

# Forurensning

"Murmansk"

Foto: Guri Nafse

Kunnskap om forurensningsnivåene i norske kyst- og havområder er svært viktig for norsk fiskerinæring. Det må kunne dokumenteres at norsk fisk er fanget i "rent hav". Havforskningsinstituttet driver derfor en jevnlig og langsiktig overvåking av nivåene av organiske miljøgifter og radioaktiv forurensning.

HILDE ELISE HELDAL (hilde.elise.heldal@imr.no), JARLE KLUNGSØYR, STEPAN BOITSOV og BJØRN EINAR GRØSVIK

Vi har delt inn havområdene i tre: Barentshavet, Norskehavet og Nordsjøen, med undersøkelser som dekker både kyst og åpent hav. For å fordele innsats og ressursbruk jevnt fra år til år, fokuseres undersøkelsene på ett havområde i året. I tillegg gjør vi årlige undersøkelser av radioaktiv forurensning rundt den sunkne russiske ubåten "Komsomolets", ved Værlandet i Sogn og Fjordane og i utvalgte fjorder. Overvåkingen skjer i tett samarbeid med Norges geologiske undersøkelse (NGU), Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) og Statens strålevern. Siden 2002 har Havforskningsinstituttet vært ansvarlig for gjennomføringen av tilstandsovervåkingen (utført hvert 3. år) som skal dokumentere om utslipp fra olje- og gassindustrien kan påvirke fisk fra åpne farvann.

## Radioaktiv forurensning

De viktigste kildene til radioaktiv forurensning er nedfall fra kjernefysiske prøvesprengninger på 1950- og 1960-tallet, Tsjernobyl-ulykken og utslipp fra Sellafield og La Hague, europeiske gjenvinningsanlegg for brukt kjernefysisk brensel. De sistnevnte slipper ut radioaktivt avfall til henholdsvis Irskesjøen og Den engelske kanal. Radioaktive stoffer fra Sellafield har opp gjennom årene sedimentert i Irskesjøen. Disse blir i dag remobilisert, og sammen med dagens utslipp blir de transportert ut i Nordsjøen med havstrømmer. Tsjernobyl-ulykken førte til radioaktivt nedfall over Østersjøen og områdene rundt. Radioaktiv forurensning renner fremdeles av fra disse landområdene og ut i Østersjøen, og transporteres videre med havstrømmer via Kattegat og Skagerrak til norskekysten. Tsjernobyl-ulykken førte også til nedfall over norske områder. Nordland, Trøndelag, Hedmark, Oppland og Buskerud ble hardest rammet. Store

mengder radioaktivt avfall som er dumpet i Barents- og Karahavet og vrakene av de to russiske atomubåtene "K-159" (utenfor Kolakysten), og "Komsomolets" (sørvest for Bjørnøya) representerer også potensielle kilder for radioaktiv forurensning.

Blant de viktigste menneskeskapte radioaktive stoffene er cesium-137 (Cs-137) og technetium-99 (Tc-99). Cs-137 har en halveringstid ( $t_{1/2}$ ) på 30 år. Tc-99 har en halveringstid på 213 000 år og vil være til stede i våre havområder i uoverskuelig fremtid.

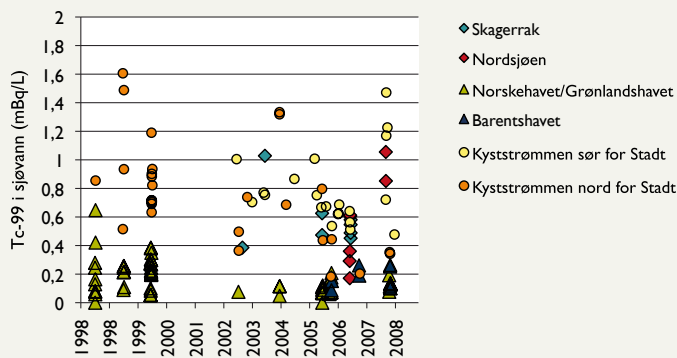
Generelt ser vi en nedadgående trend i nivåene av radioaktiv forurensning i det marine miljøet. Sellafield og La Hague har redusert sine utslipp, og forurensningen fra prøvesprengningene og Tsjernobyl-ulykken blir nedbrutt etter hvert som tiden går.

Utslippene av Tc-99 fra Sellafield fikk stor oppmerksomhet årene før og etter 2000. I 2003/2004 reduserte Sellafield disse utslippene etter politisk press fra Norge og Irland og fra miljøvernorganisasjoner. Statens strålevern og Institutt for energiteknikk har sett en nedgang i Tc-99-konsentrasjonene i blære- og grisetang langs norskekysten siden 2006. Vi ventet ytterligere nedgang i årene som kommer.

