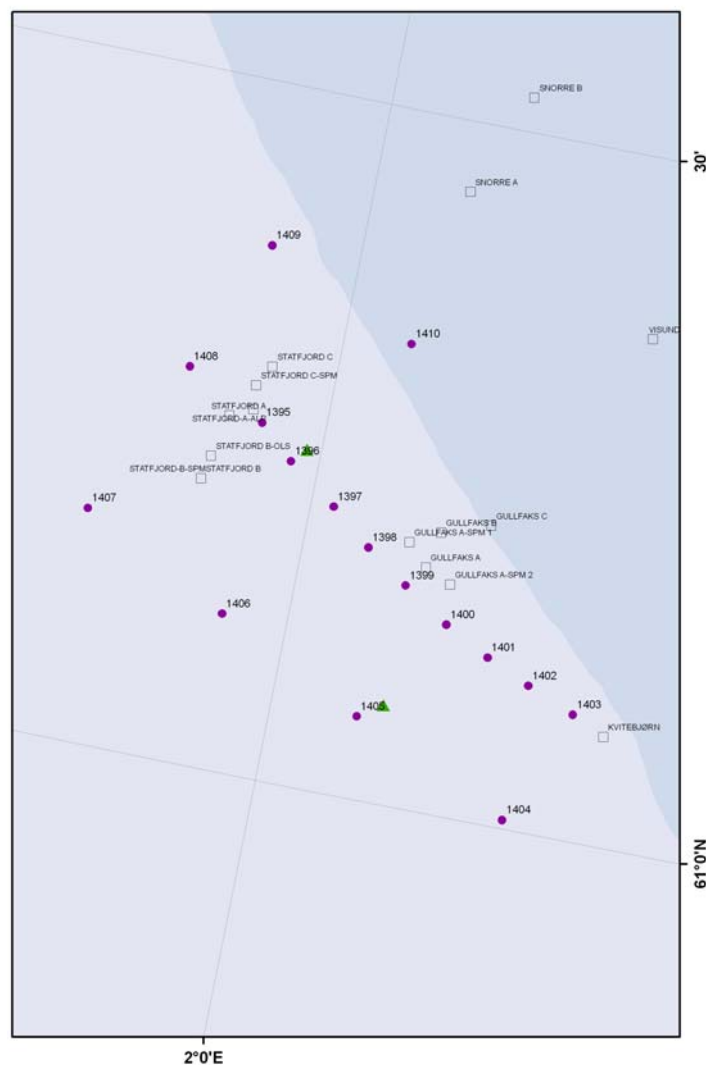


Kartlegging av konsekvensane på fisk og miljø av oljeutsleppet ved Statfjord A desember 2007

Bjørn Einar Grøsvik, Torbjørn Midtun, Stepan Boitsov, Anders Fuglevik,
Penny Lee Liebig, Sonnich Meier, Guri Nesje, Hildegunn Strømsnes, Grethe Tveit,
Kjell Westrheim, Aril Slotte og Jarle Klungsøyr



Kartlegging av konsekvensane på fisk og miljø av oljeutsleppet ved Statfjord A desember 2007

Forfattarar:

Bjørn Einar Grøsvik, Torbjørn Midtun, Stepan Boitsov, Anders Fuglevik, Penny Lee Liebig, Sonnich Meier, Guri Nesje, Hildegunn Strømsnes, Grethe Tveit, Kjell Westrheim, Aril Slotte og Jarle Klungsøyr

Havforskningsinstituttet

Prosjektleder:

Bjørn Einar Grøsvik

Oppdragsgjevar:

StatoilHydro

Samandrag:

Denne etterkantundersøkinga etter oljeutsleppet ved Statfjord A 12. desember 2007 er utført av Havforskningsinstituttet etter oppdrag frå StatoilHydro. Utsleppet 12. desember 2007 på Statfjordfeltet under tanking av Navion Britannia av ca. 4400 m³ råolje er det nest største i Noregs snart 40-årige oljehistorie.

Målsetjinga for arbeidet har vore å gjennomføre undersøkingar av konsekvensane oljeutsleppet kan ha gitt på fiskebestandane i området. Ein ønsker å skaffe dokumentasjon om oljeutsleppet ved målingar av oljekomponentar i vassprøvar og om dette kan sporast i filet og lever frå fisk fanga i dette området. I eit utval av fisken ville vi også analysere om oljekomponentar var metabolisert i galle og om ein kunne måle endringar i nivå av biomarkørar i lever.

Oppgåver har vore:

1. Gjennomføring av tokt for innsamling av fisk og vassprøvar
2. Kjemiske analysar av oljekomponentar i vatn, fiskefilet og fiskelever
3. Analysar av PAH metabolittar i galle og biomarkørar i lever

F/F Håkon Mosby vart omdirigert og gjennomførte eit tokt 14.-16. desember 2007 for innsamling av vassprøvar. På grunn av dårlige vêrforhold i området, var det ikkje forsvarleg å tråle etter fisk på dette toktet. F/F Johan Hjort vart omdirigert på tilbaketur frå Norskehavet og gjennomførte tokt 18.-19. desember 2007 for botntråling etter fisk. F/F Håkon Mosby gjennomførte tråling etter fisk i Tampenområdet og eit referanseområde under økosystemtoktet i Nordsjøen 5. – 31. januar 2008. Fiskeprøvar inkluderte hyse (*Melanogrammus aeglefinus*), lyr (*Pollachius pollachius*), torsk (*Gadus morhua*) og sei (*Pollachius virens*).

Akustiske analysar vart utført på toktet med F/F Håkon Mosby 14.-16. desember 2007. Fisk vart observert over heile området, og det var ikkje lågare fisketetthet i området ved oljeflaket. Totalførekomst observert ved ekkolodd var større aust og nord for oljeflaket. Dette skuldast meir plankton ved djupare vatn.

32 vassprøvar (16 stasjonar, overflate og botnprøve) frå toktet med FF Håkon Mosby i desember 2007 er blitt analysert for total hydrokarbon innhald (THC) og sum NPD (naftalen, fenantren, dibenzothiofen og deira C₁-C₃ alkylhomologar). THC og NPD nivå i vassprøvar viste relativt stor variasjon. Snittverdiar var relativt like mellom overflate- og botn. Snittverdiane av sum NPD målt på Tampen 3 dagar etter oljeutsleppet var 3-5 gonger over verdi målt på same området i slutten av januar 2007 ifm med etterkantundersøkinga etter Server ulukka.

Målingar av oljekomponentar i fiskefilet av hyse, lyr, torsk og sei frå Statfjordområdet 6 dagar etter utsleppet og i torsk og sei frå dette området ein månad etter oljeutsleppet viser at alle komponentane var under deteksjonsgrensa. Det er difor ikkje grunnlag for å seie at utsleppet har ført til forringa kvalitet på filet i fisk frå Nordsjøen.

Sum NPD nivå i lever frå torsk og sei frå Tampenområdet fanga etter utsleppet er lågt og ikkje over det som tidlegare er blitt rapportert når det gjeld NPD nivå. Hyse og lyr fanga ved Tampen like etter oljeutsleppet hadde høgast nivå av sum NPD forbindelsar i lever samanlikna med dei andre uttaka i denne studien. Det var spesielt NPD-forbindelsane C2-naftalen og C3-naftalen som bidrog til dette utslaget. Sum NPD i lever frå hyse fanga på Statfjord 18. desember 2007 låg på 141±125 ng/g, medan hyse fanga ved Egersundbanken 22. januar hadde snittverdiar på 31±19 ng/g. Hyse frå Nordsjøen og Haltenbanken er tidlegare rapportert med snittverdiar frå 10-66 ng/g. Det synest difor som at hyse fanga på Tampen like etter utsleppet hadde forhøga nivå av sum NPD. Fisk har god evne til metabolisering og utskiljing av NPD/PAH, men sidan hyse og lyr ikkje vart fanga ved Tampen i januar, har vi ikkje data til å seie om nivå av sum NPD var lågare i desse artane ein månad etter utsleppet.

Hyse fanga frå referanseområdet (Egersundbanken) 22. januar 2008, hadde høgare nivå av sum PAH enn hyse fanga frå Tampen. Dette skuldast ikkje oljeutsleppet ved Statfjord A, pga PAH samansetjing og at kyststraumen og oljedriftsanalysar viser drift nordover langs kysten.

Målingar av PAH metabolittar i galle vart utført på torsk frå Tampen og torsk frå referanseområde 1 mnd etter utsleppet. Det vart også utført biomarkøranalysar av avgiftingsenzymet cytokrom P450, og protein relatert til oksidativt stress som HSP70, catalase og Cu/Zn superoxid dismutase på same fisken. Det vart ikkje målt forhøga nivå av gallemetabolittar eller biomarkørnivå i torsk frå Tampen i forhold til torsk frå referanseområdet (Egersundbanken). Dette kan tyde på at torsk fanga på Tampen i januar 2008 ikkje var negativt påverka av utsleppet.

.....
Jarle Klungsøyr
Forskingsleiar

.....
Bjørn Einar Grøsvik
Prosjektleiar

Forord

Vi vil retta takk til mannskap ved FF Håkon Mosby og FF Johan Hjort for hjelp til innsamling av vassprøvar og fisk og for hjelp til opparbeiding. Vi vil også takka Kjell Bakkeplass for hjelp med kart.

Innholdsliste	Side
1. Bakgrunn	5
2. Målsetjing	5
3. Gjennomføring av tokt for innsamling av vassprøvar og fisk	5
4. Innsamla materiale	5
5. Resultat og diskusjon	9
Akustiske analysar	9
THC og sum NPD i vassprøvar frå influensområdet	9
Nivå av sum NPD og sum PAH i fiskefilet og fiskelever	11
Analyse av PAH metabolittar i galleprøvar frå torsk	15
Biomarkøranalysar	16
6. Konklusjon	21
7. Referansar	22
8. Appendix	
8.1. Metodar	23
Undersøking av vasskvalitet	23
NPD og PAH i filet og -lever	23
Analyse av NPD/PAH på galleprøvar av torsk	23
Biomarkøranalysar	24
8.2. Cruise report MS Håkon Mosby 14-16.12.2008	27
8.3. Fiskedata Johan Hjort 18. desember 2007	32
8.4. Fiskedata Håkon Mosby januar 2008	34
8.5. THC og sum NPD i vassprøvar	37

1. Bakgrunn

Utsleppet 12. desember 2007 på Statfjord-feltet under tanking av Navion Britannia av ca. 4400 m³ råolje er det nest største i Noregs snart 40-årige oljehistorie. Uhellet skjedde i eit område med rike fiskebestandar og betydeleg fiskeriaktivitet. Utsleppet oppstod etter brot i lasteslangen. Det var dårlig vær i området med mykje vind og høge bølger.

2. Målsetjing

Målsetjinga for dette arbeidet har vore å gjennomføre undersøkingar av konsekvensane oljeutsleppet kan ha gitt på fiskebestandane i området. Ein ønska å skaffe dokumentasjon om oljeutsleppet kan ha medført negative effektar på fisk, og om oljeutsleppet gav forringa kvalitet i fiskefilet. Det vil vere viktig både for myndighetene, StatoilHydro og fiskerinæringa at ein får eit godt bilete på kva som har vore konsekvensane på fisk av oljeutsleppet ved Statfjord A.

Prosjektet er delt opp i tre hovudoppgåver:

1. Gjennomføring av tokt for innsamling av fisk og vassprøvar
2. Kjemiske analysar av oljekomponentar i vatn og fiskefilet og fiskelever
3. Analysar av PAH metabolittar i galle og av biomarkørar i lever

3. Gjennomføring av tokt for innsamling av vassprøvar og fisk

F/F Håkon Mosby vart omdirigert og gjennomførte eit tokt 14.-16. desember 2007 for akustisk kartlegging av fisk i Tampenregionen og innsamling av vassprøvar. På grunn av dårlige vêrforhold i området, var det ikkje forsvarleg å tråle etter fisk på dette toktet. Figur 1 viser stasjonane for prøvetaking av vassprøvar. Akustiske analysar vart utført. Fisk vart observert over heile området, og det var ikkje lågare fisketetthet i området med oljeflaket. Totalforekomst observert ved ekkolodd var større aust og nord for oljeflaket. Dette skuldast meir plankton ved djupare vatn (Appendix 8.2).

F/F Johan Hjort vart omdirigert på tilbaketur frå Norskehavet og fekk utført botntråling etter fisk ved Statfjordfeltet 18.-19. desember 2007. Ekkolodd viste at det ikkje var pelagisk fisk som sild og makrell i området. Det vart ikkje utført systematiske akustiske analysar på dette toktet.

F/F Håkon Mosby gjennomførte tråling etter fisk på Tampenregionen og eit referanseområde under det planlagde International Bottom Trawl Survey (IBTS) i Nordsjøen 5.–31. januar. IBTS toktet er ein planlagt aktivitet som skal kartlegge botnfisk i heile Nordsjøen. På grunn av vanskelege vêrforhold vart prøvetaking av fisk meir avgrensa enn først planlagt. Figur 2 viser kart over område med prøvetaking av fisk.

4. Innsamla materiale

Tabell 1 viser oversikt over det materialet som ein har fått tilgang til etter tre tokt i perioden 14. desember 2007 til slutten av januar 2008. Hyse (*Melanogrammus aeglefinus*), lyr (*Pollachius pollachius*), torsk (*Gadus morhua*) og sei (*Pollachius virens*) representerer botnfisk, men sei lever ein stor del av døgnet høgre oppe i vassøyla. Internasjonale

retningslinjer for å oppnå representative prøver av dei enkelte artane frå eit gitt område er at ein bør analysere på 25 enkeltindivid. Dette talet vart ikkje oppnådd for alle dei undersøkte artane. Tabell 2 gir ein samla oversikt over prøvar til ulike kjemiske og biokjemiske analysar. Biologiske data for fiskeprøvane i denne studien er oppgitt i Tabell 3. Individdata er oppgitt i Appendix 8.3 og 8.4.

Tabell 1. Oversikt over innsamla materiale.

