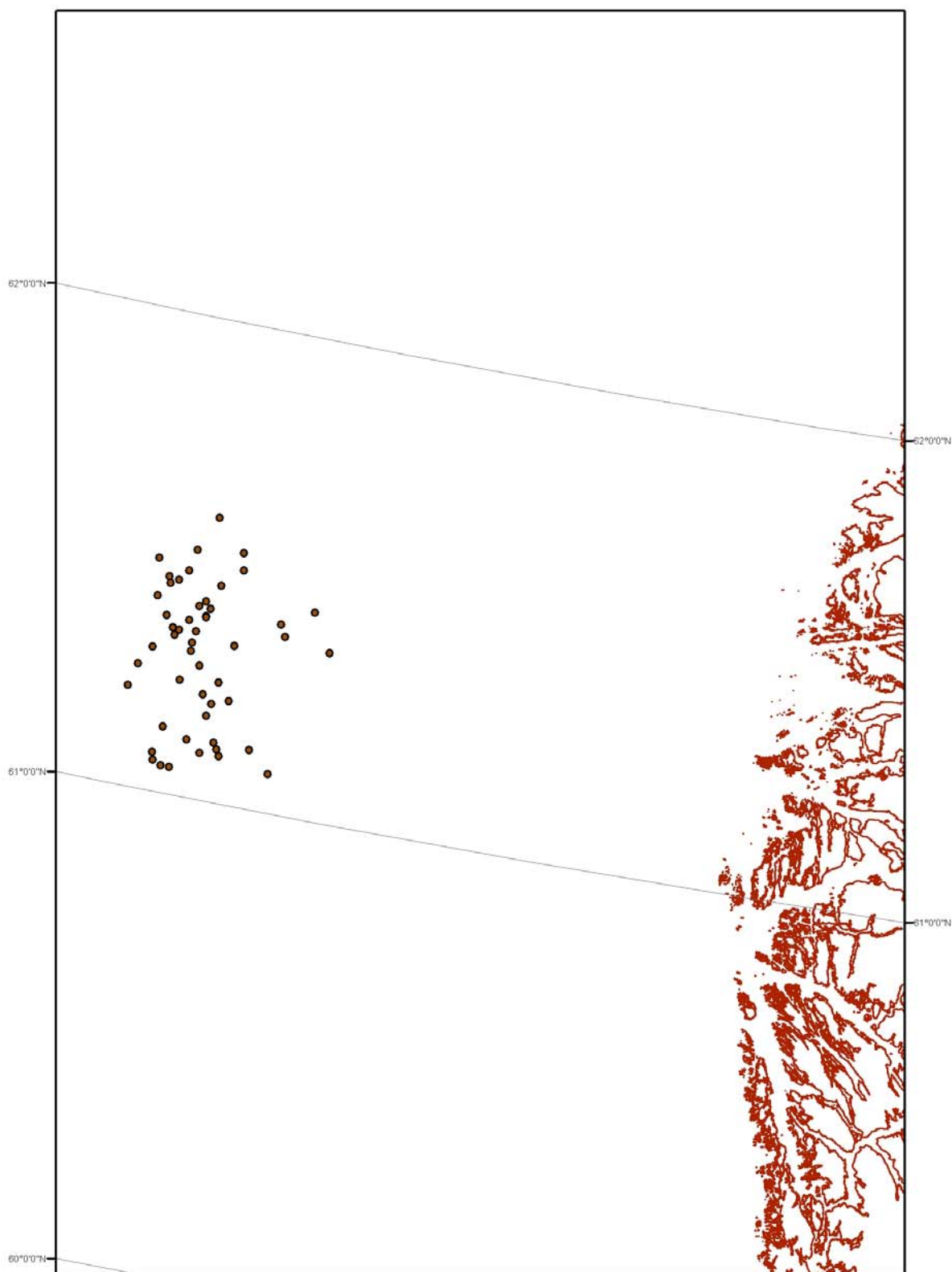
De innsamlede prøvene har blitt undersøkt med hensyn på fysisk beskaffenhet, kjemisk innhold og bunnfauna. Prøveinnsamling, prøveoppbeining og behandling av resultatene ble utført i henhold til "Aktivitetsforskriften Teknisk vedlegg 2: Sedimentovervåking" og de kvalitetssikrede og akkrediterte arbeidsprosedyrene hos Seksjon for anvendt miljøforskning og AnalyCen AS i Moss (nå Eurofins AnalyCen).

**Tabell 1.** Sammenstilling av feltene som inngår i denne undersøkelsen og antall stasjoner med feltspesifikk tilknytning samt regionale stasjoner. StatoilHydro ASA er operatør for samtlige felt, og alle felt har vært undersøkt før 2008.