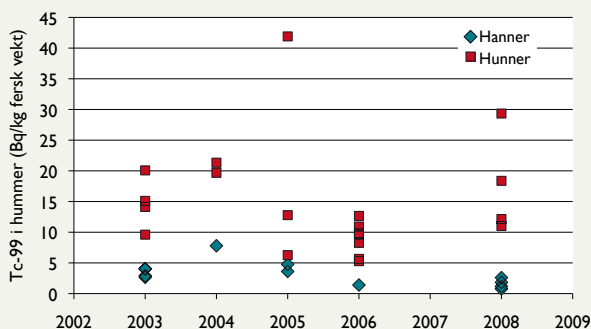
## Radioaktiv forurensning i sjøvann

Konsentrasjonene av Cs-137 i sjøvann fra Barentshavet i 2008 varierte fra 0,2 til 1,9 mBq/l, med et gjennomsnitt på 0,9 mBq/l. Dette er en liten nedgang fra 2007. Samme år varierte konsentrasjonene i sjøvann fra Nordsjøen og den norske kyststrømmen sør for Stad fra 1,4 til 8,0 mBq/l (gjennomsnitt 4,9 mBq/l), altså omtrent fem ganger høyere enn i Barentshavet. Dette er en liten økning i forhold til 2007. Årsaken kan være at utstrømmingen av forurenset østersjøvann var større i 2008 enn i 2007. Konsentrasjonene av Cs-137 var i 2008 som ventet høyest i den norske kyststrømmen.

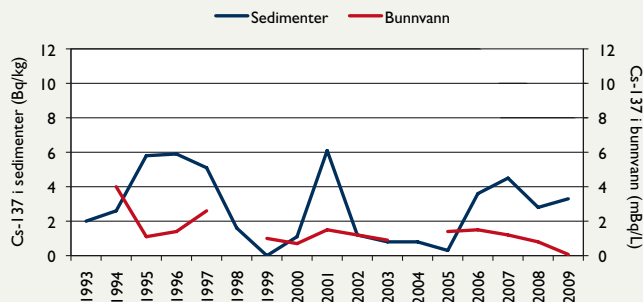
Resultater fra overvåking av nivåene av Tc-99 i norske kyst- og havområder i perioden 1998–2008 er vist i figur 1. Norskehavet, Grønlandshavet og Barentshavet har i hele perioden hatt de laveste Tc-99-konsentrasjonene. De høyeste konsentrasjonene er funnet i Nordsjøen, Skagerrak og i den norske kyststrømmen på grunn av nærheten til Sellafield og La Hague. Figur 1 viser at Tc-99-konsentrasjonene er minkende i den norske kyststrømmen nord for Stad og i Norskehavet/Grønlandshavet. Når det gjelder Nordsjøen og Skagerrak har vi for få egne målinger til å trekke noen konklusjoner, men målinger Statens strålevern har gjort viser at konsentrasjonene i Nordsjøen omtrent er halvert siden århundreskiftet. Målinger gjort i Nordsjøen og i kyststrømmen nord for Stad i 2008 viste av uklare årsaker litt høyere konsentrasjoner enn ventet (figur 1).



Figur 1. Konsentrasjoner av technetium-99 (Tc-99) (mBq/l) i sjøvann i norske kyst- og havområder i perioden 1998–2008.



Figur 2. Konsentrasjoner av technetium-99 (Tc-99) (Bq/kg fersk vekt) i hummer fra Værlandet i Sogn og Fjordane i perioden 2003–2008.



Figur 3. Konsentrasjoner av cesium-137 (Cs-137) i sjøvann (mBq/l) og sedimenter (Bq/kg) i området rundt den sunkne atomubåten "Komsomolets". Ubåten ligger på 73°43'16"N og 13°16'52"Ø sørvest for Bjørnøya.

### Radioaktiv forurensning i fisk og andre marine organismer

Det er analysert Cs-137 i prøver av fisk, reker, sjøpølser, sjøanemoner og sjøstjerner samlet inn på økosystemtoktene i Nordsjøen og Barentshavet i 2008. Den høyeste konsentrasjonen (0,3 Bq/kg ferskvekt) fant vi i sei fra Nordsjøen. Generelt finner vi de høyeste konsentrasjonene i stor og gammel fisk, og konsentrasjonene øker oppover i næringskjeden. Konsentrasjonene i fisk fra Nordsjøen er generelt noe høyere enn i fisk fra Barentshavet. Nordsjøen er nærmere de viktigste kildene for radioaktiv forurensning, og konsentrasjonene i fiskens omgivelser (sjøvann, sedimenter) er noe høyere der enn i Barentshavet. Konsentrasjonene er svært lave sammenlignet med EUs grenseverdi for eksport og import av sjømat, som ligger på 600 Bq/kg ferskvekt.