Tokt	Stasjon	Dato	Posisjon	Materiale
FF Håkon Mosby 14.-16. desember 2007				32 vassprøvar frå Statfjord, ingen fisk
FF Johan Hjort 18.-19. desember 2007	1	18. des. 2007	61°14.54'N 01°58.74'E	Stasjon 1: 24 hyse, 25 lyr, 4 torsk og 22 sei frå Statfjord
FF Håkon Mosby 5.-31. januar 2008	2	11. jan. 2008	61°04.3'N, 02°10.0'E	19 torsk frå Statfjord
FF Håkon Mosby 5.-31. januar 2008	3	11. jan. 2008	61°08.2'N 00°39.5'E	23 sei vest av Tampen
FF Håkon Mosby 5.-31. januar 2008	4	17. jan. 2008	58°12.5N 04°21.5E	25 torsk, Egersundbanken
FF Håkon Mosby 5.-31. januar 2008	5	22. jan. 2008	57°12.6N 07°07.9E	27 hyse, Egersundbanken

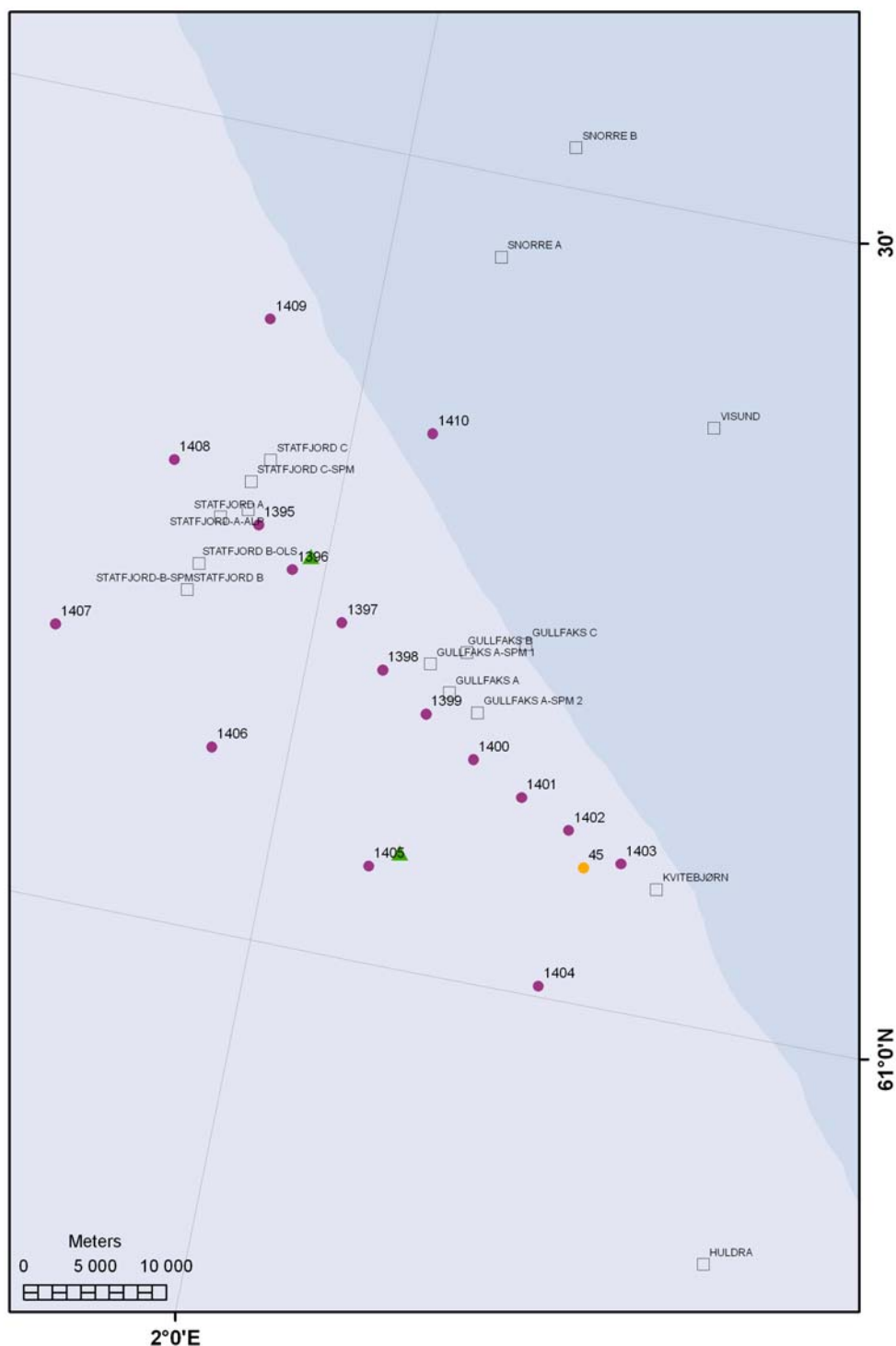
Tabell 2. Oversikt over analyserte prøvar.

Parameter	Art	Referanse	Statfjord	Tot. antal
THC analysar	Vassprøvar		32	32
PAH i muskel	Torsk	25	23	48
PAH i muskel	Hyse	27	25	52
PAH i muskel	Sei	23	25	48
PAH i muskel	Lyr		25	25
PAH i lever	Torsk	25	23	48
PAH i lever	Hyse	26	24	50
PAH i lever	Sei	25	22	47
PAH i lever	Lyr		25	25
PAH metabolittar i galle GCMS	Torsk	10	14	24
Western og ELISA (CYP1A, HSP70, catalase, thioredoxin, Cu/Zn superoxide dismutase)	Torsk	22	17	39

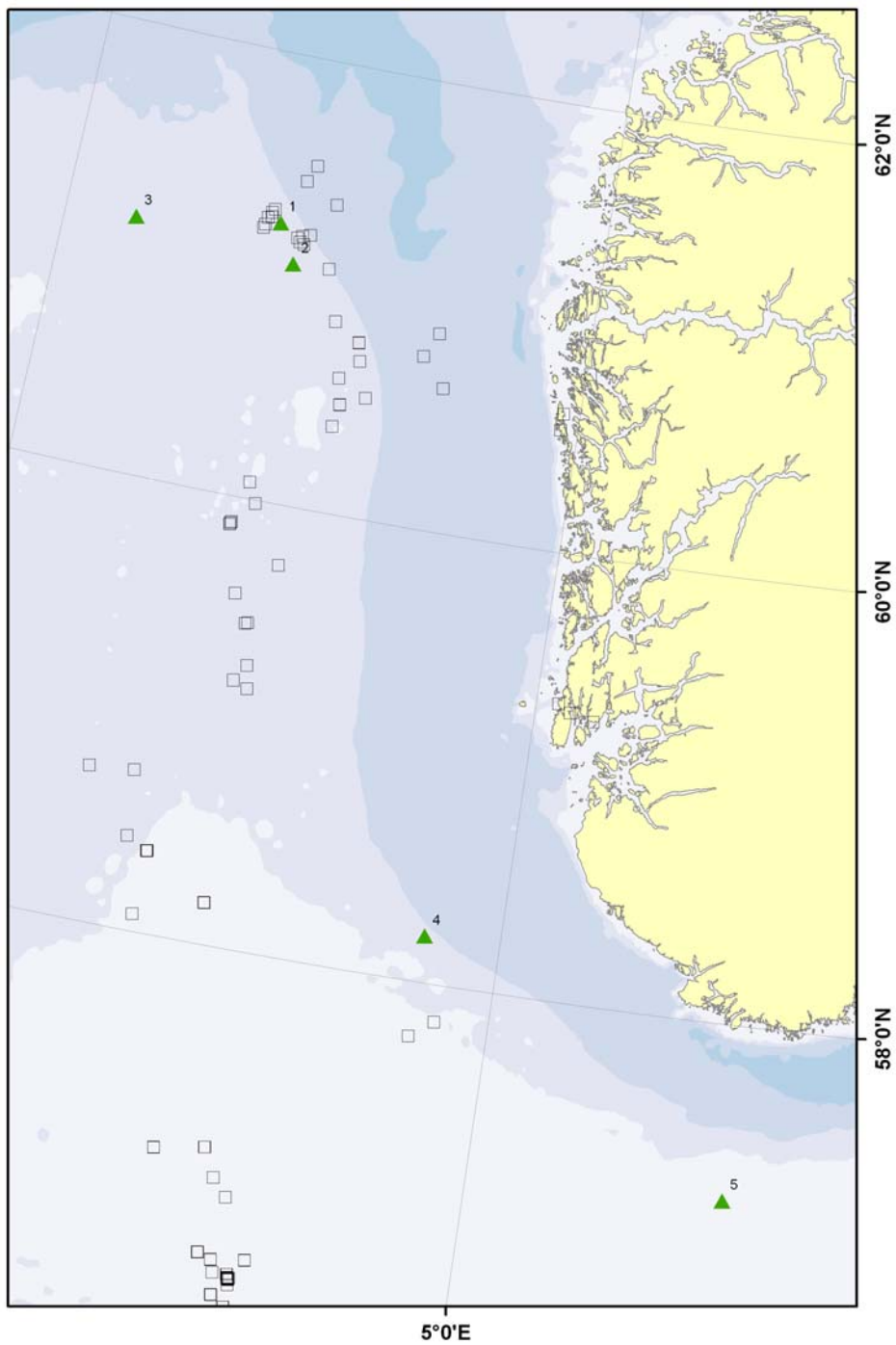
Tabell 3. Biologiske data for fiskeprøvane

Gitt som gjennomsnitt ± stdav. Leversomatisk indeks (LSI) er levervekt/vekt x 100.

Art	Stasjon	Dato	Lengde (cm)	Vekt (g)	LSI (%)
Hyse	1	18. des. 2007	43±6	921±455	5,1±1,1
Lyr	1	18. des. 2007	67±4,3	3355±659	5,4±0,8
Torsk	1	18. des. 2007	55±17	2492±2656	3,4±3,0
Sei	1	18. des. 2007	47±5	987±403	3,0±1,7
Torsk	2	11. jan. 2008	57±8	2120±57	2,9±1,1
Sei	3	11. jan. 2008	61±15	2916±2609	4,8±3,0
Torsk	4	17. jan. 2008	53±18	2011±2164	2,1±1,4
Hyse	5	22. jan. 2008	36±4,6	481±229	4,6±1,4



Figur 1. Område for prøvetaking av vassprøvar på toktet med FF Håkon Mosby 14. – 16. desember 2007. Stasjonar for CTD og vassprøvar er merka som lilla sirkclar og stasjonsnr 1395-1410. Gul sirkel merka 45 er stasjon for vassprøve teke i januar 2007 som referanseprøve i samband med etterkantundersøking av Server ulukka. Grøne trekantar viser fiskestasjonar i dette området, spesifisert i Figur 2. Opne firkantar indikerer overflateinstallasjonar på norsk sektor. Mørkare bakgrunn viser djup over 200m.



Figur 2. Kart over område med prøvetaking av fisk vist ved grønne trekantar med stasjonsnr. Installasjonar på norsk sektor er vist ved opne firkantar (Kjelde: Oljedirektoratet). Stasjonar beskrive i Tabell 3.

5. Resultat og diskusjon

Akustiske analysar

Akustiske analysar vart utført på toktet med F/F Håkon Mosby 14.-16. desember 2007. Fisk vart observert over heile området, og det var ikkje lågare fisketetthet i området ved oljeflaket. Totalførekomst observert ved ekkolodd var større aust og nord for oljeflaket. Dette skuldast meir plankton ved djupare vatn (Appendix 8.2).

F/F Johan Hjort vart omdirigert på tilbaketur frå Norskehavet og fekk utført botntråling etter fisk ved Statfjordfeltet 18.-19. desember 2007. Ekkolodd viste at det ikkje var pelagisk fisk i området som sild og makrell. Det vart ikkje utført systematiske akustiske analysar frå Tampenområdet på dette toktet.

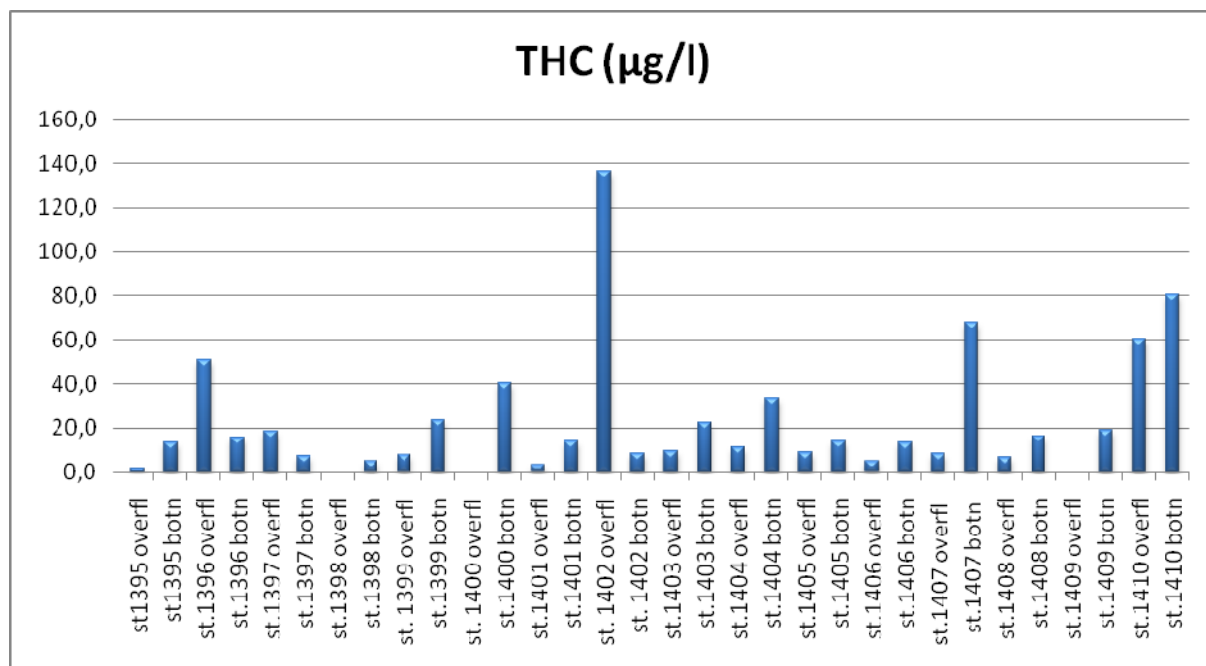
THC og sum NPD i vassprøvar frå Statfjordområdet

Resultata for THC og NPD målingar frå overflate og botnprøvar frå 16 stasjonar (totalt 32 vassprøvar frå toktet med FF Håkon Mosby i desember 2007 er vist i Figur 3 og 4. Sum NPD er sum av naftalen, fenantren, dibenzothiofen og deira C₁-C₃ alkylhomologar. THC målingar på sjøvatn kan i tillegg til oljehydrokarbon også omfatta biogene hydrokarbon og andre forbindelsar. Slik sett vil sum NPD vera eit meir spesifikt mål for oljekomponentar.