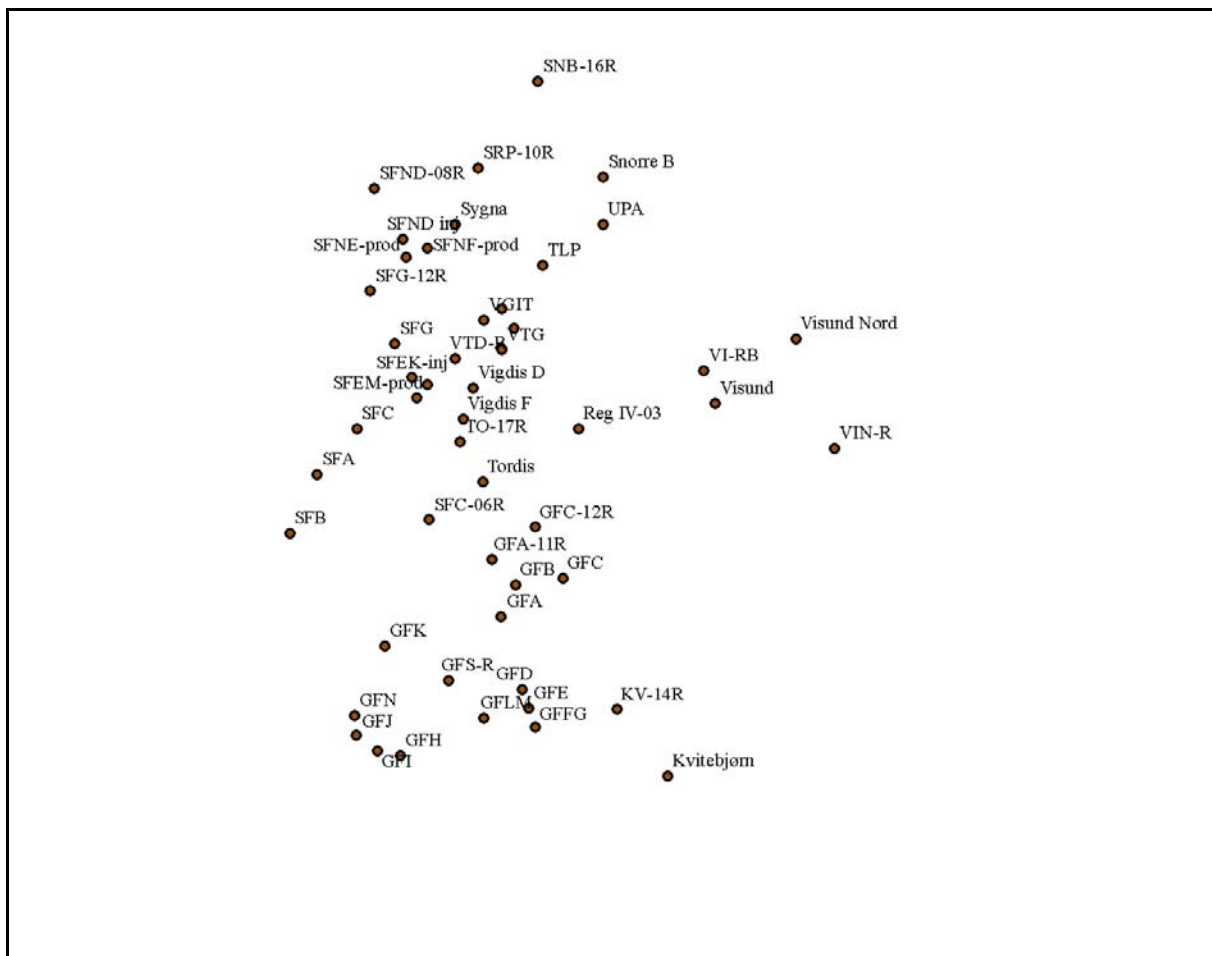
Felt	Feltspesifikke stasjoner	Regionale stasjoner
Statfjord A	10	
Statfjord B	11	
Statfjord C	11	1
Statfjord Nordflanken	2	1
Statfjord Øst	13	
Statfjord Nord	15	1
Sygna	6	
Gullfaks A	10*	1
Gullfaks B	8	
Gullfaks C	7	1
Gullfaks Satellitter	35	1
Visund	5	1
Visund Nord	12	1
Vigdis (inkl. Vigdis G)	21	1
Vigdis D	6	1
Vigdis F	9	
Tordis	15**	1
Snorre B	10	1
Snorre TLP/UPA	17	1
Kvitebjørn	9	2
<b>TOTALT</b>	<b>232</b>	<b>15</b>

\* 1 av disse 10 var en ekstrastasjon, som kom i tillegg til planlagt innsamlingsprogram

\*\* 5 av disse 15 var ekstrastasjoner, som kom i tillegg til planlagt innsamlingsprogram



**Figur 1.** Grovskisse med markering av feltene i Region IV i forhold til kystlinjen på Nordvestlandet.



**Figur 2.** Fordeling av feltene og de regionale stasjonene i Region IV i 2008.

### 3. Materiale og metoder

Region IV ligger mellom 61° og 62° N på norsk sokkel i Nordsjøen. I Figur 1 vises beliggenheten til de undersøkte feltene i forhold til norskekysten og i Figur 2 vises feltene og de regionale stasjonene. Vanddypet på innsamlingsstedene varierte mellom 133 og 385 meter.

Prøveinnsamlingen ble foretatt fra M/V *Esvagt Connector* som var innleid til formålet av StatoilHydro ASA fra Esvagt befraktning i Esbjerg i Danmark. Tøktet startet fra Ågotnes tirsdag 20. mai og ble avsluttet torsdag 5. juni samme sted. På tøkten deltok toktpersonell fra Unifob AS og AnalyCen AS (nå Eurofins AnalyCen). I tillegg deltok surveyere fra Fugro Survey AS og en representant for operatøren. Prøveinnsamlingen begynte ved Visund og ble avsluttet ved Kvitbjørn.

Prøvestasjonenes posisjon (UTM Zone 31 ED-50) var opplyst i innsamlingsprogrammet for undersøkelsen og surveyer fra Fugro Survey AS holdt rede på posisjonen av fartøyet ved hjelp av satellittnavigasjon. Nøyaktig posisjon for hver enkelt stasjon er gitt i vedlegget til toktrapporten, samt i rapporten fra surveyer. Vanddypet ble målt ved hjelp av fartøyets ekkolodd Elac LAZ 5000.

Fullt prøvesett fra en stasjon inkluderte 5 prøver til biologisk analyse, 3 prøver til kjemisk analyse og 1 blandprøve (samlet fra de 3 prøvene som ble benyttet til kjemisk analyse) til geologisk analyse. I henhold til programmet for undersøkelsen ble det totalt samlet 810 prøver til biologisk analyse, 783 prøver til THC-analyse, 783 prøver til tungmetallanalyse (Cu, Cr, Zn, Ba, Pb og Cd), 282 prøver til Hg-analyse, 282 prøver til NPD/PAH-analyse og 162 prøver til analyse av kornfordeling og organiskinnhold. I alt ble det samlet prøver fra 247 stasjoner, inklusive ekstra prøver fra en stasjon ved Gullfaks A og fem stasjoner ved Tordis. Totalt ble det 15 ekstra prøver til biologi, 18 til metall og THC analyser og 3 til geologisk analyse.

Det var planlagt å ta 1566 grabbprøver (inklusive ekstra stasjonene) for å få det ønskede prøveantallet, men det ble nødvendig å ta 1863 prøver før ønsket antall var sikret.

Sedimentprøvene ble tatt med van Veen grabb med en åpning på 0,1 m<sup>2</sup> og et volum på 23 liter (langarmet) og 22 liter (kortarmet). Toppen av van Veen grabben kan åpnes, slik at en får fri tilgang til overflaten av bunnprøven. Prøver ble godkjent dersom de kom opp i lukket grabb og det var klaring mellom toppen av prøven og lokket på grabben.