Opptaket av Tc-99 i marine organismer er svært lavt med unntak for hummer og tang. Med hjelp fra lærere og elever ved Værlandet/Bulandet skule (Sogn og Fjordane) og lokale fiskere har vi samlet inn prøver av disse organismene siden 2003. Resultater viser at hannhummer har lavere konsentrasjoner enn hunnhummer (figur 2). Videre ser det ut som om konsentrasjonen i hunner har økt fra 2006 til 2008. Dette er motsatt av hva vi ventet oss, men samsvarer med resultater fra målinger i sjøvann i 2008. Vi vil fortsette denne overvåkingen for å følge utviklingen i Tc-99-konsentrasjonene i hummer fra Værlandet.

### Atomubåten "Komsomolets"

I 1989 havarete den russiske atomubåten "Komsomolets" sørvest av Bjørnøya. Atomubåten har en atomreaktor og to torpedoer med atomstridshoder om bord. Havforskningsinstituttet tar prøver av sedimenter og bunnvann i området rundt vraket én gang i året. Prøver tatt de senere årene viser ingen forhøyede nivåer av Cs-137 (figur 3).

### Radioaktiv forurensning i sedimenter

I 2008 varierte konsentrasjonene av Cs-137 i sedimenter i Barentshavet fra 2 til 4 Bq/kg tørrvekt. Nivåene er sammenlignbare med nivåene vi har funnet tidligere år. I 2008 tok vi også sedimentprøver i Trondheimsfjorden (Sør-Trøndelag), Namsenfjorden (Nord-Trøndelag) og Vefsnfjorden (Nordland) for å undersøke nivåene av Cs-137 i fjorder som var påvirket av Tsjernobyl-ulykken. De høyeste

konsentrasjonene ble funnet i Vefsnfjorden. Innerst i fjorden ved Mosjøen målte vi 242 Bq/kg tørrvekt, lenger ute var nivået 234 Bq/kg, og ytterst i fjorden var nivået 101 Bq/kg tørrvekt. Det er altså en helt klar gradient i nivåene av Cs-137 i fjorden. Nivåene er sammenlignbare med nivåene som tidligere er funnet i Vefsnfjorden.

### Organiske miljøgifter

Organiske miljøgifter utgjør en sammensatt gruppe med global spredning. Typisk for stoffene er at de er lite nedbrytbare i naturen og giftige for mennesker og dyr. De har som oftest lav vannløselighet og høy fettløselighet og evne til å anrikes i marine næringskjeder. Derfor blir de i marint miljø i hovedsak enten tatt opp av marine organismer eller lagret i sedimenter. Havforskningsinstituttet analyserer følgende typer organiske miljøgifter: polyklorerte bifenyler (PCB) og klorerte pestisider ("plantevernmidler"), bromerte flammehemmere av type bromerte difenyletere (BDE), polyaromatiske hydrokarboner (PAH) og totalt hydrokarboninnhold (THC).

### PCB og pestisider i marine organismer

Havforskningsinstituttet samlet i 2009 inn prøver av sei og hyse fra Barentshavet og analyserte innholdet av PCB og klorerte pestisider i lever fra fisken, se tabell 1. For alle stoffene ble det målt en nedgang i forhold til tidligere målinger i Barentshavet siden år 2000. Som et eksempel er nivåene av sum DDT og PCB7 for sei, hyse og torsk

Tabell 1. Polyklorerte bifenyler (PCB) og utvalgte klorerte pestisider i lever fra sei og hyse fra Barentshavet.

STOFFGRUPPE	LEVER FRA HYSE (µg/kg våvekt)	LEVER FRA SEI (µg/kg våvekt)
PCB7 ("Seven Dutch")	28,0	30,0
Sum DDT (diklor-difenyltrikloreten)	14,0	28,0
HCB (heksaklorbenzen)	5,1	5,5
Sum HCH (heksaklorsykloheksan)	1,7	1,9
TNC (transnonaklor)	6,2	9,0



PCB-prøvetaking i Oslofjorden.

i perioden 1997–2009 vist i henholdsvis figur 4 og 5 (for alle tre havområder).