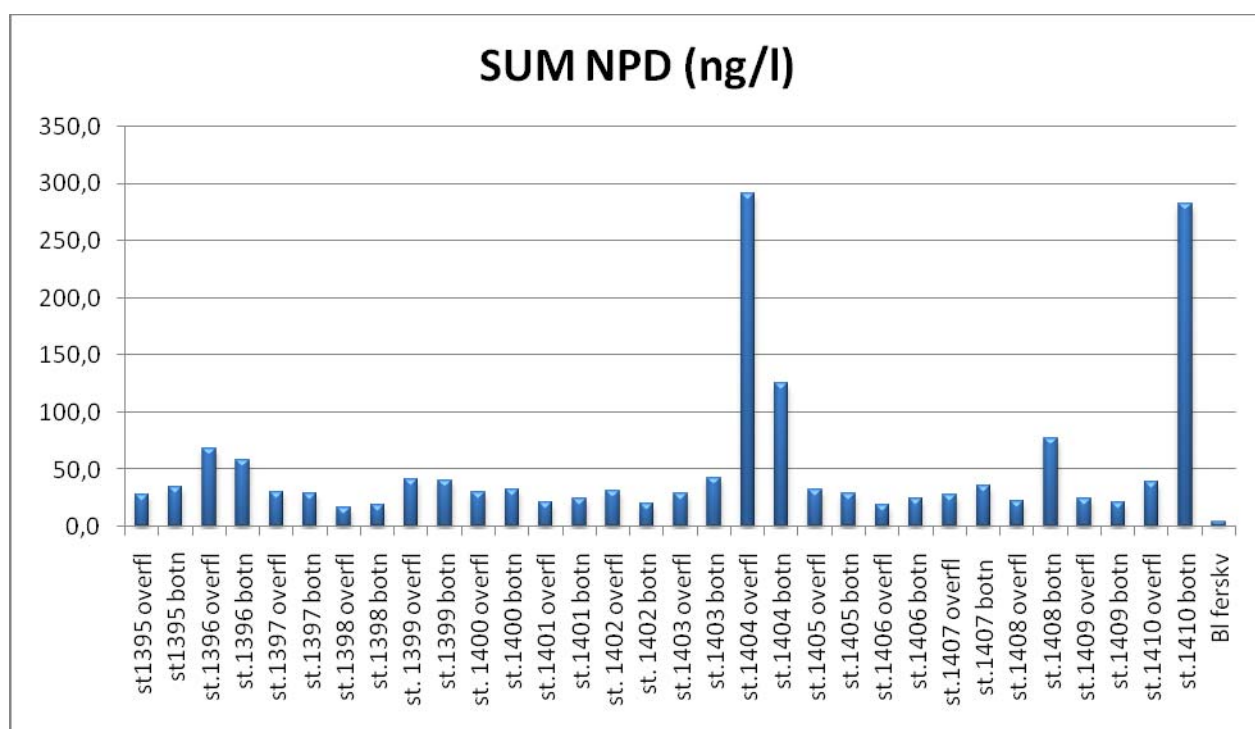
THC nivå i overflateprøvane frå Statfjordfeltet låg frå 2-60 µg/l, med eit gjennomsnitt og std avvik på 25±38 µg/l. Botnprøvane låg frå 5-80 µg/l, med eit gjennomsnitt og std avvik på 24±21 µg/l (Figur 3). Deteksjonsgrense for THC 1 µg/l. Snittverdiane på Statfjordfeltet er samanlikna med THC bakgrunnsnivå i vassprøvar frå Norskehavet og Barentshavet ca ein faktor 10 høgre (Boitsov *et al.*, 2007). Kromatogramma til vassprøvane frå Statfjordfeltet inneheldt mange uidentifiserte toppar. Årsaka til dette er ikkje kjend. Karakteristisk mønster av oljehydrokarbon var ikkje tydelege i alle prøvane. Av denne grunn må ein vere varsam i tolkinga av resultat på THC.

NPD nivå i overflateprøvane låg frå 17 - 292 ng/l, med eit gjennomsnitt og std avvik på 47±66 ng/l. Botnprøvane låg frå 19 - 282 ng/l, med eit gjennomsnitt og std avvik på 56±66 ng/l (Figur 4). Deteksjonsgrense for NPD er 0,1 ng/l.

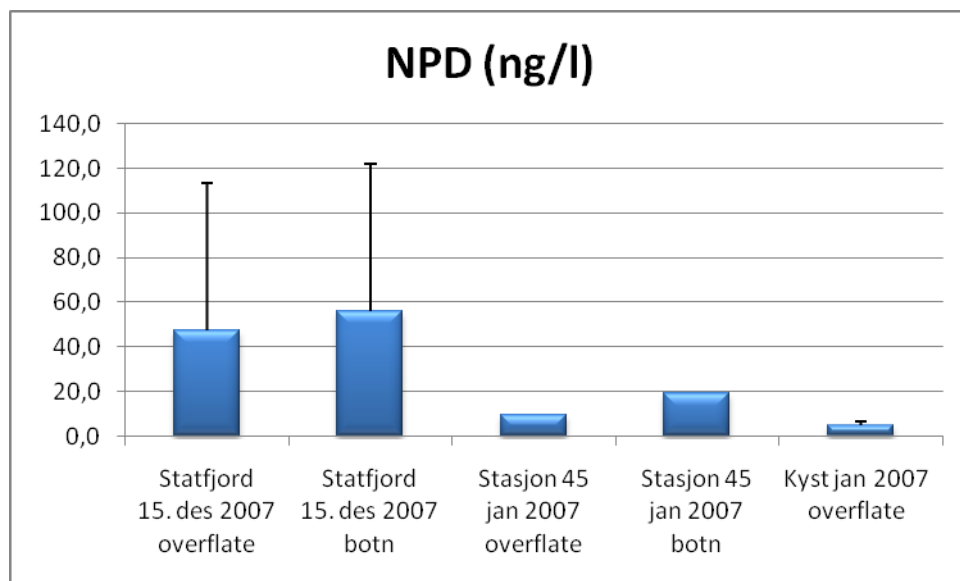
Snittverdiane av sum NPD i vassprøvar frå Statfjordfeltet i desember 2007 er 3-5 gonger høgre enn NPD nivå i to vassprøvar frå Tampen tekne som referanseprøvar i samband med etterkantundersøkinga etter Server forliset i 2007 og ca 10 gonger høgre enn prøvar frå Hordalandskysten i nærleiken av Fedje tekne i same etterkantundersøking (Figur 5). Total PAH konsentrasjon i øvre vannsøyle innan 1 km frå utsleppspunkt av produsert vatn ved Ekofisk er tidlegare rapportert til å ligge i området 20-40 ng/l. Bakgrunnsnivå på 4-6 ng/l vart målt 5-10 km frå utsleppskjelda (Durell *et al.*, 2006).



Figur 3. THC (µg/l) og i vassprøvar frå overflata og botn frå 16 stasjonar ved Statfjordfeltet. Prøvene vart tekne 15. desember 2007. Stasjonane er vist i Figur 1.



Figur 4. Sum NPD (ng/l) i vassprøvar frå overflata og botn frå 16 stasjonar ved Statfjordfeltet. Prøvene vart tekne 15. desember 2007. Stasjonane er vist i Figur 1.



Figur 5. NPD nivå i vassprøvar frå Statfjord-området i overflate og botnprøvar, prøvetekne 15. desember 2007. Stasjon 45 ligg 5 km frå Kvitebjørn og 13 km søraust for Gullfaks A SPM2. Denne prøven vart teken som referanseprøve i samband med etterkantundersøkinga etter Server ulukka, i slutten av januar 2007 (Meier *et al.*, 2007). Overflate kyst representerer snitt av dei 5 stasjonane med lågast NPD verdiar frå Serverstudien og som sannsynlegvis ikkje var påverka av utsleppet (Meier *et al.*, 2007).

Nivå av sum NPD og sum PAH i fiskefilet og fiskelever

Nivå av NPD og PAH forbindelsar i fiskefilet var under deteksjonsnivå i alle grupper som vart målt (Tabell 4). Dette er i samsvar med det som vart rapportert frå Tilstandsovervakinga 2005 (Grøsvik *et al.*, 2007). Oljeutsleppet ved Statfjord A 12. desember 2007 kan difor ikkje sporast i fiskefilet.

Nivå av sum NPD og sum PAH (EPA16) forbindelsar i fiskelever er vist i Tabell 5 og i Figurane 6 og 7. Sum NPD i torsk frå Statfjord fanga 18. desember 2007 og 11. januar 2008 hadde snittverdiar og standardavvik på 66 ± 98 og 21 ± 10 ng/g, respektivt. Ein studie frå norske havområde (Nordsjøen, Haltenbanken og Barentshavet) viste at snittverdiar av sum NPD i torskelever låg frå 72-110 ng/g (Klungsoyr og Johnsen, 1997). Sum NPD nivå i torskelever frå Tampenområdet fanga etter utsleppet låg difor ikkje over det som tidlegare er blitt rapportert når det gjeld NPD nivå.

Hyse og lyr fanga ved Tampen like etter oljeutsleppet hadde høgast nivå av sum NPD forbindelsar i lever samanlikna med dei andre uttaka i denne studien (Figur 6). Det var spesielt NPD-forbindelsane C2-naftalen og C3-naftalen som bidrog til dette utslaget, med bidrag på 96 % av sum NPD (Tabell 5). Sum NPD i hyse fanga på Statfjord 18. desember 2007 låg på 132 ± 123 ng/g, medan hyse fanga ved Egersundbanken 22. januar 2008 hadde verdiar på 31 ± 19 ng/g. Hyse frå Nordsjøen og Haltenbanken rapportert av Klungsoyr og Johnsen (1997), hadde snittverdiar frå 33-66 ng/g. Tilsvarende verdiar i hyse frå Tampen fanga i 2002 hadde snittverdi på 15 ng/g, medan snittverdiar av sum PAH i lever frå hyse fanga på Egersundbanken og Sleipnerfeltet låg på 10 og 29 ng/g, respektivt (Klungsoyr *et al.*, 2003). Det synest difor som at hyse fanga på Tampen like etter utsleppet hadde forhøga nivå av sum NPD. Vi har diverre ikkje eldre data frå lyr til samanlikning. Fisk har god evne til metabolisering og utskiljing av NPD/PAH, men sidan hyse og lyr ikkje vart fanga ved

Tampen i januar, har vi ikkje data for å samanlikne om nivå av sum NPD i lever var lågare i desse artane ein månad etter utsleppet.

Sei som lever høgare oppe i vassøyla enn hyse, hadde sum NPD nivå på 34 ± 32 ng/g fanga ved Tampen 18. desember 2007 og 50 ± 36 ng/g fanga vest av Tampen 11. januar 2008 (Tabell 5 og Figur 5). Desse nivåa er tilsvarende til dei som vart funne i sei frå sentrale Nordsjøen, med sum NPD nivå på 55 ± 46 ng/g (Klungesøyr og Johnsen, 1997).

Når det gjaldt sum PAH i torskelever, låg snittverdiar i torsk frå Tampen fanga 18. desember 2007 og 11. januar 2008 på $2,0 \pm 2,2$ og $2,0 \pm 0,6$ ng/g, respektivt. Dette er på same nivå som rapportert frå Nordsjøen tidlegare, dvs snittverdiar frå 4,3-8,4 ng/g (Klungesøyr og Johnsen, 1997).

Sum PAH i hyse fanga 18. desember 2007 låg på $6,3 \pm 5,2$ ng/g, medan tilsvarende snittverdiar i hyse frå Nordsjøen og Haltenbanken er rapportert til å ligga frå 3,8-11,4 ng/g (Klungesøyr og Johnsen, 1997). Hyse fanga frå referanseområdet (Egersundbanken) 22. januar 2008, hadde høgare nivå sum PAH på 26 ± 16 ng/g i lever. Dette skuldast ikkje oljeutsleppet ved Statfjord A, pga PAH samansetjing og at kyststraumen og oljedriftsanalysar viser drift nordover langs kysten.

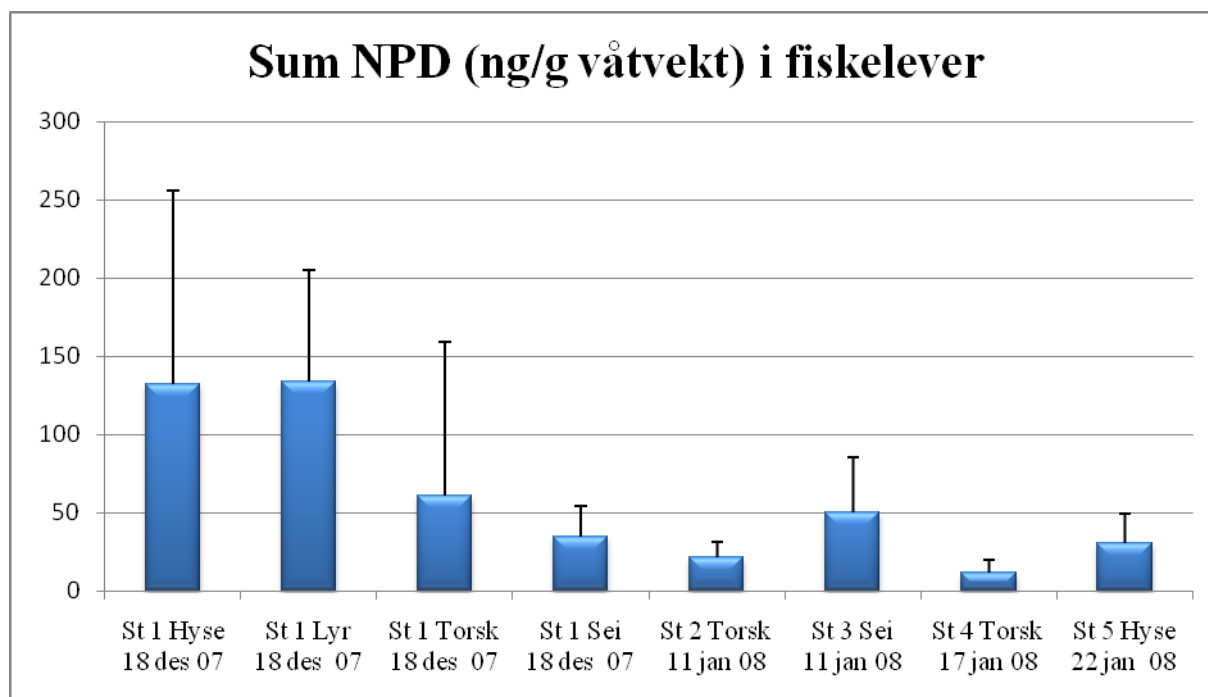
Tabell 4. Nivå av NPD/PAH forbindelsar i fiskefilet (ng/g våt vekt).

N= Tal på fisk per stasjon. Forkortingar: Limit of detection (LOD).