Prøvene som ble benyttet til kjemiske analyser (THC, PAH/NPD og tungmetall, inklusiv Hg), ble tatt fra toppen (0-1 cm) av bunnprøven. Etter innpakking og merking, ble prøvene frosset i medbrakt frys ved -20 °C. Prøvene ble oppbevart frosset inntil videre opparbeiding i laboratoriet på land.

Prøvene til kornfordelingsanalysene og TOM ble tatt med skje fra prøvens overflate og ned til ca. 5 cm dybde. Også disse prøvene ble oppbevart frosset inntil videre opparbeiding i laboratoriet på land startet.

De biologiske prøvene ble samlet ved å tømme grabben på et arbeidsbord hvor innholdet ble vasket ned i et ristarrangement bestående av først en grovrist med 5 mm runde hull, og deretter en finrist med 1 mm runde hull (Hovgaard 1973). Ristene ble grundig rengjort mellom hver prøve. Materialet (prøven), som ble holdt tilbake på ristene, ble samlet med skje og fylt i plastbokser. Deretter ble prøven tilsatt boraks og 4 % formalin, og satt i en plastpose med merkelapp. Plastboksene ble samlet i transportkasser, og stod i disse inntil opparbeidingen av prøvene startet i laboratoriet på land.

Relevante opplysninger om hver enkelt prøve ble fortløpende ført i toktjournalen (se toktrapporten).

## **4. Resultater**

### ***Regionale stasjoner***

Formålet med de regionale stasjonene er å få et mål på naturtilstanden i regionen, som sådan, og benytte denne kunnskapen til grensesetting mellom kontaminert og ukontaminert sediment. Videre benyttes denne informasjonen som grunnlag for oppdeling av en større region i mindre regioner (subregioner) slik at grenseverdiene som benyttes kan justeres og tilpasses de naturgitte forholdene ved hver enkelt installasjon. Alt dette forutsetter at de regionale stasjonene er upåvirket av utslipp fra olje- og gassaktivitet i området, men i 2008 var

innholdet av oljehydrokarboner på den regionale stasjonen GFC-12R høyere enn tidligere og resultatene fra denne stasjonen er ikke tatt med ved beregning av grenseverdien LSC (Limit of Significant Contamination, grenseverdien for kontaminering).

Som i tidligere undersøkelser var det også i 2008 grunnlag for å dele regionen inn i to subregioner. En relativ grunn subregion (138-273 m) med sandholdig sediment (88-99 % sand) (Vigdis D, Vigdis F, Kvitebjørn, Tordis, Statfjord- og Gullfaksfeltene) og en dypere subregion (288-346 m) med pelittholdig sediment (32-73 % pelitt) (Vigdis, Sygna, Visund og Snorrefeltene). Som tidligere skilte den regionale stasjonen ved Visund (VIN-R) seg ut med større vanddyb (385 m) og svært høyt pelittinnhold (98 %) noe som gjør at verken den regionale stasjonen eller feltet har blitt inkludert i noen av subregionene.

Generelt var det lave konsentrasjoner av THC og metall på de regionale stasjonene, men med unntak av THC- (22,3 mg/kg) og NPD-innholdet (0,074 mg/kg) på GFC-12R. Tilsvarende høye verdier er ikke målt på stasjonen før. Årsaken til det høye innholdet av oljekomponenter er usikker og kan ikke forklares innen rammen av undersøkelsen. Resultatet bør følges opp.

Det ble ikke påvist faunaforstyrrelse på noen av de regionale stasjonene.

## **Feltstasjoner**

Ved Visund Nord var det generelt lavt innhold av THC og lavere enn i 2001, da det sist ble samlet prøver man kan sammenligne med. Prøvene fra 2002 og 2005 ble analysert etter andre metoder. Også metallinnholdet var lavt og stort sett lavere enn tidligere, men sjøbunnen ut i alle retninger til 250 m (samt 500 m mot nordvest) var fortsatt kontaminert av barium. Faunaforstyrrelser ble ikke påvist.

Ved Visund var THC innholdet over LSC på 4 av 5 undersøkte stasjoner og nivået på to av stasjonene var også noe høyere enn i 2005. Bariuminnholdet var redusert i forhold til tidligere, men ligger fortsatt over LSC på 4 av 5 stasjoner. De andre metallene lå også lavere eller på samme nivå som før, men kontaminering av sink forekom på alle stasjoner og bly, kobber og krom var over LSC på noen stasjoner. Prøver ble også analysert for PFOS/PFOA, men disse forbindelsene ble ikke detektert. Faunaforstyrrelser ble ikke påvist.

Ved Snorre TLP/UPA var THC-innholdet på samme nivå eller lavere enn før, med unntak av SRA-23 hvor konsentrasjonen var høyere. THC-kontaminering ble påvist ut til 500 m mot sørøst både på TLP og UPA, og ut til 500 m nordøst for UPA. Bariuminnholdet var lavere enn tidligere, men kontaminering ble påvist på alle, med unntak av to stasjoner, og det var en klar gradient mot lavere konsentrasjoner med økende avstand til installasjonen. De andre metallene forekom omtrent på samme nivå som før, med unntak av kadmium, som var lavere. Metallkontaminering forekom særlig mot sørøst ved begge installasjonene. De radioaktive isotopene  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{210}\text{Pb}$  og  $^{228}\text{Th}$  ble målt i sediment 250 m sørøst for TLP og aktiviteten var 10 ganger høyere i disse prøvene enn i tilsvarende prøver samlet fra den regionale stasjonen SNB-16R. Dette bør følges opp. Faunaforstyrrelse ble påvist 250 m mot sørøst ved begge installasjoner.

Ved Snorre B var det høyere THC innhold i sedimentet ut til 500 m mot vest og 250 m mot nord enn før, og 250 m mot vest var innholdet spesielt høyt (2667 mg/kg). Syv av ti undersøkte stasjoner hadde THC-innhold over LSC og barium forekom over LSC på 9 av 10

undersøkte stasjoner. For øvrig var alle stasjoner kontaminert av ett eller flere tungmetaller. Faunaforstyrrelse ble påvist ut til 250 m mot vest og nord. Mot sør var det ingen stasjoner før i 1000 m avstand og mot øst var det ingen stasjoner før 500 m. På disse stasjonene var det ingen forstyrrelse av bunnfauna.