PCB7-nivåene ligger i gjennomsnittet høyest av alle de undersøkte stoffgruppene, men er likevel lave. Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif – tidligere SFT) har etablert et klassifiseringssystem med fem tilstandsklasser som omfatter bl.a. verdier av PCB7 og sum DDT i torskelerver. Klassene går fra klasse I: ubetydelig/lite forurenset til klasse V: sterkt forurenset. Gjennomsnittlige verdier for torsk som ble målt siden 1997 i alle havområder ble alle funnet å ligge i klasse I, mens enkelte individer med maksimale nivåer av sum DDT havner i klasse II for denne stoffgruppen. For Nordsjøen er det tilfellet også for maksimale nivåer av PCB7. Det er gjennomsnittlig litt høyere nivåer av klorerte miljøgifter i fisk fra Nordsjøen enn fra Barentshavet og Norskehavet.

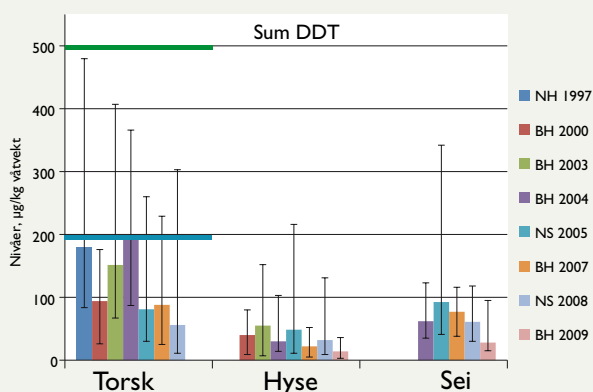
Tidligere år er det også målt klorerte miljøgifter i andre fiskearter (lodde, polartorsk, uer, blåkveite, gapeflyndre, kolmule og øyepål). Resultater av disse målingene viser generelt lave verdier.

#### Bromerte difenyletere (BDE) i marine organismer

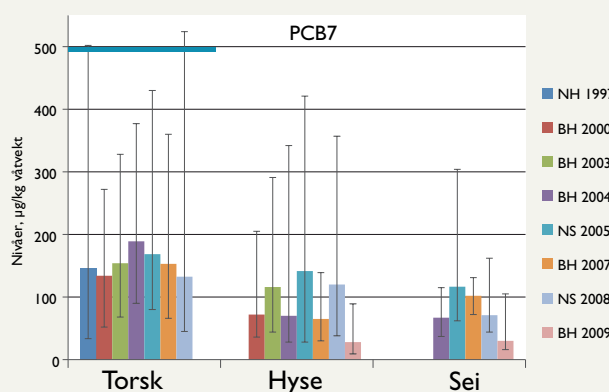
Havforskningsinstituttet startet målinger av BDE i fisk i 2008. Denne stoffgruppen inkluderer noen av de mest brukte bromerte flammehemmerne og består av svært persistente forbindelser. Nivåene deres øker derfor i naturen, også i marint miljø. Oppsummering av resultatene er gitt i tabell 2. Nivåene i fisk fra Barentshavet er noe lavere enn i fisk fra Nordsjøen. Det er behov for videre overvåking av denne

Tabell 2. Gjennomsnittlige nivåer av sum BDE i fiskelever fra Barentshavet (BH) og Nordsjøen (NS).

SUM BDE, µg/kg våtvekt	BH 2009		NS 2008	
	Hyse	Sei	Hyse	Torsk
Gjennomsnitt	14,0	28,0	23	21
Maksimum	5,1	5,5	8	3
Maksimum	1,7	1,9	63	87



Figur 4. Nivåer av sum DDT i fiskelever fra norske havområder. NH – Norskehavet, BH – Barentshavet, NS – Nordsjøen. Fargete stolper angir gjennomsnittverdier, mens hele konsentrasjonsområdet for enkeltprøver er vist med heltrukne linjer. Klifs tilstandsklasser for torskelerver er vist med fargede linjer: blå – tilstandsklasse I (Ubetydelig – lite forurenset); grønn – tilstandsklasse II (Moderat forurenset).



Figur 5. Nivåer av PCB7 i fiskelever fra norske havområder. NH – Norskehavet, BH – Barentshavet, NS – Nordsjøen. Fargete stolper angir gjennomsnittverdier, mens hele konsentrasjonsområdet for enkeltprøver er vist med heltrukne linjer. Klifs tilstandsklasser for torskelerver er vist med fargede linjer: blå – tilstandsklasse I (Ubetydelig – lite forurenset); grønn – tilstandsklasse II (Moderat forurenset).



stoffgruppen i fisk for å kontrollere utvikling i nivåene i tiden fremover.