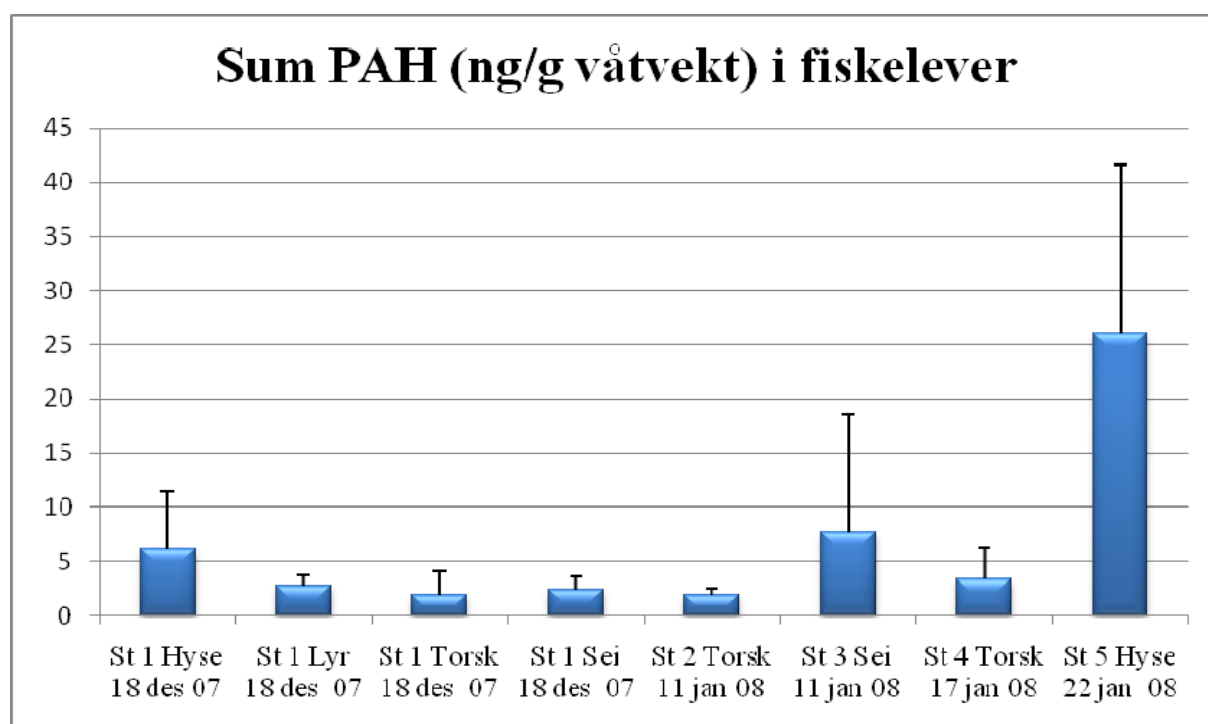
Forbindelse	Hyse Stasjon 1 N=25	Lyr Stasjon 1 N=25	Torsk Stasjon 1 N=4	Sei Stasjon 1 N=25	Torsk Stasjon 2 N=19	Sei Stasjon 3 N= 23	Torsk Stasjon 4 N= 25	Hyse Stasjon 5 N=27	LOD (ng/g våt vekt)
Naftalen	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	6,58
C1-Naftalen	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	-
C2-Naftalen	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,77
C3-Naftalen	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,45
Dibenzothiophen	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,02
C1-Dibenzothiophen	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,03
C2-Dibenzothiophen	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,17
C2-Dibenzothiophen	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,34
Fenantren	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,63
C1-Fenantren	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,11
C2-Fenantren	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,09
C3-Fenantren	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,07
Acenaftylen	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,01
Acenaftene	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,02
Fluoren	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,14
Fenantren	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,63
Anthracen	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,13
Fluoranten	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,31
Pyren	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,13
Benz(a)antracene	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,01
Krysen	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,03
Benzo(b)fluoranten	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,03
Benzo(k)fluoranten	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,01
Benzo(a)pyren	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,01
Indeno(1.2.3-cd)pyren	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,03
Dibenz(a,h)antracen	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,01
Benzo(g,h,i)perylene	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,02

Tabell 5. Nivå av enkeltforbindelsar av NPD/PAH i fiskelever som gjennomsnitt \pm standardavvik (ng/g våt vekt). N= Tal på fisk per stasjon. Forkortingar: Limit of detection (LOD). Forbindelsar som blir summert som sum NPD er merka med ^a. Forbindelsar som blir summert som sum PAH (EPA16) er merka med ^b. Verdiar av naftalen og fenantren blir summert både i NPD og i sum PAH (EPA16). Fisk fanga ved stasjon 1: 18. desember 2007. Fisk fanga ved stasjon 2: 11. januar 2008, stasjon 3: 11. januar 2008, stasjon 4: 17. januar 2008, Stasjon 5: 22. januar 2008.

Forbindelse	Hyse Stasjon 1 N=24	Lyr Stasjon 1 N= 25	Torsk Stasjon 1 N= 4	Sei Stasjon 1 N=22	Torsk Stasjon 2 N=19	Sei Stasjon 3 N= 23	Torsk Stasjon 4 N= 25	Hyse Stasjon 5 N=27	LOD ng/g våt- vekt
Naftalen ^{a,b}	0	0,02 \pm 0,12	0	0,2 \pm 0,5	0	3,5 \pm 10,9	1,2 \pm 2,8	4,7 \pm 8,9	0
C1-naftalen ^a	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C2-naftalen ^a	70 \pm 80	63 \pm 41	31 \pm 56	15 \pm 19	7,2 \pm 4,6	13 \pm 10	4,0 \pm 2,3	9,0 \pm 5,0	3,97
C3-naftalen ^a	56 \pm 46	66 \pm 31	26 \pm 43	17 \pm 14	10 \pm 6,0	20 \pm 17	6,8 \pm 5,5	12 \pm 4	3,97
Dibenzothiofen ^a	< LOD	< LOD	0,3 \pm 0,4	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,63 \pm 0,60	0,24
C1-dibenzothiofen ^a	0,5 \pm 0,3	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,8 \pm 0,8	< LOD	< LOD	0,31
C2-dibenzothiofen ^a	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	3,2 \pm 4,1	< LOD	< LOD	2,07
C3-Dibenzothiofen ^a	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	6,6 \pm 6,9	< LOD	< LOD	4,34
Fenantren ^{a,b}	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	9,79
C1-fenantren ^a	< LOD	2,3 \pm 1,8	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	2,09
C2-fenantren ^a	2,3 \pm 2,2	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	3,1 \pm 4,4	< LOD	1,4 \pm 0,6	1,32
C3-fenantren ^a	3,1 \pm 2,2	2,5 \pm 1,7	3,1 \pm 1,7	3,5 \pm 3,2	2,9 \pm 2,0	4,7 \pm 3,9	< LOD	< LOD	0,78
Acenaftylen ^b	0,9 \pm 0,7	0,4 \pm 0,4	0,2 \pm 0,3	0,2 \pm 0,1	< LOD	0,3 \pm 0,1	0,2 \pm 0,1	0,4 \pm 0,1	0,13
Acenaften ^b	0,9 \pm 0,5	0,7 \pm 0,2	0,3 \pm 0,2	0,3 \pm 0,1	0,4 \pm 0,2	0,7 \pm 0,5	0,5 \pm 0,3	1,5 \pm 0,5	0,19
Fluoren ^b	1,4 \pm 0,8	< LOD	1,5 \pm 1,8	< LOD	1,6 \pm 0,5	2,3 \pm 1,3	1,6 \pm 1,2	5,9 \pm 2,7	1,21
Antracen ^b	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1,32
Fluoranten ^b	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	5,08
Pyren ^b	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	2,05
Benz(a)antracen ^b	< LOD	< LOD	0	< LOD	< LOD	1,1 \pm 1,2	< LOD	1,4 \pm 0,6	0,44
Krysen ^b	1,9 \pm 1,6	1,7 \pm 0,8	< LOD	1,7 \pm 1,2	< LOD	< LOD	< LOD	2,6 \pm 1,1	1,62
Benzo(b)Fluoranten ^b	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,78
Benzo(k)fluoranten ^b	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1,44
Benzo(a)pyren ^b	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,47
Indeno(1,2,3-cd)pyren ^b	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,57
Dibenz(a,h)anthracen ^b	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0,17
Benzo(g,h,i)perylene ^b	< LOD	< LOD	< LOD	1,1 \pm 0,8	< LOD	3,6 \pm 3,6	< LOD	< LOD	0,47
SUM NPD ^a	132\pm 123	134\pm71	66\pm98	34\pm32	21\pm10	50\pm36	12\pm8	31\pm19	
SUM PAH (EPA16) ^b	6,3\pm5,2	2,8\pm1,0	2,0\pm2,2	2,5\pm1,2	2,0\pm0,6	7,7\pm11	3,4\pm2,9	26\pm16	



Figur 6. Nivå av sum NPD ng/g våtvekt i fiskelever. Figuren viser gjennomsnitt + standardavvik. N = 19-26, bortsett frå torsk fiska ved Statfjord 18. desember 2007 der N = 4.



Figur 7. Nivå av sum PAH (EPA16) ng/g våtvekt i fiskelever. Figuren viser gjennomsnitt + standardavvik. N = 19-26, bortsett frå torsk fiska ved Statfjord 18. desember 2007 der N = 4.

Analyse av PAH metabolittar i galle frå torsk

Prinsippet i analysane av NPD/PAH metabolittar i galle er dekonjugering, derivatisering og GC/MS analyse av gallemetabolittar NPD/PAH.

Ein fekk resultat på 24 av 44 prøvar, delvis pga for lite materiale i nokre av prøvane, og delvis pga dårleg kvalitet på analysen av nokre prøvar. Resultata er vist i Tabell 6.

Høgast gjennomsnittsverdiar vart observerte for 1-pyrenol, 40,9 ng/ml galle, sjølv om for enkeltprøvar var høgste nivå høgare også for andre forbindelsar, spesielt for 1- og 2-naftol, 60 til 80 ng/ml galle. Alkylerte PAH metabolittar var tilstade i signifikante mengder, men vart ikkje kvantifiserte utanom for 2 pga mangel på standardar. Desse to var 2-metyl-1-naftol and 1-metyl-2-naftol. Alkylerte PAH er typiske petrogene markørar.

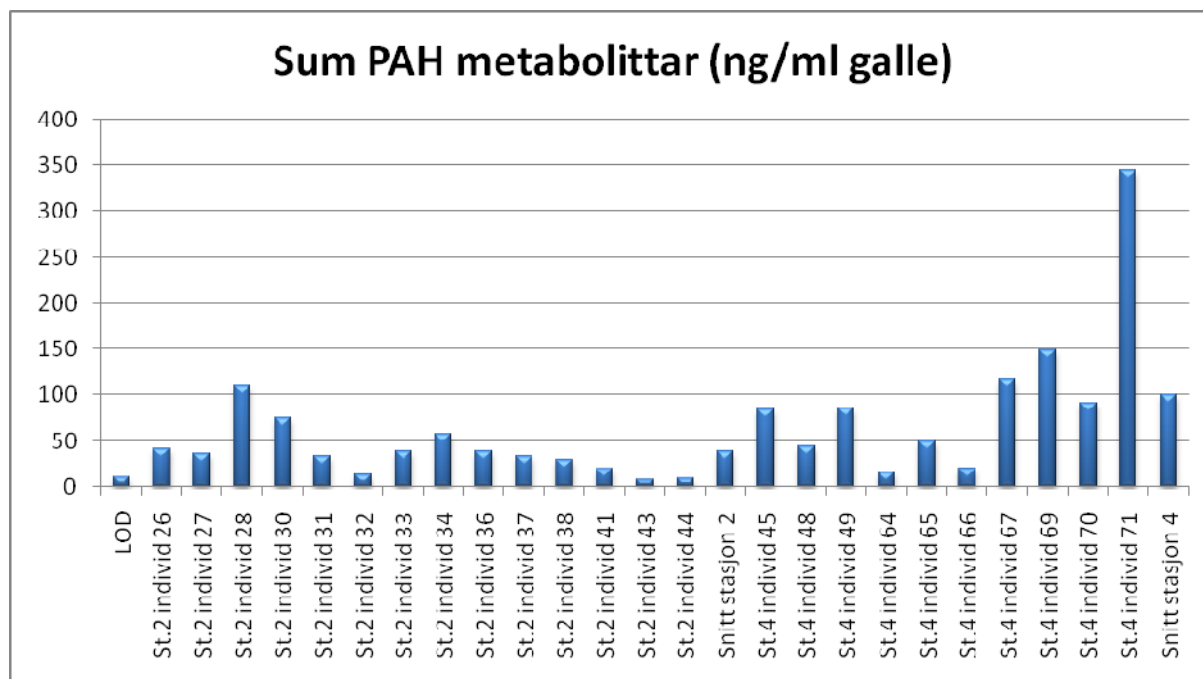
Sum av alle PAH metabolittar analysert hadde gjennomsnittsverdi på 39 ± 5 ng/ml galle i fisk frå stasjon 2 (Statfjord) og 100 ± 13 ng/ml i torsk frå stasjon 4 (referanse) (Tabell 6), dvs at nivå av PAH metabolittar i galle frå torsk fanga ved Statfjord feltet var lågare enn nivå funne i torsk frå referansestasjonen vest av Egersund.

Figur 8 viser individvariasjonar i sum PAH metabolittar i galle. Lågaste nivå var på 8,3 ng/ml galle for individnr 43 og høgaste verdi på 344 ng/ml galle for individnr 71. Det vart ikkje gjort biliverdinmålingar av galleprøvane.

På grunn av at denne metoden er nyetablert ved Havforskningsinstituttet og tilsvarande målingar ikkje er gjort på andre feltdata, har vi diverre lite å samanlikna resultat med for vurdering. Ved uttesting vart det brukt galle frå ein torsk som sto i ruse under oljeflaket etter Server forliset. Denne fisken vil jo vera ei ekstremeksponering til oljeforbindelsar og hadde nivå av PAH metabolittar omkring 40 gonger høgare enn kva som vart funne i torsk frå stasjon 4. Sum PAH gallemetabolittar for denne torsken låg på 4026 ng/ml galle. Denne verdien er også i same storleiksorden som rapporterte nivå i galle frå oljeeksponert fisk (Jonsson *et al.*, 2003).

Tabell 6. PAH metabolittar i galle (ng/ml) i torsk frå stasjon 2 (Statfjord) (N=14) og stasjon 4 (Referanse) (N=10) oppgitt som gjennomsnitt \pm standardavvik.

Metabolitt (ng/ml)	Torsk stasjon 2 11. januar 2008	Torsk stasjon 4 17. januar 2008	Deteksjonsgrense (LOD) (ng/ml)
1-Naftol	9,0 \pm 2,0	14 \pm 23	2,6
2-Naftol	7,1 \pm 4,0	17 \pm 24	1,2
2-Metyl-1-naftol	0,2 \pm 0,3	3,6 \pm 9,8	0
1-Metyl-2-naftol	0,2 \pm 0,1	4,5 \pm 8,7	0,1
2-Fluorenol	14 \pm 9	24 \pm 18	2,1
1-Fenantrenol	5,5 \pm 4,5	14 \pm 12	1,3
1-Pyrenol	12 \pm 9	41 \pm 23	2,6
1-Krysenol	2,3 \pm 0,6	2,3 \pm 1,2	0,8



Figur 8. Individvariasjonar i sum PAH metabolittar i galle i torsk frå Stasjon 2 (Statfjord) og Stasjon 4 (Referanse).