Ved Vigdis, VGIT, VGPT1 og VGPT2, var det særlig i sørøstlig retning det ble påvist kontaminering av THC, barium og andre metaller. Faunaforstyrrelse ble påvist ved alle installasjoner i samme retning. Ut til henholdsvis 250 m ved VGIT og VGPT1 og 500 m ved VGPT2. I forhold til tidligere undersøkelser var det mindre av faunaforstyrrelse og kontaminering av andre metaller. THC nivået var noe høyere enn før.

Ved Vigdis D var THC- og bariuminnholdet over LSC ut til 500 m mot sørøst. Kobber forekom over LSC ut til 250 m i samme retning, og sink var over LSC ut til 500 m mot sørøst og 500 m mot nordøst. Ingen faunaforstyrrelse ble påvist, men mulig stimulering av bunnfauna ble funnet 250 m mot sørøst.

Ved Vigdis F hadde THC-innholdet økt noe 250 m sørøst for senter i forhold til forrige undersøkelse, og både THC- og bariuminnholdet var over LSC ut til 500 m mot sørøst. Kobber og sink forekom over LSC ut til 250 m mot sørøst. Faunaforstyrrelse ble påvist 250 m mot sørøst.

Ved Tordis inntraff det en utstrømming av injisert produsert vann våren 2008. Utstrømmingen ble stoppet 31.mai, og antas da å ha pågått i noen uker. Utstrømmingen etterlot seg en grop i havbunnen med elliptisk form, opptil 60 meter i diameter og med maksimal dybde på 8 meter. Et fint dytt ble observert ved prøvetakingsstasjonene nærmest utstrømningspunktet, med hovedspredning i østlig retning. THC-nivåene var betydelig høyere enn det som ble målt ved forrige undersøkelse og THC-innholdet var over LSC på alle stasjoner i østlig retning, hvor den ytterste stasjonen var 2000 m øst for feltet. Metaller forekom over LSC 500 m mot nordøst og øst. Faunaforstyrrelse ble påvist ut til 500 m mot nord og øst. Forholdene ved Tordis bør følges spesielt opp ved senere anledninger.

Ved Sygna er det ikke rapportert om boreaktivitet eller utslipp de siste årene. THC-innholdet hadde likevel økt på stasjonene 250 m og 500 m mot sørvest og på stasjonen 500 m mot sørøst. På stasjonen 250 m mot sørøst var det lavere THC-nivå, men på alle disse stasjonene var THC-innholdet over LSC. Barium-innholdet var over LSC ut til 250 m mot nordøst og 500 m mot sørøst. Faunaforstyrrelse ble ikke påvist.

Statfjord Øst er utbygget med tre bunnrammer (K, L og M) og det ble samlet prøver ved hver av disse. THC forekom over LSC på de to stasjonene henholdsvis 250 og 500 m sørøst for L-rammen og på stasjonen 250 m sørøst for M-rammen. THC-nivået synes ellers å være lavere, eller på samme nivå som før nærmest rammene, mens det har økt noe på stasjonene 500 m nordøst for alle rammene. Metallene forekom i generelt lavere konsentrasjoner enn før, men barium og kobber ble påvist over LSC på henholdsvis 4 og 5 undersøkte stasjoner, i all hovedsak mot sørøst. Faunaforstyrrelse ble ikke påvist.

Statfjord Nord er bygget ut med tre bunnrammer (D, E og F). Prøveinnsamling ble foretatt ved hver av disse. THC var lavere enn tidligere på stasjoner tett ved rammene, mens nivåene hadde økt noe på noen stasjoner ved F-rammen, hvor flere hadde konsentrasjoner over LSC. Ved D-rammen var THC-nivåene lavere enn LSC, mens en stasjon tilknyttet E-rammen hadde THC over LSC. Bariumnivåene var også lavere enn før, med fortsatt over LSC på alle

stasjoner sørøst for rammene. Kobber, krom og sink var over LSC 250 m sørøst for F-rammen. Faunaforstyrrelse ble ikke påvist ved noen av rammene.

Ved Statfjord Nordflanken ble 2 stasjoner og en regional stasjon undersøkt. Verken kontaminering eller faunaforstyrrelse ble påvist, men THC-nivået på den regionale stasjonen var noe høyere enn før.

Ved Statfjord A var THC-innholdet på omtrent samme nivå som tidligere. THC-kontaminering ble påvist på alle stasjoner med unntak av en stasjon 2500 m sørøst for plattformen. Bariuminnholdet var lavere enn før, men ukontaminerte sedimenter ble bare påvist 1000 m mot nordøst og sør, og 2500 m mot sørøst. Ett eller flere metaller kontaminerte alle stasjoner og faunaforstyrrelse ble påvist ut til 500 m mot sørøst.

Ved Statfjord B var THC-innholdet i sedimentet på samme nivå som tidligere, og på alle stasjoner var det THC-kontaminert sediment. Bariuminnholdet var betydelig redusert i forhold til tidligere, men fortsatt var det bariumkontaminering ut til 1000 m mot sørøst og 500 m i de tre andre retningene. De øvrige metallene forekom i konsentrasjoner som tidligere og kontaminering av metall ble påvist på flere stasjoner. De radioaktive isotopene  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{210}\text{Pb}$  og  $^{228}\text{Th}$  ble målt i sediment 250 m sørøst for plattformen, men aktiviteten var omtrent på samme nivå som på den regionale stasjonen SFC-06R. Det ble påvist faunaforstyrrelse på stasjonen 250 m sørøst for plattformen.

Ved Statfjord C var THC-innholdet omtrent som før, og siden 1996 har nivået gått gradvis tilbake 1000 m sørøst for plattformen. Men først i 5000 m avstand ble det funnet ukontaminert sediment mot sørøst, og mot nordvest nådde ikke undersøkelsen ut til rent sediment. Mot nordøst og sørvest var det rene sedimenter i 1000 m avstand fra plattformen. Bariumkontaminering ble funnet ut til 500 m mot nordøst, 1000 m mot sørøst og 500 m mot nordvest. Andre metaller kontaminerte sedimentet ut til 500 m mot nordøst og sørvest, ut til 1000 m mot sørøst. Mot nordvest ble rene sedimenter ikke nådd. De radioaktive isotopene  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{210}\text{Pb}$  og  $^{228}\text{Th}$  ble målt i sediment 250 m sørøst for plattformen, og aktiviteten var litt høyere enn på den regionale stasjonen SFC-06R. Faunaforstyrrelse ble påvist ut til 500 m sørøst.