### Hydrokarboner (PAH og THC) i sedimenter

Stoffgruppen PAH kan ha varierende kilder, som forbrenningsprosesser og olje, og kan derfor komme som en konsekvens av menneskelig aktivitet (industri, transport eller oljelekkasje), men stoffene er også naturlig forekommende i miljøet. Havforskningsinstituttet har gjennom mange år målt PAH og THC i marine sedimenter. Siden 2006 har dette vesentlig vært gjennomført som en del av det nasjonale programmet for kartlegging av norsk havbunn, MAREANO.

I 2008 ble sedimenter fra 20 lokaliteter fra området utenfor Lofoten og Vesterålen analysert. Resultatene viser summerte PAH-nivåer i overflatesedimenter på 610 µg/kg tørrvekt i gjennomsnitt, men spredningen i verdier er stor, fra 185 µg/kg tørrvekt til 2418 µg/kg tørrvekt. Dette er noe høyere enn det som ble målt i 2006–2007 i sørvestlige deler av Barentshavet, men likevel betydelig lavere enn det vi finner naturlig i andre deler av Barentshavet. En oversikt over PAH-nivåer i overflatesedimenter i hele Barentshavet er gitt i figur 6. De høyeste nivåene er målt sør for Svalbard, opptil 6026 µg/kg tørrvekt for sum PAH. Dette forklares blant annet av erosjon av grunnen på Svalbard som er anriket med kull.

THC-nivåer i overflatesedimenter fra områder studert i 2008 varierer mellom 4,0 og 37,8 mg/kg tørrvekt, med gjennomsnittsverdi på 10,7 mg/kg tørrvekt. Dette avviker lite fra nivåene funnet tidligere i andre deler av det sørlige Barentshavet.

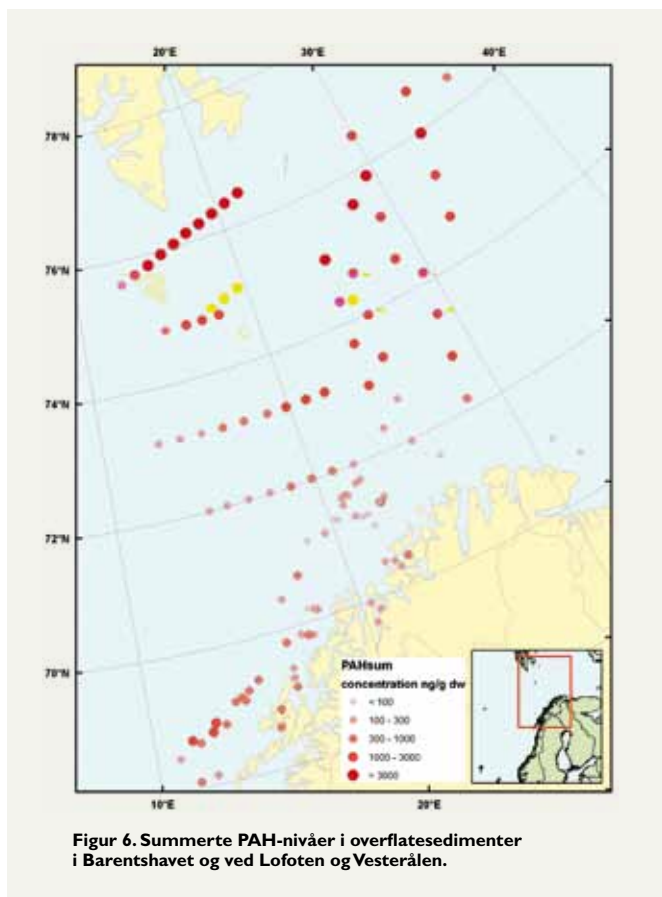
Sedimenter fra dypere lag ble også studert for PAH-nivåer for å undersøke tidstrender. Nivåene varierer ganske mye fra sted til sted. På noen stasjoner i åpent hav med relativt grovkornete sedimenter med liten mulighet for å binde organiske partikler og forurensning, finner vi lave nivåer og liten forandring over tid. På noen få andre stasjoner i åpent hav er trenden en annen: Nivåene øker sterkt i dybden. Dette kan tyde på naturlige oljelekkasjer fra underjordiske strata, noe som observeres ofte andre steder i Barentshavet hvor det er kjente oljeforkomster. På stasjoner i fjordene er det ofte en tydelig trend med økende PAH-nivåer mot nyere lag, som så flater seg ut til overflaten. Slike trender observeres hvor det er tilførsel av (som regel menneskeskapt) forurensning fra land.