Biomarkøranalysar

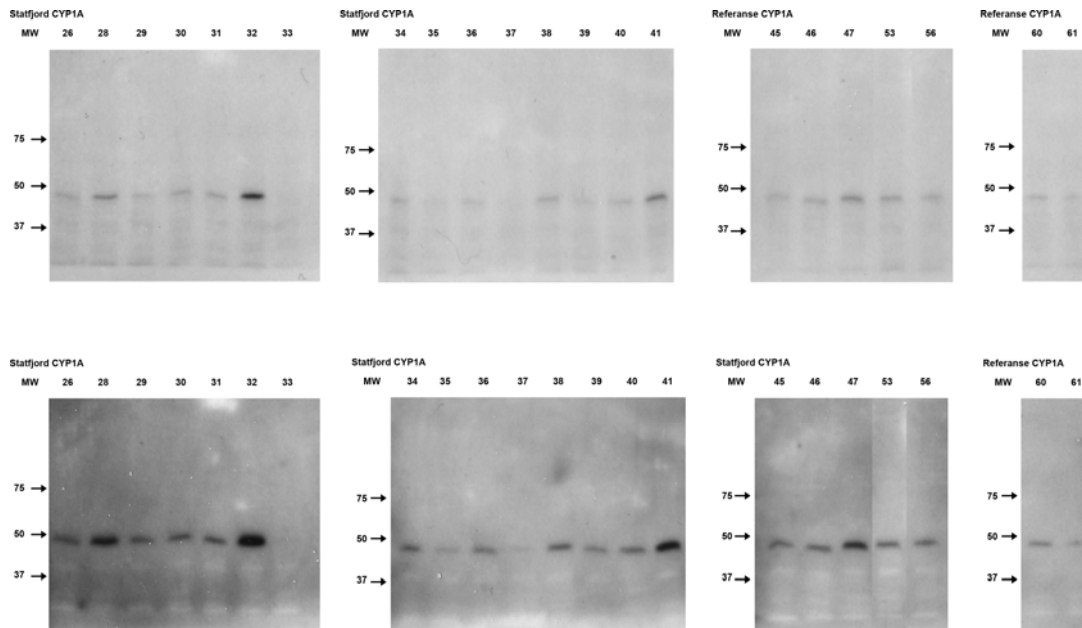
Det er ønskeleg å måle om oljekomponentane som blir tekne opp i fisken fører til ei endring i enzymesystem i ulike vev. Enzymssystemet det er mest vanlig å måle på i samband med oljeutslipp er avgiftingsenzymet cytokrom P450 (CYP1A) frå lever. CYP1A blir oppregulert av PAH-type forbindelsar som ein finn i olje. Nivå kan målast både som endring i enzymaktivitet (EROD) og som endring i proteinnivå ved hjelp av antistoff. Opptak og metabolisme av forureinande stoff fører også til oksidativt stress, og endringar i nivå av slike biomarkørar blir ofte målt i leveren. Vi har i samarbeidsprosjekt med Universitetet i Bergen utvikla fleire nye torskespesifikke antistoff mot protein som blir påverka av oksidativt stress og det vil være av interesse å teste om nokre av desse biomarkørane er blitt påverka i fisk frå Tamperregionen januar 2008. Dette omfattar antistoff mot Cu/Zn superoxid dismutase, thioredoxin, peroxiredoxin, catalase og glutathion-S-transferase. Det vil også være viktig å få samanlikne dette med tilsvarende data på fisk fanga frå eit referanseområde i Nordsjøen. Prøvar av lever er tekne for målingar av biomarkørnivå.

Immunspesifikk påvising av biomarkørprotein på individprøvar

Leverprøvar frå 15 individ frå Statfjord- og referanse-gruppene vart separert ved 1DE og overført til PVDF membran (PhastSystem separasjon / PhastTransfer semi-dry overføring). 1,5 µg protein frå kvar prøve vart nytta. Påvising av catalase, HSP70, CYP1A (samt serotransferrin) etter separasjon på 7,5% PhastGel, TRX og SOD på 10-15% gradert PhastGel.

CYP1A (~50 kDa)

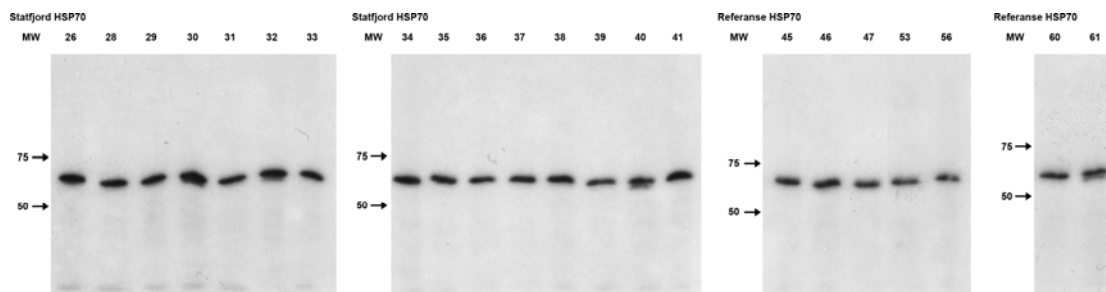
Nytta monoklonalt mus-anti-CYP1A-NP7 (Biosense) fortynna 1:1000 til påvising av CYP1A. Signala er relativt svake og varierer ein del internt i gruppene (Figur 9).



Figur 9. Westernblot inkubert med anti-torsk CYP1A. Blotta er framkalt med ECL.
 ▲ 5 sek film-eksponering, 2t etter ECL inkubering ▼ 15 sek film-eksponering, 2t etter ECL inkubering.

HSP70 (~70 kDa)

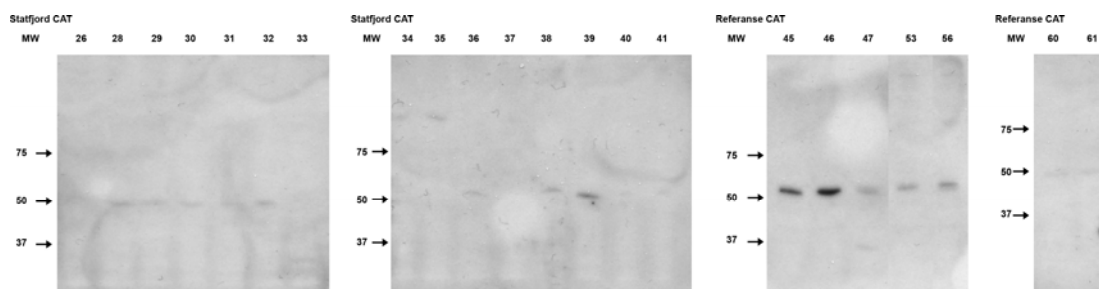
Nytta monoklonalt mus-anti-HSP70 (Sigma) fortynna 1:2500 til påvisning av HSP70 (Figur 10).



Figur 10. Westernblott inkubert med anti-mus HSP70. Blotta er framkalt med ECL.
 5 sek film-eksponering, 2t etter ECL inkubering

Catalase (~50 kDa)

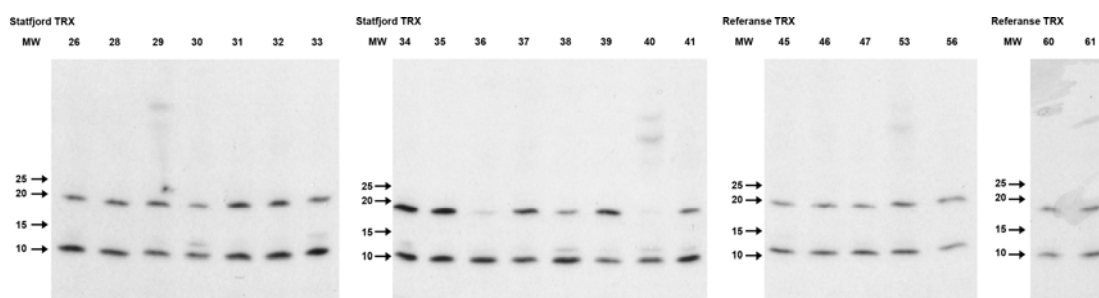
Relativt svake signal som er vanskeleg å vurdere kvantitativt og til dels kvalitativt. Hovudsakleg eitt spesifikt band førekjem, mot to i tidlegare forsøk. Variasjon mellom individa internt i gruppene gjer det også vanskelegare å vurdere dei to gruppene mot kvarandre (Figur 11).



Figur 11. Westernblott inkubert med anti-torsk catalase. Blotta er framkalt med ECL. 5 sek film-eksponering, 2t etter ECL inkubering.

Thioredoxin (~12 kDa)

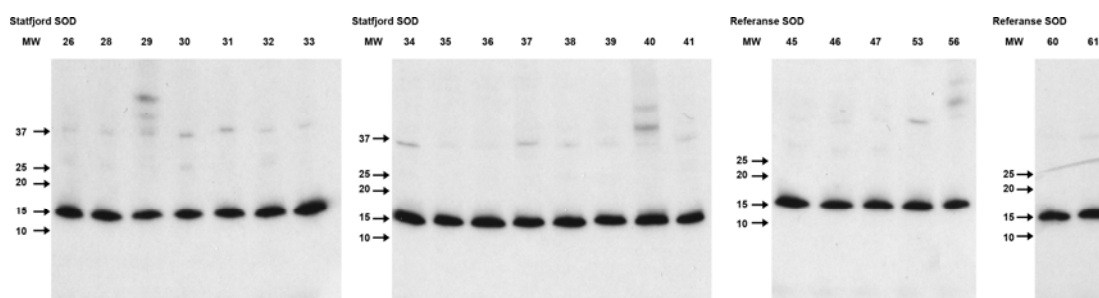
Antistoff-konsentrasjonen har kanskje vore for høg (1:225) då det førekjem to band. Det eine, svakare bandet kan om mogleg òg vera ein dimer. Thioredoxin ser ut til å vere kraftigare uttrykt i Statfjord-gruppa (Figur 12).



Figur 12. Westernblott inkubert med anti-torsk thioredoxin.

Cu/Zn superoxid dismutase (~16 kDa)

For CU/Zn superoxid dismutase (SOD) er det noko vanskelegare å vurdere dei to gruppene kvantitativt i høve til kvarandre ved western blot då signala er noko kraftigare enn ynskjeleg (Figur 13).

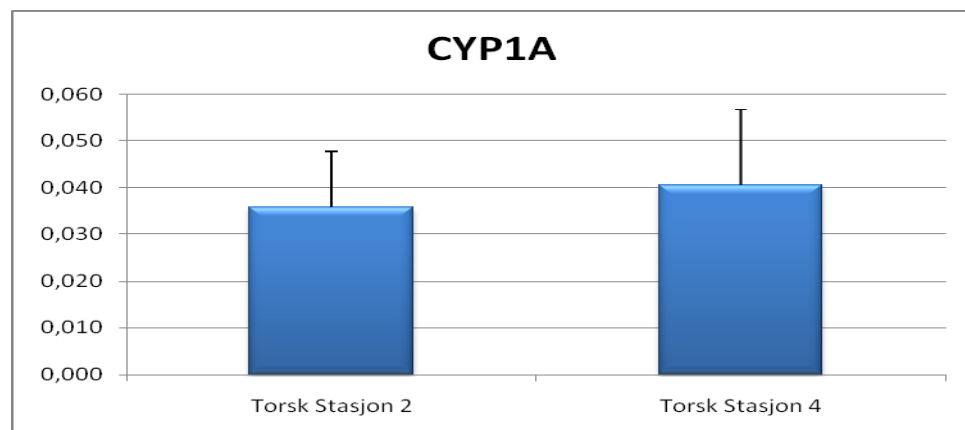


Figur 13. Westernblott inkubert med anti-torsk Cu/Zn superoxid dismutase.

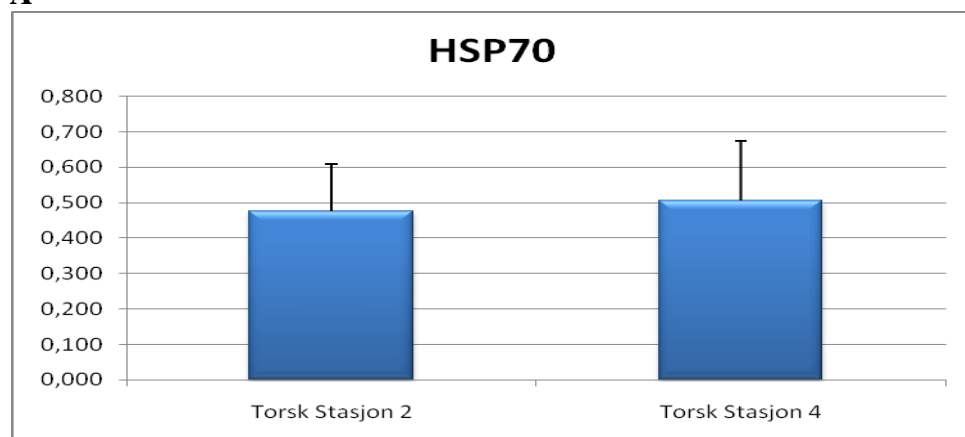
ELISA målingar

Titring med Western blott var utgangspunkt for kva antistoff som vart valt til ELISA. ELISA resultat med CYP1A, HSP70, catalase og Cu/Zn superoxid dismutase viste same trend som gallemetabolitt data, dvs at torsk frå referanse stasjonen sør i Nordsjøen hadde litt høgare nivå enn torsk fanga ved Tampen (Figur 14). For Cu/Zn superoxid dismutase var denne forskjellen signifikant. Thioredoxin var derimot svakt høgare i torsk frå Tampen samanlikna med referansestasjonen, men forskjellen var ikkje signifikant (Figur 14). Dette er første gongen desse polyklonale anti-torske antistoffa mot catalase, thioredoxin og Cu/Zn superoxid dismutase er blitt brukt, så vi har ikkje data for samanlikning med laboratorieeksponert

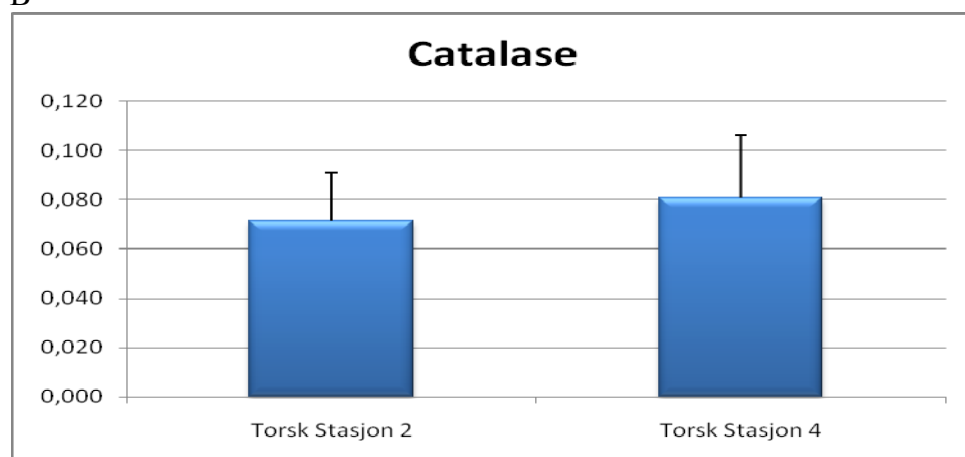
materiale. Vi veit difor heller ikkje kor stor den naturlege variasjonen i feltdata vil vera, men vidare studiar kan vere med å etablere dette.