Ved Gullfaks A var THC-innholdet omtrent som før og THC-kontaminert sediment ble påvist ut til 500 mot nordøst. I de tre andre retningen var det ingen nøyaktig avgrensing siden de ytterste stasjonene hadde THC-kontaminert sediment. På en nyopprettet stasjon 250 m sørøst for plattformen var det spesielt høyt THC-innhold (2633 mg/kg). Sannsynlig bakgrunn for det høye nivået er et utslipp av ca 46 m<sup>3</sup> oljeholdig boreslam 6.mai 2008 ifm overføring av brukt slam til supplybåt. Dette var også bakgrunn for at det i 2008 ble tatt prøve fra stasjonen 250 m sørøst for Gullfaks A. Barium kontaminering ble påvist ut til 500 m mot nordøst og ut til 1000 m mot sørøst. Andre metaller hadde kontaminert sedimentet ut til 500 m mot sørvest og nordvest og 1000 m mot sørøst og nordøst. Faunaforstyrrelse ble påvist 250 m mot sørøst.

Ved Gullfaks B hadde THC-innholdet ut til 500 m mot sørøst økt i forhold til de siste undersøkelsene, og THC-kontaminering ble påvist ut til 500 m mot sørøst, sørvest og nordvest. Mot sørvest var THC over LSC ved 500 m stasjonen, som lå ytterst i denne retningen. Bariuminnholdet har gått betydelig ned, men kontaminering ble fortsatt funnet ut til 1000 m mot sørøst. De øvrige metallene forekom omtrent på samme nivå som før og kontaminering ble påvist ut til 2500 m mot sørøst og 500 m mot sørvest. De radioaktive

isotopene  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{210}\text{Pb}$  og  $^{228}\text{Th}$  ble målt i sediment 500, 1000 og 2500 m sørøst for plattformen, og aktiviteten var omtrent på samme nivå som i prøver fra den regionale stasjonen SFC-06R. De radioaktive isotopene  $^{226}\text{Ra}$  og  $^{228}\text{Ra}$  ble målt i vannprøver fra 3 stasjoner ved plattformen, men aktiviteten var på omtrent samme nivå som i vannprøver fra den regionale stasjonen GFA-11R. PFOA/ PFOS ble målt i sediment samlet 250 m sør øst for plattformen, men det var bare lave verdier i prøven. Faunaforstyrrelse ble påvist ut til 250 m mot sørvest.

Ved Gullfaks C hadde THC-innholdet økt noe i forhold til i 2005. Økningen omfatter også den regionale stasjonen GFC-12R (omtalt lengre fremme i teksten). På alle undersøkte stasjoner lå nivået over LSC i 2008. Bariuminnholdet har gått ned på feltet og i 2008 strakk bariumkontamineringen seg ut til 1000 m mot sørøst. Andre metaller forekom omtrent i samme nivå som før og kontaminering ble påvist ut til 500 m mot sørøst. Faunapåvirkning ble påvist ut til 500 mot sørøst.

Satellittfeltene Gullfaks Sør, Rimfaks, Skinfaks og Gullveig er bygget ut med undervannsbrønner som blir fjernoperert fra Gullfaks A- og C-plattformene. Forholdene ved bunnrammene D, E, F/G, H, I, J, K, L, M og N ble undersøkt. THC-innholdet hadde gått ned på mange av de undersøkte stasjonene, men fortsatt er det flere stasjoner med THC-innhold over LSC. Også bariuminnholdet og forekomsten av de andre metallene var noe lavere enn før. Konsentrasjoner over LSC ble imidlertid påvist tett opptil flere av rammene. Faunaforstyrrelse ble bare påvist tett inntil F/G rammen.

Ved Kvitebjørn har THC-innholdet økt på flere av stasjonene og THC-kontaminering ble påvist i alle undersøkte retninger. Mot nordøst nådde kontamineringen ut til 250 m, mot sørøst ut til 1000 m, mot sørvest ut til 500 m og mot nordvest ut til 250 m. Kontaminering av andre metaller ble funnet ut til 250 m mot sørøst og nordvest. Det ble ikke påvist verken bariumkontaminering eller faunaforstyrrelser.

Beregnet areal kontaminert av THC, barium og andre metaller er vist i Tabell 2. Ved flere installasjoner var kun kontaminerte stasjoner inkludert i innsamlingsprogrammet, og grensen mellom kontaminert og ukontaminert blir da usikker. I disse tilfellene oppgis arealet som et minsteareal, og sammenligninger med tidligere areal blir tilsvarende usikker.

Areal ( $\text{km}^2$ ) for faunaforstyrrelse ble også beregnet. For denne parameteren var det kun ved Tordis at grensen mellom forstyrret og uforstyrret fauna ikke kunne settes. Arealene for de ulike årene kan ikke sammenlignes direkte fordi det har vært benyttet ulike forutsetninger i forbindelse med beregningen. Ved alle installasjoner, med mulig unntak av Tordis, var arealet med faunaforstyrrelse likt eller redusert, i forhold til 2002 og 2005.

I Tabellene 3, 4 og 5 listes spennvidden for en rekke av de undersøkte parametrene, fordelt på de to subregionene, og årene 2002, 2005 og 2008. I de samme tabellene er tilsvarende listet for de tilhørende regionale stasjonene slik at forskjellen mellom naturtilstand og tilstanden ved installasjonene tydeliggjøres. Forskjellene skyldes ingen tilfeldighet. Stasjonene nærmeste installasjonene har generelt høyere nivå av THC og metaller enn det som måles på de regionale stasjonene.

**Tabell 2.** Tabellen gir en oversikt over kontaminert areal (km<sup>2</sup>) for THC, barium, andre metaller samt areal (km<sup>2</sup>) med påvirkning av bunnfaunaen. Kolonnesummene kan ikke sammenliknes direkte på grunn av at det for enkelte år mangler verdier og kun er beregnet minimumsverdier.