### Tilstandsovervaking

Overvaking av utslipp fra olje- og gassaktiviteter i norske havområde er regulerte gjennom aktivitetsforskrifta. Det blir gjort miljøovervaking av botnhabitat og av marine organismer i vassøyla. Overvakinga i vassøyla blir utført kvart år på organismer sette ut i bur (blåskjel, torsk) langs ein gradient ut frå valde oljeplattformer med utslipp av produsert vatn. Kvart tredje år blir det også gjort overvaking av villfanga fisk i norske havområde. Det er ei tilstandsovervaking som skal dokumentere om fisk frå norske havområde inneheld auka nivå av utslippskomponentar frå petroleumsindustrien.

Vi har konsentrert oss om dei mest nytta artane som torsk, sei og hyse, men det har også blitt teke prøvar av gapeflyndre. Vi har først og fremst sett søkjelyset på Tampenområdet, som er det området i Nordsjøen med høgast tettleik av olje- og gassinntallasjonar og med størst utslipp av produsert vatn.

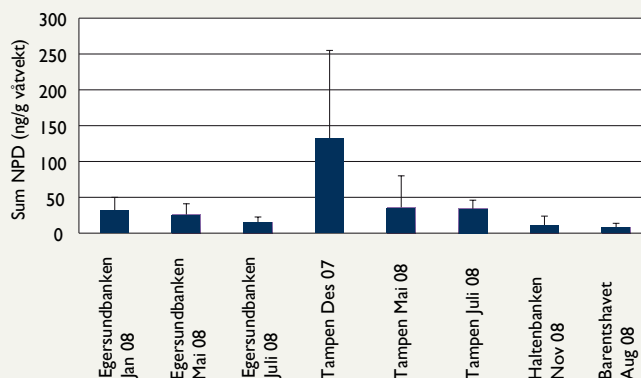
Sommaren og hausten 2008 vart det fiska i ope hav i fire område: Egersundbanken (referanseområde i Nordsjøen), Tampen, Haltenbanken og Barentshavet (referanseom-



Figur 6. Summerte PAH-nivåer i overflatesedimenter i Barentshavet og ved Lofoten og Vesterålen.

råde). Det vart teke prøvar av hyse, torsk og sei frå alle områda, medan vi fekk gapeflyndre berre frå Barentshavet og Egersundbanken. Analysearbeidet vart konsentrert om hyse for å følgje opp resultat frå førre tilstandsovervaking i 2005.

Låge nivå av naftalen, fenantren og dibenzothiofen (NPD) og alkylerte homologar av desse (typiske oljekomponentmarkørar) og polyaromatiske hydrokarbon (PAH) vart målt i lever frå hyse i alle dei tre havområda (tabell 3). Desse nivåa er samanlikna med nivå i hyse på Tampen i samband med etterkantundersøkingane etter oljeutslipp ved Statfjord A i 2007 og 2008 (figur 7).



Figur 7. Nivå av oljekomponentane sum NDP (naftalen, fenantren og dibenzothiofen og alkylerte homologar av desse) i hyse målt i etterkantundersøkingar etter oljeutslipp ved Statfjord i desember 2007, mai 2008 og i tilstandsovervakinga.

**Tabell 3. Sum NPD i lever frå hyse og sum PAH-metabolittar i galle frå hyse i 2008.**

OMRÅDE	SUM NPD I LEVER FRÅ HYSE (ng/g fersk vekt)	SUM PAH-METABOLITTAR I GALLE FRÅ HYSE (ng/g)
Tampen	34±12	580
Egersundbanken	15±7	231
Haltenbanken	11±13	199
Barentshavet	8±6	35

Det vart også målt nivå av PAH-metabolittar i galle frå hyse (tabell 3). Målingar i galle viser kva stoff som blir omsette i organismen, og slike metabolittar blir oppkonsentrerte i gallevæska. Den viktigaste bidragsytar til sum PAH-metabolittar ved Tampen og ved Egersundbanken var 1-hydroxy fenantren (510±814 ng/g galle og 133±207 ng/g galle, respektivt), medan nivå frå Haltenbanken og frå Barentshavet låg på 43±71 og 19±14 ng/g galle, respektivt. Dette er det første studiet på PAH-metabolittar i galle frå hyse. Berre låge nivå av PAH-metabolittar vart målte i sei,

og nivåa var samanliknbare mellom dei tre havområda. Sum PAH-metabolittar låg frå 36 til 82 ng/g galle. PAH-metabolittar i gapeflyndre vart berre målt frå Barentshavet, og funne å vere lågt (88 ng/g galle).