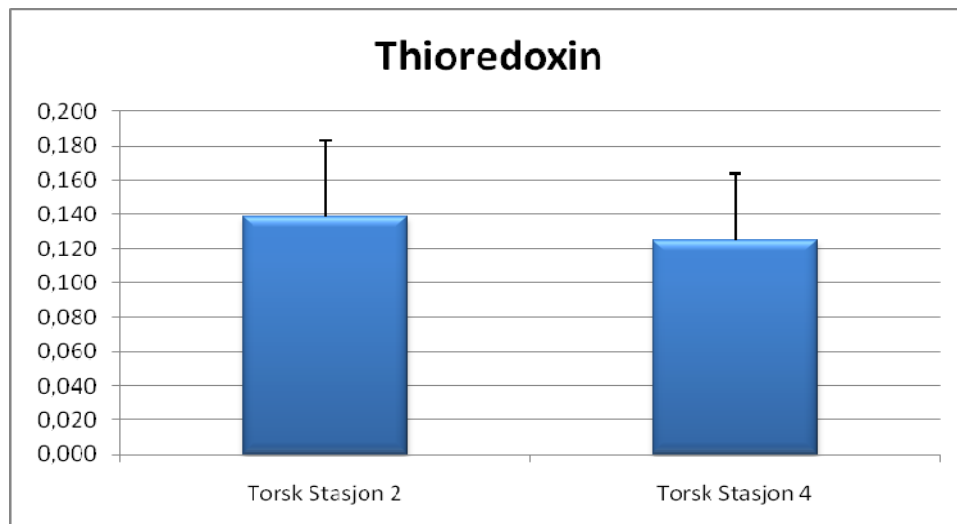
A



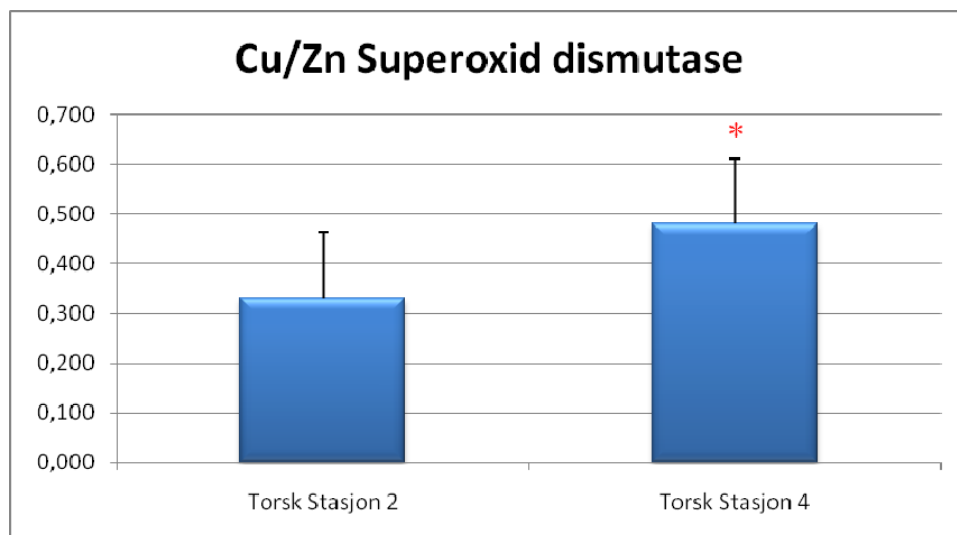
B



C



D



E

Figur 14. Absorbans A450 nm ved ELISA med antistoff mot (A) CYP1A, (B) HSP70, (C) catalase, (D) thioredoxin, (E) Cu/Zn superoxid dismutase i lever frå torsk frå Stasjon 2 (Tampen 11. januar 2008) og Stasjon 4 (Egersundbanken 22. januar 2008).

6. Konklusjon

Akustiske analysar vart utført på toktet med F/F Håkon Mosby 14.-16. desember 2007. Fisk vart observert over heile området, og det var ikkje lågare fisketetthet i området ved oljeflaket. Totalførekomst observert ved ekkolodd var større aust og nord for oljeflaket. Dette skuldast meir plankton ved djupare vatn.

THC og NPD nivå i vassprøvar viste relativt stor variasjon. Snittverdiar var relativt like mellom overflate- og botn. Snittverdiane av sum NPD målt på Tampen 3 dagar etter oljeutsleppet var 3-5 gonger over verdi målt på same området i slutten av januar 2007 ifm med etterkantundersøkinga etter Server ulukka.

Målingar av oljekomponentar i fiskefilet frå Nordsjøen fanga 6 dagar og ein måned etter oljeutsleppet viser at alle komponentane var under deteksjonsgrensa. Det er difor ikkje grunnlag for å seie at utsleppet har ført til forringa matvarekvalitet på fisk frå Nordsjøen.

Sum NPD nivå i lever frå torsk og sei frå Tampenområdet fanga etter utsleppet låg ikkje over det som tidlegare er blitt rapportert når det gjeld NPD nivå.

Hyse og lyr fanga ved Tampen like etter oljeutsleppet hadde høgast nivå av sum NPD forbindelsar i lever samanlikna med dei andre uttaka i denne studien. Det var spesielt NPD-forbindelsane C2-naftalen og C3-naftalen som bidrog til dette utslaget. Sum NPD i lever frå hyse fanga på Statfjord 18. desember 2007 låg på 141 ± 125 ng/g, medan hyse fanga ved Egersundbanken 22. januar 2008 hadde verdiar på 31 ± 19 ng/g. Hyse frå Nordsjøen og Haltenbanken er tidlegare rapportert med snittverdiar frå 10-66 ng/g. Det synest difor som at hyse fanga på Tampen like etter utsleppet hadde forhøga nivå av sum NPD. Fisk har god evne til metabolisering og utskiljing av NPD/PAH, men sidan hyse og lyr ikkje vart fanga ved Tampen i januar, har vi ikkje data til å seie om nivå av sum NPD var lågare i desse artane ein måned etter utsleppet.

Hyse fanga frå referanseområdet (Egersundbanken) 22. januar 2008, hadde høgare nivå av sum PAH enn hyse fanga frå Tampen. Dette skuldast ikkje oljeutsleppet ved Statfjord A, pga PAH samansetjing og at kyststraumen og oljedriftsanalysar viser drift nordover langs kysten.

Målingar av PAH metabolittar i galle vart utført på torsk frå Tampen og torsk frå referanseområde 1 mnd etter utsleppet. Det vart også utført biomarkøranalysar av avgiftningsenzymet cytokrom P450, og protein relatert til oksidativt stress som HSP70, catalase og Cu/Zn superoxid dismutase på same fisken. Det vart ikkje målt forhøga nivå av gallemetabolittar eller biomarkørnivå i torsk frå Tampen i forhold til torsk frå referanseområdet (Egersundbanken). Dette tyder på at torsk fanga på Tampen i januar 2008 ikkje var negativt påverka av utsleppet.

7. Referansar

Boitsov S, Klungsøyr J, Jensen H. 2007. Concentrations of petroleum hydrocarbons in sediments and seawater from the Barents and Norwegian Seas 2003-2005. *Fisken og havet* No 3/2007. pp45.

Durell GS, Utvik TR, Johnsen S, Frost T, Neff J. 2006. Oil well produced water discharges to the North Sea. Part I: Comparison of deployed mussels (*Mytilus edulis*), semi-permeable membrane devices, and the DREAM model predictions to estimate the dispersion of polycyclic aromatic hydrocarbons. *Marine Environmental Research* 62 (3):194-223.

Grøsvik BE, Meier S, Westrheim K, Skarphéðinsdóttir H, Liewenborg B, Balk L, Klungsøyr J. 2007. Condition monitoring in the water column 2005: Oil hydrocarbons in fish from Norwegian waters. IMR Report No. 2-2007. pp 33.

Jonsson G, Beyer J, Wells D, Ariese F. 2003. The application of HPLC-F and GC-MS to the analysis of selected hydroxy polycyclic hydrocarbons in two certified fish bile reference materials. *J. Environ. Monit.* 5: 513-520.

Klungsøyr J, L Balk, MHG Berntssen, J Beyer, AG Melbye, K Hylland. 2003 NFR project No. 152231/720 – Contamination of fish in the North Sea by the offshore oil and gas industry. Summary report to NFR. 30 pp.

Klungsøyr J, Johnsen S. 1997. Oil hydrocarbons in fish from Norwegian waters 1993-95. *Fisken og havet*. Nr 17. pp 52.

Meier S, Grøsvik BE, Westrheim K, Salthaug A, Olsen E. 2007. Undersøkelse av forurensing av det marine miljøet etter M/S Server forliset på Fedje 12. Januar 2007 – vannkvalitet, villfisk og skalldyr. IMR rapport. pp. 12.

Nilsen BM, Berg K, Goksøyr A (1998). Induction of Cytochrome P450 1A (CYP1A) in Fish: A biomarker for Environmental Pollution. *Methods in Molecular Biology*. I. R. Phillips and E. A. Shephard. Totowa, NJ, Humana Press Inc. 107: 423-438.

8. Appendix

8.1 Metodar

Undersøkingar av vasskvalitet

På kvar stasjon blei det teke CTD snitt frå overflate til botn, og prøvar av overflate- (1m under overflaten og 1m over botnen. Vassprøvane er undersøkt for førekomst av total hydrokarbon (THC) og oljekomponentar NPD.

Vassprøvane vart tappa direkte frå 5 L Niskin vasshentarar over på 2.8 L brune glassflasker og vart konserverte med 20ml diklormetan (DCM). Vassprøvane vart så transporterte til Havforskningsinstituttet i Bergen for analyse. Vassprøvane er analysert for total hydrokarbon (THC) med gaskromatografi-flammeioniseringsdetektor (GC-FID). NPD (naftalen, fenantren, dibenzothiofen og deira C₁-C₃ alkylhomologar) er analysert med gaskromatografi-massespektrometri (GC-MS). Alle analysar er gjort etter akkrediterte metodar (Metode O1, Metode O2 og Metode O4, ISO17025, Norsk Akkreditering). Deteksjonsgrense er 0,1 ng/l for NPD og 1µg/l for THC.

NPD og PAH i fiskefilet og -lever

Tabell 2 gir ein oversikt over prøvar som er analysert for innhald av NPD og polysykliske aromatiske hydrokarbon (PAH) i fiskefilet og lever. Komponentar som er analyserte er lista i Tabell 4 og 5. Prinsippet for analysane er ekstraksjon ved forsåping, væske/væskeekstraksjon, oppreinsing og analyse ved GC/MS. Metodar for analyse av PAH i fiskemuskel er akkreditert (Metode O1). Metode for analyse av NPD/PAH i lever og NPD i filet er ikkje akkreditert, men sett opp med same kvalitetskrav som målingane av PAH i fiskefilet (Metode O1) og NPD i sediment (Metode O2). Deteksjonsgrense (LOD) er definert til gjennomsnitt av blankprøvane + 3x standardavvik til blankprøvane.

Analyse av NPD/PAH på galleprøvar av torsk

Sidan PAH forbindelsar blir raskt metaboliserte i fisk, er det interessant å samanlikna nivå av PAH metabolittar (hydroksylerte PAH) i fiskegalle med nivå av foreldreforbindelsar i fiskemuskel eller -lever. PAH blir metaboliserte i fisk i to trinn, først blir dei oksiderte til hydroksylerte PAH og deretter konjugerte til meir vassløyselege konjugat t.d. som glukuronsyre. Fleire metodar har beskrive analyse av PAH metabolittar ved bruk av fast-fase ekstraksjon, ulike typar derivatisering og påfølgjande GC-MS analysar (t.d. Jonsson *et al.*, 2003). Basert på dette har følgjande metode for analyse av PAH metabolittar blitt brukt i denne studien. Metoden involverer pentafluorobenzoyl derivatisering, som tidlegare rapportert for alkylfenol analysar (Boitsov *et al.*, 2004). Dette gjer at ein oppnår låge deteksjonsgrenser og betre oppløysing pga mulighet for å bruke negativ kjemisk ioniserings (NCI) modus ved GC-MS.

Galle (100 µl) vart fortynna i 100 µl natrium acetat buffer (0.01 M, pH 5). 18 µl β-glukoronidase (115600 units/ml) blei tilsett, og prøvane vart inkuberte ved 37°C i 2 timar. Surrogat intern standard (SIS) som inkluderer to deutererte hydroxy PAH (1-Naftol-d7 og 1-Hydroxypyren-d9), blei tilsett løysinga som deretter vart fortynna med 2 ml eddiksyre (0.1 %). Blandinga vart sett på Oasis (HLB) SPE kolonne (4 cc volum). Kolonna var først forbehandla med 1 ml metanol and 1 ml eddiksyre (0.1 %), suksessivt. Kolonna var reinsa med 3 ml eddiksyre (0.1 %) og tørka i ½ time under vakum. Analyttane blei ekstraherte med 4 ml metanol. Ekstraktet vart deretter fordampa til ca. 0,2 ml under nitrogen tilførsel (40°C).

Eluatet vart derivatisert med pentafluorobenzoylchlorid som beskrive i Boitsov et al. (2007) og prøvane konsentrerte til 0,3 ml heksan løysing under nitrogen tilførsel (40 C). Alle prøvar blei tilsett 100 µl relativ intern standard (RIS, 360 ng/ml) og analysert ved GC-MS i valt ionemonitorerings (SIM) modus ved negativ kjemisk ionisering (NCI). Følgjande derivatmassar vart scanna i SIM modus. Deteksjonsgrense (LOD) er definert til gjennomsnitt av blankprøvane + 3x standardavvik til blankprøvane.

Forbindelse	Molekylær masse/ Quantifier ion
2-Naftol	338
1-Naftol	338
1-Metyl-2-Naftol	352
2-Metyl-1-Naftol	352
2-Hydroksyfluoren	376
1-Hydroksyfenantren	388
1-Hydroksypyren	412
1-Hydroksykrysen	438
1-Naftol-d7	345
1-Hydroksypyren-d9	421

Biomarkøranalysar

Biologisk materiale

Lever frå torsk, innhenta frå Tampen (Stasjon 2) og referanseområde (Stasjon 4) hhv 11.01.2008 og 17-18.01.2008. 19 torsk frå Statfjordfeltet og 25 torsk frå referanseområde.

Buffer for homogenisering og tillaging av postmitokondriell supernatant (PMS)

0,1 M natriumfosfat ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), 0,15 M kaliumklorid, 1 mM EDTA, 1 mM DTT, 10% v/v glyserol, pH 7,4.

2X prøvebuffer for PhastSystem separasjon

20 mM Tris/HCl pH 8,0, 4% SDS, 0,2 M DTT, 0,02% bromfenolblått, 2 mM EDTA.

Homogenisering av lever og tillaging av PMS-fraksjon (S-10 fraksjon)

ca 0,5-1 g lever vart tilsett homogeniseringsbuffer (4 ml pr 1 g lever) og homogenisert. Homogenatet vart overført til 1,5ml Eppendorfrøyr og sentrifugert 20 min ved 10.000xg og 4°C. Supernatant vart alikvotert og overført til nye Eppendorfrøyr. Prøvar vart lagra ved -80°C.

Måling av proteinmengd i PMS

PMS-fraksjon av torskelever vart fortynna 1:400 i destillert vatn (2,5 µl prøve til 1 ml). 50 µl fortynna prøve vart tilsett i 2x2 parallellar til ei ELISA-plate (Nunc 96 wells, flat bottom). 300 µl Coomassie fargereagens (1:1 Coomassie G-250 / 17% fosforsyre) vart tilsett prøvane og inkubert 5 min. Absorbans vart målt ved 595 nm vha platelesar (Tecan SPECTRA Fluor). Proteinkonsentrasjon fastslått vha standardkurve av 8 kjende konsentrasjonar av BSA.

Protein-screening ved 1D SDS-PAGE

9 individ-prøvar frå Statfjordgruppe og referansegruppe vart vald ut for å bla. kontrollere om homogenisering og fraksjonering var vellukka. Protein-konsentrasjon vart justert til 1 mg/ml, i

dH₂O, tilsett 1 volum SDS-prøvebuffer og varma til 95°C i 5 min. 10 µl (5 µg) av kvar prøve vart applisert til 7,5% polyakrylamid-gel og separert elektroforetisk ved 200V. Gelfarging utført med SimplyBlue Safestain (Invitrogen).