Region IV	THC			Ba			Andre metaller			Fauna		
	2008	2005	2002	2008	2005	2002	2008	2005	2002	2008	2005	2002
Visund Nord	<b>0.00</b>	0.10	1.18	<b>0.29</b>	0.98	1.18	<b>0.02</b>	0.07	-	<b>0.00</b>	0.00	-
<b>Dyp subregion</b>												
Visund	<b>&gt;0.52</b>	0.31	0.12	<b>&gt;0.52</b>	> 0.24	-	<b>&gt;5.05</b>	> 0.24	-	<b>0.00</b>	0.12	0.15
Snorre TLP/UPA	<b>&gt;0.25</b>	2.21	1.16	<b>&gt;4.46</b>	> 4.35	-	<b>&gt;1.18</b>	> 3.72	-	<b>0.05</b>	0.83	1.58
- Snorre TLP	<b>0.05</b>	1.33	1.04	<b>&gt;3.48</b>	> 3.93	-	<b>0.39</b>	-	-	<b>0.02</b>	0.63	1.16
- Snorre UPA	<b>&gt;0.20</b>	0.88	0.12	<b>&gt;0.98</b>	> 0.42	-	<b>&gt;0.79</b>	-	-	<b>0.02</b>	0.19	0.41
Snorre B	<b>&gt;1.77</b>	0.99	0.30	<b>&gt;3.93</b>	> 1.77	5.57	<b>&gt;5.89</b>	> 0.33	-	<b>0.05</b>	0.18	0.59
Vigdis	<b>&gt;3.32</b>	0.79	0.70	<b>&gt;1.88</b>	> 1.82	4.68	<b>0.15</b>	0.31	0.37	<b>0.09</b>	0.41	0.98
- VGIT	<b>&gt;0.21</b>	0.12	0.18	<b>&gt;0.10</b>	-	-	<b>0.02</b>	-	-	<b>0.02</b>	0.07	0.19
- VGPT1	<b>&gt;0.20</b>	0.11	0.18	<b>&gt;0.21</b>	-	-	<b>0.02</b>	-	-	<b>0.02</b>	0.07	0.25
- VGPT2 inkl VTG	<b>&gt;2.92</b>	0.55	0.33	<b>&gt;1.57</b>	-	-	<b>0.10</b>	-	-	<b>0.05</b>	0.25	0.44
Sygna	<b>&gt;0.20</b>	0.11	0.07	<b>&gt;0.10</b>	0.33	0.33	<b>0.00</b>	0.00	-	<b>0.00</b>	0.07	0.12
<b>Grunn subregion</b>												
Vigdis D	<b>0.05</b>	0.12	-	<b>0.05</b>	-	-	<b>&gt;0.20</b>	-	-	<b>0.00</b>	-	-
Vigdis F	<b>0.05</b>	0.12	-	<b>0.05</b>	0.22	-	<b>0.02</b>	0.07	-	<b>0.02</b>	0.41	-
Tordis	<b>&gt;1.96</b>	0.36	0.53	<b>&gt;0.05</b>	0.36	1.19	<b>&gt;0.20</b>	0.30	0.30	<b>&gt;0.20</b>	0.59	0.43
Statfjord Øst	<b>&gt;0.07</b>	0.22	0.27	<b>0.10</b>	0.25	-	<b>&gt;0.17</b>	0.07	-	<b>0.00</b>	0.15	0.32
- SFEK	<b>0.00</b>	0.07	0.07	<b>0.02</b>	-	-	<b>&gt;0.05</b>	-	-	<b>0.00</b>	-	-
- SFEL	<b>&gt;0.05</b>	0.07	0.07	<b>0.02</b>	-	-	<b>0.02</b>	-	-	<b>0.00</b>	0.07	0.07
- SFEM	<b>0.02</b>	0.07	0.12	<b>0.05</b>	-	-	<b>0.10</b>	-	-	<b>0.00</b>	0.07	0.24
Statfjord Nord	<b>&gt;0.64</b>	0.12	0.32	<b>&gt;0.15</b>	0.37	1.68	<b>0.02</b>	0.07	0.15	<b>0.00</b>	0.07	0.72
- SFND	<b>0.00</b>	0.00	0.12	<b>0.00</b>	-	-	<b>0.00</b>	-	-	<b>0.00</b>	0.00	0.34
- SFNE	<b>&gt;0.05</b>	0.00	0.07	<b>&gt;0.05</b>	-	-	<b>0.00</b>	-	-	<b>0.00</b>	0.00	0.31
- SFNF	<b>&gt;0.59</b>	0.12	0.12	<b>&gt;0.10</b>	-	-	<b>0.02</b>	-	-	<b>0.00</b>	0.07	0.07
Statfjord Nordflanken	<b>0.00</b>	0.12	0.08	<b>0.00</b>	0.12	-	<b>0.00</b>	0.00	-	<b>0.00</b>	0.08	0.08
Statfjord A	<b>&gt;3.14</b>	1.18	7.07	<b>&gt;1.57</b>	-	-	<b>&gt;5.50</b>	-	-	<b>0.05</b>	0.41	0.41
Statfjord B	<b>&gt;9.62</b>	5.50	4.12	<b>1.18</b>	-	-	<b>&gt;5.50</b>	-	-	<b>0.02</b>	0.19	0.19
Statfjord C	<b>&gt;2.71</b>	1.45	1.47	<b>0.61</b>	-	-	<b>&gt;1.61</b>	-	-	<b>0.05</b>	0.34	0.42
Gullfaks A	<b>&gt;2.33</b>	0.49	0.74	<b>0.39</b>	-	-	<b>&gt;1.77</b>	-	-	<b>0.05</b>	0.12	0.12
Gullfaks B	<b>&gt;0.39</b>	0.12	0.20	<b>0.10</b>	-	-	<b>&gt;0.98</b>	-	-	<b>0.02</b>	0.12	0.15
Gullfaks C	<b>&gt;5.89</b>	0.29	0.52	<b>0.10</b>	-	-	<b>0.05</b>	-	-	<b>0.05</b>	0.12	0.14
Gullfaks Satelitter	<b>&gt;0.52</b>	1.09	1.01	<b>&gt;0.83</b>	> 1.82	3.04	<b>&gt;0.34</b>	0.70	0.67	<b>0.02</b>	1.18	1.50
- GFK	<b>&gt;0.05</b>	0.07	0.07	<b>&gt;0.05</b>	-	-	<b>0.00</b>	-	-	<b>0.00</b>	0.07	0.19
- GFH	<b>&gt;0.10</b>	0.12	0.12	<b>0.02</b>	-	-	<b>0.00</b>	-	-	<b>0.00</b>	0.07	0.19
- GFI	<b>0.02</b>	0.12	0.12	<b>0.00</b>	-	-	<b>0.00</b>	-	-	<b>0.00</b>	-	0.00
- GFJ	<b>&gt;0.05</b>	0.07	0.12	<b>&gt;0.05</b>	-	-	<b>0.00</b>	-	-	<b>0.00</b>	0.12	0.24
- GFE	<b>0.02</b>	0.07	0.14	<b>0.02</b>	-	-	<b>0.02</b>	-	-	<b>0.00</b>	0.00	0.24
- GFD	<b>0.00</b>	0.12	0.07	<b>0.00</b>	-	-	<b>0.00</b>	-	-	<b>0.00</b>	-	0.00
- GFF/G	<b>0.05</b>	0.39	0.15	<b>0.39</b>	-	-	<b>0.02</b>	-	-	<b>0.02</b>	0.51	0.54
- GFLM	<b>0.10</b>	0.11	0.22	<b>&gt;0.29</b>	-	-	<b>&gt;0.29</b>	-	-	<b>0.00</b>	0.30	0.18
- GFN	<b>&gt;0.12</b>	-	-	<b>0.00</b>	-	-	<b>0.00</b>	-	-	<b>0.00</b>	-	-
Kvitebjørn	<b>&gt;0.74</b>	0.07	0.00	<b>0.00</b>	0.10	-	<b>0.05</b>	0.00	-	<b>0.00</b>	0.07	0.00
Totalt areal (større enn)	<b>37.94</b>	17.99	21.27	<b>22.11</b>	17.08	14.63	<b>26.10</b>	5.18	0.82	<b>0.78</b>	5.70	9.88