I forhold til utsepp av produsert vatn er det stilt spørsmål om i kva grad hormonhermande stoff som alkylfenol og alkylfenolmetabolittar kan påverke fisk i opne havområda. Det vart analysert ei rekkje alkylfenolmetabolittar i galle frå totalt 143 fiskar, og dei fleste av målingane vart funne å vere under kvantifiseringsgrensa. Dei låge nivåa av alkylfenolmetabolittar målt i galle samsvarer med resultatata frå tilstandsovervakninga i 2005, der nivå av alkylfenol målt i torskelever, hyselever og sildemuskel frå Egersundbanken og Tampen viste for det meste nivå under kvantifiseringsgrensa for alle stasjonane. Dette samsvarer også med resultat frå tilstandsovervakninga i 2002.

Nivåa av vitellogenin i blod frå hanntorsk var generelt låge i fisk målt frå alle havområda og varierte frå 0–13 000 ng/ml. Resultata var i samsvar med dei oppnådde frå Egersundbanken og Tampen i tilstandsovervakninga frå 2005 og med andre rapportar som viser at somme større hanntorsk over 5 kg kan ha høgre nivå av vitellogenin.

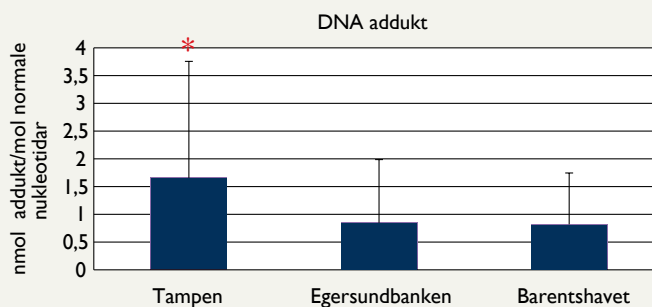
**Tabell 4. DNA-addukt i hyse frå Tampen, Egersundbanken og Barentshavet.**

OMRÅDE	DNA-ADDUKT HYSE (nmol addukt/mol normale nukleotidar)	ANTAL HYSE MED MÅLBARE DNA-ADDUKT
Tampen	1,66±2,10	11 (44 %)
Egersundbanken	0,85±1,14	7 (28 %)
Barentshavet	0,82 ± 0,93	2 (8 %)

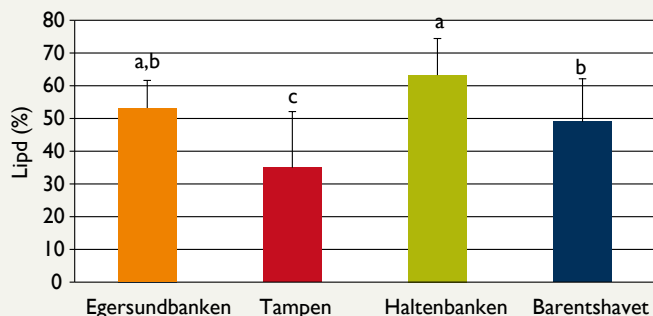
**Tabell 5. Lipidinnhald i ho- og hannfisk av hyse.**

OMRÅDE	LIPIDINNHALD I HYSE HOFISK	LIPIDINNHALD I HYSE HANNFISK
Tampen	27±16 %	43±15 %
Egersundbanken	52±11 %	53±8 %
Haltenbanken	62±14 %	64±7 %
Barentshavet	48±14 %	52±10 %

**Figur 8. DNA-addukt (nmol addukt/mol normale nukleotidar) i lever av hyse frå Tampen og referanseområda Egersundbanken og Barentshavet. Gitt som gjennomsnitt + standardavvik, n=25. Stjerne viser signifikant forskjell frå Egersundbanken, p<0,05.**



**Figur 9. Lipidinnhald i lever av hyse (% av våtvekt). Ulike bokstavar viser signifikante forskjellar p<0,05.**



DNA-adduktnivå (kor mykje av arvestoffet som har bunde til seg kjemiske stoff som kan øydeleggje arvestoffet) var signifikant høgare i hyse frå Tampen ( $p = 0,05$ ) samanlikna med hyse frå Egersundbanken og Barentshavet (figur 8, tabell 4). Tampen hadde også det høgste antal individ med målbare DNA-addukt samanlikna med Egersundbanken og Barentshavet. Det vart ikkje observert nokon klåre samanhengar mellom DNA-addukt og alder. Det at ein finn DNA-addukt over bakgrunnsnivå viser at fisken har blitt eksponert for gentoksiske stoff utover deira DNA-repareringsevne og indikerer PAH-forureining i området. Høgre nivå av DNA-addukt i hyse frå Tampen samanlikna med Egersundbanken har tidlegare blitt rapportert i tilstandsovervakingane frå 2002 og 2005. Analysar av DNA-addukt i gapeflyndre frå Egersundbanken og frå Barentshavet viste berre bakgrunnsnivå.