Titring av antistoff

Samleprøvar av torskelever-PMS vart separert i 1D på 7,5% polyakrylamid mini-gel og overført til PVDF-membran. Totalt 75 µg protein vart påsett gelen (enkeltbrønn). Etter overføring vart membranen delt opp i strips. Antistoff-fortynningar vart så tilsett til separate membranstrips for å vurdere antistoff-sensitivitet og spesifisitet. Antistoff mot thioredoxin (TRX), peroxiredoxin (PRDX), catalase (CAT), glutathion-S-transferase (GST) og Cu/Zn-superoxide dismutase (SOD) vart prøvd ut i ulike konsentrasjonar: 1:200, 1:400, 1:800, 1:1600, 1:3200, for å vurdere kva fortynningsgrad som gjev optimal spesifisitet/sensitivitet (Tabell 5). Antistoffa er ikkje affinitetsreinsa mot peptid og det kan soleis førekoma små mengder antistoff mot andre protein.

Membranar vart framkalla ved bruk av ECL (Amersham). For thioredoxin, catalase og Cu/Zn-superoxid dismutase vart det funne antistoff-konsentrasjonar som gjev eit brukbart forhold mellom spesifisitet og sensitivitet. Dette vart vidare nytta til immunspesifikk påvising av proteina i individprøvar (PhastSystem western blotting). For peroxiredoxin var resultatet noko tvetydig. Signalet på PRDX (~25 kDa) ligg i forkant av separasjonsfronten, noko som kan koma av at 7,5% gelar gjev dårleg separasjon av protein under 30kDa. TRX (~12 kDa) og SOD (~16 kDa) derimot ligg i sjølve separasjonsfronten. For catalase (60 kDa) såg vi to jamnsterke band mellom 60 og 75 kDa og i tillegg nokre uspesifikke signal. Det er mogleg at 75 kDa-bandet skuldast ufullstendig reduksjon/denaturering av proteinet. For GST vart det ikkje påvist noko band som høver med molekylvekta for proteinet.

Tabell 5: Antistoff-titrering

Antistoff	Anslått optimal fortynning	Fortynningsgrad nytta (PhastSys)	Kommentar
Thioredoxin	1:100 – 1:300	1:225	Relativt svakt signal, også noko uspesifikk binding
Peroxiredoxin	1:300 ?	N/A	(Spesifikt??) band i forkant av separasjonsfront <30kDa, noko uspesifikk binding
Catalase	1:1000 – 1:2000	1:800	To jamnsterke band, moderat uspesifikk binding
Glutathion-S-transferase	?	N/A	Truleg ingen spesifikk band, moderat uspesifikk binding
Cu/Zn-superoxid dismutase	1:200 – 1:500	1:300	Høg affinitet, lite uspesifikk binding

SDS-PAGE og western-blott

Proteinseparasjon ved 1DE vart utført vha PhastSystem (GE/Pharmacia) på 7,5% (polyakrylamid) samt 10-15% (gradert polyakrylamid) PhastGel medium og Mini PROTEAN (BioRad) på 7,5% polyakrylamid gel. Overføring av protein til PVDF membran vart utført vha PhastTransfer semi-dry blotting (GE/Pharmacia) og Mini Trans-blot (BioRad). Før antistoff-inkubasjon vart alle membranar inkubert 5 min i TTBS og blokkert i 3% tørrmjølk / TTBS (min 1 t). Primærantistoff inkubasjon vart utført over natt og vaska 2x5 min i TTBS. Inkubasjon med sekundært antistoff vart utført i minimum 3 t. Før immunspesifikk påvising vha kjemiluminisens (ECL, Amersham) vart membranar vaska 2x5 min i dH₂O / 2x5 min i TTBS / 3x4 min i dH₂O (alle inkubasjons- og vaskesteg utført ved romtemperatur og risting).

Immunspesifikk påvising ved ECL

Membranar vart inkubert 5 min i ECL framkallingsløysing. Resterande ECL løysing vart fjerna vha Whatman filterpapir og membranar vart overført til filmframkallingskassett. Lyssensitiv film (Hyperfilm, Amersham) vart eksponert på mørkerom og framkalla vha Optimax filmframkallar (ProTec).

ELISA

Målingar av 5 ulike antistoff ved ELISA vart utført som skildra i Nilsen et al. (1998). 1 µg total protein vart tilsett per brønn, 4 parallellar per prøve. To ELISA plater vart brukt per antistoff og halvparten av parallellane per stasjon vart påsett på øvste halvdel på den eine og nedste halvdel på den andre. Dette for å unngå at tid med framkalling skulle påverka resultatet. For måling av CYP1A1 nivå brukte vi monoklonalt mus anti-torsk CYP1A (NP-7) frå Biosense, Bergen, fortynna 1:1000. Monoklonalt HSP70 vart kjøpt frå Sigma og fortynna 1:2500. Polyklonalt anti-torsk catalase, anti-torsk thioredoxin, anti-torsk Cu/Zn superoxid dismutase er utvikla i eit samarbeid mellom B.E. Grøsvik og Prof. Anders Goksøyr, Universitetet i Bergen. Fortynningar brukt til ELISA: anti-torsk catalase (1:1000), anti-torsk thioredoxin (1:840), anti-torsk Cu/Zn superoxid dismutase (1:382).

Statistiske analysar

Statistiske analysar vart gjort ved hjelp av JMP 7.0.1 frå SAS Institute Inc. Student t test vart brukt til analyse av ELISA resultat i Figur 14 etter test for normalfordeling og varianslikskap.

8.2 Cruise report MS Håkon Mosby 14-16.12.2008

«Cruise report»

MS “Håkon Mosby” 14-16.12.2007

**Investigations in relation to an oil leak around Statfjord A in the
northern North Sea.**

by

Aril Slotte

Institute of Marine Research, P. O. Box 1870 Nordnes, N-5817 Bergen, Norway

Objectives

The main objective of the survey was to sample the water, fish and zooplankton and conduct chemical analyses to look for potential effects of the oil leak at Statfjord A and surrounding areas in the northern North Sea.

Material and methods

This survey was initiated on very quick notice as a response to the oil leak at Statfjord A 12 December. RV “Håkon Mosby”, and all participants were directed to the area on short notice at 14 December. The vessel arrived at Statfjord A just after midnight at 15 December. At that time the oil leak had drifted a little bit to the south east as marked in Figure 1.

The problem was, however, that it was too windy and the waves too large for trawling and fish sampling. The weather did not improve and it was decided to carry on with CTD-stations sampling the water from Statfjord A and along the drift route, including the oil area and further to the east.

In order to look for potential effects on fish distribution, acoustic data were recorded with a 38 kHz SIMRAD EK 60 echo sounder and echo integrator. In addition BEI, Bergen echo integrator system, was also applied in the interpretation of the data. The recorded area echo abundance, i.e. the nautical area backscattering coefficient (NASC), S_A was interpreted to groundfish, pelagic fish and plankton. The area around the oil leak was also surveyed acoustically, and CTD-stations were taken accordingly as reference material.

Results

The water samples taken at CTD-station will be analysed at IMR within a short period.

With regard to fish distribution, the area echo abundance did not seem to be affected by the oil leak (Figure 2). Fish was observed all over the surveyed area, and there were no clear trends suggesting lower fish densities in the drift area of the oil. The total area echo

abundance increased somewhat to the east and north of the oil leak area, but this was related to an increase of plankton in the deeper waters.

Acknowledgement

The following participated on short notice and are thanked for their willingness to spend a weekend in bad weather to study the potential effects of the oil leak: Ole Oscar Arnøy, Bjørn Einar Grøsvik, Inger Henriksen, Åse Husebø, Terje Jåvold, Geir Landa, Grethe Tveit and Andreas Neuwejaar. The rest of the crew on board RV “Håkon Mosby” are thanked for their valuable work and for trying hard to help getting the data needed despite the bad weather.

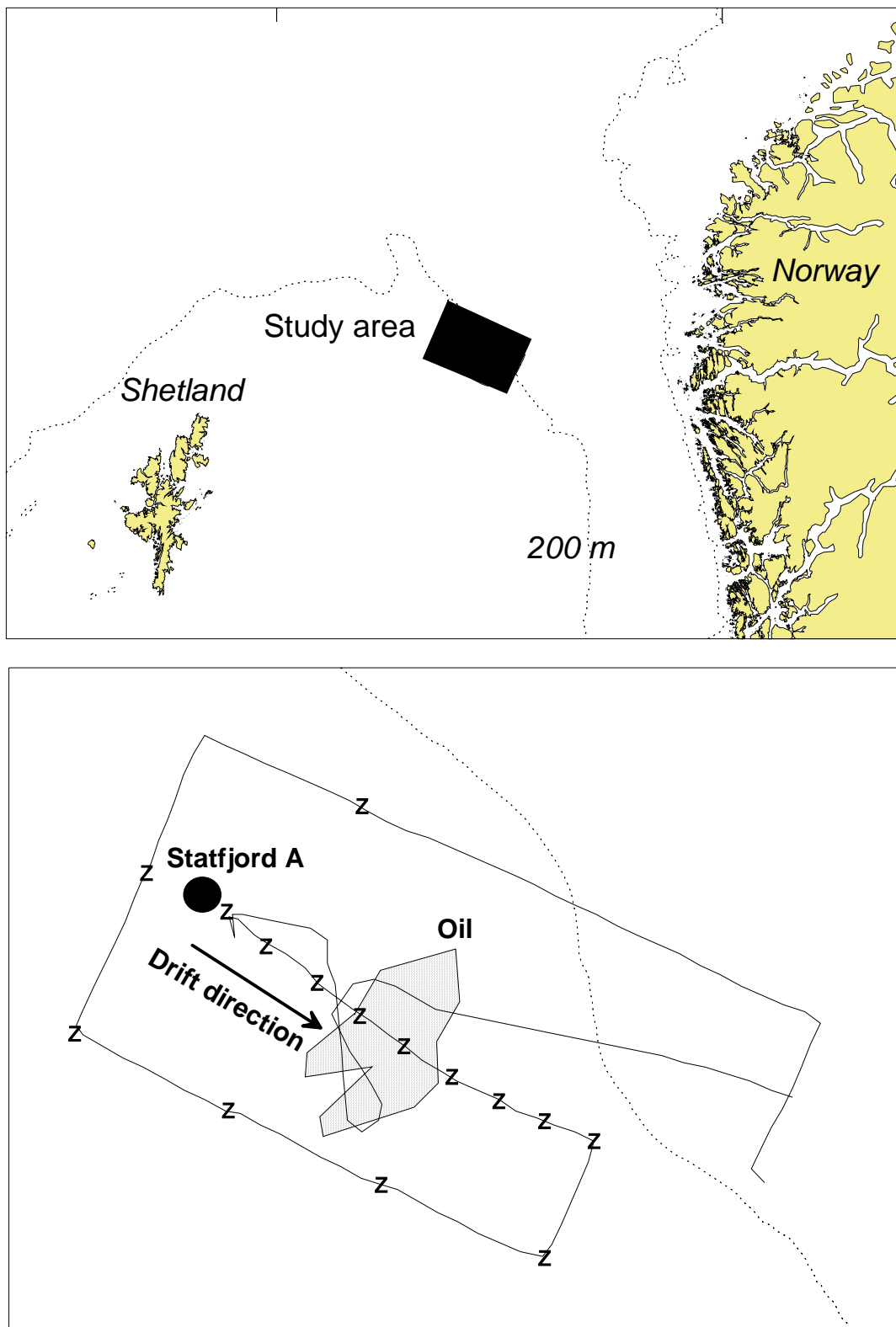


Figure 1. Location of the study area with oil leak from Statfjord A. The distribution of the oil leak is given as observed at 14 Des. The acoustic survey track and CTD-station (z) with water sampling conducted with RV “Håkon Mosby” are given.

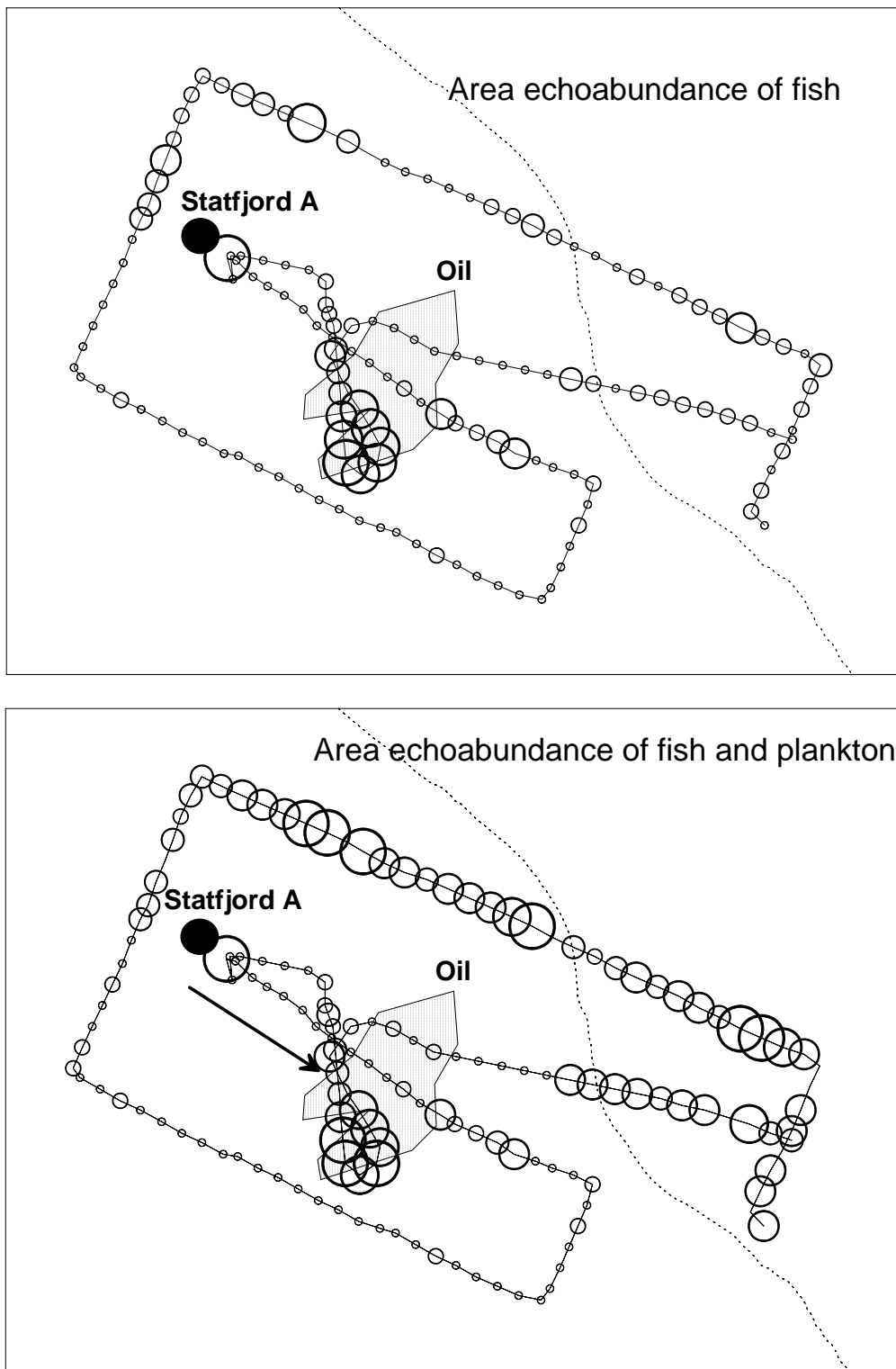


Figure 2. Acoustic recordings of fish (upper), fish and plankton combined (bottom) along the survey track with RV "Håkon Mosby". The size of the bubbles shown represent the area echo abundance (s_A) per 1 nmi.