**Tabell 3.** Oversiktstabell som viser de høyeste og laveste verdier av de undersøkte parametre (kornfordeling, kjemi og biologi) i 2002, 2005 og 2008 for regionale og feltspesifikke stasjoner i den **grunne subregionen** (Vigdis D, Vigdis F, Kvitebjørn, Tordis, Statfjord- og Gullfaksfeltene).

Grunn subregion	Regionale stasjoner						Feltspesifikke stasjoner					
	2008 min	2008 max	2005 min	2005 max	2002 min	2002 max	2008 min	2008 max	2005 min	2005 max	2002 min	2002 max
Totalt antall stasjoner	9		8		8		161		168		160	
Dyp	138	273	137	268	133	266	133	296	132	284	131	285
% pelitt	0.9	6.1	2.4	4.4	2.5	6.6	0.6	91.8	1.5	39.7	1.3	18.9
% TOM	0.8	1.6	0.9	1.5	1.1	2	0.62	3.68	0.8	6	0.7	2.7
Bly (mg/kg)	2.1	5.3	3.1	9.1	2.9	7	1.8	80.1	2.8	105	0.2	112
Kopper (mg/kg)	0.7	1.4	1	2	1.2	2.5	0.5	137	0.9	262	0.3	189
Sink (mg/kg)	6.2	10.7	6	12.9	5.5	11	5.4	495.3	5.7	726	0.6	629
Krom (mg/kg)	2.7	7.5	3.8	12.7	3.5	8.6	2.4	46.1	3	77	2.7	82
Kadmium (mg/kg)	0.015	0.084	0.026	0.125	0.024	0.1	0.005	0.22	0.013	0.273	0.018	0.262
Barium (mg/kg)	21	136	32	289	32	248	28	3073	26	7407	20	4327
THC (mg/kg)	<1	2.6	0.9	5.8	<1	8	1.4	2633.3	0.5	387	<1	1149
Antall individ per stasjon	470	926	344	644	341	1122	13	3648	272	3322	223	4899
Antall taxa per stasjon	58	142	73	108	75	127	7	170	37	129	48	159
Artsdiversitet (H')	3.91	5.97	4.5	5.6	4.3	5.1	0.66	6.14	1.1	5.9	1.2	6

**Tabell 4.** Oversiktstabell som viser de høyeste og laveste verdier av de undersøkte parametre (kornfordeling, kjemi og biologi) i 2002, 2005 og 2008 for regionale og feltspesifikke stasjoner i den **dype subregionen** (Vigdis, Sygna, Visund og Snorrefeltene).

Dyp subregion	Regionale stasjoner						Feltspesifikke stasjoner					
	2008	2008	2005	2005	2002	2002	2008	2008	2005	2005	2002	2002
Parameter	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Totalt antall stasjoner	5		5		5		59		61		77	
Dyp	288	346	283	342	283	341	301	360	281	352	273	355
% pelitt	32.2	72.9	28.1	52.6	32.1	52.1	37.6	86.6	16.9	74	14.3	79.9
% TOM	1.6	3.1	2.1	3.6	2.2	4.2	1.78	5.11	1.8	6.1	1.7	7
Bly (mg/kg)	3.3	7.2	5.6	9.6	4.7	8.8	3	32.5	4.6	59.9	3.9	62
Kopper (mg/kg)	2.1	4.1	3.3	5.7	3.5	6.6	2.1	32.2	2.7	50.9	3	47
Sink (mg/kg)	13.6	26.5	15.5	23.7	13	22	13.5	141.7	12.6	207	10	140
Krom (mg/kg)	5.8	8.9	8.3	11.6	8.1	11.6	5.9	48.2	7.1	58.5	6.1	78.6
Kadmium (mg/kg)	0.027	0.06	0.055	0.088	0.062	0.09	0.028	0.139	0.047	0.243	0.044	0.228
Barium (mg/kg)	80	251	118	304	107	378	120	2869	345	10750	141	7620
THC (mg/kg)	<1	22.3	1.7	5.1	1.5	3.9	2.8	2666.7	0.8	330	<1	119
Antall individ per stasjon	857	1619	643	1141	788	2042	597	2182	809	2306	420	5694
Antall taxa per stasjon	123	143	98	123	114	143	44	175	57	159	14	181
Artsdiversitet (H')	5.49	5.89	5	5.5	5	5.8	2.88	5.76	2.9	5.6	1.5	5.7

**Tabell 5.** Oversiktstabell som viser de høyeste og laveste verdier av de undersøkte parametre (kornfordeling, kjemi og biologi) i 2002, 2005 og 2008 for regional og feltspesifikke stasjoner ved **Visund Nord**.