Histologiske analysar av ovarier frå hyse viste ingen forskjell mellom Egersundbanken og Tampen. Forekomst av bindevev var ikkje til stades i ovarier av hyse frå Barentshavet, men observert i ovarier frå Tampen og Egersundbanken.

Analysar av feittinnhald og fetttsyreprofilar i ulike lipidklassar viste signifikante forskjellar i lipidmengde i hyselever frå Tampen samanlikna med hyse fiska i dei andre områda (figur 9). Hyse frå Tampen hadde relativt mindre lever med lågt lipidinnhald. Lipidinnhaldet i ho- og hannfisk av hyse frå ulike område er vist i tabell 5 nedanfor. Hyse frå Egersundbanken vart fiska i byrjinga på desember, hyse frå Egersundbanken og Tampen vart fiska i juli, medan hyse frå Barentshavet vart fiska i august. Generelt var hyse frå Tampen i dårlegare kondisjon enn hyse frå dei andre områda.

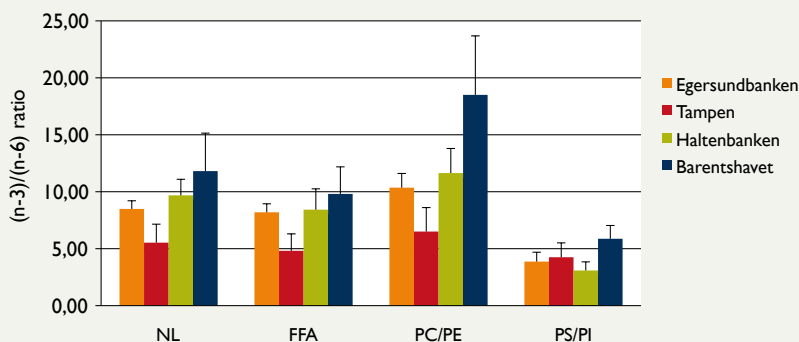
Feittsyreprofilen viste at hyse frå Tampen hadde relativt høge nivå av omega-6 feittsyra 20:4 (n-6) samanlikna med hyse frå Egersundbanken, Haltenbanken og Barentshavet. Forholdet mellom omega-3 i høve til omega-6 fleiurmetta feittsyrer ((n-3)/(n-6)) var signifikant lågare i nøytrale lipid (NL), frie feittsyrer (FFA) og fosfotidylkolin/fosfotidyletanolamin (PC/PE) i hyse frå Tampen, men ikkje i fosfotidylserin/fosfotidylinositol (PS/PI) (figur 10). Det er tidlegare rapportert om lågare forhold av omega-3 til omega-6 feittsyrer ((n-3)/(n-6)) i hysemuskel frå Tampen samanlikna med muskelvev av hyse frå Egersundbanken.

På grunn av auka nivå i 20:4 (n-6) i nøytrale lipid i hyse frå Tampen, er det mogleg at forskjellane funne i forholdet mellom omega-3 til omega-6 av polare lipid (PL) skuldast forskjellar i dietten. Meir arbeid må difor gjerast for å etablere om nedgangen i forholdet mellom omega-3 til



omega-6 feittsyrer ved Tampen er forårsaka av diett eller oljekomponentar.

Resultata frå tilstandsovervakinga i 2008 saman med tidlegare tilstandsovervakingar viser at for torsk og sei er det ikkje påvist signifikante effektar som kan skuldast utslepp frå olje- og gassutvinning. Når det gjeld hyse, støttar desse resultat tidlegare funn der Hyse frå Tampen viser auka nivå i indikatorar tilskrive PAH-eksponering, slik som PAH-metabolittar i galle og DNA-addukt i lever. Redusert feittinnhald i lever av hyse frå Tampen tyder dessutan at denne fisken har lågare energireservar. Hyse lever i tettare kontakt med sedimenta og har eit fødeval som består av meir bentiske artar samanlikna med torsk og sei. Auka PAH-nivå i sediment og i bentiske artar på Tampen kan bidra til dei ovanfor nemnte effektane. Kjelder til PAH på Tampen er utslepp av produsert vatn, nedsøkt olje frå utsleppet ved Statfjord i 2007, andre mindre oljeutslepp eller ein kombinasjon av desse bidraga. Vi har diverre ikkje tilstrekkeleg med data til å seie kva kjelder som bidreg mest til dei observerte effektane i hyse. Likevel er det sannsynleg at utslepp frå olje- og gassaktivitetar spelar ei rolle i dei observerte nivåa og effektane funne i hyse frå Tampen.



Figur 10. Forholdet mellom omega-3 og omega-6 ((n-3)/(n-6)) feittsyrer i lever av hyse prøvetatt frå dei fire områda.