8.3 Fiskedata Johan Hjort 18. Desember 2007

Kjønn: 1 er hokjønn og 2 er hannkjønn.

Art	Nr	Stasjonsnr	Vekt (g)	Lengde (cm)	Kjønn	Lever (g)
Torsk	1	682	6450	80	2	512
Torsk	2	682	1153	46	2	19
Torsk	3	682	1554	51	2	34
Torsk	4	682	810	42	1	15
Sei	1	682	1928	56	1	114
Sei	2	682	1536	54	2	68
Sei	3	682	1604	54	1	103
Sei	4	682	921	49	2	6
Sei	5	682	984	48	2	20
Sei	6	682	1305	53	2	46
Sei	7	682	1829	56	1	133
Sei	8	682	1326	49	2	30
Sei	9	682	924	48	2	29
Sei	10	682	1144	51	1	20
Sei	11	682	1244	50	1	59
Sei	12	682	701	43	2	13
Sei	13	682	988	50	2	14
Sei	14	682	626	40	1	9
Sei	15	682	773	45	1	15
Sei	16	682	669	42	2	12
Sei	17	682	647	42	2	20
Sei	18	682	855	46	2	29
Sei	19	682	893	47	1	23
Sei	20	682	794	46	2	30
Sei	21	682	684	44	1	27
Sei	22	682	538	39	1	12
Sei	23	682	636	41	1	14
Sei	24	682	623	42	1	11
Sei	25	682	513	39	1	11
Hyse	1	682	807	43	2	42
Hyse	2	682	2484	63	2	132
Hyse	3	682	801	45	2	28
Hyse	4	682	1801	56	1	85
Hyse	5	682	1057	45	1	61
Hyse	6	682	1120	46	1	52
Hyse	7	682	662	38	2	35
Hyse	8	682	844	44	1	47
Hyse	9	682	726	40	2	27
Hyse	10	682	730	41	1	49
Hyse	11	682	944	44	1	66
Hyse	12	682	590	38	2	19
Hyse	13	682	652	40	1	32
Hyse	14	682	917	44	1	45
Hyse	15	682	629	38	1	28
Hyse	16	682	794	42	1	47
Hyse	17	682	684	39	2	42
Hyse	1	683	676	39	2	33

Hyse	2	683	1243	47	1	91
Hyse	3	683	1403	47	2	80
Hyse	4	683	1320	49	1	76
Hyse	5	683	546	37	2	28
Hyse	6	683	540	37	1	20
Hyse	7	683	603	39	1	27
Hyse	8	683	446	35	2	14
Lyr	1	682	3064	67	2	153
Lyr	2	682	3378	66	2	206
Lyr	3	682	4329	68	1	284
Lyr	4	682	3836	71	1	221
Lyr	5	682	4298	73	2	259
Lyr	6	682	2996	67	1	150
Lyr	7	682	2696	64	1	129
Lyr	8	682	3298	63	2	174
Lyr	9	682	4089	72	1	221
Lyr	10	682	3869	70	1	273
Lyr	11	682	2584	62	2	126
Lyr	12	682	2954	69	1	114
Lyr	13	682	3062	64	1	213
Lyr	14	682	2159	59	2	120
Lyr	15	682	3623	68	1	198
Lyr	16	682	3302	64	2	189
Lyr	17	682	2818	61	2	173
Lyr	18	682	3146	66	2	154
Lyr	19	682	2705	64	2	128
Lyr	20	682	3686	71	2	190
Lyr	21	682	4144	72	2	196
Lyr	22	682	2074	56	2	107
Lyr	23	682	3781	70	1	190
Lyr	24	682	4457	70	2	198
Lyr	25	682	3516	67	2	189

8.4 Fiskedata Håkon Mosby, januar 2008

Kjønn: 1 er hokjønn og 2 er hannkjønn.

Serie, stnr	Art	Dato	Posisjon	Fisknr.	Lengde (cm)	Vekt (g)	Leverv. (g)	Kjønn, stadium
60003,03	Sei	110108	61°08,2'-00°39.5'	1	49	1070	17	1,1
60003,03	Sei	110108	61°08,2'-00°39.5'	2	45	825	15	1,1
60003,03	Sei	110108	61°08,2'-00°39.5'	3	51	1370	36	2,2
60003,03	Sei	110108	61°08,2'-00°39.5'	4	72	3990	235	1,2
60003,03	Sei	110108	61°08,2'-00°39.5'	5	54	1440	140	2,1
60003,03	Sei	110108	61°08,2'-00°39.5'	6	65	2915	120	2,2
60003,03	Sei	110108	61°08,2'-00°39.5'	7	75	5020	365	2,2
60003,03	Sei	110108	61°08,2'-00°39.5'	8	83	7295	595	2,2
60003,03	Sei	110108	61°08,2'-00°39.5'	9	72	3555	120	1,4
60003,03	Sei	110108	61°08,2'-00°39.5'	10	73	4515	370	1,2
60003,03	Sei	110108	61°08,2'-00°39.5'	11	45	910	45	2,2
60003,03	Sei	110108	61°08,2'-00°39.5'	12	42	630	17	2,1
60003,03	Sei	110108	61°08,2'-00°39.5'	13	49	1055	15	1,1
60003,03	Sei	110108	61°08,2'-00°39.5'	14	54	1180	26	1,1
60003,03	Sei	110108	61°08,2'-00°39.5'	15	57	1855	120	1,2
60003,03	Sei	110108	61°08,2'-00°39.5'	16	97	12140	1365	1,2
60003,03	Sei	110108	61°08,2'-00°39.5'	17	70	3710	215	1,2
60003,03	Sei	110108	61°08,2'-00°39.5'	18	75	4250	220	1,2
60003,03	Sei	110108	61°08,2'-00°39.5'	19	74	4720	395	1,2
60003,03	Sei	110108	61°08,2'-00°39.5'	20	42	625	8	2,1
60003,03	Sei	110108	61°08,2'-00°39.5'	21	64	3425	275	1,2
60003,03	Sei	110108	61°08,2'-00°39.5'	22	68	2675	80	1,5
60003,03	Sei	110108	61°08,2'-00°39.5'	23	63	2290	60	2,1
60003,03	Sei	110108	61°08,2'-00°39.5'	24	40	545	12	1,1
60003,03	Sei	110108	61°08,2'-00°39.5'	25	48	900	14	2,1
60007,07	Torsk	110108	61°04.3' 02°10.0'	1	57	1960	55	1,1
60007,07	Torsk	110108	61°04.3' 02°10.0'	2	61	2315	105	2,1
60007,07	Torsk	110108	61°04.3' 02°10.0'	3	61	2250	45	2,1
60007,07	Torsk	110108	61°04.3' 02°10.0'	4	52	1815	55	1,1
60007,07	Torsk	110108	61°04.3' 02°10.0'	5	39	680	25	1,1
60007,07	Torsk	110108	61°04.3' 02°10.0'	6	53	1840	55	1,1
60007,07	Torsk	110108	61°04.3' 02°10.0'	7	57	1950	45	1,1
60007,07	Torsk	110108	61°04.3' 02°10.0'	8	62	2420	90	1,1
60007,07	Torsk	110108	61°04.3' 02°10.0'	9	66	3295	35	1,1
60007,07	Torsk	110108	61°04.3' 02°10.0'	10	72	3860	55	1,1
60007,07	Torsk	110108	61°04.3' 02°10.0'	11	54	1630	80	1,1
60007,07	Torsk	110108	61°04.3' 02°10.0'	12	52	1380	25	1,2
60007,07	Torsk	110108	61°04.3' 02°10.0'	13	58	2175	35	1,1
60007,07	Torsk	110108	61°04.3' 02°10.0'	14	46	1005	45	1,1
60007,07	Torsk	110108	61°04.3' 02°10.0'	15	54	1715	65	1,1

60007,07	Torsk	110108	61°04.3' 02°10.0'	16	56	2030	45	1,1
60007,07	Torsk	110108	61°04.3' 02°10.0'	17	54	1805	65	1,1
60007,07	Torsk	110108	61°04.3' 02°10.0'	18	63	2485	45	1,1
60007,07	Torsk	110108	61°04.3' 02°10.0'	19	72	3670	95	1,2
60012,12	Torsk	170108	58°12.5' 4° 21.5'	1	45	845	10	1,1
60012,12	Torsk	170108	58°12.5' 4° 21.5'	2	29	230	3	1,1
60012,12	Torsk	170108	58°12.5' 4° 21.5'	3	38	615	7	2,1
60012,12	Torsk	170108	58°12.5' 4° 21.5'	4	87	6980	39,5	1,2
60012,12	Torsk	170108	58°12.5' 4° 21.5'	5	76	4505	140	1,2
60012,12	Torsk	170108	58°12.5' 4° 21.5'	6	71	3820	60	1,2
60012,12	Torsk	170108	58°12.5' 4° 21.5'	7	66	2860	120	1,1
60012,12	Torsk	170108	58°12.5' 4° 21.5'	8	76	3770	115	1,1
60012,12	Torsk	170108	58°12.5' 4° 21.5'	9	52	1425	45	1,1
60012,12	Torsk	170108	58°12.5' 4° 21.5'	10	52	1435	20	1,1
60012,12	Torsk	170108	58°12.5' 4° 21.5'	11	45	885	15	1,1
60012,12	Torsk	170108	58°12.5' 4° 21.5'	12	45	855	20	1,1
60012,12	Torsk	170108	58°12.5' 4° 21.5'	13	39	590	15	2,1
60012,12	Torsk	170108	58°12.5' 4° 21.5'	14	42	665	8	1,1
60012,12	Torsk	170108	58°12.5' 4° 21.5'	15	44	850	13	1,1
60012,12	Torsk	170108	58°12.5' 4° 21.5'	16	31	280	4	2,1
60012,12	Torsk	170108	58°12.5' 4° 21.5'	17	33	300	2	1,1
60012,12	Torsk	170108	58°12.5' 4° 21.5'	18	30	245	3	1,1
60012,12	Torsk	170108	58°12.5' 4° 21.5'	19	30	255	2	2,1
60015,15	Torsk	180108	58°12.5' 4° 21.5'	1	85	7600	350	2,2
60015,15	Torsk	180108	58°12.5' 4° 21.5'	2	77	4200	110	2,1
60015,15	Torsk	180108	58°12.5' 4° 21.5'	3	86	6450	435	2,2
60015,15	Torsk	180108	58°12.5' 4° 21.5'	4	57	1830	20	2,1
60015,15	Torsk	180108	58°40,4' 03°37.5'	5	48	1040	20	1,1
60015,15	Torsk	180108	58°40,4' 03°37.5'	6	49	1110	25	1,1
60015,15	Torsk	180108	58°40,4' 03°37.5'	7	48	950	10	2,1
60015,15	Torsk	180108	58°40,4' 03°37.5'	8	68	1000	40	2,1
60015,15	Torsk	180108	58°40,4' 03°37.5'	9	41	705	9	1,1
60016,16	Hyse	220108	57°12,6' 07°07.9'	1	34	365	15	2,2
60016,16	Hyse	220108	57°12,6' 07°07.9'	2	32	320	17	1,2
60016,16	Hyse	220108	57°12,6' 07°07.9'	3	31	295	10	2,2
60016,16	Hyse	220108	57°12,6' 07°07.9'	4	31	305	18	2,2
60016,16	Hyse	220108	57°12,6' 07°07.9'	5	34	355	13	2,2
60016,16	Hyse	220108	57°12,6' 07°07.9'	6	44	1005	43	1,2
60017,17	Hyse	220108	57°11,1' 06°20.6'	1	40	630	35	1,2
60017,17	Hyse	220108	57°11,1' 06°20.6'	2	42	865	45	1,3
60017,17	Hyse	220108	57°11,1' 06°20.6'	3	33	360	15	2,2
60017,17	Hyse	220108	57°11,1' 06°20.6'	4	36	400	20	2,2
60017,17	Hyse	220108	57°11,1' 06°20.6'	5	34	385	10	1,2
60017,17	Hyse	220108	57°11,1' 06°20.6'	6	33	400	15	1,2
60019,19	Hyse	220108	56°47,4' 05°43.7'	1	43	885	36	1,2

60022,22	Hyse	230108	57°05,3' 04°25.5'	1	38	495	10	2,2
60022,22	Hyse	230108	57°05,3' 04°25.5'	2	35	465	20	1,2
60022,22	Hyse	230108	57°05,3' 04°25.5'	3	32	320	20	1,2
60022,22	Hyse	230108	57°05,3' 04°25.5'	4	34	375	20	2,2
60022,22	Hyse	230108	57°05,3' 04°25.5'	5	31	255	15	2,2
60022,22	Hyse	230108	57°05,3' 04°25.5'	6	32	310	15	2,2
60023,23	Hyse	230108	57°03,9' 05°14.3'	1	35	370	13	1,2
60023,23	Hyse	230108	57°03,9' 05°14.3'	2	35	410	15	2,1
60023,23	Hyse	230108	57°03,9' 05°14.3'	3	36	505	43	2,2
60023,23	Hyse	230108	57°03,9' 05°14.3'	4	50	1145	20	1,2
60023,23	Hyse	230108	57°03,9' 05°14.3'	5	39	550	21	2,2
60023,23	Hyse	230108	57°03,9' 05°14.3'	6	36	400	17	1,2
60023,23	Hyse	230108	57°03,9' 05°14.3'	7	34	405	26	1,2
60023,23	Hyse	230108	57°03,9' 05°14.3'	8	34	400	22	1,2

8.5. THC og sum NPD i vassprøvar

Stasjon	Kommentar til THC spekter	THC (µg/l)	SUM NPD (ng/l)
1395 overfl	+	2,0	28,1
1395 botn	+, anna	13,6	34,9
1396 overfl	+	50,7	68,3
1396 botn		15,6	58,3
1397 overfl	+	18,8	30,6
st.1397 botn		7,5	28,9
st. 1398 overfl		tørr	17,1
st. 1398 botn	+	4,9	18,7
st. 1399 overfl	+	7,7	41,9
st. 1399 botn	+, anna	23,3	40,9
st. 1400 overfl		tørr	29,7
st. 1400 botn		40,2	33,0
st. 1401 overfl		3,5	21,8
st. 1401 botn		14,3	24,5
st. 1402 overfl	+, mykje anna	136	31,7
st. 1402 botn	+	8,7	20,7
st. 1403 overfl		9,4	28,9
st. 1403 botn		22,3	42,9
st. 1404 overfl	+	11,3	291,6
st. 1404 botn	+, anna	33,7	126,0
st. 1405 overfl		8,9	32,2
st. 1405 botn		14,0	28,9
st. 1406 overfl		4,9	19,5
st. 1406 botn		13,2	24,5
st. 1407 overfl		8,4	28,0
st. 1407 botn	+, mykje anna	67,6	35,9
st. 1408 overfl		6,7	22,1
st. 1408 botn		16,4	77,0
st. 1409 overfl		tørr	24,5
st. 1409 botn		19,1	20,9
st. 1410 overfl	+	60,1	39,1
st. 1410 botn	+, mykje anna	80,3	282,1
Blank (ferskvatn)			4,3

+ indikerer oljemønster

Deteksjonsgrense er 1 µg/l for THC og 0,1 ng/l for NPD