Visund Nord	Regionale stasjoner						Feltspesifikke stasjoner					
	2008	2008	2005	2005	2002	2002	2008	2008	2005	2005	2002	2002
Parameter	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Totalt antall stasjoner	1		0		1		12		14		16	
Dyp	385		-		377		382	385	379	381	377	382
% pelitt	97.8		-		96.8		97.2	98.2	91.6	96.6	93.1	97.8
% TOM	7.37		-		9.9		5.08	7.49	7.7	9.3	8.7	12.9
Bly (mg/kg)	21.4		-		29		18.8	25.8	20	38.1	24	32
Kopper (mg/kg)	11.3		-		15		10.5	15.9	13.3	16.8	15	17
Sink (mg/kg)	56.4		-		59		53.3	83.7	57.1	67.5	56	66
Krom (mg/kg)	21.3		-		29		19.9	23.4	28	33.3	27.7	31.7
Kadmium (mg/kg)	0.079		-		0.133		0.056	0.097	0.115	0.146	0.129	0.154
Barium (mg/kg)	279		-		358		268	1539	425	3540	308	3713
THC (mg/kg)	3.8		-		15		<1	11.1	5.2	1791	10	363
Antall individ per stasjon	481		-		469	552	469	762	423	569	354	602
Antall taxa per stasjon	84		-		90	94	74	94	75	99	67	100
Artsdiversitet (H')	5.26		-		5.5	5.7	5.09	5.47	5.1	5.5	5.1	5.6

**Tabell 6.** Antall prøver som ble analysert for de enkelte parametrene tilknyttet hvert felt.

Felt	Geologi	Biologi	Metaller	Hg	THC	PAH	Olefiner	Ester	PFOS	Rad. sed.	Rad. vann
Statfjord A	9	45	34	10	34	10			2	3	
Statfjord B	6	30	37	10	37	10				3	
Statfjord C	8	40	40	13	40	13			1	6	
Statfjord Nordflanken	3	15	9	9	9	9	6				
Statfjord Øst	6	30	39	12	39	12	12	12			
Statfjord Nord	5	25	48	21	48	21	18	18			
Sygna	3	15	18	6	18	6					
Gullfaks A	6	30	37	13	37	16					1
Gullfaks B	7	35	28	10	28	10			1	9	3
Gullfaks C	7	35	28	13	28	13			1		
Gullfaks Satellitter	30	150	112	40	112	40					
Visund	6	30	18	9	18	9			2		
Visund Nord	10	50	39	9	39	9					
Vigdis	14	70	74	23	74	30	32				
Vigdis D	4	20	25	13	25	13	10				
Vigdis F	6	30	31	10	31	10	10				
Tordis	10	50	35	11	35	14	14				
Snorre B	7	35	37	13	37	22				7	
Snorre TLP/UPA	11	55	62	23	62	23	20			3	
Kvitebjørn	7	35	37	16	37	16					
<b>Totalt</b>	<b>165</b>	<b>825</b>	<b>788</b>	<b>284</b>	<b>788</b>	<b>306</b>	<b>122</b>	<b>30</b>	<b>7</b>	<b>31</b>	<b>4</b>

## 5. Konklusjoner og anbefalinger

De viktigste konklusjonene og anbefalingene basert på undersøkelsen i 2008 er listet under.

### Konklusjoner:

- 1) I Region IV er kontaminering og forstyrrelse av bunnfauna mest fremtredende på sørøstsiden av installasjonene. Generelt var faunaforstyrrelsen lik eller mindre enn i 2002 og 2005.
- 2) Ved flere felt var innsamlingsprogrammet så lite at avgrensning mellom kontaminert og ukontaminert areal var umulig. I disse tilfellene er størrelsen av areal lite egnet ved sammenligninger mellom år.
- 3) Prøvene fra den regionale stasjonen GFC-12R inneholdt 22,3 mg THC/kg, som var langt over det som ellers ble målt på de regionale stasjonene i den grunne subregionen (<1-6,5 mg THC/kg). Stasjonen utgår fra LSC beregninger.
- 4) På grunn av utilsiktet utstrømming av injisert produsert vann i mai 2008 ved Tordis var kornfordelingen endret på nærliggende stasjon og betydelig faunapåvirkning ble funnet sørøst og nordøst for senter for prøvetaking.
- 5) Ved Gullfaks A var det svært høyt THC innhold (2633 mg/kg) i prøver samlet 250 m sørøst for plattformen. Ved 500 m var det 52 mg THC/kg. Tidligere THC verdier fra 250 m foreligger ikke, men fra 500 m må en tilbake til 1996 for å finne sammenlignbart nivå. Sannsynlig bakgrunn for det høye nivået er et utslipp av ca 46 m<sup>3</sup> oljeholdig boreslam 6.mai 2008 ifm overføring av brukt slam til supplybåt. Dette var også bakgrunn for at det i 2008 ble tatt prøve fra stasjonen 250 m sørøst for Gullfaks A.
- 6) Ved Snorre B har det funnet sted en betydelig økning i THC nivået mot vest og nord. Høyest var verdien 250 m mot vest (2667 mg/kg).
- 7) Utover momentene som er listet under punkt 3) til 6) over var forholdene omtrent som tidligere, eller noe bedre.
- 8) Ved Statfjord A var det i 2007 et akuttutslipp av 3880 tonn olje, men utslippet vises ikke igjen i resultatene fra de undersøkte bunnstasjonen rundt plattformen.

### Anbefalinger:

- 1) Forholdene ved Tordis bør følges opp
- 2) THC innholdet på GFC-12R bør følges opp
- 3) I den grad kontaminert areal skal benyttes som et mål på miljøstatus og utvikling må innsamlingsprogrammene omfatte ukontaminerte sedimenter